

SBORNÍK
ČESKOSLOVENSKÉ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÝCH VĚD

7364

Rostlinná výroba

Univerzitní knihovna v Olomouci

4

ROČNÍK 5 (XXXII) – PRAHA, DUBEN 1959

CENA 18 Kčs

ROSTLINNÁ VÝROBA

Rídí redakční rada: *dopisující člen ČSAZV prof. dr. Václav Káš (předseda), inž. František Baxa, inž. Karel Kohout, dopisující člen ČSAZV prof. dr. inž. Vladimír Kosil, inž. Ladislav Laho, doc. dr. inž. František Landovský, inž. Miloslav Schmied, inž. Vladimír Skládal, inž. Juraj Uhliár, dopisující člen ČSAZV RNDr. inž. Jaroslav Zakopal. — Vedoucí redaktorka Milena Sovová.*

Obsah — Содержание — Content — Inhalt

- Misterski W., Loginow W.: Studium některých fyzikálně chemických vlastností huminových kyselin
Изучение некоторых физико-химических гуминовых кислот
Studium einiger physikalisch-chemischer Eigenschaften der Huminsäuren
A Study of Some Physical-Chemical Properties of Humic Acids 457
- Ebertová H.: Metoda stanovení oxydoredukčních potenciálů v roztocích humátů v kompostu a v půdě
Метод установления окислительно-восстановительных потенциалов в растворах гумата, в компосте и в почве
Die Feststellungsmethode der Oxydations-Reduktions-Potentiale in den Humatlösungen, im Kompost und im Boden
The Method of determining the Redox Potentials in the Solutions of Humate, in the Farm Yard Manure and in Soil 479
- Novikov V. A.: Získávání nových znaků u rostlin změnou fotoperiodických podmínek během třetího stadia vývoje
Получение новых признаков у растений при изменении фотопериодических условий в третьей стадии развития
Neue Kennzeichen bei Pflanzen infolge von Veränderung photoperiodischer Bedingungen im Laufe des dritten Entwicklungsstadiums 495
- Průša V., Prugar J., Jiránek J., Omasta J.: Zhodnocení československých odrůd cibule na podkladě chemických rozborů
Оценка чехословацких сортов лука на основании химических анализов
Bewertung tschechoslowakischer Zwiebelarten auf der Grundlage chemischer Analysen
Evaluation of Czechoslovak Onion Varieties on the Basis of Chemical Analyses 513
- Hlaváčková Z.: Křížení máku, zaměřené ke zvýšení obsahu morfinu v suchých makovicích
Скращивание мака, направленное на повышение содержания морфина в сухих коробочках мака
Crossing of Poppies aimed at a Heightening of Morphine Contents in Dry Poppy-Heads 521

Studium některých fyzikálně chemických vlastností huminových kyselin

Изучение некоторых физико-химических свойств гуминовых кислот
Studium einiger physikalisch-chemischer Eigenschaften der Huminsäuren
A Study of Some Physical-Chemical Properties of Humic Acids

Dr Władysław MISTERSKI a Mgr Włodzimierz ŁOGINOW
Výzkumný ústav rostlinné výroby, Baborówko (Polsko)

Došlo dne 15. X. 1958

Při studiu humusu můžeme uplatňovati několik základních hledisek:

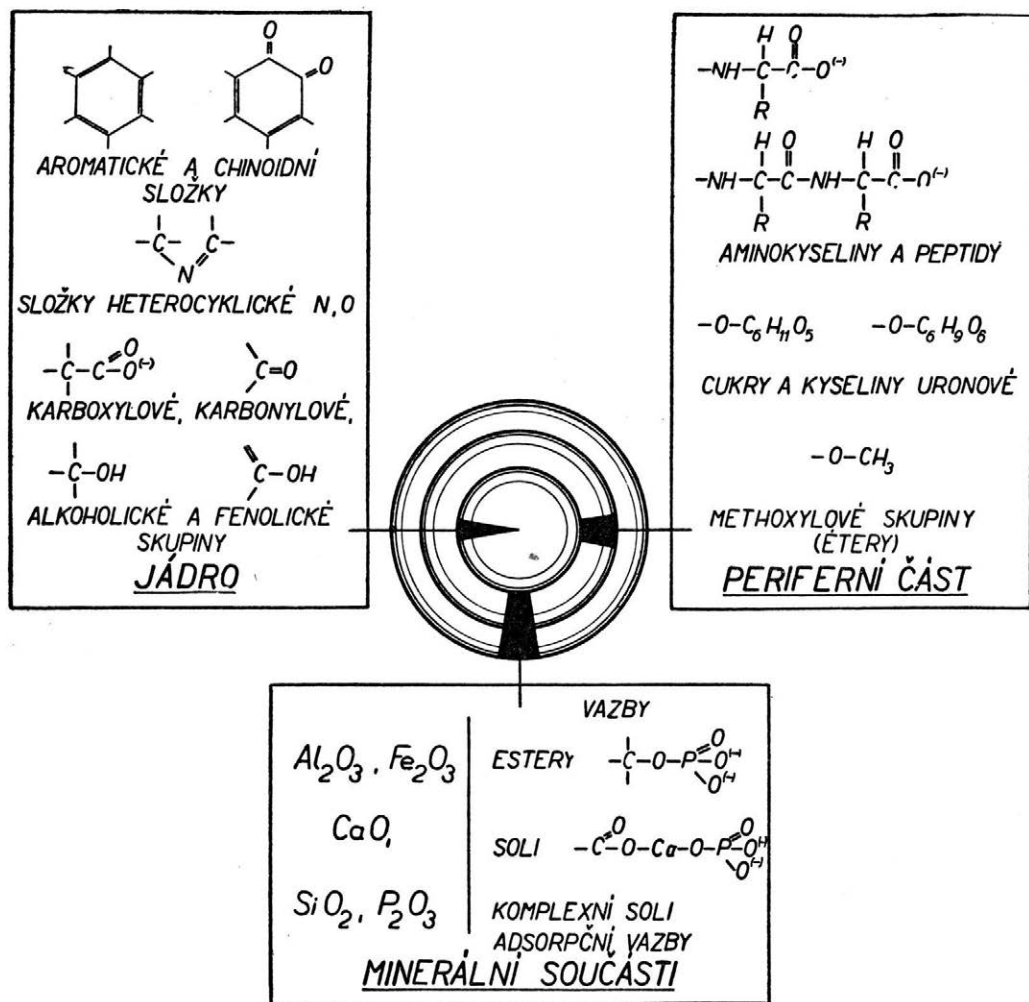
1. hledisko půdoznalecké, zabývající se humusem hlavně jako činitelem, který má vliv na fyzikálně chemické vlastnosti půdy,
2. hledisko fyziologické, zkoumající přímý vliv humusu na fyziologické procesy rostlin a mikroorganismů,
3. hledisko rostlinné výživy, která se zabývá vlivem humusu na živiny v půdě a
4. hledisko biochemické, které si všímá procesu humifikačního a chemického složení látek při něm vznikajících.

Naše studium se týká hlavně výživy rostlinné a problémů biochemických. Názory na úlohu humusu ve výživě rostlin podléhaly velmi často podstatným změnám. Kritická pojednání o těchto názorech lze nalézt v jiných, obšírných publikacích. Omezujeme se tedy pouze na citace prací souvisejících úzce s našimi problémy a pokusy. Předmětem našeho bezprostředního zájmu je způsob vytváření částic humusu v užším slova smyslu. Považujeme však za účelné, vymeziti již na počátku určité předpoklady, o které se opíráme v našich úvahách.

Na obr. 1 uvádíme schéma molekulární stavby huminových kyselin, všeobecně přijímané na základě literárních údajů (1, 2, 3, 4 a další) i dosavadních vlastních pokusů. Tímto termínem označujeme všechny humusové látky, které mají povahu kyselin. V částici huminových kyselin rozlišujeme 3 vrstvy: jádro, části periferní a součásti minerální. Jádro huminových kyselin tvoří jejich ústřední část, do jistého stupně aromatickou, nepodléhající hydrolyze. Jádro je spojeno prostřednictvím aktivních skupin s periferní částí vazbami, které lze rozštěpit hydrolyticky. Příklady těchto vazeb uvedené v schématu nevyčerpávají ovšem všechny možnosti.

Periferní část má rozhodující vliv na chemickou, koloidní a biologickou aktivitu huminových kyselin. Třetí vrstva, složená z minerálních součástí, může být

podle našich předpokladů vázána s huminovým jádrem buď přes periferní část nebo i přímo. Příkladem toho je uvedený přehled složek a způsobu jejich vazby. Úkolem naší práce je zdůvodnění přijatého schématu a vyvození příslušných závěrů.



1. Schéma stavby huminových kyselin

Extrakce a chemické složení huminových kyselin

Často se udává, že humusový extrakt obsahuje řadu chemicky různých sloučenin, a to kyseliny huminové, hymatomelanové a fulvokyseliny. Tyto látky se někdy rozdělují ještě dále. Výsledky nových výzkumů nás však nutí k revizi tohoto názoru, založeného na závažných pracích Sven Odéna a k přijetí názoru, že huminové kyseliny mají charakter směsí látek geneticky souvisejících (3, 8). Takový názor vede nutně k odmítnutí klasického dělení huminových sloučenin.

Freitag (9) dokazuje na základě spektrofotometrických výzkumů, že rozdíly mezi jednotlivými huminovými frakcemi se týkají především jejich koloidního stavu. Zpožadoval také zajímavý zjev přechodu jedné frakce v druhou cestou čistě fyzikálně chemickou. Můžeme zde připomenout, že myšlenka o genetické souvislosti jednotlivých huminových frakcí (např. fulvokyselin a huminových kyselin) není vůbec nová (8, 9, 10).

Kosatočkin a Zilberrand (13) našli podobný charakter absorpčního spektra huminových kyselin a fulvokyselin a tím potvrdili podobné schéma jejich stavby, společně s jinými zuhelnatělými látkami.

Naše pozorování ukázalo, že již sám způsob přípravy vyvolává pochybnosti o možnosti dokonalého oddělení jednotlivých humusových frakcí a zvláště huminových kyselin a fulvokyselin. Jako fulvokyseliny se označuje frakce, která se nesráží po okyselení humusového extraktu. Jak bylo již dříve zjištěno, je jejich množství závislé na technice okyselení. Kromě toho, jak potvrzuje rovněž práce Freitagova (9), srážejí se při větších koncentracích kyselin i fulvokyseliny. Podle Freytaga nabývají po vysrážení povahy hymatomelanových kyselin. Huminové kyseliny dávají po opakovaném srážení opět nová množství látek zůstávajících v roztoku, které lze těžko označit jako fulvokyseliny. Proto je nesnadno mluvit o fulvokyselinách jako o zvláštní huminové frakci. Dalším důkazem potvrzujícím souvislost huminových substancí v přirozené směsi jsou pokusy s jejich koagulací, o nichž se zmíníme později.

Zdá se, že doposud přijímaný způsob dělení huminových kyselin nemá dostatečné odůvodnění fyzikálně chemické. Mohl by mít konvenční smysl pouze za podmínky podrobného určení metodiky izolace. Prvním předpokladem každé práce zabývající se humusem musí být volba konvenční metody získání huminové frakce (pomocí extrakce nebo jiným způsobem). Přitom je třeba pamatovat, že již volba extrakčního prostředku má vliv na oddělení určité frakce.

Při volbě metody extrakce huminových kyselin jsme se řídili snahou o vytvoření pokud možno šetrných podmínek. V souvislosti s tím jsme upustili od extrakce louhem nebo amoniakem a použili jsme k extrakci šfavelanu amonného (5, 6, 12). Tato metoda má ještě tu přednost, že dovoluje vyhnouti se odvápnění kyselinou. Výměnné ionty vápníku mohou být odstraněny pomocí tohoto způsobu jako šfavelan vápenatý. Abychom určili podmínky srážení huminových kyselin z extraktu, vykonali jsme mnoho zkoušek, jimiž jsme zjistili, že způsob srážení má vliv na množství sráženiny. Její množství stoupá nejen s koncentrací vodíkových iontů ve výluhu, nýbrž i při srážení silnější kyselinou a při jejím náhlém přidávání. Vylučování sráženin ze zředěných humusových extraktů začíná při nižším pH , než při srážení z extraktů koncentrovanějších. Huminové kyseliny srážené za šetrnějších podmínek nesrážejí se úplně po opětovém rozpuštění. Na základě těchto pozorování jsme zjistili, že huminové kyseliny z kompostu, používané v našich pokusech, se srážejí téměř zcela po okyselení výluhu na pH 2 pomocí 10% HCl . Před okyselením bylo nutno oddělit suspendované jílovité látky pomocí filtrace a odstředění. Huminové kyseliny byly čištěny dvojím rozpuštěním a vysrážením za stejných podmínek jako v prvním případě. Získané huminové kyseliny nebyly sušeny, nýbrž byly použity k pokusům ve formě gelů se značným obsahem vody. Abychom určili charakteristiku huminových kyselin, stanovili jsme obvykle fosfor, dusík, křemík a veškeré popeloviny a současně jsme provedli jejich hydrolýzu. Podle našeho předpokladu měla hydrolýza vést k oddělení humusového jádra (hydrolytického zbytku) od periferních částí (hydrolyzátů). K tomu bylo použito kyselé hydrolýzy za podmínek, jakých se používá k hydrolýze bílkovin (zahřívání s 6 $N-HCl$ po 24 hodin).

V pokusech dále uvedených jsme používali huminové kyseliny získané z jed-
noročních kompostů z bramborové natě s přidavkem 10 % hnoje. Tento kompost
měl toto chemické složení:

N	—	1,37 %	v sušině,
P_2O_5	—	0,28 %	v sušině,
K_2O	—	0,55 %	v sušině,
C	—	4,11 %	v sušině,
H_2O	—	48,9 %	v sušině.

Výsledky analýzy huminových kyselin, získaných z kompostů, i výsledky
analýzy produktů jejich hydrolýzy jsou uvedeny v tabulce I.

V dříve prováděných pokusech se slučováním fosforečnanů s huminovými
kyselinami jsme výjimečně používali huminových kyselin získaných z kompostů
připravených z různých organických hmot (suchá bramborová nat, listí ze stromů
a jiné).

Výsledek analýzy huminových kyselin byl tento:

N	—	3,9 %	v sušině,
P_2O_5	—	0,1 %	v sušině,
popel	—	9,1 %	v sušině.

Organominerální charakter huminových kyselin

Ve starších pracích se projevuje poměrně malý zájem o obsah popelovin v hu-
minových kyselinách. S ohledem na používání příliš drastických metod preparace
byl tento obsah jistě velmi nízký. Je třeba připomenout, že z tohoto důvodu do-
spěli četní badatelé k názoru, že tak důležitá složka huminových kyselin jako je
dusík, je jejich znečištěninou.

V novějších pokusech používajících podstatně změněných extrakčních metod
bylo zjištěno, že obsah popela dosahuje až 12 %. V popelu se nachází hlavně kře-
mík, hliník, železo, fosfor, stopy Mg , Ca aj. Výsledky analýz huminových kyselin
z kompostů jsou uvedeny v tabulce I.

O tom, že huminové kyseliny mají charakter sloučenin organominerálních,
jsme projevili svůj názor již v uvedeném schématu jejich chemické stavby. Mine-
rální složky jsou vázány různým způsobem a různou silou. Je možné, že jejich
značné části zbavujeme huminové kyseliny i za šetrnějších podmínek extrakce.
Určité části se zbavujeme i při čištění huminových kyselin. Pokusy zbavit se jich
úplně vedou však k destrukci přirozených částic huminových kyselin. Zde je
třeba připomenout, že huminové kyseliny tvoří kromě toho za přirozených podmí-
nek půdních jakoby vedlejší vazby s jílovitými částicemi. Při extrakci dochází
však k oddělení čistě minerálních koloidů.

Otázka způsobu vazby minerální substance s organickou složkou huminových
kyselin vyžaduje podrobné zkoumání a proto bez ohledu na vlastní materiál i pří-
slušnou literaturu nebudeme se zde touto otázkou zabývat.

Hydrolýzou přechází 25–30 % sušiny huminových kyselin v hydrolyzát.
Toto množství mohlo by odpovídat čtyřem molekulám aminokyselin na jedné
částici huminových kyselin. Množství dusíku v hydrolyzátu je však při tom menší,
než by odpovídalo takovému složení. Proto je třeba předpokládat, že hydrolyzát
obsahuje vysokomolekulární aminokyseliny i sloučeniny bezdusíkaté. Naše chro-
matografická analýza i údaje jiných autorů (15, 16, 17) potvrzují skutečně pří-
tomnost značného množství kyselin glutamové a asparagové vedle mnoha jiných
aminokyselin. Kromě toho poukazuje fyzikálně chemický charakter odpařovaného

hydrolyzátu (lepkavá, táhnoucí se hmota) na obsah látek povahy pektinové nebo cukrů, což je rovněž potvrzeno v literatuře (13, 18, 19).

Minerální součásti huminových kyselin přecházejí při hydrolýze do hydrolyzátu. Ve zbytku po hydrolýze se nachází pouze kysličník křemičitý, a to následkem srážení v kyselém prostředí. Proto lze kysličník křemičitý považovat za pouhou mechanickou příměs hydrolytického zbytku.

Celkový obsah fosforečnanů v huminových kyselinách, jež nebylo možno oddělit jiným způsobem, přechází při hydrolýze do roztoku.

Závažnou nevýhodou kyselé hydrolýzy je okolnost, že může způsobovat vedlejší chemické změny hydrolyzovaného materiálu. Nepochybně dochází k rozkladu některých aminokyselin, podobně jako tomu je při hydrolýze bílkovin. Dokonalejší metodou k získání nezměněného huminového jádra by byla enzymatická hydrolýza. Touto cestou musí probíhat eventuální hydrolýza huminových kyselin v půdních podmínkách a mobilizace dusíku a částečně i fosforu v nich vázaného.

Studium koagulace a peptizace huminových kyselin

a) Koagulace

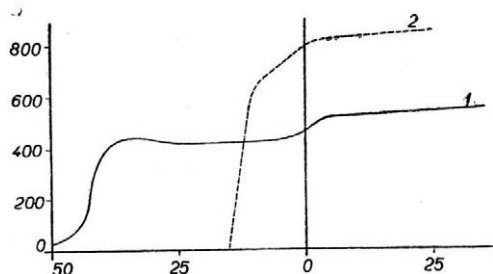
Rozpustné soli huminových kyselin (soli draselné a amonné) se srážejí vlivem řady iontů, např. vápenatého, železitého, hlinitého a jiných. Tento proces je spojen s tvorbou těžce rozpustných solí huminových kyselin cestou výměny iontů. Poněvadž je komplikován sorpčními zjevy typickými pro koloidy, označujeme jej jako koagulace.

Huminové kyseliny, jakožto složitá směs sloučenin podobné povahy nemohou vykazovat ostré rozdíly v koagulaci. Proto jsme se ve svých pokusech rozhodli použít křivek, které vyjadřují závislost množství koagulátu na koncentraci srážejících iontů. Práce byla usnadněna tím, že místo vyloučené sraženiny byla určována extinkce nad ní se nacházejícího roztoku. Křivku, vyjadřující závislost extinkce na koncentraci srážejících iontů, vyjádřené v miligramekvivalentech na litr, nazýváme křivkou koagulace. Získáme ji prostým změřením extinkce v řadě vzorků se stoupající koncentrací srážejících iontů při stejné koncentraci huminových kyselin. Měření bylo obvykle konáno po 24 hodinách od okamžiku nastavení pokusu.

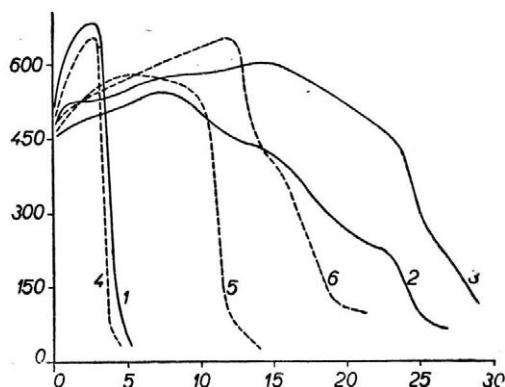
Ve všech pokusech s koagulací byla koncentrace huminových kyselin a jejich hydrolytického zbytku 1,25 g/l. Roztoky huminových kyselin a hydrolytického zbytku byly získány upravením acidity jejich suspenzí na pH 7 nebo 6 pomocí zředěného louhu draselného.

Obr. 2 znázorňuje křivku koagulace huminových kyselin (1) a hydrolytického zbytku (2) vodíkovými ionty v širokém rozsahu hodnot pH upravených přidávkou HCl nebo KOH .

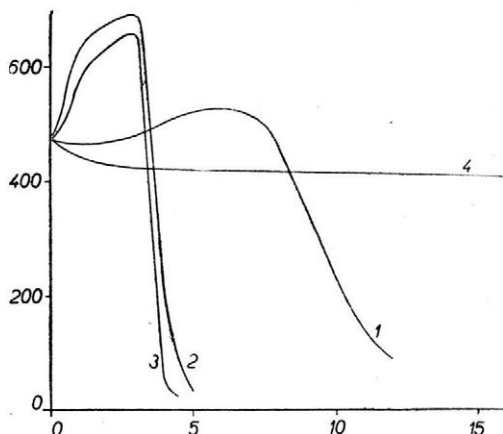
U huminových kyselin pozorujeme poblíž nulového bodu spád extinkce, způsobený změnou zabarvení roztoku po jeho okyselení. Druhý náhlý pokles při koncentraci asi 40 miliekv./l HCl , což odpovídá pH 2,3, je způsoben usazením sraženiny. Hydrolytický zbytek koaguluje mnohem snadněji, a to již při 10 až 15 miliekv./l. Přitom pozorujeme, že jeho roztok je mnohem intenzivněji zabarven než roztok huminových kyselin. Pokles křivek koagulace se neděje skokem, což svědčí o kontinuálním přecházení jedné frakce v druhou. Po delším působení vyšší koncentrace vodíkových iontů koagulují všechny frakce, zanechávající čistý, bezbarvý roztok.



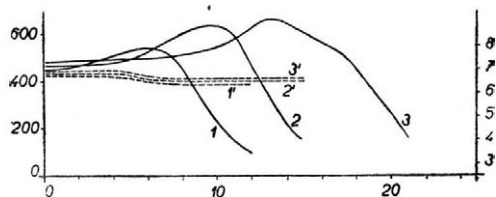
2. Křivky koagulace huminových kyselin (křivka 1) a jejich hydrolytického zbytku (křivka 2) vodíkovými ionty. Osa x — množství přidané HCl v miligramekvivalentech/l (vpravo od nuly), případně množství přidaného KOH v miligramekvivalentech/l (vlevo od nuly). Osa y — extinkce (1 : 20) $\times 1000$



4. Křivky koagulace humátu draselného chloridem železitým (křivky 1, 2, 3) a chloridem hlinitým (křivky 4, 5, 6). Křivky 1 a 4 byly získány bez přídavku KOH , křivky 2 a 5 s přídavkem KOH při pH 6, křivky 3 a 6 s přídavkem KOH při pH 7. Osa x — množství přidaného $FeCl_3$ nebo $AlCl_3$ v miligramekvivalentech/l, osa y — extinkce (1 : 20) $\times 1000$



3. Křivky koagulace humátu draselného ionty Ca^{2+} (křivka 1), Fe^{3+} (křivka 3), Al^{3+} (křivka 3) a ionty vodíkovými (křivka 4). Osa x — množství přidaného iontu v miligramekvivalentech/l, osa y — extinkce (1 : 20) $\times 1000$

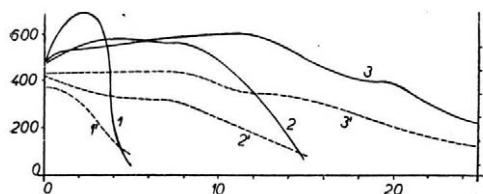


5. Vliv fosforečnanu na koagulaci humátu draselného chloridem vápenatým. Křivka 1 — průběh koagulace bez přídavku fosforečnanu, křivka 2 — průběh koagulace v přítomnosti 25 miligramekvivalentů/l, křivka 3 — průběh koagulace v přítomnosti 75 miligramekvivalentů fosforečnanu na 1 l. Křivky 1', 2' a 3' znázorňují průběh změny pH . Osa x — množství přidaného chloridu vápenatého v miligramekvivalentech/l, osa y (levá stupnice) — extinkce (1 : 20) $\times 1000$, osa y (pravá stupnice) — pH roztoku

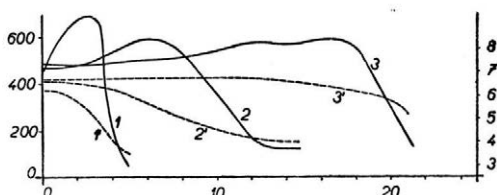
S ohledem na význačnou ústojnost, která je větší u huminových kyselin a o něco slabší u hydrolytického zbytku, vyžaduje úplné vysrážení dosti značného nadbytku HCl .

Obr. 3 znázorňuje křivky koagulace vyvolané ionty Ca^{2+} (1), Fe^{3+} (2), Al^{3+} (3) ve srovnání s křivkou pro ionty vodíkové (4). Všechny tyto ionty koagulují huminové kyseliny mnohem snáze nežli ionty vodíkové. V počátečních úsecích křivek pro Al^{3+} a Fe^{3+} a v poněkud menší míře pro Ca^{2+} se projevuje značný vzrůst extinkce roztoku. Tento vzrůst svědčí podle našeho mínění o vzniku organominerálních sloučenin o změněné koloidní povaze. Vytvořené sloučeniny koagulují teprve pod vlivem nadbytku iontů Ca^{2+} , Al^{3+} a Fe^{3+} . Současně pozorujeme velmi náhlý pokles u iontů hliníku a železa a poněkud mírnější a k vyšším koncentracím posunutý pokles u iontů vápníku.

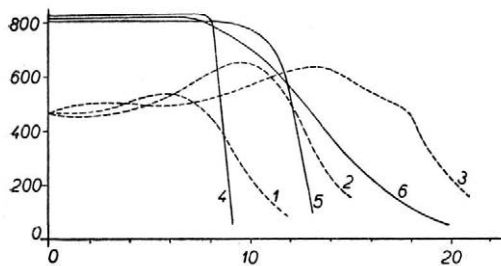
Činitelem, který má značný vliv na průběh koagulace, je pH roztoku. Při studiu tohoto vlivu jsme provedli mnoho pokusů s koagulací při pH nastaveném



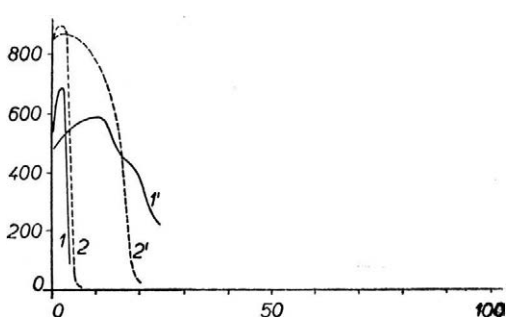
6. Vliv fosforečnanu na koagulaci humátu draselného chloridem železitým. Křivka 1 — průběh koagulace bez přidavku fosforečnanu, křivka 2 — průběh koagulace v přítomnosti 25 miligramekvivalentů/l, křivka 3 — průběh koagulace v přítomnosti 75 miligramekvivalentů fosforečnanu na 1 l. Křivky 1', 2' a 3' znázorňují průběh změn pH . Osa x — množství přidávaného chloridu železitého v miligramekvivalentech/l, osa y (levá stupnice) — extinkce (1 : 20) $\times 1000$, osa y (pravá stupnice) — pH roztoku



7. Vliv fosforečnanu na koagulaci humátu draselného chloridem hlinitým. Křivka 1 — průběh koagulace bez přidavku fosforečnanu, křivka 2 — průběh koagulace v přítomnosti 25 miligramekvivalentů/l, křivka 3 — průběh koagulace v přítomnosti 75 miligramekvivalentů fosforečnanu na 1 l. Křivky 1', 2' a 3' znázorňují průběh změn pH . Osa x — množství přidávaného chloridu hlinitého v miligramekvivalentech/l, osa y (levá stupnice) — extinkce (1 : 20) $\times 1000$, osa y (pravá stupnice) — pH roztoku



8. Koagulace humátu draselného (křivky 1, 2, 3) a jeho hydrolytického zbytku (křivky 4, 5, 6) chloridem vápenatým. Křivky 1 a 4 byly získány bez přidavku fosforečnanu, křivky 2 a 5 v přítomnosti 25 miligramekvivalentů/l a křivky 3 a 6 v přítomnosti 75 miligramekvivalentů fosforečnanu na 1 l. Osa x — množství přidávaného chloridu vápenatého v miligramekvivalentech/l, osa y — extinkce (1 : 20) $\times 1000$



9. Koagulace humátu draselného (křivky 1 a 1') a jeho hydrolytického zbytku (křivky 2 a 2') chloridem železitým. Křivky 1 a 2 byly získány bez přidavku fosforečnanu, křivky 1' a 2' v přítomnosti 75 miligramekvivalentů fosforečnanu na 1 l. Osa x — množství přidávaného chloridu železitého v miligramekvivalentech/l, osa y — extinkce (1 : 20) $\times 1000$

přidáním hydroxydu draselného. Množství přidávaného louhu bylo takové, aby pH všech vzorků bylo 6 nebo 7. Při koagulaci slabě hydrolyzujícím chloridem vápenatým postačilo upravení použitých roztoků na žádané pH . Naproti tomu při koagulaci chloridem hlinitým nebo železitým vzrůstalo množství přidávaného KOH s koncentrací těchto solí s ohledem na kyselou reakci jejich roztoků. KOH byl přidáván před roztoky chloridu hlinitého nebo železitého. Jak bylo zjištěno při dostatečné rychlosti práce, změna tohoto postupu neměla vlivu na průběh koagulace. Ukázalo se, že vliv pH na koagulaci chloridem vápenatým je v mezích pH 4 až 8 malý. Objevuje se tu však zajímavý zjev maxima koagulace. Koaguluje-li stejným množstvím chloridu vápenatého řadu vzorků, k nimž jsme přidali HCl v množstvích vzrůstajících od jednoho k druhému konci řady a KOH v množstvích vzrůstajících v opačném směru, tu nejméně koagulují jak kyselé, tak alkalické vzorky. Maximum koagulace nevystupuje ostře vzhledem ke složitosti směsí huminových kyselin a kromě toho se při větších dávkách chloridu vápenatého

posunuje ve směru vyššího pH . Vysoká dávka chloridu vápenatého vyvolává úplnou koagulaci nezávisle na pH roztoku.

Zcela jiný charakter má koagulace chloridem hlinitým a železitým. Při vzrůstu pH pozorujeme zabrzdění průběhu koagulace. Toto zabrzdění pozorujeme zvláště silně u železa. Poněvadž nad pH 6 dochází již k velkému poklesu koncentrace aktivních iontů Fe^{+++} a Al^{+++} , musíme tu počítat s kvalitativními změnami probíhajících pochodů (18). Přidáváme-li chlorid hlinitý nebo železitý k původně alkalickému roztoku huminových kyselin, nedochází vůbec k vysrážení příslušných hydroxydů, jak by bylo možno očekávat. Nejvýš se roztok přechodně poněkud zakalí. Proto je třeba se domnívat, že huminové kyseliny působí příznivě na přechod chloridu hlinitého a železitého v koloidní soli. Ke koagulaci dochází teprve pod vlivem jejich hydroxydů; má povahu vzájemné koagulace koloidů.

Křivky koagulace jeví — zvláště při pH 7 — značně menší vzrůst extinkce v počátečním úseku nežli křivky pro roztoky s neregulovaným pH . Jejich další pokles je zvláště pro železo značně mírnější. Postupná koagulace organického koloidu minerálním koloidem železitým nebo hlinitým (opačný elektrický náboj) probíhá — jak vidíme — plynule, nevykazujíc hranic mezi frakcemi huminových kyselin.

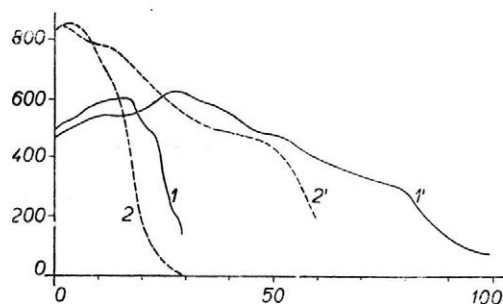
Abychom rozšířili rozsah našich pokusů, prováděných obvykle s draselnými solemi huminových kyselin, provedli jsme srovnání průběhu koagulace se solemi amonnými a sodnými. Ukázalo se, že soli amonné projevují úplnou analogii vlastností se solemi draselnými, kdežto soli sodné koaguluji o něco obtížněji.

Dalším problémem bylo zkoumání vlivu aniontů na průběh koagulace. Proto jsme vykonali pokusy s koagulací $CaCl_2$ v přítomnosti chloridu, dusičnanu, síranu a fosforečnanu draselného. Ukázalo se, že na průběh koagulace mají vliv fosforečnany a v menší míře sírany. Budeme se podrobněji zabývat vlivem fosforečnanů vzhledem k důležitosti sloučenin humuso-fosforových.

Obrazy 5 až 7 znázorňují křivky koagulace ionty Ca^{++} , Fe^{+++} a Al^{+++} při dvojnásobné dávce fosforečnanu draselného (při pH 7). Na obrázku jsou zaznamenány křivky změn pH (pravé měřítko). Vliv fosforečnanů se projevuje značným brzděním procesu koagulace, rostoucím s jejich koncentrací. Je to významné pro všechny tři koagulující ionty. Nejsilněji vystupuje tento vliv u Fe^{+++} a Al^{+++} , kde koagulace bez fosforečnanů probíhá velmi prudce.

Fosforečnany brzdí také koagulaci chloridem hlinitým a železitým při vyšším pH a tudíž i koagulaci koloidními soly. Křivka koagulace se zde velmi značně protahuje (81 až 100 miliekv./l.), při čemž však počátek koagulace nastává velmi brzy.

S ohledem na specifickou odolnost železitých sloučenin huminových kyselin proti koagulaci jsme provedli pokusy s nimi mnohem podrobněji. Ukázalo se, že v přítomnosti fosforečnanů koaguluji za analogických podmínek vlivem iontů vápenatých obtížněji než samy kyseliny huminové, a to tím obtížněji, čím více železa obsahují (ovšem v mezích podmínek nevyvolávajících úplnou koagulaci).



10. Koagulace humátu draselného (křivky 1 a 1') a jeho hydrolytického zbytku (křivky 2 a 2') koloidním hydroxydem železitým. Křivky 1 a 2 byly získány bez přídavků fosforečnanů, křivky 1' a 2' v přítomnosti 75 miligramekvivalentů fosforečnanů na 1 l. Osa x — množství přidaného koloidního hydroxydu železitého v miligramekvivalentech/l, osa y — extinkce (1 : 20) $\times$ 1000

Koagulace hydrolytického zbytku chloridem vápenatým v přítomnosti fosforečnanů probíhá snadněji než koagulace huminových kyselin a má prudší průběh. Křivky koagulace neprojevují v počátečním stadiu vzrůst extinkce charakteristický pro huminové kyseliny. To by svědčilo o tom, že nevytvářejí (alespoň ne tou měrou jako huminové kyseliny) stálejší sloučeniny organominerální.

Koagulace hydrolytického zbytku chloridem železitým při regulovaném pH nebo koagulace koloidním hydroxydem nastává snáze než koagulace huminových kyselin. Naproti tomu probíhá koagulace při neregulovaném pH téměř identicky. Vzrůst extinkce v počátečním stadiu je minimální a může se pohybovat v mezích zbarvení způsobeného vlastní barvou železitých solí. Počátek koagulace nastává také při regulovaném pH i za přítomnosti fosforečnanů velmi rychle.

b) Peptizace

Při pokusech jsme pozorovali, že se průběh koagulace dá v jistém rozsahu obrátit. Při peptizaci koagulátu mají velmi důležitou úlohu rozpustné soli draselné, amonné a sodné. V tabulce II uvádíme výsledky pokusů s peptizací huminových kyselin koagulovaných těsně před pokusem ionty Ca^{++} , Fe^{+++} a Al^{+++} , a to jak vodou, tak i roztoky solí draselných.

Po vysrážení a promytí vhodně připravených sraženin byla z nich připravena suspenze humátů hlinitých, železitých a vápenatých, které byly v této formě protřepávány po 12 hodin s vodou, event. i s roztoky. Koncentrace uvedené v tabulce se týkají množství huminových kyselin v celém průběhu pokusu. Po třech dnech, event. po měsíci byla změřena extinkce roztoku. Ukázalo se, že vápenaté humusové koaguláty peptizují nejsnadněji, dokonce již účinkem vody. Přítomnost solí draselných a zvláště fosforečnanů tento proces urychluje. Koaguláty hlinité a železité nepeptizují vlivem vody, roztoků KCl a KNO_3 vůbec a vlivem K_2SO_4 peptizují jen velmi málo. I zde však vyvolávají silnou peptizaci fosforečnany, i když slabší nežli u koagulátu vápenatého.

Naše pokusy s peptizací a koagulací humusu potvrzují, že se můžeme v půdě setkat s jeho dvěma formami: s humusem v roztoku (ve formě solu) a s humusem koagulovaným (ve formě gelu). Lze se domnívat, že se obě tyto formy nacházejí v určité rovnováze ovlivňované mezi jinými i takovými činiteli, jakými jsou druh a koncentrace solí v půdním roztoku, druh iontů dehydratujících humus a pod. Zvláště účinným se zdá být vliv iontů fosforečných. Naše dosavadní pokusy nedovolují ještě vysvětlit mechanismus jejich působení na koagulaci a peptizaci huminových kyselin. Již nyní lze však vyslovit určité domněnky v tomto směru. Zdá se, že se při zpomalování koagulace účinkem fosforečnanů uplatňuje několik činitelů. Fosforečnany vytvářejí soli těžce se rozkládající, zmenšující koncentraci aktivních iontů vápenatých, hlinitých a železitých. Z těchto důvodů mohou být schopny posunovat reakci ve směru výměny koagulujících iontů za nekoagulující ionty jednodušší. Fosforečnany mají konečně vliv na regulaci pH tím, že v jistých mezích zmenšují aktivitu vodíkových iontů.

Nejzřejmější se však zdá být možnost tvorby složitých huminofosforových komplexů, jejichž výměnné koloidní schopnosti ztěžují koagulaci, a které nějakým způsobem váží ionty schopné působit na koagulaci. Na tvorbu takových sloučenin ukazuje průběh křivek koagulace.

Pokud se týká průběhu peptizace, nezjistili jsme ještě, zdali je výsledkem reakce výměnných iontů nebo jde-li o vytváření složitých komplexů organominerálních. Rovnováha solí a gelů v půdních podmínkách může rovněž podléhat trva-

lým výkyvům, např. následkem vysušení, špatného obdělávání půdy a všech činitelů urychlujících průběh stárnutí půdních koloidů. Tato rovnováha má však zásadní význam pro výživu rostlin. Podle našeho názoru může být humus ve formě solu nosičem výživných látek, jako fosforu, dusíku aj. i mikroelementů. Půda s přiměřenou hladinou aktivního solu huminového tvoří pro rostliny podmínky vyrovnané výživy, odpovídající jejich potřebám. Na druhé straně působí humus proti opačným reakcím a vyplavování výživných látek.

Podmínkou plného využití této živné funkce humusu rostlinou může být bohatý enzymatický aparát, schopnost regulace *pH* apod. Lze zdůraznit, že množství humusu nacházející se v roztoku může být nevelké a přece dynamický pohyb obou forem, solů a gelů, může být velmi živý. Po odevzdání výživných látek (ochuzení periferní části) přechází humus snadněji opětně v gel a současně jiné části gelu obohacené výživnými látkami mohou podléhat peptizaci. Potvrzení toho, že po ochuzení periferní části přechází humus lehce ve formu gelu, lze nalézt v okolnosti, že jeho hydrolytický zbytek koaguluje snadněji a rychleji a jeví vůbec malou pohyblivost, což potvrzují úvodní pokusy s elektroforézou. Zde je třeba upozornit na to, že zbytek získaný po kyselé hydrolyze může být značně změněn, pokud se týká stavby, jakou měl jakožto součást přirozených huminových kyselin. Procesy získávání výživných látek z humusu nevedou ostatně pravděpodobně v půdních podmínkách k úplnému odloučení periferní části.

Pro potvrzení velikého významu huminových solů pro výživu rostlin je možno připomenout názory mnohých autorů o vlivu huminových solů na procesy fyziologické a zvláště na dýchání a výživu rostlinnou (11, 21, 22, 23).

Huminový gel vykonává (kromě toho, že je potenciálním pramenem solů) důležitou úlohu jako činitel mající vliv na strukturu půdy a jako součást sorpčního komplexu půdy.

V uvedených pokusech byla věnována pozornost speciálnímu významu železa v procesech koagulace huminových kyselin. Přesnější studium vlivu železa na huminové sloučeniny je nezbytné také proto, že zvláště na kyselých půdách jsou sloučeniny huminoželezité důležitým činitelem působícím na strukturu půdy. Tato myšlenka byla pronesena F i l i p p o v i ě m (24). Opakování jeho pokusů námi nepotvrdilo jeho výsledky. Avšak zvláštní charakter huminoželezitých koagulátů projevující se v jejich objemu (veliká sorpce vody), ve schopnostech tmelících a zároveň veliká odolnost proti peptizaci potvrzují nepřímou možnost jejich působení na strukturu půdy.

Fosfor v huminových kyselinách

Komplexy huminofosforové

Z organominerálních sloučenin zasluhují zvláštní pozornosti sloučeniny huminofosforové, s kterými byly již dříve prováděny rozsáhlé pokusy i v Polsku. Významné práce (14) poukazují na fosfor jako na důležitou součást huminových kyselin.

Na základě našich pokusů se sloučeninami huminofosforovými, uvedených v práci jednoho z nás (25), lze rozlišit dva způsoby vazby huminových kyselin s fosforem. Rozlišujeme zejména vazbu stálou při nízkých hodnotách *pH*, podléhající štěpení teprve působením silných kyselin a při zvýšené teplotě, a vazbu volnější, podléhající štěpení při *pH* 4 až 5. Pokud se týká prvního druhu vazby fos-

foru, lze se domnívat, že tu jde o vazbu esterovou, podobně jako tomu je u fosfoproteidů. Takto vázaný fosfor nacházíme jako součást huminových kyselin. Naproti tomu volněji vázaný fosfor se v podmínkách izolace huminových kyselin odštěpuje a při dnešní metodice extrakce nelze jej zjistit analyticky. O stupni příjmu pevně vázaného fosforu rostlinami nelze dnes ještě říci nic konkrétního. Naproti tomu má volně vázaný fosfor veliký význam pro výživu rostlin, poněvadž podle četných badatelů (25, 26, 27, 27) může být rostlinami snadno přijímán. Nadto je takto vázaný fosfor v jistém stupni zajištěn proti orětnému odštěpení.

Ve svých pokusech jsme zjistili, že existuje vzájemné ochranné působení rozpustných huminových solí a fosforečnanů. Projevuje se tím, že huminové kyseliny chrání v mezích, v nichž nepodléhají koagulaci, fosforečnany před srážením ionty vápníku, železa a hliníku. Naproti tomu brzdí fosforečnany — jak jsme již uvedli — koagulaci huminových kyselin uvedenými ionty. Při koagulaci ionty Ca^{++} , Fe^{+++} a Al^{+++} v přítomnosti fosforečnanů je nutno počítat s konkurencí tří procesů: vytváření těžko rozpustných fosforečnanů, tvoření snadno koagulujících solí huminových a vytváření složitých komplexů za účasti fosforu. Mezi těmito procesy nastává zřetelná rovnováha. U iontů kalciových má převahu proces vytváření komplexu, při čemž se nelze vyhnout srážení vápenatých solí huminových kyselin, což způsobuje, že v počáteční fázi koagulace obsahuje sraženina velmi málo fosforu a skládá se prakticky zcela z koagulátu humátu vápenatého. Na to, že reakce vytváření fosforohuminového komplexu předstihuje vytváření fosforečnanu vápenatého, ukazuje ta okolnost, že monobasický fosforečnan vápenatý koaguluje jinak (silněji), než chlorid vápenatý s fosforečnanem draselným. U iontů Fe^{+++} a Al^{+++} obsahuje sraženina již v první fázi koagulace značné množství fosforu, což může být následkem určitého posunu rovnováhy ve směru srážení fosforečnanů hliníkových a železitých. V žádném případě nepředchází srážení fosforečnanů koagulací huminových kyselin.

Ochranné působení huminových kyselin charakterizují tabulky III a IV. V tabulce III je uvedeno pro srovnání působení jiných koloidů zcela odlišného charakteru (bílkoviny a škrob).

Ze srovnání vysvítá, že ochranné působení téhož řádu jako huminové kyseliny vykonávají jiné koloidy teprve při desetkrát vyšší koncentraci, kdy již se uplatňují i jiní činitelé, jako je viskositá roztoku a silná adsorpce na velkém povrchu koloidních micel. Překvapuje, že s ohledem na souvislost ochranného působení huminových kyselin s jejich udržením v roztoku srážejí se fosforečnany při větší koncentraci obtížněji. Tato zajímavá anomálie se vyskytuje u srovnávaných koloidů. Tabulka IV dokazuje zřetelně, že pro udržení určitého množství fosforečnanu v roztoku je nutné jisté minimum huminových kyselin. Ze srovnání je možno dále zjistit, že toto minimum vzrůstá s poměrem Ca^{++}/PO_4^{---} . Abychom mohli zjistit, zda v průběhu působení iontů vápenatých na kyseliny huminové v přítomnosti fosforečnanů vznikají skutečně složité sloučeniny huminofosforové, je nutné jejich vyloučení po reakci a provedení analýzy. Postupovali jsme takto: odvážené huminové kyseliny (500 mg suché substance, v níž bylo 50 mg pojeľa) jsme rozpustili v 50 ml vody s přídavkem Na_2KPO_4 . Pak jsme za silného míchání přidali různá množství suspenze hydroxydu vápenatého v 25 ml H_2O . Po 24 hodinách jsme získané vzorky rozdělili na tři frakce: první byla usazenina, druhou jsme získali vysolením roztoku práškováním síranem amonným a třetí frakce obsahovala filtrát po oddělení vysolené sraženiny. Tabulka V uvádí výsledky analýz získané v tomto pokusu. Frakci druhou označujeme jako „komplex“.

I. Hydrolyza huminových kyselin z kompostů. Obsah N , P_2O_5 , SiO_2 a popelovin v huminových kyselinách, v jejich hydrolyzátu a hydrolytickém zbytku

Analyzovaná látka	Procentuální obsah (vztaheno na huminové kyseliny)	Obsah N			Obsah P_2O_5		Obsah popelovin			Obsah SiO_2		
		v % analyzované látky	v % celkového obsahu huminových kyselin	v % celkového obsahu N	v % analyzované látky	v % celkového obsahu P_2O_5	v % analyzované látky	v % celkového obsahu huminových kyselin	v % celkového obsahu popela	v % analyzované látky	v % celkového obsahu SiO_2	v % popela
Huminové kyseliny	100,0	4,40	4,40	100,0	0,10	100,0	2,85	2,85	100,0	1,95	100,0	61,4
Hydrolyzát	28,4	9,80	2,78	63,2	0,33	100,0	3,20	0,90	31,6	0,0	0,0	0,0
Hydrolytický zbytek	72,2	2,21	1,59	36,1	0,0	0,0	2,68	1,94	68,4	2,68	100,0	100,0

II. Peptizace humátů. Tabulka obsahuje výsledky měření peptizace humátů Al , Fe a Ca vodou a některými solemi draselnými po třech dnech a po měsíci. Čísla udávají extinkci násobenou 100. Čísla v závorkách udávají extinkci při zředění 1 : 1 násobenou 200. Podtržení plnou čarou znamená úplné rozpuštění humátů, podtržení tečkovaně skoro úplné rozpuštění humátů

Humát		Al		Fe		Ca		Ca	
Koncentrace humátu v g/l		1,25		1,25		1,25		2,50	
Doba peptizace		3 dny	měsíc	3 dny	měsíc	3 dny	měsíc	3 dny	měsíc
Roztok použitý k peptizaci	voda	0	0	0	0	17	55	27	56
	0,1 N KCl	0	0	0	0	81	80	89	(176)
	0,1 N KNO_3	0	0	0	0	83	83	108	(150)
	0,1 N K_2SO_4	0	3	0	5	82	81	125	(172)
	0,1 N fosforečnan pH 6	18	21	48	89	80	79	94	(192)
	0,1 N fosforečnan pH 7	50	55	105	110	82	80	125	(200)

III. Ochranný vliv koloidů při srážení fosforečnanu vápenatého. + úplné vysrážení, = částečné vysrážení, — sraženina se netvoří

Koloid	Koncentrace koloidu v g/l	Koncentrace fosforečnanu v miligram-ekv./l	Koncentrace $CaCl_2$ v miligramekv./l											
			5	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Humát sodný	1,25	25 50	— —	— —	— —	— —	± —	+ —	+ —	+ —	+ —	+ ±	+ +	+ +
Albumin slepičího vejce	1,25	25 50	± +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +
Rozpustný škrob	1,25	25 50	± +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +
Albumin slepičího vejce	12,5	25 50	— —	— —	— —	— —	— —	— ±	— +	— +	— +	— +	± +	+ +
Rozpustný škrob	12,5	25 50	— —	— —	— —	— —	— —	— ±	— +	± +	+ +	+ +	+ +	+ +

IV. Závislost ochranného působení humátu sodného na jeho koncentraci při srážení fosforečnanu vápenatého. + úplné vysrážení, = částečné vysrážení, — sraženina se netvoří

Koncentrace		Poměr <i>Ca : PO₄</i>	Koncentrace humátu sodného v <i>mg/l</i>														
<i>Na₂HPO₂</i>	<i>CaCl₂</i>		0	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	0	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	
v miligramekv./l			po 1 dni								po 7 dnech						
15	15	1	+	+	±	—	—	—	—	+	+	+	±	—	—	—	
30	30	1	+	+	+	+	±	—	—	+	+	+	+	+	+	—	
45	45	1	+	+	+	+	+	±	±	+	+	+	+	+	+	±	
60	60	1	+	+	+	+	+	+	±	+	+	+	+	+	+	+	
15	10	2/3	±	±	—	—	—	—	—	+	+	+	—	—	—	—	
30	20	2/3	+	+	+	+	±	—	—	+	+	+	+	+	±	—	
15	5	1/3	—	—	—	—	—	—	—	±	—	—	—	—	—	—	
30	10	1/3	+	±	—	—	—	—	—	+	+	±	±	—	—	—	
45	15	1/3	+	+	±	±	±	±	±	+	+	+	±	±	—	—	
60	20	1/3	+	+	±	±	±	±	±	+	+	+	+	±	±	—	

V. Tvorba a analýza huminofosforových komplexů

Č.	Množství smíchaných látek v mg			Sraženina v mg		Huminové kyseliny v (mg)			P_2O_5 (mg) v				CaO (mg) v			Na 1 g huminových kyselin komplexu připadá (mg)		Na 1400 g huminových kyselin připadá grammolekul	
	humínové kyseliny	P_2O_5 (Na_2HPO_4)	CaO $Ca(OH)_2$	sušina	popel	filtrátu	sraženině 5-6	komplexu 2-(7+8)	filtrátu	sraženině	komplexu	součet 10+11+12	filtrátu	komplexu	zbytek 4-(14+15)	P_2O_5	CaO	H_3PO_4	CaO
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	550	50	—	71	10	23	61	416	48	2	2	52	—	—	—	—	—	—	—
2	z toho		20	41	12	24	29	447	34	1	14	49	4	10	6	31	22	0,61	0,55
3	500		40	79	23	23	56	421	36	1	16	53	12	17	11	38	40	0,75	1,00
4	organ.		60	150	48	32	102	366	31	3	19	53	31	19	10	52	52	1,02	1,30
5	550	100	—	39	9	17	30	453	96	3	3	102	—	—	—	—	—	—	—
6	z toho		40	163	38	38	125	337	68	3	28	99	16	22	2	83	65	1,61	1,62
7	500		80	237	65	34	172	294	60	2	34	96	36	31	13	116	105	2,28	2,62
8	organ.		120	270	89	41	181	278	49	3	46	98	62	43	15	165	155	3,25	3,87
9	550	150	—	6	5	13	1	487	146	4	3	153	—	—	—	—	—	—	—
10	z toho		60	186	52	43	134	323	115	4	37	156	24	28	8	115	87	2,26	2,17
11	500		120	268	92	37	176	287	99	4	48	151	59	47	14	167	164	3,33	4,10
12	organ.		180	325	136	37	199	264	95	2	51	148	103	61	16	193	231	3,80	5,77

Uvedené výsledky analýz ukazují, že slučování fosforu s huminovými kyselinami je závislé na přítomnosti iontů vápenatých. Tyto ionty mají pravděpodobně úlohu můstků spojujících kyselinu fosforečnou s karboxylovými skupinami huminových kyselin za tvorby příslušných smíšených solí. Množství vázaného fosforu roste s jeho koncentrací a současně s koncentrací kalcia, při čemž však přílišná koncentrace vápníku působí nepříznivě tím, že zvětšuje množství sraženiny (vápenatých solí huminových kyselin). Značná část fosforečnanů zůstává v konečném filtrátu. Lze mít zato, že je to fosforečnan, který byl před vysolením volně vázaný s huminovými kyselinami. Ve sloupcích 19 a 20 v tabulce V je uvedeno množství grammolekul H_3PO_4 a CaO vázaných na 1400 g, čili podle dosavadních zjištění asi na jednu grammolekulu huminových kyselin. Je charakteristické, že se nám nepodařilo ani v tomto, ani v jiných pokusech navázat na molekulu huminových kyselin více než 4 molekuly kyseliny fosforečné, což by mohlo souviset s čtyřmocným charakterem huminových kyselin.

Použití přiměřeně modifikované metodiky vysolení bez použití kyselin při preparaci huminových kyselin (čímž se nyní zabýváme) poskytne nám pravděpodobně charakteristiku materiálu, pokud se týká vazby fosforečnanů humusem i v podmínkách půdních. Jak se zdá, mohou být zde uvedené pokusy spolu s pokusy o koagulaci základem velmi zjednodušeného modelu vzájemného působení humusu a fosforečnanů v půdě.

Podle uvedených údajů může mít zásoba fosforečnanů v půdním roztoku příznivý vliv na udržení humusu ve formě solí a naopak humus působí příznivě na udržení fosforu ve formě, kterou mohou rostliny snadno přijímat. Svědčí to o účelnosti a nezbytnosti organického hnojení a zároveň o souvislosti s hnojením minerálním. Aby bylo účelně využito fosforových hnojiv, může se zdát účelným jejich vpravení do půdy spolu s hnojivy organickými nebo jejich předběžné míchání s hnojivy organickými. Tato otázka není nová. Na toto téma byla provedena řada pokusů (29, 30), jejichž výsledky se velmi různily, pravděpodobně následkem nedostatku vhodné metodiky. Lze připustit, že zde může mít závažnou úlohu činitel biologický, který by huminové kyseliny přizpůsoboval v aktivní formu schopnou k dalšímu slučování.

Dusík v huminových kyselinách

Výskyt dusíku jako účinné součásti huminových kyselin byl předmětem dlouhotrvajících sporů. To proto, že značná část dusíku huminových kyselin není vázána příliš pevně, následkem čehož se odděluje v podmínkách starších způsobů izolace a čištění huminových kyselin. To vedlo některé autory k tvrzení, že dusík je pouze jejich znečištěninou. Změna preparačních metod a současně i přesnější zkoumání této otázky vedly ke zjištění, že dusík je skutečně součástí humusových látek, při čemž se objevuje ve značně různých vazbách. Pokusy v tomto směru nejsou ještě zhodnoceny a ukončeny.

Jednou z důležitých forem dusíku v huminových kyselinách jsou aminokyseliny. Otázka obsahu aminokyselin v humusu byla předmětem všestranných pokusů (15, 16, 17), při nichž bylo s úspěchem použito metody papírové chromatografie. Touto cestou byla v huminových kyselinách prokázána přítomnost mnohých aminokyselin. Nemáme však ještě údaje kvantitativní, ani údaje týkající se případných rozdílů ve složení aminokyselin v huminových kyselinách různé-

ho původu. Chybějí rovněž podrobné údaje o způsobu vazby aminokyselin, ačkoliv se zdá být nepochybné, že základním typem je vazba peptidická. S ohledem na to, že složení aminokyselin může podstatně ovlivnit koloidně chemické vlastnosti a schopnost humusu vázat výživné součásti, považujeme za účelné přikročit k dalším pokusům o charakteristiku huminových kyselin různého původu na tomto základě. Při chromatografickém rozdělení aminokyselin z hydrolyzátů huminových kyselin jsme při kvantitativní analýze pozorovali, že se zvláště hojně vyskytují kyseliny glutamová a asparagová, které jsou produkty mikrobiologické asimilace dusíku. Bylo by možno se domnívat, že dusík humusu může být meziproduktem mikrobiologické asimilace dusíku, jenž je přijímán rostlinou.

Zde je třeba připomenout, že názor o původu dusíku huminových kyselin z bakteriální plazmy je potvrzován mnohými badateli (9, 15, 31). Jinou aminokyselinou, kterou nalézáme v huminových kyselinách, je serin, který dovoluje esterovou vazbu fosforečnanů.

Při pokusech s huminovými kyselinami je důležitou otázkou zjištění přístupnosti jejich dusíku pro rostliny. Přijímání dusíku z aminokyselin musí předcházet hydrolyza, ke které dochází v půdních podmínkách pouze účinkem enzymů. Poněvadž ochuzování humusu o dusík neprobíhá rychle, je důležité zjistit možnost jeho opětného slučování s aminokyselinami, pravděpodobně cestou mikrobiologickou. Touto otázkou se nyní zabýváme.

Rovněž hydrolytický zbytek obsahuje jisté množství dusíku. Podle názoru mnohých badatelů může být dusík vázán i v heterocyklech (1, 8). Přístupnost dusíku pro rostliny je tudíž vázána na úplnou destrukci částic huminových kyselin. Pro rostliny nejsnáze přístupnou formou dusíku vázaného s huminovými kyselinami je dusík amoniový. Jeho vazba s humusem má jistě základní význam při zajištění solí amonných před vyplavováním z půdy. Tato otázka souvisí však spíše s problémy organominerálního sorpčního komplexu půdy.

Elektroforéza huminových kyselin

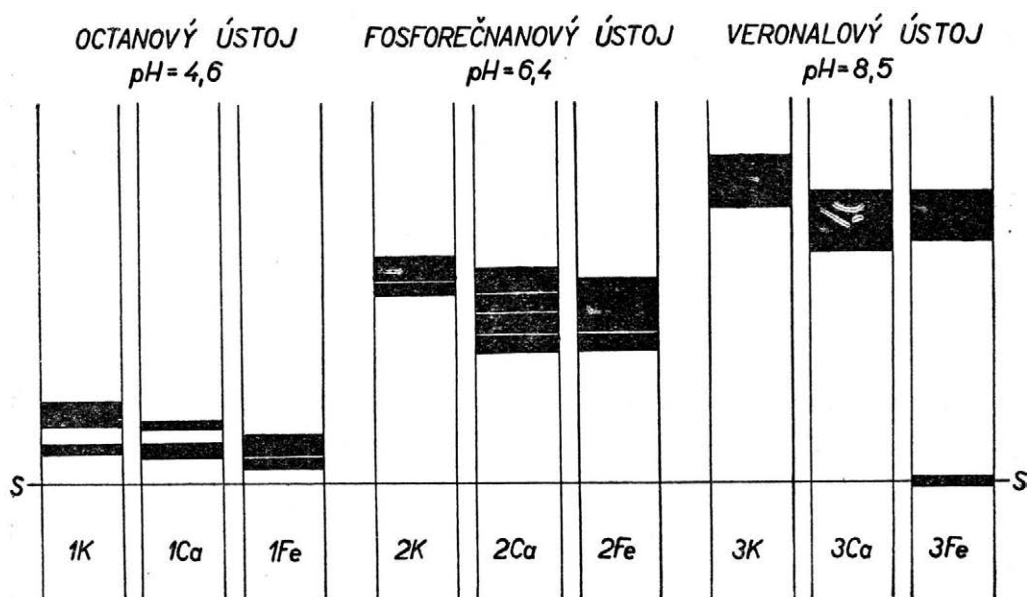
Vzhledem k obtížím dělení huminových kyselin klasickými metodami srážení vyvolává zvláštní zájem možnost použití moderních metod — chromatografie a elektroforézy. Elektroforéza umožňuje kromě toho ověření organominerálního charakteru huminových kyselin, jakož i možnost studia reakcí výměny iontů.

Zajímavou práci o elektroforéze huminových kyselin uveřejnil Flaig (14). Pomocí papírové elektroforézy dosáhl ve veronalovém ústoji (pH 8,5) rozdělení huminových kyselin na dvě frakce, odpovídající šedým a hnědým huminovým kyselinám. Tímto způsobem vyvrátil jiné údaje o nemožnosti zřetelného rozdělení huminových kyselin elektroforézou. Zjistili jsme však, že huminové kyseliny studované Flaigem (na rozdíl od jiných badatelů) obsahovaly veliké množství popela, asi 17 %. Převážná většina popela byla po rozdělení lokalizována jen v méně pohyblivé frakci.

Při svých pokusech s elektroforézou prováděnou za přibližně stejných podmínek jako u Flaiga (pokles napětí asi 9 V/cm, elektrický spád asi 0,5 mA/cm, papír Whatmann č. 4, ústoj veronalový) jsme dostali na elektroforogramu jen jeden pás huminových kyselin z kompostů obsahujících pouze 3 % popela (proužek 3 na schématu na obr. 11).

Po přidání chloridu vápenatého (3 Ca), chloridu železitého (3 Fe), chloridu hlinitého, koloidních kysličníků Fe nebo Al, jakož i koloidního kysličníku křemi-

čitého k roztoku draselných solí huminových kyselin, jsme dosáhli zmenšení elektroforetické pohyblivosti. Vlivem chloridu železitého zůstalo následkem částečné koagulace jisté množství huminových kyselin na místě startu (3 *Fe*). Byly-li takto připravené vzorky smíchány s roztokem čisté soli draselné bezprostředně před elektroforézou, podařilo se rozdělit je na dvě frakce.



11. Schéma elektroforogramů humátu draselného. S — start. Bližší popis v textu

Ve fosforečnanovém ústoji při pH 6,4 (pás 2 *K* pro soli draselné, 2 *Ca* pro roztok s přidavkem $CaCl_2$ a 2 *Fe* pro roztok s přidavkem $FeCl_3$) bylo rozdělení snadnější a zřetelnější.

Konečně jsme dosáhli v ústoji octanovém při pH 4,6 zřetelného rozdělení jak pro soli draselné (1 *K*), tak i při přidavku $CaCl_2$ (1 *Ca*). Při pokusech s přidavkem $FeCl_3$ došlo pouze k roztažení frakcí. Elektroforetická pohyblivost se všeobecně zmenšovala spolu s pH ústoje.

Z uvedených výsledků by bylo možno vyvodit závěr, že o event. rozdělení huminových kyselin pomocí elektroforézy rozhodují rozdíly v obsahu minerálních součástí jednotlivých frakcí. Frakce obsahující více minerálních součástí jsou méně pohyblivé.

Zjistili jsme, že přirozené minerální součásti huminových kyselin, jakož i (alespoň částečně) uměle přidávané minerální substance se pohybují v elektrickém poli spolu s částí organickou. Zvláště zřetelným důkazem je chování uměle vytvářených sloučenin huminových kyselin s koloidním kysličníkem železitým. Kysličník železitý, mimo jiné elektrické náboje, se pohybuje současně s huminovými kyselinami, vytvářeje ve spojení s nimi složitý koloid se záporným nábojem. Lze to snadno zjistit vyvoláním elektroferogramu vhodným činidlem na železo (NH_4CNS v 50% acetonu). Jak jsme zjistili, může v průběhu elektroforézy docházet k reakcím mezi látkou podrobenou elektroforéze a mezi ionty ústoje. Tak např. nanese-li vzorky koagulované železem a zvláště vápníkem na papír, do-

cháží ve fosforečném ústoji k postupnému vymývání z bodu startu. U vápníku končí tento proces úplnou peptizací a vytvořením širokého rozmytého pásu na papíře.

Pokusy s elektroforézou hydrolytického zbytku získaného kyselou hydrolyzou daly negativní výsledek. Ukázalo se, že hydrolytický zbytek je v elektrickém poli buď velmi málo pohyblivý nebo zcela nepohyblivý. To by dobře souhlasilo s všeobecným předpokladem o jeho menší pohyblivosti a koloidní aktivitě. Je však třeba učinit výhradu, že za tak drastických podmínek hydrolyzy jsme mohli přivodit dalekosáhlé změny, které mohly mít vliv na jeho pohyblivost (např. dekarboxylace, částečná polymerizace atd.). Konečnou odpověď dá zde teprve elektroforéza enzymaticky hydrolyzovaných vzorků.

Domníváme se, že stanovení elektroforetické pohyblivosti huminových kyselin ve standardních případech může být dobrým hlediskem pro jejich charakteristiku a srovnání. Proto v pokusech s elektroforézou dále pokračujeme.

Souhrn

Výsledky našich pokusů a na jejich základě učiněných závěrů lze shrnouti:

1. Pokusy s extrakcí a srážením humusových látek neprokázaly zřetelnou hranici mezi jednotlivými humusovými frakcemi. Přesné charakteristiky huminových kyselin vzhledem k obsahu frakcí o různé srážlivosti vodikovými ionty lze dosáhnout pomocí křivek koagulace, konstruovaných metodou, kterou jsme vypracovali.

2. Přirozené huminové kyseliny lze považovat za sloučeniny organominerální. Minerální součásti a způsob jejich vazby mohou mít rozhodující vliv na koloidní charakter a chování huminových kyselin v půdě.

3. Huminové kyseliny mohou v přítomnosti iontů vápenatých vázat fosforečnany. Množství vázaných fosforečnanů je omezené a proces sám má složitý průběh vzhledem k možnosti vedlejších reakcí. Existují dva způsoby vazby fosforečnanů s huminovými kyselinami, a to vazba trvalá, pravděpodobně esterového typu, a vazba volná, vznikající pravděpodobně při nízkých hodnotách pH za tvorby sloučenin o charakteru solí.

4. Částice huminových kyselin se podle našich názorů skládá z jádra, z částí periferních, které jsou hydrolyzovatelné, a ze složek minerálních. Základní složkou částí periferních, obsahujících asi 10 % dusíku, jsou aminokyseliny. Periferní části mají rozhodující vliv na koloidní charakter huminových kyselin.

5. Huminové kyseliny koaguluji vlivem iontů Ca^{2+} , Fe^{3+} a Al^{3+} . Tato koagulace je za určitých podmínek zvrtná. Největší vliv na peptizaci koagulátů mají fosforečnany, značně menší vliv mají sírany a vliv chloridů a dusičnanů pozorujeme jen u jejich vápenatých solí.

6. Huminové kyseliny lze rozdělit elektroforeticky, avšak jen za podmínky existence frakcí lišících se obsahem popela.

Uvedené výsledky upozornily na řadu problémů, které je třeba v dalších pracích o humusu rozvinout a doplnit. V přítomné době jsou předmětem našich pokusů tyto otázky:

- a) Studium většího počtu huminových kyselin pocházejících z různých půd a současně organických hnojiv co do jejich schopnosti koagulace a peptizace, chování při elektroforéze, jakož i co do množství a druhu jejich aminokyselin.

b) Zdokonalení metodiky extrakce, aby bylo možno získat huminové kyseliny ve stavu pokud možno podobném přirozenému.

c) Prozkoumání úlohy dusíku huminových kyselin vzhledem k podmínkám, za jakých je přístupný rostlinám. Studium způsobu vazby aminokyselin cestou biologickou vytvářením huminových kyselin.

d) Studium nového názoru o možnosti používání organominerálních hnojiv, připravených působením umělých hnojiv na rozkládající se organické látky.

Literatura

1. Thiele T., Kettner H.: Über Huminsäuren. Kolloid-Zeitschrift, 130 : 131-160, 1953. — 2. Kasatočkin V. I.: O strojení karbonizovanných věšestv. Izv. AN SSSR, otd. techn. nauk (10) : 1401-1416, 1953. — 3. Kononova M. M.: Gumus glavnějšich tipov počv SSSR, jevo priroda i puti obrazovanija. Počvovedenije (3) : 18-30, 1956. — 4. Welte E.: Neuere Ergebnisse der Humusforschung. Zeitschr. angew. Chemie, 67 : 153-155, 1955. — 5. Bremner J. M., Lees H.: The Extraction of organic Matter from Soil by neutral Reagents. J. Agric. Sci. (39) : 274, 1949. — 6. Chaminade C. R.: Sur une methode de dosage de la fraction humifique de la matière organique des sols. C. r. Acad. Agric. (32) : 131, 1946. — 7. Odén S.: Die Huminsäuren. Kolloidchem. Beihefte (11) : 75-260, 1919. — 8. Kononova M. M.: Zagadnienie próchnicy glebowej. Państw. Wyd. Roln. i Leśne, 1955. — 9. Freytag H. E.: Absorptionsphotometrische Änderungen der Huminstoffe im Verlaufe des Wurzelabbaues. I. Mitt. Über stoffliche begründbare Zusammenhänge von Farbtyp- und Konzentrationsänderungen während der Huminstoffbildung. Zeitschr. Pflanzenern. Düngung und Bodenkunde (71) : 67-76, 1955. — 10. Terlikowski F.: Nawozy i nawożenie (red. M. Górski) P. W. R. i L. Warszawa 1956 t. 3 rozdz. „Próchnica a żyzność gleb“. — 11. Prát S., Čatský J., Melichar O.: Vliv humusových látek (oxyhumolitů) na rostliny. Acta Soc. Bot. Poloniae (26) : 325-347, 1957. — 12. Najm S.: „Trvalý humus“ ve výzkumu zúrodnování půd vojteškotravními a jetelotravními porosty a používaná methodika. Sborník ČSAZ, XXV ř. B : 479-494, 1952. — 13. Kasatočkin V. I., Zilberland O. I.: Rentgenografija i infrakrasnaja spektroskopija v primeněniiji k issledovaniju strojenja gumusovykh věšestv. Počvovedenije (5) : 80-85, 1956. — 14. Flaig W., Scheffer F., Klamroth B.: Zur Kenntnis der Huminsäuren. VIII. Mitt. Zur Charakterisierung der Huminsäuren des Bodens. Zeitschr. Pflanzenern. Düngung und Bodenkunde, 71 : 33-57, 1955. — 15. Kononova M. M., Aleksandrova I. V.: Priměnenije metoda raspredělitelnoj chromatografiji na bumage pri izučěniiji form azota gumusovykh věšestv. Počvovedenije (5) : 86-92, 1956. — 16. Bremner J. M.: Studies on soil humic acids. I. The chemical nature of humic nitrogen. Journ. Agric. Sci., 46, part 2 : 247-256, 1955. — 17. Dragunov S. S., Zelochevceva N. N., Strelkova E. J.: Sravnitelnyje issledovanie počvennykh i torfjannykh guminovykh kislot. Počvovedenije (7), 1948, 410-420. — 18. Trocmé S., Barbier G.: Propriétés colloïdales d'acides humique d'origine diverse. Annales Agronomiques (3), 346-364, 1947. — 19. Dragunov S. S., Zelochevceva N. N., Strelkova E. I.: Issledovanie chimičeskoj prirody guminovykh kislot. (Gidroliz guminovykh kislot i uskorennyje metody opredělenija funkcionalnykh grupp.) Počvovedenije (3) : 151-157, 1950. — 20. Kappen H.: Die Bodenzidität, nach agriculturchemischen Gesichtspunkten dargestellt. Berlin 1929. — 21. Niklewski B., Wojciechowski J.: Wpływ związków próchnicznych na pobieranie fosforanu amonu $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ i siarczanu amonu $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ przez rośliny. Acta Soc. Bot. Poloniae (15) : 111-152, 1938. — 22. Wojciechowski J., Krzywański Z., Szymański S.: Wpływ połączeń fosforo-huminowych na wzrost i rozwój roślin, Poznańskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk, „Prace Komisji Nauk Rolniczych i Leśnych“, T. 2, 1955. — 23. Flaig W., Saalbach E.: Zur Kenntnis der Huminsäuren. XII. Mitt. Untersuchungen über den Einfluß von Thymohydrochinon als Modellschubstanz von Vorstufen bzw. Abbauprodukten von Huminsäuren auf die Atmung von Getreide. Zeitsch. Pflanzenern. Düngung und Bodenkunde, 72 : 1-7, 1956. — 24. Filipovič Z. S.: Pogloščenie kolloidov počvami i obrazovanie struktury. Počvovedenije (2) : 16-26, 1956. — 25. Misterski W.: Badania nad próchnicą. Część I: Badania nad efektami próchniczno - fosforowym. Roczniki Nauk Rolniczych, tom 76-A1 str. 43-63, 1957.

— 26. Chaminade R.: Nouvelles recherches sur les composées phosphohumiques. *Annale Agronomiques* (3), 229-241, 1946. — Balanescu G.: Sur la rétention de l'acide phosphorique par la matière du sol. *Ann. Sci. Agronom.*, 47:364-375, 1930. — 28. Koselkov: Vlijanje zolja guminovoj kisloty, gumat natrija i kolloidnoj kremne kisloty na podviznost P_2O_5 počv i fosfornych udobrenij. *Počvovedenije* (2) 163-172, 1938. — 29. Najdin P. G., Selavri A. K.: Ob effektivnosti smesej organičeskich, fosfornych udobrenij i izvesti. *Počvovedenije* (10):23-35 1955. — 30. Scheffer F., Hausmann W.: Über den Einfluß der Humusstoffe auf die Löslichkeit der Phosphorsäure verschiedener Phosphorsäureverbindungen, „Die Phosphorsäure“, t. 8/9, s. 30, 1939/40. — 31. Waksman S. A., Iyer K. R. N.: Contribution to our knowledge of the chemical nature and origin of humus. I. On the synthesis of the „humus nucleus“. *Soil sci.* (34):43-69, 1932.

Изучение некоторых физико-химических свойств гуминовых кислот

Результаты наших опытов и на их основе сделанных заключений можно подытожить:

1. Опыты с экстрагированием и свертыванием гумусных веществ не дали явную границу между отдельными гумусными фракциями. Точную характеристику гумусных кислот, учитывая содержание фракций с различной способностью к свертыванию водородными ионами, можно установить при помощи кривых коагуляции, сконструированных нами разработанным методом.

2. Естественные гуминовые кислоты можно считать соединениями органо-минеральными. Минеральные составные части и способ их связи могут иметь решающее влияние на коллоидальный характер и поведение гуминовых кислот в почве.

3. Гуминовые кислоты в присутствии кальциевых ионов могут связывать фосфаты. Количество связанных фосфатов ограничено и сам процесс значительно сложен, ввиду возможности возникновения побочных реакций. Существует два способа связи фосфатов с гуминовыми кислотами, а именно — связь прочная, вероятно, эфирного типа и связь свободная, возникающая, вероятно, при низких величинах pH при образовании соединений с характером солей.

4. Частицы гуминовых кислот, с нашей точки зрения, состоят из ядра и периферийных частиц, которые способны к гидролизу с минеральными слагаемыми. Основным слагаемым периферийных частиц, содержащих около 10 % азота, являются аминокислоты. Периферийные частицы оказывают решающее влияние на коллоидный характер гуминовых кислот.

5. Гуминовые кислоты под влиянием ионов Ca^{+2} , Fe^{+3} и Al^{+3} коагулируют. Эта коагуляция при известных условиях обратима. Максимальное влияние на пептизацию коагулятов оказывают фосфаты, значительно меньшее — сульфаты, а влияние хлоридов и азотнокислых солей наблюдается только у их кальциевых солей.

6. Гуминовые кислоты можно разделять электроферетически, однако только при условии наличия фракций, отличающихся по содержанию золы.

Приведенные результаты указывают на ряд проблем, которые необходимо в последующих работах о гумусе еще развернуть и дополнить. В настоящее время предметом наших исследований являются следующие проблемы:

а) Изучение большего числа гуминовых кислот, происходящих из разных почв, и одновременно органических удобрений, поскольку вопрос касается их способности к коагуляции и пептизации, поведения при электрофорезе, а также что касается их количества и вида их аминокислот.

б) Усовершенствование методики экстрагирования с тем, чтобы можно было получать гуминовые кислоты в состоянии, поскольку возможно, подобном естественному.

в) Исследование функции азота гуминовых кислот в связи с условиями, при которых он становится доступным растениям. Изучение способа связи аминокислот биологическим способом путем образования гуминовых кислот.

г) Изучение нового взгляда на возможность применения органо-минеральных удобрений, изготовленных путем воздействия минеральных удобрений на разлагающиеся органические вещества.

Studium einiger physikalisch-chemischer Eigenschaften der Huminsäuren

Unsere Versuchsergebnisse und die auf Grund derselben gezogenen Schlüsse können zusammengefaßt werden:

1. Durch Extraktions- und Ausfällungsversuche an Humusstoffen wurde keine deutliche Grenze zwischen den einzelnen Humusfraktionen bewiesen. Eine genaue Charakteristik der Huminsäuren mit Rücksicht auf den verschiedenen Ausfällungsgrad durch die Wasserstoff-Ionen, kann mittels der von uns ausgearbeiteten Methode der Koagulationskurven erzielt werden.

2. Natürliche Huminsäuren können für organisch-mineralische Verbindungen gehalten werden. Die Mineralbestandteile und die Art ihrer Bindung können einen entscheidenden Einfluß auf den kolloidalen Charakter und auf das Verhalten der Huminsäuren im Boden ausüben.

3. Huminsäuren besitzen die Beschaffenheit, unter Anwesenheit von Kalzium-Ionen, Phosphate zu binden. Die Menge gebundener Phosphate ist beschränkt und der Prozeß selbst hat einen komplizierten Verlauf, denn es besteht die Möglichkeit, daß Nebenreaktionen entstehen. Es gibt zwei Bindungsmöglichkeiten der Phosphate mit Huminsäuren, u. zw. eine esterähnliche Dauerbindung und eine, anscheinend bei niedrigen pH-Werten während der Bildung von salzähnlichen Verbindungen entstehende freie Bindung.

4. Die Huminsäure-Teile bestehen unserer Ansicht nach aus einem Kern, aus peripheren Teilen, die hydrolysierbar sind, und aus mineralischen Komponenten. Der Grundbestandteil der peripheren Teile, welche ca. 10 % Stickstoff enthalten, sind die Aminosäuren. Die peripheren Teile haben einen entscheidenden Einfluß auf den kolloidalen Charakter der Huminsäuren.

5. Huminsäuren koagulieren unter Einfluß von Ca^{2+} , Fe^{3+} und Al^{3+} -Ionen. Diese Koagulation ist unter bestimmten Bedingungen umkehrbar. Phosphate üben den größten Einfluß auf die Peptisation der Koagulate aus; einen viel geringeren Einfluß haben Sulphate, wogegen der Einfluß der Chloride und Nitrate nur bei den Kalziumsalzen derselben beobachtet werden kann.

6. Huminsäuren können mittels Elektrophorese geteilt werden, jedoch nur unter Anwesenheit von den durch ihrer Aschengehalt sich unterscheidenden Fraktionen.

Die angeführten Ergebnisse weisen auf eine Reihe von Problemen hin, welche in weiteren Arbeiten über Humus zu entfalten und zu ergänzen sind. In der Gegenwart befassen wir uns bei unseren Versuchen mit folgenden Fragen:

a) Studium einer größeren Anzahl von den von verschiedenen Böden stammenden Huminsäuren und gleichzeitig von organischen Düngern, betreffs ihres Koagulations- und Peptisationsvermögens, ihres Verhaltens während der Elektrophorese und der Menge und Art ihrer Aminosäuren.

b) Vervollkommnung der Extraktionsmethodik, um Huminsäuren womöglich in einer Form, die der in der Natur vorkommenden ähnelt, zu gewinnen.

c) Durchforschung der Bedeutung des Stickstoffes der Huminsäuren mit Rücksicht auf die Bedingungen, unter welchen derselbe von den Pflanzen aufgenommen wird. Studium der Bindungsart der Aminosäuren auf biologischem Wege durch die Bildung von Huminsäuren.

d) Studium der neuen Ansicht über die Möglichkeit der Anwendung von organisch-mineralischen Düngern, welche durch Einfluß von Kunstdüngern auf die sich zersetzenden organischen Stoffe zubereitet werden.

A Study of Some Physical-Chemical Properties of Humic Acids

The results of our experiments and the conclusions made on the basis of the results, can be summarized:

1. Experiments in extracting and coagulating humus matter showed no demonstrably apparent boundaries between the different humus fractions. A precise characterization of the humic acids in respect to the content of fractions with differing coagulation with hydrogen ions can be attained by means of curves of coagulation constructed by a method which we have worked out.

2. Natural humic acids can be considered as organo-mineral compounds. The mineral components and the methods by which they are bound can have decisive effect on the colloidal character and behaviour of humic acids in the soil.

3. Humic acids can bind phosphates in the presence of disengaged ions. There are two means of binding phosphates with humic acids, permanently — probably of the ester type — and freely, probably with low pH values while compounds of the salt type are being formed.

4. Particles of humic acids, in our view, are composed of nuclei — partly peripheral — which are hydrolyzed, and of mineral components. The basic component of the peripheral parts containing about 10 % nitrogen are amino acids. The peripheral parts have a decisive effect on the colloidal character of the humine acids.

5. The humic acids coagulate by means of ions Ca^{2+} , Fe^{3+} and Al^{3+} . This coagulation is reversible under certain conditions. The greatest effect on the peptization of the coagulants is by phosphates, with considerably less effect by sulphates and the effect of chlorides and nitrates is marked only in their calcium salts.

6. Humic acids can be separated electroforetically, but only under conditions of existence of fractions differing in ash content.

The results given above have drawn attention to a number of problems which must be developed and complemented in further studies on humus. At the present time the following questions are the subject of our experiments:

a) A study of a large number of humic acids originating from different soils and, at the same time, of the organic fertilizers in regard to ability to coagulate and to peptize, of behaviour during electroforesis, as well as amount and type of amino acids.

b) Improvement of the method of extraction, in order to obtain the humic acids in a state which corresponds as closely as possible to the natural one.

c) An examination of the role played by humic acids in regard to the conditions under which they are available to plants. A study of methods of binding amino-acids by means of biological formation of humic acids.

d) A study of a new view on the possibility of using organic-mineral fertilizers prepared by the effect of artificial fertilizers on decomposing organic matter.

Metoda stanovení oxydoredukčních potenciálů v roztocích humátů v kompostu a v půdě

Метод установления окислительно-восстановительных потенциалов в растворах гумата, в компосте и в почве

Die Feststellungsmethode der Oxydations-Reduktions-Potentiale in den Humatlösungen, im Kompost und im Boden

The Method of Determining the Redox Potentials in the Solutions of Humate, in the Farm Yard Manure and in Soil

Helena EBERTO VÁ, promováný biolog
Výzkumný ústav rostlinné výroby ČSAZV, Ruzyně

Došlo dne 25. II. 1958

Úvod

Oxydoredukční potenciál je fyzikálně chemickou veličinou, jejímž stanovením lze získat cenné poznatky o chemickém složení půdy a jiných materiálů i o chemických a biologických procesech v nich probíhajících. Užitím stanovení oxydoredukčních potenciálů můžeme studovat například různé procesy v genezi půd (Mc Kenzie, Erickson, 1955), rozdíly mezi oxydoredukčními poměry ve strukturních a bezstrukturních půdách (Serdobolskij, Sinjagina, 1953), aktivitu mikroflóry a vliv agrotechnických zásahů na její činnost (Rabinovič, 1955), charakter a změny organické hmoty v půdě a jiné procesy, důležité pro půdní biologii a pedologii. Studium redox potenciálů přispělo i k řešení otázek, spojených se zúrodnováním holandských půd, které byly za druhé světové války zaplaveny (Quispel, 1947). Konečně stanovení oxydoredukčních potenciálů v půdě může sloužit i k vyřešení některých technických problémů, například zjišťování korozivity půd, v nichž jsou kladena kovová potrubí (Starkey, Wight, 1945).

Z dosavadních prací vyplývá, že o hodnotách oxydoredukčního potenciálu v půdě a v jiných organických a biologických materiálech rozhoduje několik navzájem velmi odlišných činitelů. V anorganických a některých organických oxydoredukčních systémech, které mají značnou reakční rychlost a jsou reverzibilní, je potenciál dán rovnovážným stavem mezi oxydovanou a redukovanou složkou. V ostatních organických a biologických systémech se účastní oxydoredukčních pochodů většinou látky, které reagují pomalu nebo nevratně, nebo jedna komponenta oxydoredukčního systému je nestálá, mizí z prostředí a tím umožňuje stálý pomalý průběh reakce, aniž je dosaženo rovnovážného stavu.

V těchto případech je změřená hodnota potenciálu výrazem stacionárního stavu neboli hraničním potencionálem (Michaëlis, 1933). O jeho výši rozhodují jednotlivé oxydační a redukční vlivy. Redukční účinek mají v půdách: humus (Flaig a sp., 1955, Mc Kenzie, Erickson, 1955) a ostatní produkty metabolismu mikroflóry (Rabinovič, 1955), organické látky vůbec, dvojmočné železo, jehož množství v půdě stoupá s klesajícím potenciálem, siřníky a pH (Starkey, Wight, 1945). Bylo zjištěno, že humus, a to zvláště huminové kyseliny mají svůj charakteristický potenciál, který se významně podílí na výsledné hodnotě potenciálu studovaného systému. Výsledkem redukčního působení huminových kyselin v půdě bývá zřetelné snížení potenciálu v horizontech, bohatých humusem.

Na hodnoty potenciálu má vliv nejen kvalita, ale i koncentrace huminových kyselin. Půdy bohaté humusem mají nižší potenciály: v černozemi je například podle Flaiga a sp. (1955) $E_h = +260$ až $+300$ mV, v hnědozemi $+302$ až $+360$ mV a v podzolu v bukovém lese až $+610$ mV. Na snižování potenciálu se podílí aerobní i anaerobní mikroflóra. Aerobové spotřebovávají v období zvýšené aktivity kyslík z půdního roztoku rychleji, než se stačí difúzí doplňovat, snižují jeho tenzi i v půdním vzduchu a umožňují rozvoj anaerobů, jejichž produkty metabolismu jsou látky neutrální (CO_2 , H_2O) i redukující (sirovodík, plynný vodík, fosfin a jiné), jež dále snižují potenciál. O významné úloze organických látek a činnosti mikroflóry v ustanovení oxydoredukčního potenciálu svědčí pokus, jímž bylo dokázáno, že podíly těže půdy, uložené aerobně a anaerobně, se podstatně liší výši potenciálu jen za přidavku rozložitelné organické hmoty. Tato skutečnost neodpovídá však Rabinovičově teorii a jeho zjištěním, že i zintenzivněním činnosti aerobní mikroflóry dochází k snížení potenciálů.

Zvyšování potenciálu záleží především na aeraci v zkoumaném materiálu. Je zřejmé, že snížený obsah vody, hrubší textura, struktura a řídký porost zvyšují přístup a difúzi kyslíku do půdy. Není-li v půdě dostatek rozložitelného materiálu, stoupne potenciál i po kypření. Dalším přirozeným oxydačním činidlem jsou nitráty, které mohou být použity při nižších hodnotách potenciálů jako akceptory vodíku. V půdách s potenciálem pod $+200$ mV se nevyskytují a mohou proto být také indikátory oxydoredukčních poměrů v půdě.

Z tohoto krátkého přehledu je patrné, že oxydoredukční potenciál je mnohstranně platnou charakteristikou půd a jiných biologických systémů. Jeho měření je však v této oblasti výzkumu pro značnou složitost a velmi malou znalost reagujících látek metodicky obtížným úsekem. Rozdílnost metodických postupů a hodnocení získaných výsledků u jednotlivých autorů nejlépe dokazují potíže, s nimiž se setkáváme při práci s oxydoredukčními potenciály. Zcela protichůdné názory jsou zastávány již v zásadní otázce, má-li být potenciál měřen v půdě přímo v terénu (Starkey, Wight, 1945, Quispel, 1947) nebo v laboratoři v suspenzích, ve vodě, v kyselinách nebo ústojích (Flaig a sp., 1955), v jakém poměru půdy k tekutině a dále — má-li být odstraňován kyslík probubláváním plynným dusíkem (Flaig a sp., 1955, Kordatzki, 1953) či nikoli (Quispel, 1947). Kordatzki k této otázce říká, že za přítomnosti kyslíku se měří určitý bod na křivce oxydace redukované složky kyslíkem. Molekulární kyslík však ruší jen při hodnotách rH nižších než 24, tj. při $pH = 6$ pod $E_h + 350$ mV, při $pH = 7$ pod $E_h = +290$ mV. Protože kolorimetrické metody dávají stejné výsledky, vidíme, že nejde při zvyšování potencionálu kyslíkem o vliv molekulárního kyslíku přímo na elektrody, nýbrž na oxydoredukční systémy samotné.

Větší shoda je již v typech elektrod, používaných k stanovení potenciálu. Měřicí elektrodou je většinou lesklá platinová elektroda v různých konstrukcích

úpravách, co se týká tvaru a velikosti její plochy. V ojedinělém případě je doporučováno *Quispelem* použití platinových elektrod s povrchem z platinové černi, pro každé stanovení elektrolyticky obnovovaným. Srovnávací je téměř vždy elektroda kalomelová, opět v různých úpravách, jejichž cílem pravidelně je zajištění dobrého kontaktu a zamezení difúze chloridu draselného do měřeného prostředí a tím ovlivnění vodivosti a výsledného potenciálu. *Kordatzki* používá jako srovnávací nízkohomovou skleněnou elektrodu, jejíž potenciál má stejnou závislost na *pH* jako potenciál platinové elektrody. Tímto uspořádáním odpadnou často diskutované korekce na změny potenciálu, způsobené změnami *pH*.

Jak již bylo uvedeno, liší se většinou oxydoredukční systémy organické a biologické od systémů anorganických svou irreverzibilitou a reakční rychlostí, dále i tím, že množství látek, schopných oxydace a redukce, tak zvaná oxydoredukční kapacita nebo ústojčivost, je u organických a biologických systémů značně nižší než u anorganických. Z tohoto charakteru zkoumaných soustav vyplývá největší část metodických obtíží. Potenciály na platinových elektrodách se pomalu ustalují a výsledné hodnoty jsou silně závislé na stavu elektrod. Proto byla věnována značná pozornost vlivu měřených vzorků na měřicí elektrody, průběhu ustalování potenciálu a závislosti jeho konečné hodnoty na způsobech ošetřování elektrod. Pravidlem je, že čím nižší oxydoredukční kapacitu zkoumané materiály mají, tím obtížněji získáme správné hodnoty, tím větší jsou chyby vlivem špatného ošetřování elektrod a tím větší péči musíme věnovat při jejich čištění a uchovávání. V literatuře je popsána početná řada postupů, jímž byly lesklé platinové elektrody podrobeny před měřením potenciálů. Můžeme tu uvést chemické metody nejdrastičtější, jako vypalování v alkoholovém plameni, vaření v koncentrovaných minerálních kyselinách samotných (H_2SO_4 , HNO_3) nebo ještě s přidavkem oxydačních činidel (H_2SO_4 s KNO_3 nebo $K_2Cr_2O_7$) — (*Kordatzki*, 1953) a opět metody jemnější, chemické i mechanické. Nechybějí ani návody na elektrolytické čištění a úpravu elektrodových povrchů. Nejobsáhlejší přehled a přezkoušení čistících metod, vhodných pro lesklé platinové elektrody, uvádějí ve své stati *Starkey a Wight* (1945), kteří vypracovali čistící postup vhodný pro práci v terénu, založený na účinku povrchově aktivních látek na povrchové filmy na elektrodách. Pouze tento postup se opírá o teorii dějů na povrchu platinové elektrody. Zvláštní postupy musí být obvykle vypracovány pro polní měření. Téměř všechny uváděné čistící postupy jsou ryze empirické. Zjištěná doba, potřebná k ustálení potenciálu v různých půdách s různými elektrodami, se pohybuje podle jednotlivých autorů od několika minut až do dvou dnů. Právě tak se liší údaje o přesnosti měření; střední chyba však běžně bývá několik desítek milivoltů.

Stanovení oxydoredukčního potenciálu nás informuje spíše o jakosti a aktuálním stavu oxydovaných a redukovaných organických sloučenin (podobně jako aktuální acidita o kyselosti prostředí), pro dokonalejší poznání je však třeba znát i množství redukovaných a oxydovaných komponent (analogicky jako titrační acidity). Bývá tedy výhodné zároveň se stanovením oxydoredukčního potenciálu vykonat i potenciometrickou titraci výluhu zkoumaného materiálu. Nejobvyklejším postupem je manganometrie (0,1 *n* až 0,001 *n* $KMnO_4$) v kyselém výluhu. V slabě alkalických výluzích se podobný postup neosvědčil. O hodnocení redukčních schopností půd touto metodou referují *Starkey a Wight* (1945).

Tento stručný přehled novější literatury ukazuje na možnosti použití měření oxydoredukčního potenciálu jako indikátoru stavu půdy a organických hnojiv i mikrobických pochodů. Zároveň je zřejmé, že jednotlivé práce byly konány různou a často značně odlišnou metodikou, a proto ani výsledky nejsou vždy jednoznačné. Tím lze vysvětlit nejen různé názory na vlastní oxydoredukční poměry v půdě, ale

i na možnosti použití stanovení oxydoredukčního potenciálu jako testu hodnocení půdy a jejích změn.

Jeví se tedy účelným podrobit studiu především samotnou metodu stanovení a po jejím propracování pokud možno jednotně ji užívat k sledování a hodnocení oxydoredukčních pochodů v statkových hnojivech, v půdě a případně v dalších materiálech v terénu i v laboratoři.

Materiál a metodika

Typy používaných elektrod

Podle literárních údajů bylo rozhodnuto, že měření oxydoredukčního potenciálu bude pro naše účely vhodné přímo v intaktním materiálu, tedy v chlévské mrvě, v kompostech a v půdě, zasunutím elektrod do vhodné hloubky. Při tomto způsobu měření se kladou značné nároky na mechanickou pevnost a odolnost elektrod; jim musí odpovídat i jejich konstrukce.

Ve své práci jsem používala několika typů měřicích platinových elektrod. U elektrod č. 1, 2 a 3, jejichž platinová část byla výrobkem n. p. Safina, Vestec, měla měřicí část tvar plného válečku o průměru 4 mm s tupou kuželovitou špičkou. Elektroda č. 1 byla zatavena do silnostěnné trubičky ze skla Sial, dlouhé 35 cm, č. 2 a 3 byly zatmeleny asfaltem do stejných trubiček. Z vysoké školy zemědělsko-lesnické v Brně jsem získala elektrodu č. 4, v níž byla platina upravena do tvaru trubičky o vnějším průměru 3 mm a síle stěny asi 0,2 mm, naplněna uhlíkem a zatmelena asfaltem do skleněné trubičky. Měřicí povrch všech tří typů elektrod byl asi 0,65 až 0,75 cm².

Srovnávací elektrodou byla v některých případech nasycená kalomelová elektroda o potenciálu +250 mV proti normální vodíkové elektrodě; při měření v materiálech se zvýšenou teplotou, například v zrající mrvě a kompostu, byla normální kalomelová elektroda s potenciálem +283 mV proti normální vodíkové elektrodě. Obě měly tvar 35 cm dlouhé silnostěnné skleněné trubky s uhlíkovým kontaktem, zataveným do špičky elektrody, aby mohly být přímo zasunovány do měřených materiálů.

Způsoby čištění platinových elektrod

Podle zkušeností jiných autorů jsem v práci používala různých způsobů čištění měřicích platinových elektrod. Nejjednodušší mechanická metoda spočívala v otírání platinového povrchu vlhkou vatou s mletou křídou a omytí destilovanou vodou. Tento postup byl prověřován hlavně pro svou jednoduchost a vhodnost pro použití v terénu.

Jako druhý byl zvolen způsob podle Starkeye a Wighta (1945), podpořený i z teoretického hlediska a používající povrchově aktivních látek. Podle tohoto návodu jsou elektrody ponořeny na jednu minutu do 5% roztoku detergentního prostředku v 5% kyselině octové, opláchnuty destilovanou vodou, ponořeny na jednu minutu do 10% roztoku peroxydu vodíku a důkladně opláchnuty destilovanou vodou. Jako detergentního prostředku bylo použito Ajatinu, který je 10% vodným roztokem kvarterních bází, hlavně dimethylaurylbenzylamoniumchloridu.

Třetím čistícím postupem bylo ponoření elektrod do 65% kyseliny dusičné na pět minut při teplotě 85° C, jak udává K o r d a t z k i 1952.

Měření, použité vzorky

Měření byla konána jednak v roztocích humátů, které tvoří většinu organické hmoty půd a tím mají mít také určující podíl na hodnotě jejich potenciálů, v půdě, chlévské mrvě i v kompostu. Roztoky humátů č. 1 a č. 2 byly připraveny rozpuštěním huminové kyseliny od firmy Riedel-de Häen v 0,1 *n* NaOH, roztoky č. 3 a č. 4 rozpuštěním humátu sodného, izolovaného z půdy alkalickou extrakcí, v destilované vodě. Koncentrace těchto látek byla zjištěna stanovením obsahu organického uhlíku oxydimetricky bichromátovou metodou.

Zemina, v níž jsem konala laboratorní průzkum metody, byla odebrána z pole po sklizni cukrovky, k níž bylo organicky hnojeno kompostem, z hloubky 0 až 10 cm. Vzorek kompostu k laboratorním měřením byl odebrán ze spodní vrstvy zralého kompostu z chlévské mrvy a zeminy. Obsah organických látek byl stanoven stejnou metodou jako u humátů, celkový dusík podle Kjeldahla. *pH* všech substrátů bylo měřeno kalibrovanou antimonovou elektrodou.

Použité vzorky a roztoky lze charakterizovat takto:

v z o r e k č. 1: roztok huminové kyseliny Riedel-de Häen, organický uhlík 0,484 %, *pH*=10,25,

v z o r e k č. 2: roztok huminové kyseliny Riedel-de Häen, organický uhlík 0,504 %, *pH*=6,78,

v z o r e k č. 3: roztok humátu sodného z půdy, organický uhlík 0,472 %, *pH*=6,24,

v z o r e k č. 4: roztok humátu sodného z půdy, organický uhlík 0,542 %, *pH*=6,50

z r a l ý k o m p o s t: sušina 45,7 %, organický uhlík 25,22 %, celkový dusík 2,35 %, *pH*=6,79,

p o l o z r a l ý k o m p o s t: sušina 22,83 %, organický uhlík 30,52 %, celkový dusík 2,003 %, *pH*=7,32,

z e m i n a A: sušina 80,5 %, organický uhlík 2,82 %, celkový dusík 0,14 %, *pH*=6,33,

z e m i n a B: sušina 79,1 %, organický uhlík 2,47 %, celkový dusík 0,198 %, *pH*=6,96.

Kompost a půda byly uloženy asi v 30 cm vysoké vrstvě v skleněných nádobách pro skleníkové pokusy na 6 kg půdy. Stálá vlhkost v nich byla udržována destilovanou vodou, přidávanou podle váhy. Měřeno bylo po zasunutí elektrod do hloubky 15 cm.

Při každém měření v roztocích i v pevných substrátech byl zaznamenán časový průběh potenciálů, například hodnoty po 1, 5, 15, 30, 60, 120 minutách od zasunutí, a za ustálený byl považován potenciál při změně E_h menší než 5 mV za 15 minut.

Pořadí jednotlivých vzorků byla při měření úmyslně volena tak, aby vzorky s různými potenciály byly střídány a tím aby platinová měřicí elektroda musela překonávat značnější potenciálové rozdíly mezi po sobě následujícími měřeními. Při tomto uspořádání by se musel projevit případný vliv předchozích vzorků na výši a rychlost ustalování potenciálu a nejlépe se tak napodobí i podmínky práce v terénu s materiály s různě vysokými potenciály.

Všechna měření oxydoredukčních potenciálů i *pH*, v laboratoři i v terénu, byla konána s bateriovým potenciometrem „Choděra“ s citlivostí 0,5 mV.

Potenciometrické titrace výluhů

Množství látek s redukčními vlastnostmi bylo stanoveno potenciometrickou titrací 0,01 *n* $KMnO_4$ v kyselých a slabě alkalických výluzích z půdy a zralého kompostu, užívaných k laboratorním měřením potenciálů. Půda byla smíchána jednak s 0,1 *n* H_2SO_4 , jednak s 0,1 *n* Na_2HPO_4 ($pH=8,2$) v poměru 1 : 2 (počítáno na sušinu půdy), u kompostu 1 : 4 (v přepočtu na jeho sušinu). Vzorky byly v roztocích několikrát dobře rozmíchány a po osmnácti hodinách sfiltrovány papírovým filtrem. K titracím bylo bráno po 10 ml filtrátů. Po každém přidání $KMnO_4$ byl roztok jednu minutu magneticky míchán. Potencionály byly po přidání jednotlivých dávek $KMnO_4$ odčítány tehdy, když jejich pokles byl menší než 1 mV za 10 vteřin. Při tomto postupu trvalo ustalování 5 až 15 minut. Starkey a Wight 1945 doporučují v podobných případech odčítání po třech minutách. U našeho materiálu se však ukázalo, že je to doba, po níž dochází k ustálení (tedy zreagování přidaného oxydans) jen v zcela výjimečných případech. Zřejmě se zde uplatňují pomalu reagující organické látky, kdežto u citovaných autorů působily redukčně především sirníky a dvojmocné železo, reagující rychleji. Ve filtrátech bylo pH před titrací změřeno antimonovou elektrodou.

Výsledky

Vliv konstrukce elektrod na výsledky měření

Jedním z prvních úkolů práce bylo zjistit, jak se při stejném čišťování chovají popsané tři typy elektrod a zda se podstatně navzájem liší hodnoty naměřených potenciálů, chyba měření a doba ustálení potenciálů u jednotlivých elektrod ve čtyřech roztocích humátů, v zralém kompostu a v půdě.

I.

Číslo vzorku	Průměry potenciálů v mV				Směrodatné odchylky v mV			
	elektrody				elektrody			
	č. 1	č. 2	č. 3	č. 4	č. 1	č. 2	č. 3	č. 4
čištění mechanicky								
1	+278	+262	+293	+276	0,71	10,63	4,24	0,71
2	+488	+412	+428	+291	—	—	—	—
3	+508	+487	+501	+303	16,61	23,24	20,85	14,21
čištění detergenčně								
1	+344	+349	+354	—	32,92	26,31	22,80	—
2	+436	+432	+440	—	4,39	5,60	5,47	—
3	+369	+372	+371	—	5,58	9,15	10,53	—
4	+557	+547	+554	—	20,52	21,93	21,21	—
čištění konc. HNO_3								
2	+466	—	—	—	2,16	—	—	—
3	+434	—	—	—	11,06	—	—	—
4	+568	—	—	—	7,38	—	—	—

II.

Vzorek	Průměry potenciálů v mV			Směrodatné odchylky v mV		
	elektrody			elektrody		
	č. 1	č. 2	č. 3	č. 1	č. 2	č. 3
čištění mechanicky						
kompost zralý	+425	+418	+421	10,81	5,70	11,20
kompost polozralý	-163	—	—	11,44	—	—
zemina A	+575	+569	+564	17,40	17,69	16,70
zemina B	+546	—	—	12,41	—	—
čištění detergenčně						
kompost zralý	+484	+486	+437	40,17	84,50	70,30
zemina A	+606	+597	+594	17,61	19,03	22,46
čištění konc. HNO_3						
kompost zralý	+544	—	—	29,87	—	—
kompost polozralý	-90	—	—	24,12	—	—
zemina A	+607	—	—	6,08	—	—
zemina B	+785	—	—	83,20	—	—

III.

Číslo vzor- ku	Průměry dob ustálení, minuty				Směrodatné odchylky, minuty			
	elektrody				elektrody			
	č. 1	č. 2	č. 3	č. 4	č. 1	č. 2	č. 3	č. 4
čištění mechanicky								
1	10	10	15	15	7,07	7,07	0	0
2	20	20	20	5	—	—	—	—
3	34	34	34	26	7,49	7,49	7,49	24,96
čištění detergenčně								
1	12	15	12	—	5,79	0	5,79	—
2	12	24	22	—	12,49	24,61	17,46	—
3	1	22	16	—	0	7,58	2,00	—
4	32	32	40	—	24,76	24,76	14,14	—
čištění konc. HNO_3								
2	18	—	—	—	2,92	—	—	—
3	4	—	—	—	2,35	—	—	—
4	10	—	—	—	8,66	—	—	—

Průměrné hodnoty z tří až pěti paralelních stanovení potenciálů a směrodatné odchylky jsou uvedeny v tabulkách I. a II. Průměrné doby, po jejichž uplynutí došlo k ustálení potenciálů, jsou uvedeny v tabulkách III a IV.

Z těchto výsledků a jejich statistického hodnocení stanovením střední chyby průměru vyplývá, že není průkazný rozdíl mezi hodnotami naměřenými různými, stejným způsobem ošetřovanými elektrodami č. 1 až 3 v týchž vzorcích.

IV.

Vzorek	Průměry dob ustálení, minuty			Směrodatné odchylky, minuty		
	elektrody			elektrody		
	č. 1	č. 2	č. 3	č. 1	č. 2	č. 3
čištění mechanicky						
kompost zralý	18	18	17	12,59	12,59	14,78
kompost polozralý	49	—	—	167,50	—	—
zemina A	50	50	50	17,32	17,32	17,32
zemina B	45	—	—	0,00	—	—
čištění detergenčně						
kompost zralý	10	37	40	5,77	54,11	42,20
zemina A	60	60	49	0	0	22,50
čištění konc. HNO_3						
kompost zralý	27	—	—	5,79	—	—
kompost polozralý	120	—	—	21,05	—	—
zemina A	39	—	—	3,47	—	—
zemina B	44	—	—	45,40	—	—

Výjimečné postavení má elektroda č. 4, u níž jsou hodnoty potenciálů v různých vzorcích navzájem velmi blízké a ve většině vzorků průkazně odlišné od hodnot, naměřených ostatními elektrodami. Tyto závěry platí jak pro roztoky humátů, tak i pro kompost a zeminu. Pro nižší počet paralelních měření nejsou v tabulce uváděny hodnoty pro kompost a zeminu.

Porovnáme-li navzájem doby, po kterých docházelo u všech čtyř elektrod k ustálení potenciálu, zjistíme rovněž, že rozdíly v době, nutné k ustálení, nebyly na základě střední chyby průměru průkazné. Pouze v jednom z devíti případů byl rozdíl na hranici průkaznosti na 5 % pravděpodobnosti, znamenající velmi dobré ustalování (po 1 minutě) u vzorku č. 3, měřeného elektrodou č. 1.

Průměrná doba, nutná k ustálení potenciálu, byla z 76 měření v roztocích humátů 18 minut, průměr z 22 měření v kompostu 23 minut a průměr z 25 měření v půdě 51 minut.

Vliv čisticích metod na výsledky měření

Při různých způsobech ošetřování elektrod (tab. I, II) vidíme z velikosti směrodatných odchylek, že svým vlivem na přesnost měření se tři použité metody čištění podstatně neliší. V roztocích humátů je poněkud lepší čištění koncentrovanou kyselinou dusičnou u elektrody č. 1. V zralém kompostu a v zemině je největší rozptyl hodnot potenciálů při metodě detergenční a při použití horké HNO_3 , nejmenší při mechanickém čištění. Přesnost měření lze posuzovat jen podle rozptylu paralelních stanovení podle velikosti směrodatné odchylky, protože v roztocích humátů, používaných k stanovením, dochází s průběhem doby k změnám — pokud se týče stupně disperznosti, pH , koncentrace rozpuštěné složky (snižuje se vlivem srážené látky z roztoku) a nelze tedy spolehlivě srovnávat absolutní výši hodnot, zjištěných v různých časových úsecích.

Hodnotíme-li na základě střední chyby průměru dobu nutnou k ustálení potenciálu, zjistíme, že použité čisticí metody nerozhodují o průběhu ustalování potenciálů. Podstatnějším rozdílem je snad poněkud kratší doba ustalování při čištění elektrody č. 1 koncentrovanou kyselinou dusičnou.

Zvláštní zmínky zasluhuje chování trubičkové elektrody (č. 4) při čištění koncentrovanou horkou kyselinou dusičnou a detergenční metodou a vliv horké koncentrované kyseliny dusičné na válečkové elektrody, zatmelené do trubiček asfaltem (č. 2 a č. 3). Výsledky obou metod i časové průběhy potenciálů u elektrody č. 4 jsou uvedeny v tabulce V.

Měření byla konána v pořadí, v němž jsou uvedeny sloupce v tabulce. Z údajů tabulky V vyplývá, že silná oxydační činidla (HNO_3 a H_2O_2) pronikají do porézní uhlíkové výplně elektrody a způsobují u ní velmi pomalý průběh ustalování v širokém rozmezí potenciálů a v různé míře trvalou neschopnost nabývat správných potenciálů prostředí. Tuto situaci, kdy je vnitřní povrch elektrody vystaven účinkům prostředí s potenciálem, odlišným od potenciálu zkoumaného materiálu vně elektrody, lze odstranit jen obtížnou výměnou uhlíkové náplně. Je tedy zřejmé, že trubičkový typ elektrody není vhodný pro měření oxydoredukčních potenciálů. Tomuto závěru odpovídají i výsledky s touto elektrodou, uvedené v předchozím odstavci, kdy byla elektroda čištěna pouze mechanicky a přesto u ní došlo k ztrátě schopnosti nabývat potenciálů prostředí, způsobené opět pronikáním předchozích měřených vzorků do porézní výplně platinové trubičky.

Výsledky měření potenciálů v roztoku humátu po očištění válečkových elektrod koncentrovanou kyselinou dusičnou jsou uvedeny v tabulce VI. Z nich je patrné, že elektroda č. 1, zatavená do skleněné trubičky, dává rychle ustálené reprodukovatelné hodnoty potenciálů, avšak u ostatních dvou porušuje kyselina dusičná a zvýšená teplota asfaltový tmel a proniká v různé míře do míst těžko omyvatelných. Tomuto pochodu odpovídají nereprodukovatelné hodnoty odlišné od výsledků, získaných první elektrodou při použití všech způsobů ošetřování a elektrodami č. 2 a č. 3, čištěnými mechanicky a detergenčně. Je zřejmé, že drastická metoda čištění koncentrovanou horkou kyselinou dusičnou není vhodná pro elektrody, k jejichž sestavení bylo použito hmot citlivých k tomuto činidlu, ale můžeme ji použít u elektrody, jejíž platinová část je zatavena do skla. Příprava elektrod tohoto typu je však spojena se zásadní obtíží: sklo k zatavení platinového válečku o průměru 4 mm musí mít roztlačnost shodnou s roztlačností platiny.

Vliv substrátů na chování elektrod

Vliv měřených vzorků na přesnost měření a na rychlost ustalování potenciálů je patrný z tabulek I a II. V roztocích humátů je příznačné, že při každém způsobu ošetřování elektrod byla relativní přesnost měření u jednotlivých vzorků různá. Výsledky nelze na první pohled zkoordinovat s žádnou ze zjištěných charakteristik roztoků — s pH , původem vzorku a jeho koncentrací. Zdá se však, že v roztocích huminové kyseliny firmy Riedel-de Haën (vzorek č. 1 a č. 2) byl rozptýl 76 paralelních měření třemi elektrodami u čtyř vzorků menší než u huminové kyseliny, izolované z půdy na našem pracovišti. Poměr průměrů směrodatných odchylek vzorků č. 1 a č. 2 k průměru příslušných hodnot vzorků č. 3 a č. 4 je 11,54 : 15,32. Poněkud jasnější situace je u přesnosti výsledků v půdě a kompostu. Mechanická metoda dávala u půdy i kompostů přijatelné výsledky se střední chybou průkazně nižší (hodnota t s 5 % pravděpodobnosti) u kompostu

než u půdy, detergenční metoda byla průkazně přesnější u půdy a po čištění koncentrovanou kyselinou dusičnou byly výsledky velmi proměnlivé.

Nejzřetelněji se projevuje vliv zkoumaného materiálu na dobu ustalování potenciálu (tab. III a IV). Statistickým hodnocením hodnotou t zjistíme, že nastává průkazně s 95% pravděpodobností dříve ustálení potenciálu u vzorku č. 1 proti vzorku č. 3 u všech elektrod při použití mechanické metody čištění, při detergenčním ošetřování se (s 90% až 95% pravděpodobností) rychleji ustaluje potenciál u elektrody č. 1 u vzorků č. 3 než u vzorků č. 1, 2 a 4. Při čištění koncentrovanou

V.

Vzorek A				
mechanické čištění	čištění HNO_3 konc.	mechanické*) čištění		
+283 mV po ustálení	1 min. +898 10 min. +794 35 min. +766 44 hod. +341	+275 mV po ustálení		
Vzorek B				
mechanické čištění	detergenční čištění	detergenční čištění	detergenční čištění bez H_2O_2	mechanické*) čištění
+230 mV po ustálení	1 min. +451 20 min. +309 40 hod. +251	1 min. +481 35 min. +308 17 hod. +277	3 min. +285 20 min. +279 1 hod. +282	+251 po ustálení

*) po výměně elektrody a vyčištění vnitřního povrchu.

VI.

Čas	Elektroda č. 1	Elektroda č. 2	Elektroda č. 3
3 minuty	+324 mV	+532 mV	+798 mV
10 minut	+322 mV	+492 mV	+778 mV
30 minut	+323 mV	+392 mV	+720 mV
45 minut	+323 mV	+359 mV	+697 mV
1 hodina	+325 mV	+347 mV	+685 mV
1,30 hod.	+321 mV	+334 mV	+669 mV

kyselinou dusičnou dává průkazně lepší výsledky (s 99% pravděpodobností) vzorek č. 3 než č. 2. Pro vzorek č. 3 se tedy osvědčily obě chemické metody ošetřování elektrod. Rozdíly, statisticky průkazné na 90% pravděpodobnost, dostáváme při měření potenciálů půdy a kompostu elektrodami č. 1 až č. 3 pro očištění mechanicky: v zralém kompostu dochází k ustálení potenciálu rychleji než v zemině (tab. IV). Po očištění detergenčními prostředky se u elektrody č. 1 ustaluje potenciál s průkazností na 1% pravděpodobnost u zralého kompostu rychleji než u půdy. Po ošetření téže elektrody koncentrovanou kyselinou dusičnou nebyl zjiš-

těn rozdíl mezi rychlostmi ustálení potenciálů v zralém kompostu a v půdě. Pomaleji se ustaluje potenciál v polozralém kompostu, jehož E_h má velmi nízké hodnoty, až o 700 mV nižší než zemina, po níž byl vzorek polozralého kompostu vždy měřen. Doba ustalování potenciálů, kratší u zralého kompostu než u zeminy, ukazuje na pravděpodobný vliv vysoké koncentrace a kvality organických látek na rychlost dějů na elektrodách.

Závislost potenciálů na teplotě

Aby mohlo být vypracované metody stanovení oxydoredukčního potenciálu použito pro sledování pochodů v průběhu zrání v kompostu a v mrvě a během roku v půdě, byla zjišťována závislost měřených potenciálů na teplotě jednak u platinové měřicí elektrody, jednak u elektrody antimonové, kterou je vždy paralelně ke každému E_h stanovováno pH zkoumaného materiálu.

Jako standardního roztoku pro stanovení závislosti potenciálů na teplotě, vhodného pro naše materiály, bylo použito roztoku 1 g huminové kyseliny od firmy Riedel-de Haën v 100 ml 0,025 n NaOH. Standardní roztok měl pH 8,02. V něm byly měřeny potenciály v rozmezí od 18° C do 70° C platinovou a antimonovou elektrodou v intervalech 5° C ve třech opakováních. Srovnávací kalomelová elektroda byla za měření udržována při teplotě 18° C.

U platinové elektrody klesal potenciál lineárně se stoupající teplotou o 0,940 mV na stupeň C, o 0,948 mV a o 0,984 mV, průměrně o 0,957 mV/°C od 18° C do 55° C. U antimonové elektrody činil pokles potenciálu 0,924, 0,984 a 0,992 mV/°C, průměrně 0,967 mV/°C od 18° C do 70° C. Závislost potenciálů na teplotě u srovnávacích elektrod, nasycené a normální kalomelové, byla nalezena v tabulkách. (O. H a n č, 1951.) Pro nasycenou kalomelovou elektrodu je to -0,76 mV/°C, pro 1 n kalomelovou -0,24 mV/°C. Na základě těchto údajů mohly být vypočítány teplotní korelační faktory pro všechny používané články. Pro soustavu platinová — nasycená kalomelová je vzorec pro výpočet potenciálu při základu 18° C:

$$E_H = E_{sat. KCl} + 250 mV + 1,72 mV(t - 18)$$

pro soustavu platinová — normální kalomelová:

$$E_H = E_{1 n KCl} + 283 mV + 1,20 mV(t - 18)$$

Pro měření pH antimonovou a nasycenou kalomelovou elektrodou platí rovnice

$$E_H = E_{sat. KCl} + 250 mV + 1,73 mV(t - 18)$$

pro antimonovou a normální kalomelovou

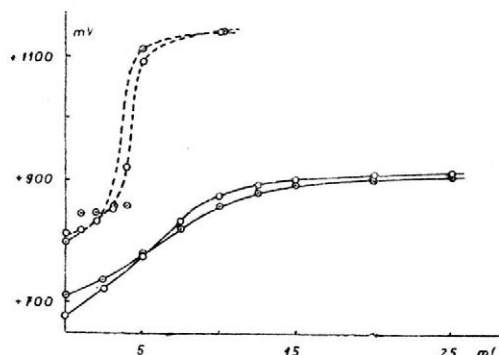
$$E_H = E_{1 n KCl} + 283 mV + 1,21 mV(t - 18).$$

Kvantita redukujících látek v kompostu a v půdě

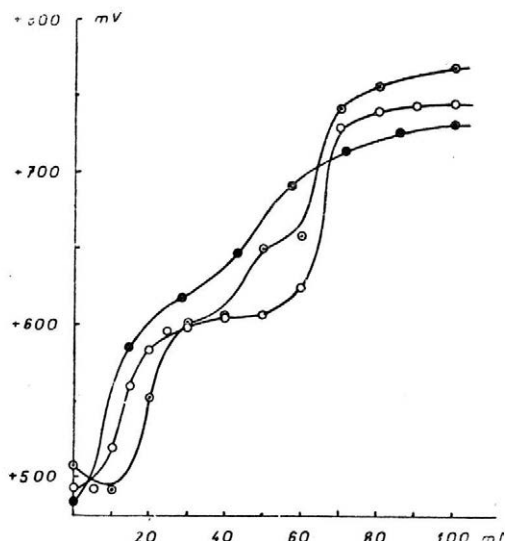
Oxydimetrickou titrací výluhů půd i kompostů získáme informace o množství látek s redukčními vlastnostmi a částečně i o jejich povaze, která se může projevit například strmostí titrační křivky v okolí bodu inflexe, případně počtem skoků na křivce.

Na obrázcích 1, 2 a 3 jsou křivky, získané titrací alkalických a kyselých výluhů půdy a kompostu 0,01 n $KMnO_4$. Ve dvou paralelních kyselých výluzích

se dobře shodují body inflexe u výluhů půdy a malý rozdíl je mezi těmiž body u výluhů zralého kompostu. Je nápadný rozdíl mezi výluhem půdy a kompostu v hodnotách E_H před titrací a po ní i v množství oxydačního činidla, spotřebovaného redukujícími látkami výluhu. Státním připravených kyselých výluhů půdy a kompostu po 24 hodin se mění pouze počáteční potenciál, nikoli poloha inflexního bodu. Obsah látek, oxydovatelných 0,01 n $KMnO_4$ za studena při pH kolem 5 byl v kompostu 2,36krát větší než v půdě. Průběh křivek v okolí bodu zvratu ukazuje na mnohem větší oxydoredukční ústojčivost (povlovný vzestup potenciálu) výluhu kompostu proti výluhu půdy.



1. Potenciometrické titrace kyselých výluhů zeminy a zralého kompostu
Spotřeby v ml: 0,1 n $KMnO_4$ na 100 g sušiny materiálu. Přerušované: dvě paralelní stanovení výluhu zeminy. Spojitě: dvě paralelní stanovení výluhu zralého kompostu



2. Potenciometrická titrace alkalického výluhu zralého kompostu
Spotřeby v ml 0,1 n $KMnO_4$ na 100 g sušiny materiálu. Titrace tří výluhů téhož materiálu

Při obdobných titracích mírně alkalických výluhů byl rozdíl hodnot pH (0,9 pH) nevýhodou pro srovnatelnost výsledků u půdy a kompostu v extraktech.

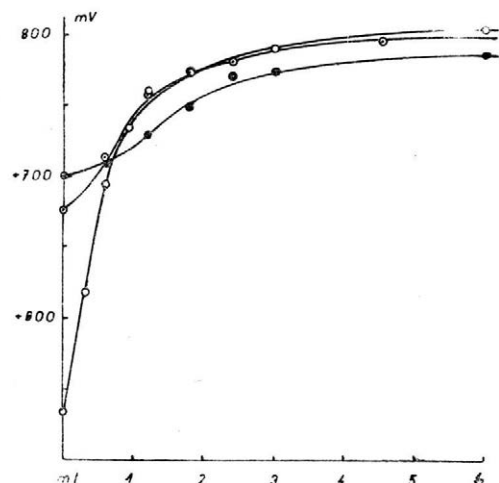
Je známo, že při mírně alkalické reakci přecházejí do roztoku huminové kyseliny. Již ze zbarvení výluhů — u půdy slabě hnědavého a u kompostu tmavě hnědého — bylo patrné, že k tomuto procesu došlo i v našem případě. Zcela odlišné výsledky dávají oba extrakty při titraci 0,01 n $KMnO_4$. Množství redukujících látek v půdě je velmi nepatrné, ekvivalentní 0,7 ml 0,1 n $KMnO_4$ na 100 g sušiny půdy. Zcela odlišný obraz získáme u výluhu kompostu. Křivka potenciálů má složitý tvar, ve třech případech má dva body inflexe, v jednom případě tři. K prvnímu zvratu dochází průměrně při hodnotě 15,25 ml 0,1 n $KMnO_4$ na 100 g materiálu, k druhému při spotřebě 56,25 ml 0,1 n $KMnO_4$ na 100 g sušiny kompostu.

V těchto slabě alkalických výluzech se opět zřetelně liší křivky výluhu půdy a kompostu svou strmostí v okolí bodů zvratu; oxydoredukční ústojnost je stejně jako u kyselých extraktů vyšší ve výluhu kompostu. Absolutní hodnoty potenciálu obou výluhů se v tomto případě liší jen velmi málo.

Diskuse

Na základě výsledků pokusů je možno činit některé závěry, v jakých podmínkách můžeme použít námi vypracovaných nebo prověřených postupů. Rovněž je možno usuzovat na některé faktory, ovlivňující přesnost stanovení a rychlost ustalování potenciálů.

Mezi jednotlivými elektrodami válečkového typu nebyly zjištěny podstatné rozdíly ve výši naměřeného potenciálu, v přesnosti stanovení ani v době jeho ustálení v roztocích i v zemině a v kompostu. Rozdíly mezi hodnotami, zjištěnými různými elektrodami tohoto typu, jsou totiž stejné nebo menší než rozdíly mezi hodnotami, získanými opakovaným měřením daného materiálu touž elektrodou. K stejným výsledkům lze tedy dospět, měříme-li týž substrát několika elektrodami zároveň, nebo několikrát po sobě touž elektrodou. Z hlediska co nejekonomičtějšího měření v laboratoři i v terénu lze doporučit měření dvěma až třemi elektrodami ve dvou opakováních.



3. Potenciometrické titrace alkalického výluhu zeminy. Spotřeby v ml 0,1 n $KMoO_4$ na 100 g sušiny materiálu. Titrace tří výluhů téhož materiálu

Porovnáme-li navzájem přesnost měření v roztocích a pevných materiálech, vidíme, že při správném výběru metody ošetřování elektrod heterogenita zeminy nebo kompostů působí jen malé snížení přesnosti stanovení.

Ze způsobů ošetřování elektrod je nejvýhodnější z hlediska přesnosti stanovení i rychlosti ustalování potenciálů čištění mechanicky, vlhkou vatou s mletou křídou. Pro svou rychlost a jednoduchost a dobré, reprodukovatelné výsledky, zejména v kompostech a v zemině, je tato metoda vhodná i pro terénní práci. V některých případech se osvědčilo i čištění koncentrovanou kyselinou dusičnou. Delší dobu, nutnou k ustálení potenciálu v polozralém kompostu a zvýšení hodnot potenciálů v zemině B, lze vysvětlit účinkem kyseliny dusičné na povrch elektrody a různou oxydoredukční ústojností těchto dvou materiálů. Oxydační látky, adsorbované po působení kyseliny dusičné na povrchu elektrody, jsou v kompostu bohatším redukcujícími látkami poměrně rychle redukovány a jejich výsledný účinek se projeví jako pomalejší ustalování potenciálu. V podobné situaci může u půdy dojít k zdánlivému ustálení abnormálně vysokého potenciálu (až přes $+800$ mV). Pokles potenciálu začne teprve po několika hodinách, kdy jsou pomalu redukovány oxydační látky na elektrodě. Pokusně bylo dokázáno, že se v tomto případě blíží potenciály zeminy kontrolním hodnotám, např. až po patnácti hodinách. Na základě těchto poznatků nelze této metody používat právě pro materiály s malou oxydoredukční ústojností, pro něž ji doporučuje K o r d a t z k i (1953).

Nejméně vhodnou pro naše účely byla metoda detergentní, dávající nejméně stálé výsledky co do přesnosti i rychlosti ustalování potenciálů, ačkoli S t a r k e y a W i g h t (1945) dosahovali dobrých výsledků právě při jejím použití.

Vliv vlastností měřených vzorků na přesnost stanovení i dobu ustálení potenciálů se nejzřetelněji projevil u zeminy a kompostů.

Ze zkoušených typů platinových měřicích elektrod je nejvhodnější platinový váleček, zatavený do silnostěnné skleněné trubičky. Tento typ elektrody lze ošetřovat všemi zkoumanými metodami. Elektrody, u nichž je platinový váleček upevněn v skleněné trubce asfaltem, lze ošetřovat jen mechanicky. Platinové elektrody, jejichž povrch není zcela přístupný pro měření i čištění, jsou nevhodné pro stanovení oxydoredukčních potenciálů.

Porovnáme-li hodnoty potenciálů, naměřené v našich podmínkách, vidíme, že se v podstatě shodují s údaji ostatních autorů. Pro dobře provzdušněné půdy je běžně udáván potenciál v rozmezí $+400$ až $+800$ mV (Flaig a sp., 1955, Quispel, 1947, Rabinovič, 1955, Starkey a Wight, 1945), nejčastěji $+500$ až $+600$ mV. Hodnota potenciálu, zjištěná v zralém kompostu, spadá podle očekávání do blízkosti dolní hranice potenciálů půd s dobrou aerací. Těmto hodnotám odpovídá u zralého kompostu stav poměrného klidu mikroflóry. Lehce rozložitelné látky byly již v tomto stadiu spotřebovány i přetvořeny v těžce rozložitelný humus. Naopak v kompostu, v němž probíhají velmi intenzivní biologické i chemické změny a organické látky jsou rozkládány a přetvářeny v stabilnější, jsou hodnoty potenciálů velmi nízké, až -170 mV.

Jako potenciál, vhodný pro rostliny, uvádí Flaig a sp. (1955) $E_H = +300$ až $+400$ mV při $pH=7$.

V literatuře jsou oxydoredukční potenciály vyjadřovány buď v Clarkových hodnotách rH nebo v mV s udáním pH , při kterém bylo konáno měření. V našem případě jsme se rozhodli pro druhý způsob. Je totiž známo, že (Flaig a sp. 1955 a jiní) závislost potenciálu na pH je v různých materiálech různá. Dokonce i v různých půdách se může pohybovat od 75 do 108 mV na jednotku pH , zatímco Clarkův převodový faktor činí 57,7 mV/ pH . Na základě markantních rozdílů uváděných hodnot považujeme za správné nepřevádět na rH hodnoty E_H , zjištěné v materiálu, v němž výslovně nebyla stanovena závislost potenciálu na pH .

Souhrn

Byla studována metoda měření oxydoredukčního potenciálu v roztocích humátů, v půdě a v kompostu při použití tří typů platinových elektrod a tří způsobů jejich čištění. Ve všech variantách byla stanovována přesnost měření a doba, nutná k ustálení potenciálů.

Výsledky byly statisticky hodnoceny hodnotou t nebo střední chybou průměru. Přesnost stanovení byla posuzována podle velikosti směrodatných odchylek.

Vhodný typ elektrody (platinový váleček, zatavený ve skleněné trubičce) dával při nejvýhodnější mechanické metodě ošetřování potenciály v roztocích humátů s přesností $\pm 8,5$ mV po 21 minutě ustalování, ve vzorku zralého kompostu $\pm 10,8$ mV po 18 minutách, v polozralém kompostu $\pm 11,4$ mV po 49 minutách, v zemině $\pm 17,4$ mV po 50 minutách.

Literatura

1. Flaig W., Scharrer K., Judel G. K.: Zur Methodik der Bestimmung des Redoxpotentials im Boden. Zeitschr. Pflanz., Düng., Bodenk. 68 : 92-121, 1955. —
2. Flaig W., Scharrer K., Judel G. K.: Bestimmung des Redoxpotentials von

Bodenprophilen. Zeitschr. Pflanz., Düng., Bodenk. 68 : 203-217, 1955. — 3. Hanč O.: Chemická laboratorní příručka. Průmyslové vydavatelství, Praha, 1951. — 4. Kordatzki W.: Grundlagen der potentiometrischen rH-Messung. Archiv der Pharmazie 286 : 43-62, 1952. — 5. Lemon E. R., Erickson A. E.: Principle of the platinum microelectrode as a method of characterizing soil aeration. Soil Sci. 79 : 383-392, 1955. — 6. McKenzie L. J., Erickson A. E.: The use of redox-potentials in studies of soil genesis. Proc. Soil Sci. Soc. Amer. 18 : 481-485, 1954. — 7. Michaelis L.: Oxydations-Reduktions-Potentiale. Berlin, Verl. Julius Springer, 1933. — 8. Quispel A.: Measurement of the oxid. - reduction potential of normal and inundated soil. Soil Sci. 63 : 265-275. — 9. Rabinovič V. A.: O zavisimosti okislitel'nogo potenciala počvy ot žiznědějatel'nosti počvennoj mikroflory. Dokl. AN SSSR, 103 : 2 : 305-308, 1955. — 10. Rabinovič V. A., Kurovskaja O. V.: Priměnenije platinirovannyh stěkljannyh elektrodov dlja polevyh opredělenij okislitel'nosstanovit'el'nogo potenciala počvy. Počvoveděnije 1953, 4 : 78-83, 1953. — 11. Serdobolskij J. P., Sinjagina M. G.: Okislitel'nosstanovit'el'nyje uslovija agregatov černozemnyh počv. Počvoveděnije 1953, 1 : 26-32, 1953. — 12. Starkey R. L., Wight K. M.: Anaerobic Corrosion of Iron in Soil. American Gas Association, New York 1945, 1945.

Метод установления окислительно-восстановительных потенциалов в растворах гумата, в компосте и в почве

Изучался метод измерения окислительно-восстановительного потенциала в растворах гумата, в почве и в компостах с применением трех типов платиновых электродов и трех способов их очистки. При всех вариантах опыта устанавливались точность измерения и время, необходимое для стабилизации потенциала.

Результаты оценивались статистической величиной t или средней арифметической ошибкой. Точность установления оценивалась по величине примерных отклонений.

Подходящий тип электрода (платиновый валик, вплавленный в стеклянную трубку) при самом целесообразном механическом методе ухода показывал потенциалы в растворах гумата с точностью $\pm 8,5 \text{ mV}$ после 21 минуты стабилизации, в образце зрелого компоста $\pm 10,8 \text{ mV}$ после 18 минут, в полужрелом компосте $\pm 11,4 \text{ mV}$ после 49 минут, в почве $\pm 17,4 \text{ mV}$ после 50 минут.

Die Feststellungsmethode der Oxydations-Reduktions-Potentiale in den Humatlösungen, im Kompost und im Boden

Es wurde die Messungsmethode des Oxydations-Reduktions-Potentiale in den Humatlösungen, im Boden und im Kompost unter Benützung von drei Typen der Platinelektroden und drei deren Reinigungsmethoden studiert. In allen Varianten wurde die Genauigkeit der Messung und die nötige Zeit zur Stabilisierung der Potentiale festgestellt.

Die Ergebnisse wurden statistisch durch den Wert t oder durch den mittleren Fehler des Durchschnitts bewertet. Die Genauigkeit der Feststellung wurde nach der GröÙe der mittleren Abweichungen beurteilt.

Der geeignete Typ der Elektrode (eine kleine, im Glasröhrchen eingeschmolzte Platinewalze) hat bei der günstigsten mechanischen Reinigungsmethode die Potentiale in den Humatlösungen mit einer Genauigkeit von $\pm 8,5 \text{ mV}$ nach 21 Minuten der Sta-

bilisierung, in einer Probe des reifen Kompostes $\pm 10,8 \text{ mV}$ nach 18 Minuten, im halbreifen Kompost $\pm 11,4 \text{ mV}$ nach 49 Minuten, im Boden $\pm 17,4 \text{ mV}$ nach 50 Minuten.

The Method of Determining the Redox Potentials in the Solutions of Humate, in the Farm Yard Manure and in Soil

There has been studied the method of measuring the redox potential in the solutions of humates, in soil and in compost by using three types of platine electrodes and three ways of their cleaning. In all variants there has been determined the precision of measuring and the time needed for stabilization of the potentials.

The results have been evaluated statistically by the t value or by the mean error of the median. The precision of the determination has been judged according to size of the standard deviations.

A suitable type of electrode (a little platine cylinder sealed by welding in a glass tube) has given, when using the most advantageous mechanical method of treatment, potentials in the solutions of humates with a precision of $\pm 8,5 \text{ mV}$ after 21 minutes of stabilizing, in a sample of the ripe compost $\pm 10,8 \text{ mV}$ after 18 minutes, in the half-ripe compost $\pm 11,4 \text{ mV}$ after 49 minutes, in the soil sample $\pm 17,4 \text{ mV}$ after 50 minutes.

Získávání nových znaků u rostlin změnou fotoperiodických podmínek během třetího stadia vývoje

Получение новых признаков у растений при изменении фотопериодических условий в третьей стадии развития

Neue Kennzeichen bei Pflanzen infolge von Veränderung photoperiodischer Bedingungen im Laufe des dritten Entwicklungsstadiums

V. A. NOVIKOV

Katedra fyziologie rostlin Vysoké školy zemědělské, Leningrad-Puškino

Došlo dne 19. VI. 1958

Úvod

V pracích I. D. Lysenka byla rozvinuta Mičurinova teze o různé fyziologické kvalitě rostlin v ontogenezi a byla vytvořena teorie stadijního vývoje rostlin. Vše-svazový botanický sjezd, který se konal v Leningradě v květnu 1957 ukázal, že základní teze této teorie zůstávají neotřesené a že jsou dále rozvíjeny četnými vědeckými pracovníky.

Zkoumá-li dnes fyziolog jakýkoliv proces v rostlině, může jej správně pochopit a vyložit jen tehdy, bere-li v úvahu stadijní stav rostlin. Například u rostlin stejného stáří, avšak stadijně různých, bude odlišná výměna uhlovodanů (Vitkovská 1955, 1956 b). Je-li vývoj rostlin ve světelném stadiu zadržen nepříznivou fotoperiodou (převedením rostlin na dvanáctihodinový den), zpomaluje se syntéza takových polysacharidů jako je hemicelulóza a celulóza a stoupá syntéza škrobu (tabulka č. I). Jestliže tyto rostliny jsou převedeny na fotoperiodu příznivou pro průběh světelného stadia, stoupá obsah hemicelulózy a celulózy, tj. zrovna těch uhlovodanů, jejichž hromadění bylo u jarní pšenice zdrženo krátkým dnem (tabulka II).

V jiných pokusech (Vitkovská 1956 b) určoval se obsah barviv plastidů: chlorofylu *a*, chlorofylu *b*, karotenu a xanthofylu. Jejich dělení bylo provedeno chromatograficky na sacharóze podle Godněva a Těrentjeva (1950). Množství chlorofylu bylo zjišťováno elektrofotokolorimetrem a množství žlutých barviv pomocí standardního roztoku azobenzolu Dubucqovým kolorimetrem (Jer-makov 1952). Tyto zkoušky ukázaly, že obsah barviv u rostlin, jejichž vývoj byl zdržen, odpovídá té hladině, která je charakteristická pro dané stadium normálně se vyvíjejících rostlin (obr. 1 a 2). Podle výsledků pokusů Zajcevové (1942) při zdržení vývoje ve stadiu jarovizace obsah chlorofylu v listech ozimé pšenice byl po celou vegetační dobu přibližně takový, jaký byl normálně u rostlin

I. Obsah uhlovodanů v listech pšenice na přirozeném a krátkém dni (podle Vitkovské)

Datum	Fotoperioda	Stadijní stav	Mony	Frakce		Škrob	Hemicelulóza	Celulóza	Celk. uhlovodanů
				sacharózy	mal-tózy				
23. VI.	přirozený dlouhý den	konec světelného st.	0,00	4,02	1,03	2,53	6,66	11,98	26,22
	krátký 12-hodinový den	světelné stadium	0,00	3,81	1,19	5,59	6,31	11,20	26,10
1. VII.	přirozený dlouhý den	začátek 4. stadia	0,60	5,89	0,17	1,85	7,84	12,62	28,88
	krátký 12-hodinový den	světelné stadium	0,34	4,68	0,00	2,00	6,07	10,77	23,86
17. VII.	přirozený dlouhý den	kvetení	0,24	3,74	1,12	0,83	7,44	15,65	29,09
	krátký 12-hodinový den	světelné stadium	0,78	4,80	0,28	2,85	6,70	13,50	28,92

II. Obsah uhlovodanů v listech pšenice Diamant ve 4. stadiu vývoje při normálním vývoji a po převedení z krátkého dne na přirozený dlouhý den (podle Vitkovské)

Datum	Fotoperioda	Stadijní stav	Mony	Frakce		Škrob	Hemicelulóza	Celulóza	Celk. uhlovodanů
				sacharózy	mal-tózy				
1. VII.	stále přirozený dlouhý den	začátek 4. stadia	0,60	5,80	0,17	1,85	7,84	12,62	28,88
14. VII.	do 17. VI. krátký, pak přirozený dlouhý den	totéž	0,59	4,67	0,00	1,23	10,72	17,36	35,07

během jejich jarovizace. Závislost obsahu barviv na vývoji rostlin byla potvrzena také M. Ch. Č a l j a c h j a n e m (1957) u četných krátkodenních i dlouhodenních rostlin, u ovsa, pšenice, bobu, Rudbeckie, prosa, rajčat a perily.

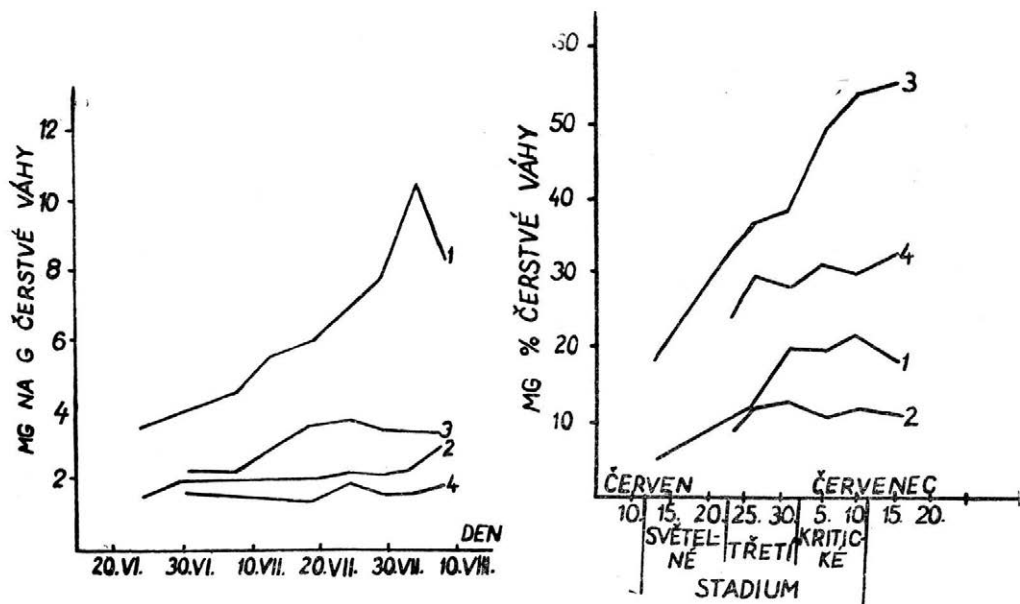
Teorie stadijního vývoje, formulovaná před třiceti lety, nemůže být považována za uzavřenou. Takové důležité procesy, jako vývoj pohlavních orgánů, oplození a vývoj plodu, probíhají již po ukončení světelného stadia, protože toto stadium končí dlouho před metáním (S a p e g i n 1940, L u k j a n o v 1940, O l e j n i k o v o v á 1946 a jiní). Nalezení specifických podmínek, při nichž mohou tyto procesy probíhat, je dalším úkolem fyziologie rostlin, která má velký teoretický a praktický význam.

Experimentální část

Výsledky prací katedry fyziologie rostlin leningradské Vysoké školy zemědělské, která se zabývala otázkami vývoje mnoha zemědělských plodin (ječmene, ovsa, pšenice, žita, kukuřice, jetele, lnu, brambor, rajčat, okurek, pohanky, prosa),

umožnily vymezit další dvě vývojová stadia: třetí a čtvrté (Novikov 1953, 1956). Tato stadia byla nalezena na základě systematického zkoumání konce světelného stadia, tj. konce reakce rostlin na fotoperiodu, příznivou pro vývoj, a na základě zkoumání vztahu rostlin k jiným činitelům vnějšího prostředí.

Konec světelného stadia u dlouhodobních rostlin (žito, pšenice) jsme zjišťovali tak, že jsme kontrolní variantu pěstovali na přirozeném dlouhém dni v Lenin-gradě, rostliny jednotlivých variant dostávaly 2, 4, 6, 8 atd. dlouhých dní a byly



1. Dynamika chlorofylů a a b v listech jarní pšenice Diamant
1 — chlorofyl a na přirozeném dni, 2 — chlorofyl b na přirozeném dni, 3 — chlorofyl a na krátkém dni, 4 — chlorofyl b na krátkém dni

2. Dynamika karotenu a xanthofylu v listech jarní pšenice Diamant
1 — karoten na přirozeném dni, 2 — karoten na krátkém dni, 3 — xanthofyl na přirozeném dni, 4 — xanthofyl na krátkém dni

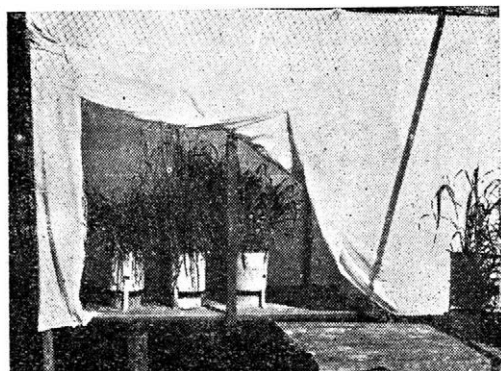
pak převáděny na krátký den. Na krátkém dni zůstávaly až do metání kontroly a pak byly opět převedeny na dlouhý den. Analogickým způsobem jsme zjišťovali konec světelného stadia u krátkodenních rostlin. Ze srovnání délky období od vzházení do metání u kontroly a u jednotlivých variant jsme soudili o zakončení světelného stadia. Pozorování vývoje květenství ukázala, že konec světelného stadia časově souvisí s objevením se prvních základů tyčinek.

Sledovali jsme vztah rostlin k intenzitě světla, snížené z původních 40 000 až 50 000 luxů (přirozená intenzita světla v okolí Leningradu) na 8000 až 10 000 luxů. Rostliny byly stíněny poklopy a gázy (obr. č. 3) v různou dobu jejich ontogeneze a různý počet dní. Ukázalo se, že od objevení se prvních tetrad mateřských buněk pylu rostliny jsou nejcitlivější na tento faktor. U různých rostlin toto období maximální citlivosti k snížené intenzitě světla trvalo od čtyř do dvanácti dnů.

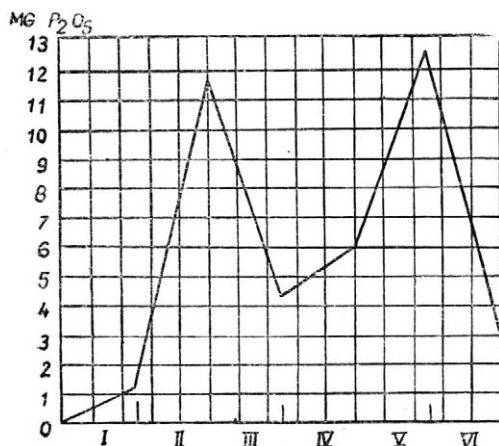
Je zajímavé, že u všech vyzkoušených rostlin tato etapa spadá do období maximální citlivosti rostlin na nedostatek půdní vláhy (Zabluda, 1948).

Současně mají také rostliny zvýšené požadavky na draselnou výživu (Novikov, 1955).

Protože se toto období v životě rostlin vyznačuje specifickými požadavky k některým činitelům vnějšího prostředí, jako je intenzita světla, vlhkost půdy a draselná výživa, vymezili jsme je jakožto čtvrté vývojové stadium. Mezi koncem světelného stadia a objevením se prvních tetrád je ještě období, které jsme pojmenovali třetím vývojovým stadiem.



3. Bedna z gázy pro stínění rostlin



4. Příjem kyseliny fosforečné jarní pšenice v ontogenezi (mg P₂O₅ na 1 g sušiny za den)

I — stadium jarovizace, II — světelné stadium, III — třetí stadium, IV — čtvrté stadium, V — metání a kvetení, VI — mléčná zralost

V řadě prací jsme se snažili zjistit podmínky nutné pro průběh třetího stadia, které začíná objevením se prvních základů tyčinek a končí vznikem prvních tetrád mateřských buněk pylu, tj. probíhá v důležitém období utváření pohlavních orgánů. Zkoumali jsme vliv teploty a vztah rostlin k prvkům minerální výživy.

Pomocí různých termínů výsevu v různých oblastech a rovněž v teplém skleníku a ve voliére v podmínkách Puškina podařilo se nám zjistit, že toto stadium se liší od světelného stadia v požadavcích na teplotu. Třetí stadium probíhá při vyšší teplotě. U okurky proběhne světelné stadium při průměrné denní teplotě 12° C za 10 dní, avšak třetí stadium v těchto podmínkách se prodloužilo na 40 i více dní, zatímco při teplotách 18° C trvá 10 až 12 dní. V tabulce III jsou uvedeny údaje, týkající se délky světelného a třetího stadia u některých odrůd ovsa. Tyto údaje jsou částí výsledků, získaných při zkoumání 100 odrůd světového sortimentu ovsa v různých oblastech Sovětského svazu a za různé teploty (teplý skleník, voliéra). Z tabulky je vidět, že třetí stadium probíhá mnohem rychleji při teplotě kolem 25° C, než při teplotách kolem 17° C, zatímco na průběhu světelného stadia se tyto výkyvy teploty nijak neodrazily. Podobné zákonitosti byly nalezeny také u jiných rostlin (žito, pšenice, rajčata).

Během třetího stadia se vyvíjí archesporiální pletivo. Pozorování vývoje archesporiálního pletiva během třetího stadia při různé teplotě ukázala, že toto pletivo u ovsa odrůdy Daun (Austrálie) se nevytváří, nedosahuje-li teplota 11° C. Tato teplota je fyziologickou nulou pro průběh třetího stadia. To znamená, že pro průběh třetího stadia bude účinnou pouze teplota nad 11° C. Proto také délka třetího stadia při různých průměrných denních teplotách je různá (viz tabulku IV). Délka třetího stadia je určována počtem dní s účinnou teplotou. Součet účinných teplot potřebných pro zakončení třetího stadia (součin počtu dní s účinnou teplotou)

III. Vliv teploty na trvání světelného a třetího stadia u ovse (podle Barannikovové)

Odrůda	Původ	Voliéra				Skleník			
		Délka světelného stadia ve dnech	Průměrná teplota za období	Délka třetího stadia ve dnech	Průměrná teplota za období	Délka světelného stadia ve dnech	Průměrná teplota za období	Délka třetího stadia ve dnech	Průměrná teplota za období
10512	Komí A SSR	12	19,2	7	18,6	13	23,5	3	26,4
10736	Sachalin	13	19,3	6	19,0	13	23,1	4	25,4
1236	Penzenská oblast	14	17,5	7	15,0	14	24,2	5	21,9
8655	Východní Kazachstan	17	19,2	7	14,6	17	24,0	5	20,8
Zolotoj dožď	Švédsko	15	17,0	8	15,3	15	22,7	4	23,2
Kytö	Finsko	12	19,2	5	19,3	11	23,2	3	25,7
Ilbö	Finsko	12	19,2	5	19,3	12	23,2	3	26,2
Down	Austrálie	10	19,9	5	18,1	10	22,4	3	21,9
Leitewitz	Německo	14	17,5	8	14,9	14	24,2	4	22,5
4093	Palestina	10	19,9	5	18,1	10	22,7	2	20,9

tou a průměrné denní účinné teploty) pro oves odrůdy Daun nesmí klesnout pod 23°C . U odrůdy Zolotoj dožď fyziologická nula pro třetí stadium je poněkud nižší než u odrůdy Daun a součet účinných teplot je asi 34 až 35°C . L y s e n k o (1928) ve své práci poprvé zavedl pojem fyziologické nuly a ukázal, že každá etapa vývoje rostlin se uskutečňuje v určitých specifických podmínkách teploty; nejsou-li tyto podmínky, je držen vývoj dané etapy. Také třetí stadium je zdrženo, není-li vhodná teplota pro jeho průběh. To je jedním ze základů, o něž se opírá vymezení této etapy jako třetího stadia vedle stadia jarovizace a světelného stadia.

IV. Trvání třetího stadia vývoje u ovsa odrůdy Dawn a součet účinných teplot

Délka třetího stadia ve dnech	Průměrná denní teplota	Počet dní s průměrnou denní teplotou nad 11°C	Průměrná denní teplota v období účinných teplot	Průměrná denní účinná teplota	Součet účinných teplot
4	17,2	4	17,2	6,2	24,8
6	15,0	6	15,0	4,0	24,0
17	10,6	7	14,3	3,3	23,1
15	11,0	7	14,3	3,3	23,1
11	12,6	7	14,3	3,3	23,1

Vztah rostlin k prvkům minerální výživy jsme zkoumali metodou vodních kultur v Knoppově živném roztoku. Místo FeCl_3 jsme používali $\text{Fe}(\text{NH}_4)(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ a přidali jsme mikroelementy: molybden ($1\text{ mg/l NH}_4(\text{MoO}_3)_2$), zinek (6 mg/l ZnSO_4), bor ($3\text{ mg/l H}_3\text{BO}_3$), mangan ($5,5\text{ mg/l MnSO}_4$), měď (1 mg/l CuSO_4). Živiny, používané v pokusech s mikroelementy (ch. č. a p. a.), byly ještě tři- až čtyřikrát překrystalizovány. V pokusech s mědí byla destilovaná voda zbavována stop mědi ve sloupci o výšce 1 m a průměru 5 cm , vyplněném iontoměničem (eksparcet I/KU). Rostliny byly pěstovány ve skleněných šesti-litrových nádobách. Vnitřek nádoby byl potažen čistěným parafinem. Pokusy byly

prováděny ve čtyřnásobném opakování. Do každé nádoby byly vysazovány rostliny o stejném habitu, a to různý počet, podle kultury. Například v pokusech s pšenicí a ječmenem bylo 18 rostlin v jedné nádobě, v pokusech se lnem 20 rostlin, v pokusech s bramborem dvě rostliny. Abychom mohli sledovat stadijní stáří, které jsme zjišťovali podle vývoje vzrostného vrcholu hlavní lodyhy, byly ještě v každé variantě nádoby s rostlinami, u nichž se výnos již nehodnotil. Udržovali jsme *pH* roztoku tím, že jsme roztok jednou za 6 až 8 dní vyměňovali. Jinak jsme dodržovali obecně platná metodická pravidla pro vodní kultury. Požadavky k určitým prvkům minerální výživy jsme během stadia jarovizace, světelného, třetího a čtvrtého stadia zjišťovali metodikou vyloučení daného prvku z živného roztoku nebo jeho přidání do základního živného roztoku. V tabulce V jsou uvedeny údaje o specifickém vztahu jarní pšenice Diamant v různých vývojových stadiích k dusíku, fosforu a draslíku. Z údajů vyplývá, že tento vztah pšenice k dusíku, fosforu a draslíku je v různých stadiích různý. Požadavek dusíkaté a fosforečné výživy je největší ve světelném stadiu. Přidání dusíku a fosforu během světelného stadia je nejúčinnější. Zvláště silně se to projevuje u fosforu. V pokusech s vyloučením určitých živin z roztoku po dobu určitého stadia se ukázalo, že vyloučení dusíku a také fosforu jen na dobu třetího stadia nebo jen na dobu čtvrtého stadia má jen malý vliv na výnos. Naproti tomu požadavek draselné výživy se projevuje nejen během stadia jarovizace a světelného stadia, ale také během třetího a čtvrtého stadia.

V. Vliv přidání dusíku, fosforu a draslíku do živného roztoku v různých stadiích vývoje na výnos jarní pšenice Diamant

Stadium a zkoušená živina	Sušina jedné rostliny v g			Výnos zrna u jedné rostliny		
	nadzemní částí	kořenů	celkem	u hlavního klasu v g	celkem v g	celkem v %
Kompletní živný roztok po celou vegetaci	7,3	0,74	8,04	1,05	2,67	100
Dusík v 1. stadiu	0,43	0,09	0,52	0,10	0,10	3,7
Dusík v 2. stadiu	0,88	0,14	1,02	0,28	0,28	10,4
Dusík v 3. stadiu	0,25	0,04	0,29	0,08	0,08	3,0
Dusík v 4. stadiu	0,17	0,05	0,22	0,02	0,02	0,7
Dusík při metání a kvetení	0,22	0,05	0,27	0,02	0,02	0,7
Fosfor v 1. stadiu	0,71	0,12	0,83	0,12	0,12	4,5
Fosfor v 2. stadiu	3,20	0,23	3,43	0,51	1,05	39,3
Fosfor v 3. stadiu	0,79	0,08	0,87	0,10	0,22	8,2
Fosfor v 4. stadiu	0,47	0,07	0,54	0,02	0,02	0,7
Fosfor při metání a kvetení	0,48	0,08	0,56	0,00	0,00	0,00
Draslík v 1. stadiu	1,09	0,13	1,22	0,18	0,21	7,8
Draslík v 2. stadiu	3,39	0,33	3,72	0,50	1,00	37,4
Draslík v 3. stadiu	2,24	0,18	2,42	0,42	0,69	25,8
Draslík v 4. stadiu	1,22	0,17	1,41	0,32	0,34	12,7
Draslík při metání a kvetení	0,82	0,11	0,93	0,20	0,23	8,6
Bez dusíku po celou dobu vegetace	0,11	0,01	0,12	0,02	0,02	0,7
Bez fosforu po celou dobu vegetace	0,08	0,04	0,12	0,00	0,00	0,00
Bez draslíku po celou dobu vegetace	0,21	0,03	0,24	0,00	0,00	0,00

Různá fyziologická kvalita rostlin v různých vývojových stádiích byla také dokázána pokusy s příjmem kyseliny fosforečné kořeny jarní pšenice z kompletního živného roztoku. Obsah kyseliny fosforečné v živném roztoku byl stanovován na začátku a na konci každého stadia. Rozdíl v koncentraci výchozího roztoku a roztoku na konci stadia odpovídal množství fosforu, přijatého rostlinou. Kyselinu fosforečnou jsme stanovili podle *Levickeho* (1927). Výsledky pohlcování kyseliny fosforečné jsou vztaženy na jednotku sušiny kořenů, stanovené současně s příjmem fosforu. Protože délka jednotlivých stadií je různá, jsou tyto údaje přepočteny na jeden den. Tímto způsobem lze soudit o aktivitě kořenové soustavy při pohlcování fosforu v různých stádiích vývoje, nezávisle na trvání těchto stadií. Výsledky pokusů jsou znázorněny křivkou (viz obr. 4).

Ve stadiu jarovizace přijímá jarní pšenice fosfor nepatrně. Během světelného stadia křivka příjmu tohoto prvku prudce stoupá a během třetího stadia opět klesá. V průběhu čtvrtého stadia jsme zaznamenali určitý, zcela nepatrný vzestup v pohlcování fosforu. V další etapě ontogeneze, během metání a kvetení, dochází k druhému prudkému vzestupu příjmu fosforu. Křivka ukazuje druhé maximum, které se vyrovná prvnímu. Pak příjem fosforu klesá.

Výsledky stanovení požadavků jarní pšenice k boru, manganu a mědi jsou uvedeny v tabulkách VI, VII a VIII. Jak je z tabulek vidět, nejsou požadavky určitých mikroelementů ve všech stádiích stejné. Na přidání boru reaguje pšenice ve stadiu jarovizace, světelném a třetím stadiu mohutnějším vegetativním růstem,

VI. Požadavek boru v různých stádiích vývoje jarní pšenice Diamant

Období výživy borem	Sušina jedné rostliny			
	nadzemní části v g	kořenů v g	zrna v g	zrna v %
Kompletní roztok po celou vegetaci	1,55	0,29	0,435	100,00
1. stadium	1,47	0,30	0,000	0,00
2. stadium	1,70	0,38	0,019	0,70
3. stadium	1,74	0,30	0,401	92,10
4. stadium	0,85	0,18	0,157	36,00
Bez boru po celou dobu vegetace	0,86	0,24	0,000	0,00

VII. Požadavek mědi v různých stádiích vývoje jarní pšenice Diamant

Období výživy mědi	Sušina jedné rostliny			
	nadzemní části v g	kořenů v g	zrna v g	zrna v %
Kompletní roztok po celou vegetaci	6,2	0,57	0,87	100,00
1. stadium	7,2	0,76	0,62	71,40
2. stadium	10,2	0,82	0,92	105,50
3. stadium	8,4	0,74	0,77	88,10
4. stadium	6,0	0,56	0,47	54,40
Bez mědi po celou dobu vegetace	2,2	0,40	0,00	0,00

VIII. Požadavek manganu v různých stadiích vývoje jarní pšenice Diamant

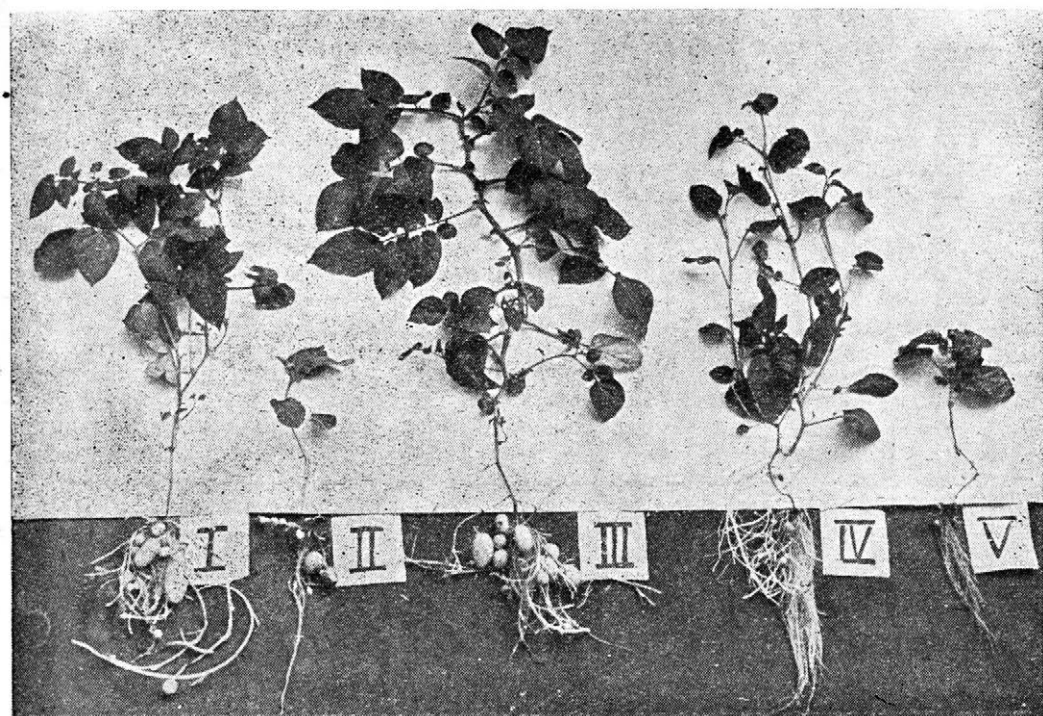
Období výživy manganem	Sušina jedné rostliny			
	nadzemní části v g	kořenů v g	zrna v g	zrna v %
Kompletní roztok po celou vegetaci	9,4	0,64	0,76	100,0
1. stadium	5,6	0,47	0,62	81,3
2. stadium	9,8	0,94	0,72	95,0
3. stadium	8,1	0,71	0,51	67,2
4. stadium	7,9	0,67	0,60	78,9
Bez manganu po celou dobu vegetace	2,7	0,41	0,05	3,0

přidání boru pouze v době čtvrtého stadia není účinné. Přidání boru jen ve stadiu jarovizace nebo jen ve světelném stadiu vede k tomu, že se v klasech nevyvíjejí zrna, stejně jako v případě, kdy rostliny bor vůbec nedostaly. Přidáním boru jen v období třetího stadia dosáhneme výnosu jen nepatrně sníženého proti kontrole, která dostávala bor během celé vegetace. Stadium jarovizace v tomto pokuse trvalo asi 10 dní, světelné stadium 20 dní, třetí stadium asi 8 dní a čtvrté stadium asi 10 dní. Nemohl tedy příznivý vliv boru záviset na době výživy tímto prvkem, nýbrž jen na vývojovém stadiu, ve kterém se rostlině poskytl. Pokusy s vyloučením boru z živného roztoku také ukázaly, že kritickými stadii ve vztahu k boru jsou u pšenice třetí a čtvrté stadium vývoje. Kromě fyziologické nestejnoroosti rostlin během ontogeneze ukazují tyto pokusy příčinu malého účinku hnojení borem u obilovin (K a t a m y l o v, 1948). Zpravidla se půda hnojí před výsevem a rostliny mohou bor využít během prvního a druhého stadia, tj. tehdy, když není tak nezbytný. Ve třetím stadiu, kdy požadavek boru stoupá, je buď již vyplaven z půdy nebo přešel ve formu málo přístupnou pro rostliny. Proto obiloviny se musí hnojit takovými sloučeninami boru, které zůstávají v půdě dlouho ve stavu přístupném pro rostliny a umožnily by využití boru během třetího stadia.

Měď je přijímána rostlinami v raných fázích (B a c h u l i n, 1952, L a š k e v i č, 1952) a požadavek mědi u rostlin je zřejmě splněn v prvních vývojových stadiích, protože diferencované hnojení podle stadií není výhodnější než hnojení při výsevu (L a m b i n, 1949). Naše pokusy ukázaly, že nedostatek mědi v živném roztoku vede k silnému potlačení růstu rostlin a k úplné sterilitě klasu (tabulka VII). Přidání mědi do živného roztoku zvyšuje výnos vegetativní hmoty i zrna. Avšak přidání mědi jen v době druhého stadia zvyšuje výnos více než přítomnost mědi během celé vegetace. Zejména se přitom zvyšuje výnos vegetativní hmoty jak nadzemní části, tak i kořenů.

Podle údajů A b a j e v o v é (1950), Š e s t a k o v a (1940), S m i r n o v o v é (1952) a jiných, rostliny nejvíce vyžadují mangan na začátku vegetace. Autoři však poznamenávají, že rostliny vyžadují tento prvek i v následujících obdobích vývoje.

Naše pokusy, které měly zjistit požadavek manganu u jarní pšenice v různých vývojových stadiích (viz tabulku VIII), ukázaly, že není-li mangan v živném roztoku po celou dobu vegetace, nevytváří se vůbec zrno a silně klesá váha vegetativní hmoty. Přidání manganu do živného roztoku na dobu průběhu kteréhokoli vývojového stadia má příznivý vliv na rostliny, ale zejména se tento vliv projevuje, jestliže byl mangan přítomen během druhého a čtvrtého vývojového stadia. Byl-li

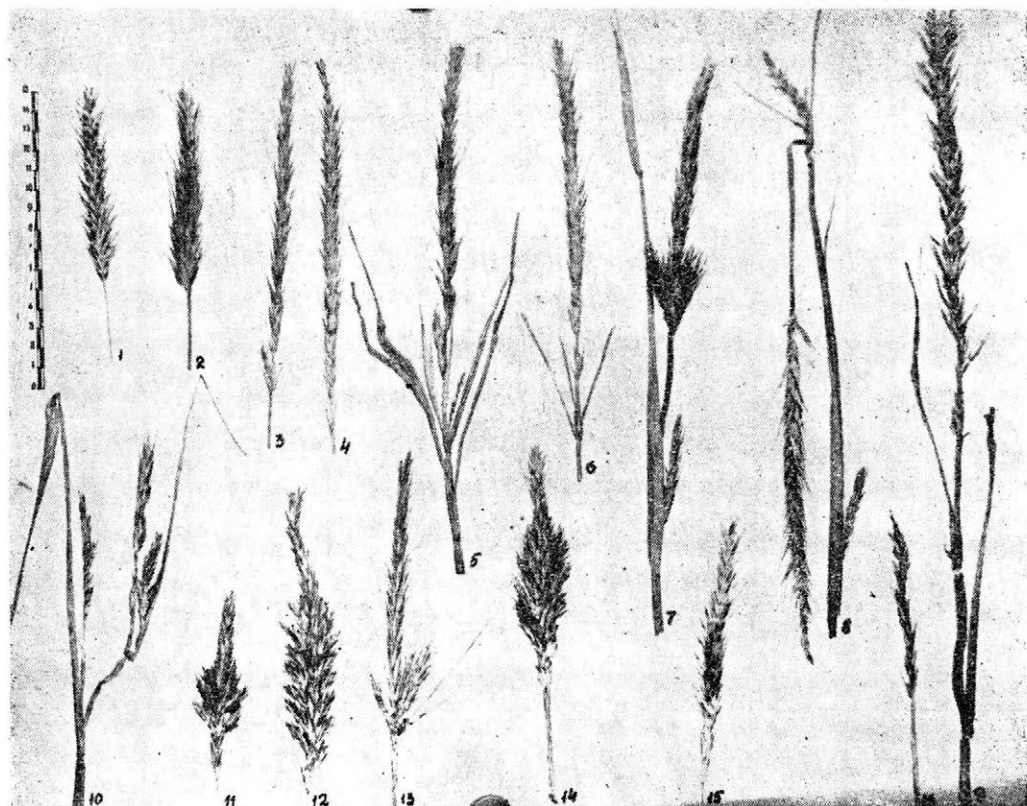


5. Vliv boru na vývoj a utváření hlíz bramboru Kameraz No. 1, pěstovaného ze semen

I — bor během vegetace, II — bor během prvního a druhého stadia, III — bor během třetího stadia, IV — bor v době, kdy kontrolní rostliny procházely 4. stadiem, V — bez boru po celou dobu vegetace

mangan přidán na dobu trvání třetího stadia, byl výnos zrna menší než po přidání na dobu trvání druhého nebo čtvrtého stadia vývoje. Tento výsledek jsme získali ve všech našich tříletých pokusech. Je zřejmé, že náhlé přidání manganu do živného roztoku v době třetího stadia narušuje normální průběh fyziologických procesů, což se nestává po přidání ve čtvrtém stadiu. Zde se zase ukazuje různá fyziologická kvalita rostlin v ontogenezi a oprávněnost vymezení nových vývojových stadií.

Specifičnost požadavku boru ve třetím vývojovém stadiu se projevila rovněž u jiných rostlin. U ječmene a kukuřice nedostatek boru má silnější vliv na vývoj vegetativní hmoty, proto přidání boru do živného roztoku během prvního nebo druhého stadia značně zvyšuje výnos vegetativní hmoty. Avšak ani u těchto rostlin se nevytváří zrno, není-li bor přítomen ve třetím stadiu. Je zajímavé, že ječmen a kukuřice neprocházejí bez boru třetím vývojovým stadiem. Rostliny bohatě odnožují a zůstávají ve světelném stadiu. Jen po přidání boru do živného roztoku může být ontogeneze ukončena. Můžeme tedy třetí stadium zdržet nedostatkem faktorů potřebných pro jeho průběh (stejně jako stadium jarovizace a světelné stadium), a to nedostatkem vhodné teploty a boru. U bramboru pěstovaného ze semen bez boru neprobíhá třetí stadium a nevytvářejí se hlízy. Je-li bor vyloučen z průběhu jarovizace a světelného stadia a je přidán jen v průběhu třetího stadia, vytvářejí se stejné hlízy jako u rostlin, které dostávaly bor po celou dobu vegetace (obr. 5). Nasazování poupat a kvetení se jen nepatrně zpožďuje.



6. Morfologické změny tvaru klasu ozimého žita Vjatka, získané změnou fotoperiodických podmínek ve světelném stadiu

Len, který je obzvláště citlivý na nedostatek boru, vyvíjí se lépe, je-li bor přidán ve třetím stadiu než je-li přidán ve stadiu světelném.

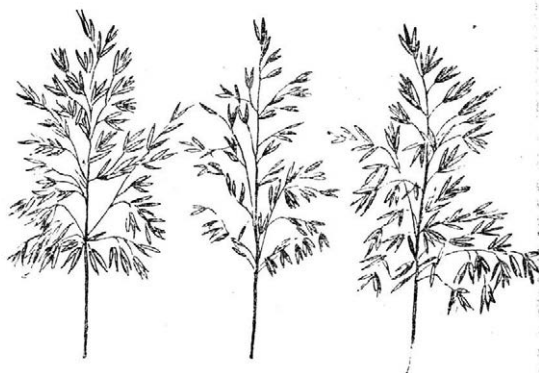
Trvání třetího stadia souvisí s podmínkami pěstování, druhovými a odrůdovými zvláštnostmi rostlin. U sta odrůd ovsa ze světové kolekce Vsesvazového ústavu rostlinné výroby (VIR) trvalo toto stadium od 2 do 12 dní (Baranniková, 1956), u padesáti odrůd pšenice trvalo 8 až 18 dní (Skvortcov, 1956), u žita 12 až 17 dní (Maurina, 1956, u prosa 6 až 10 dní (Žesjuk, 1955), u přadného lnu 11 až 15 dní (Sullerov, 1955) a u bramboru 30 až 35 dní.

Vymezená stadia se dají dobře odlišit biochemicky. Každé vývojové stadium je charakterizováno vlastní úrovní metabolismu (Vitkovská, 1955, 1956a, 1956 b).

Rozdělení ontogeneze na vývojová stadia umožnilo přístup k řešení otázky řízené proměnlivosti rostlin, která byla již prakticky uskutečněna v pracích Mičurinových a Lysenkových.

Změna vnějších podmínek v kterémkoli období vývoje vede k porušení normálního průběhu látkové výměny a následkem toho k vzniku nových znaků. V našich pokusech jsme při zkoumání konce světelného stadia měnili fotoperiodický režim tím, že jsme převáděli rostliny vyvíjející se určitou dobu na dlouhém dni (dlouhodobní rostliny), na krátký dvanáctihodinový den, a rostliny vyvíjející se na krátkém dni (krátkodobní rostliny), na dlouhý den. Tyto změny fotoperiodického

režimu byly provedeny v různých stadiích a v různých časových úsecích těchto stadií. Ukázalo se, že změna fotoperiodických podmínek ve světelném stadiu vede k utváření nejrůznějších odchylek od výchozí formy. Stupnice změn žita je uvedena na obr. 6. Tyto změny se však nedědí. Jsou-li měněny fotoperiodické podmínky v době průběhu třetího stadia, nedochází k takové různorodosti vznikajících forem, avšak získané odchylky se dědí. Během třetího stadia začínají se utvářet pohlavní buňky a zakládají se znaky potomstva, proto asimilace nových podmínek v té době vede k objevení se dědičně zakotvených nových znaků, vznikajících v úzkém rozmezí činitelů, působících změnu, a zachovávajících se v širokém rozmezí těchto činitelů. Byl-li například pluchatý oves *Zolotoj dožd' (Avena sativa)* převeden z dlouhého dne na krátký den (12 hodin) v době, kdy začalo probíhat třetí stadium, vznikají rostliny s novým znakem — nahým zrnem, charakteristickým pro *Avena nuda*, avšak se silnou latou, charakteristickou pro oves *Zolotoj dožd'* (obr. 7). Tuto změnu jsme získali mnohokrát. Znak nahozrnnosti může se objevit v jednom klásku, v několika kláscích nebo v celé latě a dobře se udržuje u potomstva. Získali jsme již osm generací. Stejným způsobem

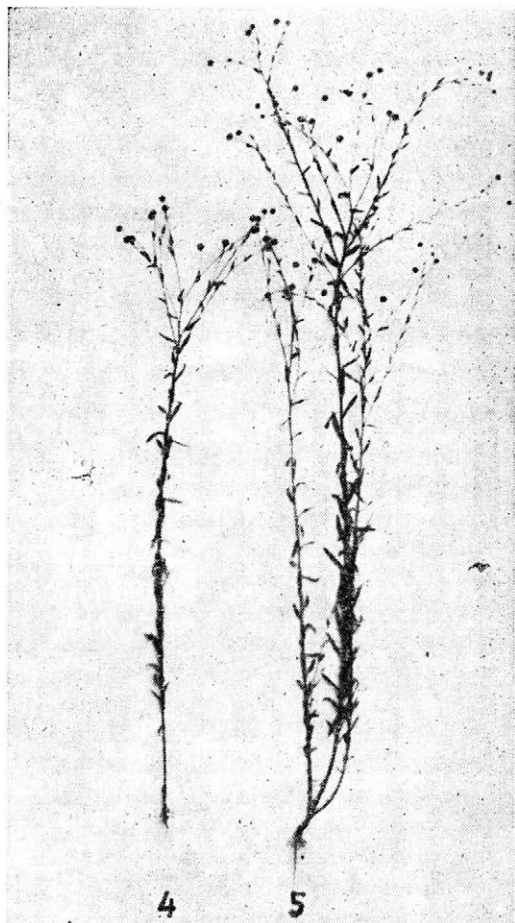
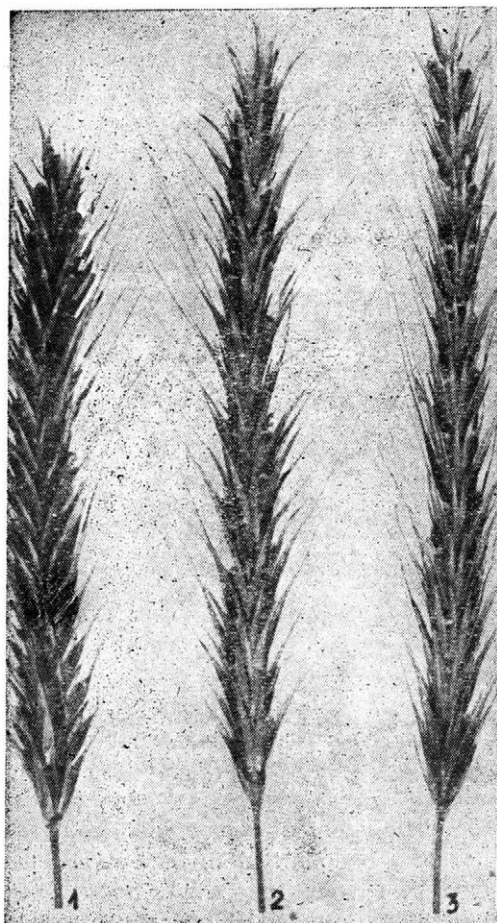


7. Ovesné laty: uprostřed lata ovsa *Zolotoj dožd'*, vpravo a vlevo laty nahozrnného ovsa, získaného z pluchatého ovsa *Zolotoj dožd'*

jme z ozimého žita Vjatka získali v letech 1953 a 1954 nízkou nepoléhavou formu, silnou slámou a zrnem, které se svým tvarem podobalo pšeničnému. Dědění těchto znaků jsme sledovali zatím do třetí generace. Kromě toho u žita byla získána forma s prodlouženým klasem (obr. 8). Sledovali jsme dědění tohoto znaku do druhé generace. Z tulunského prosa № 39/9, které má tmavá semena, jsme získali formu se světležlutými semeny. Dědění sledováno do čtvrté generace. U přadného lnu byla získána forma s lodyhou, rozvětřující se od země (obr. 9). Dědění tohoto znaku jsme sledovali do druhé generace. Sizov (1950) získal stejnou změnu při křížení přadného lnu Poběditeľ s maloasijským rozvětveným lnem K-2776. Mohou se tedy vytvářet při křížení stejné podmínky pro vývoj daného znaku jako při změně fotoperiodických podmínek ve třetím stadiu.

Při stejném zásahu (změna fotoperiodického režimu ve třetím vývojovém stadiu) vznikají různé změny: u ovsa například se mění pluchatost, u prosa barva zrna, u žita tvar zrna a stébla atd. Vznikající změny nejsou tedy stejného typu. Je zřejmé, že týž zásah může se různě obrazit v metabolismu rostlin. Většinou nevíme, jaké znaky se budou měnit při určité změně vnějších podmínek. K poznání této souvislosti může přispět znalost historických podmínek, v nichž se rostliny vytvářely.

Vycházeli jsme z předpokladu, že značná teplotnost okurky (minimální teplota $+14^{\circ}\text{C}$) je podmíněna původem této rostliny z vlhkého teplého podnebí džungle, chudého na ultrafialové paprsky. Proto jsme se snažili zvýšit její chladuvzdornost tím, že jsme měnili kvalitu světla ve třetím stadiu obohacením o ultrafialové paprsky. Od čtvrtého dne po začátku třetího stadia až do konce tohoto stadia byly rostliny denně ozařovány horským sluncem po dobu 15 minut. Rostliny jednotlivých variant byly umístěny ve vzdálenosti 100 cm, 120 cm, 140 cm



8. Ozimé žito Vjatka: 1 — kontrola, 2 a 3 — změněné klasy v F_1 a F_2

9. Len přádný z Maďarska. Vlevo výchozí forma, vpravo rozvětvená forma F_2

atd. od zdroje UV záření. Pokusy byly prováděny ve voliére. Na podzim, když došlo k přirozenému snížení teploty (sledováno pomocí thermografu), projevila se různá chladuvzdornost rostlin z různých pokusných variant. Kontrolní rostliny žloutly a hynuly při snížení teploty na $+12$ až 13°C . Pokusné rostliny, které byly ozařovány ze vzdálenosti jednoho metru, zůstávaly zelenými i při $+5^{\circ}\text{C}$. Pokus ještě není ukončen a nevíme, zda se získaná chladuvzdornost uchová u potomstva. Je zajímavé, že potomstvo rostlin, které přežily teploty $+5^{\circ}\text{C}$ a které byly na jaře 1958 vysety do vegetačních nádob a spolu s výchozím materiálem přeneseny ve fázi dvou listů do voliéry, kde teplota po čtyři dny klesla na $1,5$ až 2°C , nebylo nikterak poškozeno, zatímco kontrolní rostliny tímto poklesem silně utrpěly.

Uvedené výsledky a údaje o změnách morfologických znaků dovolují rozvíjet práci na řízené proměnlivosti fyziologických znaků rostlin. Příčinou změny dědičnosti je změna typu asimilace, typu látkové výměny (Lysenko, 1952). V roce 1955 jsme začali se sledováním vlivu změny fotoperiodických podmínek v různých vývojových stádiích na metabolismus jarní pšenice. Ukázalo se, že převedení rostlin z dlouhého dne na krátký po začátku průběhu třetího stadia

IX. Obsah škrobu v listech pšenice Diamant (podle Altuchovové 1958)

Datum	Varianta	Stadijní stav	Obsah škrobu v % sušiny
25. VI.	kontrola krátký den od vzcházení 5 krátkých dnů ve 2. stadiu	3. stadium	1,69
		světelné stadium	1,16
		3. stadium	0,60
28. VI.	kontrola krátký den od vzcházení 5 krátkých dnů ve 3. stadiu	konec 3. stadia	1,53
		světelné stadium	1,56
		konec 3. stadia	0,63
6. VII.	kontrola krátký den od vzcházení 5 krátkých dnů ve 4. stadiu	4. stadium	1,18
		světelné stadium	1,98
		4. stadium	1,53
17. VII.	kontrola krátký den od vzcházení 5 krátkých dnů v období květu	kvetení	0,47
		světelné stadium	1,43
		kvetení	0,58

více mění amylolytickou schopnost listů než převedení v jiných vývojových stadiích (tabulka IX). Analogické údaje byly získány při sledování bílkovin (Altuchovová, 1956).

Lze tedy změnou podmínek ve třetím stadiu vývoje změnit metabolismus, čímž je určováno utváření nové dědičnosti. Ukazuje to lákavou perspektivu nové metody šlechtění rostlin s hospodářsky důležitými znaky.

Souhrn

1. Po ukončení světelného stadia byla vymezena v ontogenezi zemědělských rostlin další dvě stadia: třetí a čtvrté stadium.

2. Tato vývojová stadia, stejně jako stadium jarovizace a světelné stadium, mají své specifické požadavky k podmínkám vnějšího prostředí. Nejsou-li tyto požadavky uspokojeny, je vyloučeno normální ukončení ontogeneze. Po dobu průběhu třetího stadia mají rostliny (oves, pšenice, žito, rajčata, okurky) větší požadavky na vyšší teplotu než po dobu světelného stadia. U okurky při průměrné denní teplotě 12° C světelné stadium bylo ukončeno během 10 dnů, avšak třetí stadium v těchto podmínkách se protáhlo na 40 i více dní, zatímco při teplotě asi 18 až 20° C třetí stadium je ukončeno za 10 až 12 dní. Fyziologickou nulou pro průběh třetího stadia u ovsa Daun je teplota 11° C a pouze teplota nad 11° C je u něho účinná pro průběh třetího stadia vývojového. Délka třetího stadia je dána počtem dní s účinnou teplotou. Ve třetím stadiu jsou rostliny kukuřice obzvláště citlivé na nedostatek boru. Ječmen za nepřítomnosti boru nemůže toto stadium ukončit a nemetá, jen odnožuje. Přidání boru do živného roztoku má za následek ukončení ontogeneze. Během čtvrtého stadia jsou rostliny citlivé na sníženou inten-

zitu světla; míra citlivosti závisí na původu rostlin. V tomto stadiu mají rostliny zvýšené požadavky na vlhkost půdy a draselnou výživu. Každé stadium vývoje je charakterizováno určitou hladinou metabolismu. Metabolismus rostlin stejně starých, avšak stadijně různých, je různý. Při zadržení vývoje hladina metabolismu zůstává taková, jaká je vlastním rostlinám v daném vývojovém stadiu, nehledě na změnu kalendářního stáří rostlin.

3. Ve třetím stadiu začínají se utvářet pohlavní buňky a zakládají se znaky potomstva, proto změna vnějších podmínek v tomto stadiu vede ke změně dědičnosti.

4. Pluchatý oves Zolotoj dožd (*Avena sativa*), který vstoupil do třetího stadia na dlouhém dni a byl pak převeden na krátký dvanáctihodinový den, poskytl rostliny s nahým zrnem, charakteristickým po *Avena nuda*, zachoval si však silnou latu, charakteristickou pro oves Zolotoj dožd. Znak nahozrnosti je pevně zakotven u potomstva (osm generací).

5. Z ozimého žita Vjatka byla tímto způsobem získána nízká nepoléhavá forma se silným stéblem a zrnem, připomínajícím pšeničné zrno. Dědění tohoto znaku bylo zatím sledováno do třetí generace.

6. U tulunského prosa № 39/9 s tmavými semeny byla získána forma se světležlutými semeny. Dědění tohoto znaku bylo zatím sledováno do čtvrté generace.

7. U přadného lnu byla získána forma, rozvětvlující se od země. Dědění tohoto znaku bylo sledováno do druhé generace.

8. Změnou kvality světla ve třetím stadiu, jeho obohacením o ultrafialové paprsky, podařilo se zvýšit chladuvzdornost okurky.

9. Při převedení rostlin z jedné fotoperiody do jiné mění se metabolismus zvláště silně, byl-li tento přechod uskutečněn ve třetím stadiu. Tím je jistě také dána změna dědičnosti. Zřejmě bylo nalezeno stadium vývoje (třetí), kdy v důsledku změny metabolismu změna vnějších podmínek silně ovlivňuje dědičnost.

Literatura

1. Abajevová S. S.: K voprosu o sposobach i srokach vvedenija bora i marganca v chlopečatnik. Tr. Uzbekskogo Gos. Universiteta, N. s 43, 1950. — 2. Altuchovová L. A.: Vlijanije izmenenija fotoperioda v raznyje stadii razvitija na amilolitičeskuju aktivnost v listjach pšenicy. Zapiski Leningradskogo s.-ch. instituta 13, 1958. — 3. Altuchovová L. A.: K voprosu napravlenogo izmenenija obmena veščestv u jarovoj pšenicy. Zapiski Leningradskogo s.-ch. instituta 2, 1956. — 4. Bachulin I. D.: Primenenije meďi v kačestve udobrenij na torfjanyh počvach. Mikroelementy v žizni rastenij i životnyh. 1952. — 5. Barannikovová Z. D.: Uslovija prochožděnija trefnej stadii razvitija. Zapiski Leningradskogo s.-ch. instituta 2, 1956. — 6. Čajlachjan M. Ch. i Bavrinová T. V.: Vlijanije dliny dňa na soďeržanije pigmentov v listjach rastenij. Fiziologija rastenij 4, 1957. — 7. Gžesiuk S.: Značenie intensivnosti světa v razvitii prosa. Autoreferát, Leningradskij s.-ch. institut, 1954. — 8. Godněv T. N. i Terentěvová V. M.: O količestvennom opredelenii chlorofilla i někotoryh karotinoidov. Tr. Instituta fiziologii rastenij im. K. A. Timirjazeva AN SSSR, 1950. — 9. Jermakov A. I., Arasimovič M. I., Smirnovová-Ikonnikovová M. I. i Murri I. K.: Metody biochimi-

českově issledovanija rastěnij. Seľchozgiz, 1952. — 10. Katalymov M. V.: Značenie bora v zemledělii SSSR, 1948. — 11. Lambin E. Z.: Vlijanie mēdi, cinka i stroncija na rost, urožaj i sostav jarovoj pšenicy. Tr. Omskovo s.-ch. instituta 21, 1949. — 12. Laškevič G. I.: Primenēnija mēdi i borsoderžaščich udobrenij pod s.-ch. kultury na torfjanyh počvach. Mikroelementy v žizn irastěnij i životnyh. 1952. — 13. Levickij A. J.: Količestvenno točnyj kolorimetričeskij metod opredělenija fosfornoj kisloty. Naučno-agronomičeskij žurnal II., 1927. — 14. Lukjanov G. D.: Dinamika formirovanija kolosa jarovoj pšenicy *Melanopus* 69 v svjazi s prochoždēnieniem stadij razvitija i miněralnym udobrenijem. DAN SSSR 29 (4), 1940. — 15. Lysenko T. D.: Vlijanie těrmičeskogo faktora na prodolžitělnost faz razvitija rastěnij. Tr. Azerbajdzanskoj centralnoj opytnoj selekcionnoj stancii v Gandže 3, 1927. — 16. Lysenko T. D.: Agrobiologija. Seľchozgiz 1952. — 17. Mauriņa Ch. A.: Značenie intensivnosti světa v razvitii ozimoj rži. Avtoreferat, Leningradskij s.-ch. institut. 1954. — 18. Novikov V. A.: Někotoryje osobennosti stadijnogo razvitija rastěnij i obrazovanija novykh form u chlebných zlakov. Agrobijologija 4, 1953. — 19. Novikov V. A.: Povyšenie ustojčivosti rastěnij k snižennoj intensivnosti světa v kritičeskij period. Zapiski Leningradskogo s.-ch. instituta 9, 1955. — 20. Novikov V. A.: Tretja u četvortaja stadii razvitija. Zapiski Leningradskovo s.-ch. instituta 2, 1956. — 21. Olejnikovová T. V.: Formirovanie generativnyh organov v svjazi so stadijnym razvitijem rastěnij. Doklady vsesojuznogo soveščanija po fiziologii rastěnij 1, 1946. — 22. Sapegin A. A.: Chod razvitija kolosa pšenicy. Dan SSSR 18, 1938. — 23. Sizov I. A.: Polučenie vysokoproduktivnyh form lna-dolgunca. Agrobijologija 3, 1950. — 24. Skvortcov S. S.: Opyt opredělenija dlitelnosti tretjei stadii razvitija jarovyh pšenice. Zapiski Leningradskogo s.-ch. instituta 2, 1956. — 25. Smirnovová A. D.: Vlijanie bora i marganca na urožaj podsolněčnika. Mikroelementy v žizni rastěnij i životnyh. 1952. — 26. Sullerov A. I.: Vlijanie intensivnosti světa na razvitije lna-dolgunca. Avtoreferat, Leningradskij s.-ch. institut. 1955. — 27. Šestakov A. G.: Vlijanie bora, marganca, ftora i alluminija na rost gorocha i drugih kultur. Tr. Moskovskoj s.-ch. akademii im. K. A. Timirjazeva, Agrochimija 5 (1), 1940. — 28. Vitkovská V. V.: Dinamika uglevodov v ontogeneze jarovoj pšenicy. Zapiski Leningradskovo s.-ch. instituta 9, 1955. — 29. Vitkovská V. V.: Soděržanije plastidnyh pigmentov v zavisimosti od stadijnogo razvitija rastěnij. Zapiski Leningradskogo s.-ch. instituta 2, 1956 a. — 30. Vitkovská V. V.: Vlijanie stadijnogo sostojanija pšenicy na soděržanije uglevodov v listjach. Zapiski Leningradskogo s.-ch. instituta 2, 1956 b. — 31. Zabłuda V. G.: Zasuchoustojčivosť chlebných zlakov v raznyje fazy ich razvitija. Sverdlovsk. 1948. — 32. Zajcevoá A. A.: O zavisimosti meždú nakoplenijem chlorofilla i razvitijem rastěnij. DAN SSSR 27, 1940.

Получение новых признаков у растений при изменении фотопериодических условий в третьей стадии развития

1. После завершения световой стадии развития в онтогенезе сельскохозяйственных растений выявлены две новые стадии — третья и четвертая.

2. Эти стадии развития также, как и первые две — яровизация и световая — характеризуются специфическими требованиями к условиям внешней среды, не-

удовлетворение которых исключает нормальное завершение онтогенеза. Во время третьей стадии развития растения (овес, просо, рожь, томаты, огурцы) более требовательны к повышенной температуре, чем во время световой стадии. У огурца световая стадия при среднесуточной температуре 12° Ц закончилась за 10 дней, а третья в этих условиях затянулась до 40 и больше дней. При температуре порядка 18—20° Ц третья стадия завершается за 10—12 дней. Физиологическим нулем для прохождения третьей стадии у овса сорт Даун является 11° Ц, и только температура выше 11° Ц представляет активную температуру для прохождения этой стадии развития. Длина третьей стадии определяется числом дней с активными температурами. В третью стадию растения более требовательны к бору. В отсутствие бора растения ячменя, кукурузы, не могут завершить этой стадии, выколашивания не происходит, и растения только кустятся; лишь введение в питательный раствор бора приводит к завершению онтогенеза.

Во время четвертой стадии растения чувствительны к пониженной интенсивности света; степень чувствительности связана с условиями их происхождения. В эту стадию растения предъявляют повышенные требования к влажности почвы и калийному питанию.

Каждая стадия развития характеризуется своим уровнем обмена веществ. Обмен веществ растений одинакового возраста, но различного стадийного состояния, разный, и при задержке развития на световой стадии уровень обмена остается таким, который характерен для растений данной стадии развития, несмотря на изменение их календарного возраста.

3. В третью стадию начинают формироваться половые клетки и закладываются свойства потомства, поэтому изменение внешних условий в эту стадию приводит к изменению наследственности.

4. Пленчатый овес — Золотой дождь (*Avena sativa*), начавший проходить третью стадию на длинном дне и переведенный на короткий (12 час), дал растения с новым признаком — голым зерном, характерным для *Avena nuda*, но сохранил мощную метелку, свойственную овсу — Золотой дождь. Признак голозерности стойко сохраняется в потомстве (имеется восьмое семенное поколение).

5. Из озимой ржи сорта Вятка таким путем была получена форма низкорослая, неполегающая, с толстой соломиной и пшеницеобразным зерном. Наследование приобретенных признаков прослежено в 3-м поколении.

6. Из темносемянного тулинского проса № 39/9 получена форма с светло-желтыми семенами: наследование этого признака прослежено в 4-м поколении.

7. У льна-долгунца получена многостебельная форма с ветвящимся от основания стеблем; наследование этого признака прослежено во 2-м поколении.

8. Изменением качества света в третью стадию, путем обогащения коротковолновой радиацией, удалось повысить холодостойкость огуречного растения.

9. При переводе растений с одного фотопериода на другой изменяется обмен веществ и особенно сильно, если этот перевод произведен во время третьей стадии, что, видимо, и определяет изменение наследственности. Следовательно, обнаружена стадия развития (третья), когда изменение внешних условий, изменяя обмен веществ, заметно сказывается на формировании наследственности.

Neue Kennzeichen bei Pflanzen infolge von Veränderung photoperiodischer Bedingungen im Laufe des dritten Entwicklungsstadiums

1. Nach Beendung des Lichtstadiums wurden bei der Ontogenese landwirtschaftlicher Pflanzen weitere zwei Stadien festgelegt: das dritte und vierte Stadium.

2. Diese Entwicklungsstadien, ähnlich wie das Jarowisationsstadium und Lichtstadium haben spezifische Forderungen auf die Bedingungen der Umwelt. Werden diese Forderungen nicht erfüllt, ist eine normale Beendung der Ontogenese ausgeschlossen. Im Verlauf des dritten Stadiums stellen Pflanzen (Hafer, Hirse, Roggen, Paradiesäpfel, Gurken) größere Ansprüche auf höhere Temperatur, als es zur Zeit des Lichtstadiums der Fall war. Bei Gurken bei einer durchschnittlichen Tagestemperatur von 12°C war das Lichtstadium im Laufe von 10 Tagen beendet, das dritte Stadium verlängerte sich jedoch unter diesen Bedingungen auf 40 und mehr Tage, wogegen bei einer Temperatur von cca. 18 bis 20°C das dritte Stadium in 10 bis 12 Tagen beendet ist. Für den Verlauf des dritten Stadiums der Hafersorte Dawn gilt als physiologischer Nullgrad die Temperatur von 11°C und nur die Temperatur von über 11°C ist für diese Hafersorte für den Verlauf des dritten Entwicklungsstadiums wirksam. Die Länge des dritten Stadiums ist durch die Anzahl der Tage mit wirksamer Temperatur gegeben. Die Maispflanzen sind im dritten Stadium für den Bormangel besonders empfindlich. Die Gerste kann bei Bormangel dieses Stadium nicht beenden und schoßt nicht, sondern es erfolgt nur die Bestockung. Eine Beigabe von Bor in die Nährlösung verursacht die Beendung der Ontogenese. Im Laufe des vierten Stadiums sind Pflanzen für eine Herabsetzung der Lichtintensität empfindlich. Der Empfindlichkeitsgrad hängt vom Ursprung der Pflanzen ab. Im diesem Stadium sind die Forderungen der Pflanzen auf die Bodenfeuchtigkeit und Kaliernährung erhöht. Jedes Entwicklungsstadium ist durch ein bestimmtes Niveau des Metabolismus gekennzeichnet. Der Metabolismus gleich alter, aber stadialverschiedener Pflanzen ist unterschiedlich. Bei einer Entwicklungseinstellung bleibt das Metabolismus-Niveau ein solches, das im gegebenen Entwicklungsstadium für die Pflanzen bezeichnend ist, ohne Rücksicht auf die kalendermäßige Altersveränderung der Pflanzen. Im dritten Stadium entstehen die Geschlechtszellen und werden Merkmale der Nachkommenschaft gegründet; deswegen führt eine Änderung äußerer Bedingungen in diesem Stadium zu einer Vererbungsänderung.

4. Spelziger Hafer Zolotoj dožd (Goldregen - *Avena sativa*), welcher das dritte Stadium bei langem Tag begonnen hat und dann auf kurzen zwölfstündigen Tag überführt wurde, ergab Pflanzen mit nacktem Korn, welches für *Avena nuda* bezeichnend ist, behielt jedoch eine starke, für den Goldregen charakteristische Rispe. Das Merkmal des nackten Kornes ist bei der Nachkommenschaft (8 Generationen) fest verankert.

5. Bei dem Winterroggen Vjatka konnte man auf diese Weise eine niedrige standfeste Form mit starkem Halm und weizenähnlichem Korn gewinnen. Die Vererbung dieses Merkmals wurde vorläufig bis zur dritten Generation beobachtet.

6. Bei Tuluner Hirse Nr. 39/9 mit dunklem Korn gewann man eine hellgelbe Kornfarbe. Die Vererbung dieses Merkmals wurde vorläufig bis zur vierten Generation beobachtet.

7. Beim Faserlein wurde eine sich von der Erde an verzweigende Form gezüchtet. Die Vererbung dieses Merkmals konnte bis zur zweiten Generation verfolgt werden.

8. Durch Veränderung der Lichtqualität im dritten Stadium, u. zw. durch Anreicherung mit ultravioletten Strahlen, gelang es bei Gurken die Widerstandsfähigkeit gegen Kälte zu erhöhen.

9. Bei Überführen der Pflanzen aus einer Photoperiode in eine andere verändert sich der Metabolismus besonders stark im Falle, wenn dieser Übergang im dritten Stadium durchgeführt wurde. Dadurch ist auch bestimmt die Vererbungsänderung gegeben. Man hat offenbar ein Entwicklungsstadium (das dritte) gefunden, wo infolge der Metabolismusveränderung die Veränderung äußerer Bedingungen die Vererbung stark beeinträchtigt.

Zhodnocení československých odrůd cibule na podkladě chemických rozborů

Оценка чехословацких сортов лука на основании химических анализов

Bewertung tschechoslowakischer Zwiebelarten auf der Grundlage chemischer Analysen

Evaluation of Czechoslovak Onion Varieties on the Basis of Chemical Analyses

Inž. Vladimír PRŮŠA, inž. Jaroslav PRUGAR, Jan JIRÁNEK a inž. Josef OMASTA
Výzkumný ústav rostlinné výroby ČSAZV v Ruzyni u Prahy
a Výzkumná a šlechtitelská stanice v Litolí u Lysé n. L.

Došlo dne 24. III. 1958

Úvod

Cibule kuchyňská (*Allium cepa* L.) patří k důležitým užitkovým rostlinám a pro svůj hospodářský význam je z nejrozšířenějších zeleninových druhů ve světě. Použití nachází především v kulinární úpravě masových a zeleninových pokrmů jako velmi důležité a biologicky hodnotné koření, které zvýrazňuje chuť většiny jídel světového sortimentu. Například o české kuchyni je možno říci, že příprava valné většiny masových a zeleninových pokrmů je bez cibule vůbec nemyslitelná. Kromě toho je cibule zpracovávána i průmyslově v odvětví konzervářském na výrobu sušeného prášku a dále v široké míře též jako přísada do masových, rybích a zeleninových výrobků.

Cibule obsahuje značné množství anorganických minerálních solí, vitaminů skupiny B a C, v menší míře i A, a látek dusíkatých, hlavně však cukry a složky siličnaté, jejichž obsah a vzájemný poměr určuje v podstatě chuťové vlastnosti cibule.

Zvláště siličnaté látky, charakteristické obsahem síry, mají svým ostrým aromatem rozhodující význam pro vůni cibule. Je to směs éterických olejů, destilujících s vodní párou, nikoliv tedy chemické individuum. Odtud také rozmanitost v jejich označování. Jsou nazývány podle převažujících složek diallylsulfid, isothiokyanatan allylnatý, síroallyl, též česnekový olej (není zcela správné, neboť v česnekové silici převládá allylsulfid) a jinak. V této práci se přidržíme názvu, kterého užívají v novějších pracích někteří naši autoři (Berka a Zýka 1955).

Obsah cukrů, zejména sacharózy, má velký význam pro uchovatelnost cibule při zimním skladování. Závislost je přímá, neboť vyšší obsah cukrů znamená zvý-

šení skladovatelnosti. Opačný vliv na skladovatelnost se předpokládá u obsahu dusíku. Stoupne-li obsah dusíku nad určitou mez, jsou cibule špatně uchovatelné pro předčasné vybíhání do natě.

Stejně jako u jiných rostlin, je chemické složení cibule dáno odrůdou, klimatickými a půdními podmínkami stanoviště, což úzce souvisí také s výživou rostliny, tedy hnojením. Právě obsah důležitých organických sulfidů, které jsou z hlediska kořenitosti cibule tak důležité, kolísá značně vlivem obsahu síry v půdě. V tomto směru by byl zajisté velmi zajímavý průzkum vlivu minerálního hnojení s obsahem síry na obsah těchto účinných látek.

Cílem naší práce bylo přispět k celkové kvalitativní charakteristice sledovaných odrůd cibule našeho sortimentu jejich vzájemným srovnáváním po stránce chemického složení. Vzhledem ke stále více zdůrazňované otázce jakosti a užitkové hodnoty zemědělských produktů je naše sdělení účelné a aktuální.

Materiál a použité metodiky

V naší experimentální práci jsme analyzovali jednak cibulové vzorky všech čtyř u nás šlechtěných odrůd, jež byly v pěstitelském období 1956—1957 v Československu povoleny a rajónovány; jsou to Kaštická, Moravanka, Obrovská žlutá a Všetatská. Stejným rozborům jsme podrobili i vzorky cibulové odrůdy Vinická, pocházející z novošlechtění a odrůdy Karkulka, která byla restringována v roce 1956 a tedy vyloučena z československého sortimentu. Její osivo může být naposledy uznáváno ve sklizňovém roce 1958. Konečně jsme ještě — spíše jen informativně — analyzovali cibule jedné v Polsku v nedávné době původně vyšlechtěné odrůdy Wolska. Údaje získané při analýzách této odrůdy, jež vlastně reprezentuje celý polský cibulový sortiment, sice v tabulkách (I., II.) pro zajímavost též uvádíme, ale neporovnáváme je s údaji, zjištěnými u našich cibulových odrůd, poněvadž polská odrůda byla jednak propěstována ve značně odlišných kultivačních podmínkách, jež jsou v Polsku, a nepochybně i s přihlédnutím ke specifickým požadavkům polského spotřebitele, který možná vyžaduje u cibule ostřejší chuť než český, jakož i proto, že jsme stejnému zkoumání nemohli podrobit také jiné zahraniční odrůdy, vypěstované v našich poměrech.

Zaměřili jsme se na stanovení nejdůležitějších složek v chemismu rezervních orgánů cibulových rostlin (cibulí) u zmíněných sedmi odrůd. U odrůdy Všetatské, jež vyžaduje při normální správě kultivaci tříletý vývojový cyklus přes „sazečku“, jsme analyzovali dvojí materiál: cibule vypěstované ze sazeček, tedy postupem, který u této odrůdy poskytuje optimální výsledky, a dále cibule, jež byly souběžně vypěstovány z pokusně vyšetěho semene tak zvaným „sečkovým“ způsobem, obvyklým při kultivaci ostatních našich odrůd. Sečkově vypěstovaný materiál cibule Všetatské jsme přibrali proto, že k sečkové kultivaci této odrůdy naše pěstitelská praxe za určitých okolností též někdy sahá, i když to bývá jen z nouze (nedostatek sazečky) a výlučně ke konzumním účelům.

Veškerý materiál byl vypěstován v roce 1956 na lehké, hlinitopísčité půdě, v typické české cibulářské oblasti, na pozemcích Výzkumné a šlechtitelské stanice v Litoli u Lysé nad Labem. Rostliny, z nichž zkoumané cibule pocházely, se vyvíjely na téměř poli za úplně stejných kultivačních podmínek. Pokud se týká zásobení živinami v půdě, která byla ve „třetí síle“ (třetí rok po hnojení chlévskou mrvou), byly do ní zapraveny tyto dávky strojených hnojiv na hektar: 3 q síranu

amonného, 4 g čtyřicetiprocentní draselné soli a 5 g superfosfátu; na list byl pak ještě rozhozen 1 g vápenatého ledku.

V porostu byly v průběhu celé vegetace konány včasné a přísné negativní výběry všech chorých nebo z jakýchkoliv chorob podezřelých rostlin. Po sklizni, která proběhla za optimálních podmínek, byly cibule uchovávány v konzumní úpravě na lískách ve skladištních prostorech Výzkumné a šlechtitelské stanice v Litoli až do konce února 1957, kdy jsme vybrané vzorky přepravili do Ruzyně, kde byly ihned a v minimálním časovém rozpětí analyzovány. Během skladování se pečovalo o to, aby teplota neklesla pod bod mrazu.

U jednotlivých rozborů jsme vycházeli z větších průměrných vzorků, z nichž jsme vždy odebírali k trojímu samostatnému stanovení po pěti namátkově zvolených cibulích k získání nezbytného počtu opakování; v případě větších odchylek mezi jednotlivými stanoveními v rámci tří opakování byl jejich počet podle potřeby zvětšen. V tabulkách vynesené veličiny představují aritmetické průměry hodnot, získaných u jednotlivých opakování.

Vyšetřované cibule jsme před každou analýzou vždy očistili, zbavili povrchových suchých slupek, rychle rozkrájeli na drobné kousky a dokonale zhomogenizovali (buď v elektrickém přístroji „Cyklon“ anebo v porcelánových třecích miskách); při získávání šťáv pro stanovení cukerných složek byly příslušné homogenáty lisovány přes plachetku ze silonového úpletu a vyčištěny centrifugací.

Při vyšetřování chemismu cibulí odrůdového sortimentu jsme se zaměřili na stanovení těchto komponent: sušiny, popelovin, cukrů veškerých a jejich složek redukujících přímo a až po inverzi, dusíku veškerého a dusíku přítomného v bílkovinných látkách srážejících se taninem (důležitá dusíkatá frakce z hlediska fyziologie rostliny) a siličnatých látek.

K metodikám, podle kterých byly jednotlivé analýzy konány, je třeba poznamenat toto: sušina a popeloviny byly stanoveny v biochemické analýze běžnými postupy, cukerné složky metodou Bertrandovou, dusík veškerý podle Kjehldala (semimikrometodou s destilací na Parnas-Wagnerově aparatuře), dusíkatá frakce „čistých bílkovin“ vysrážitelná taninem metodou Mothesse a Engela (Schmitt, Ott, Schuphan 1953) a konečně éterické oleje poněkud modifikovanými postupy podle Gadamera a Schuphana (Schmitt, Ott, Schuphan 1953) a Berký a Zýky (1955).

Chemické analýzy jsme doplnili ještě údaji. pocházejícími z jednoletého informačního pokusu (z roku 1952—1953) k vyšetření skladovatelnosti cibulí československého sortimentu. V tomto starším pokusu byly sledovány cibule, uložené v konzumní úpravě na lískách v místnosti, používané k nakličování brambor od 15. IX. 1952 do 23. III. 1953. Teplota během pokusu kolísala nepatrně kolem průměrné hodnoty $+3^{\circ}\text{C}$. Veškerý skladovaný cibulový materiál byl odebrán z prvního opakování staničního pokusu z roku 1952 v Litoli, kde byl vypěstován za stejných podmínek. Za odpad byly pokládány veškeré cibule, jež bylo nutno vyřadit buď pro předčasné vybíhání nebo hnití v důsledku bakteriálních nebo houbových infekcí.

Rozbor výsledků a diskuse

Dosažené výsledky, jež jsou vynesené v tabulkách I a II, posuzujeme ze dvou hledisek, a to po stránce vztahu jednotlivých komponent ve zkoumaných odrůdách k jejich skladovatelnosti a kromě toho k jejich chuťovým vlastnostem. Nutriční

Výsledky chemických analýz a skladovacího pokusu

I. Obsah některých složek v cibulích sledovaných odrůd

Odrůda	Voda %	Popeloviny		Veškerý dusík		Dusík bílkovin vysražitelných taninem	
		v čerstvé hmotě	v sušině	v čerstvé hmotě mg	v sušině	v čerstvé hmotě mg	v sušině
		%					
Karkulka	88,11	0,621	5,220	299,3	2,517	98,2	0,826
Kaštická	87,85	0,632	5,202	276,5	2,276	117,9	0,970
Moravanka	85,58	0,784	5,437	291,5	2,018	155,2	1,076
Obrovská žlutá	87,34	0,622	4,913	274,8	2,171	130,1	1,027
Vinická nšl.	88,60	0,620	5,438	203,9	1,788	63,4	0,556
Všetatská ze semene	87,75	0,643	5,249	260,9	2,130	91,2	0,744
Všetatská ze sazečky	87,47	0,586	4,677	273,4	2,179	82,9	0,662
Wolska	89,22	0,730	6,772	252,5	2,342	43,9	0,407

II. Obsah cukrů a silic v cibulích sledovaných odrůd

Odrůda	Cukry			Isothiokyanatan allylnatý	
	veškeré ve šťávě mg	přímo redu- kující ve šťávě mg	nepřímo redukující ve šťávě mg	v čerstvé hmotě mg	v sušině
	%				
Karkulka	2428,5	817,5	1610,9	56,4	0,474
Kaštická	2071,8	801,4	1270,4	60,6	0,499
Moravanka	2059,8	847,5	1212,2	59,3	0,411
Obrovská žlutá	2131,9	877,6	1254,4	58,2	0,460
Vinická nšl.	1819,2	721,3	1097,9	56,4	0,495
Všetatská ze semen	2216,0	765,4	1450,7	59,8	0,488
Všetatská ze sazečky	2524,6	857,6	1667,1	57,2	0,456
Wolska	1763,2	823,5	939,7	63,4	0,588

III. Výsledky odrůdového skladovacího pokusu (1952—1953)

Odrůda	Procento cibulí v dobrém stavu až do konce skladování	
	podle počtu kusů	podle váhy
Karkulka	95	86
Kaštická	79	86
Moravanka	93	86
Obrovská žlutá	85	86
Všetatská ze semen	97	89
Všetatská ze sazečky	90	86

hodnocení nepovažujeme u cibule za nezbytné, i když předložené výsledky by mohly poskytnout určité informace i po této stránce, neboť cibule se v kuchyni uplatňuje především jako koření.

Pro uchovatelnost cibulí má rozhodující význam obsah vody, cukrů, jakož i dusíkatých látek. Vyšší obsah vody a dusíkatých látek znamená větší náchylnost cibule k předčasnému vybíhání během skladování. U obsahu cukerných složek je tomu opačně. Při uvážení těchto tří kritérií se jako nejlepší po této stránce ukázaly Všetatská ze sazečky i ze semene a Obrovská žlutá. Další pořadí je: Moravanka, Vinická, Karkulka a Kaštická.

Chuťové vlastnosti cibule určuje především obsah cukerných komponent a látek siličnatých, při čemž náš spotřebitel vyžaduje u cibule spíše jemnější kořenitou, méně štiplavou a sladkou chuť. Při klasifikaci našich odrůd z tohoto hlediska, kdy za výhodnější pokládáme nižší obsah isothiokyanatanu allylnatého a vyšší obsah cukrů, zejména po inverzi redukující sacharózy, se jako nejlepší jeví odrůdy Všetatská ze sazečky a Karkulka. Středně dobré chuťové vlastnosti vycházejí pak u Obrovské žluté, Vinické, Všetatské ze semene, Moravanky a Kaštické.

Z povoleného sortimentu se celkově jako nejlepší po stránce úhrnné užitkové hodnoty při chemické bonitaci ukázala Všetatská ze sazečky, velmi dobré byly též Obrovská žlutá a Všetatská ze semene, poněkud horší byly Moravanka a Kaštická. Důvodem umístění cibulové odrůdy Všetatské na předním místě bylo patrně i to, že vyšetřované cibule byly vypěstovány v oblasti rajónované právě pro tuto odrůdu, která zde byla vyšlechtěta a je k místním podmínkám nejlépe adaptována. Ze sortimentu vyloučená odrůda Karkulka se podle nalezených vlastností řadí do skupiny velmi dobrých a zdá se, že by otázka jejího vyřazení z československého cibulového sortimentu měla být ještě jednou uvážena, a to tím spíše, že jde o jedinou naši velmi výrazně zbarvenou cibuli.

Skladovací pokus cibulí našeho sortimentu, který byl vykonán, jak již bylo dříve zmíněno, s materiálem vypěstovaným v jiném ročníku (1952), i když nepřinesl výsledky plně shodné s těmi, jichž jsme dosáhli při chemických rozborech, poskytl data, jež s nimi nejsou v rozporu, ale spíše je potvrzují.

Jisté diskrepance v pořadí mezi předpokládanou skladovatelností podle chemického složení zkoumaných odrůd a informativně nalezenou jejich skutečnou skladovatelností lze ovšem vysvětlit různými činiteli, mezi nimiž jistě významnou úlohu představují například neznámý koeficient důležitosti jednotlivých komponent, biochemické (zejména enzymatické) procesy, genetické vlastnosti, srovnání nestejných ročníků apod. Přes tyto těžkosti pokládáme zavádění chemických metod bonitace do moderní šlechtitelské cibulářské praxe, jež by se měla opírat o objektivní vědecké základy, za správné a v blízké budoucnosti za nutné. Tím budou nepochybně dány reálné podklady k dosažení pronikavých úspěchů při šlechtění cibule podobně jako tomu bylo například v moderním šlechtění brambor a řepy cukrové.

Relativně podle většiny sledovaných kritérií se velmi pěkně umístila odrůda Všetatská, vypěstovaná pokusně „sečkovým“ postupem. Vzhledem k jejím dalším hospodářským vlastnostem (výnos, organizace práce při kultivaci seček v řepářských oblastech je komplikovaná nutností pletí a jednociení, jež je třeba provádět současně i u řepných kultur, atd.), „sečkovou“ kultivaci v praxi zásadně nedoporučujeme, neboť Všetatská dává optimální a stabilizované výsledky při tříleté „sazečkové“ kultuře, pro kterou je také pěstována.

V tabulce IV uvádíme ještě přehledně několik cizích údajů o obsahu některých důležitějších složek v cibuli ve srovnání s průměrnými hodnotami pro československé odrůdy podle našich výsledků.

IV. Zastoupení hlavních složek v cibulích podle různých autorů

Autor	Voda %	Bílkoviny		Cukry	Popel
		v čerstvé hmotě	v sušině	v čerstvé hmotě	v čerstvé hmotě
		%			
Dahlen*)	88,66	1,53	13,50	2,26	0,52
Pott*)	83,32	1,83	11,00	—	0,88
Schleinitz*)	89,16	1,10	10,12	—	0,48
Námi zjištěné střední hodnoty pro čs. cibulové odrůdy	87,53	1,68	13,46	2,18	0,64

*) Citováno podle Becker-Dillingena (1943)

Dodáváme ještě, že obsah isothiokyanatanu allylnatého je vyšší vzhledem k některým údajům zahraničním (Schmitt, Ott, Schuphan, 1953). Je to patrně způsobeno vydatným hnojením síranem amonným v případě námi sledovaného odrůdového pokusu. Jelikož ale byly v našem pokusu výživné podmínky pro všechny odrůdy stejné, je možno je navzájem dobře porovnávat.

Souhrn

Chemické rozbory cibulí v ČSR pěstovaných odrůd, vypěstovaných ve stejných podmínkách, ukazují na určité rozdíly v jejich složení. Proporcionálně různé zastoupení složek, rozhodujících o skladovatelnosti a o chuťových vlastnostech jednotlivých odrůd, vytváří souhrnnou užitkovou hodnotu cibule.

Je podána charakteristika jednotlivých odrůd, vzájemné porovnání a diskuse jejich vhodnosti k úpravě pokrmů a ke skladovatelnosti. Jako nejlepší se po chemické stránce ukázala odrůda Všetatská, vypěstovaná ze sazeček. Svědčí to, kromě jiného, o tom, že tato odrůda byla plným právem rajónována v oblasti, odkud pokusný materiál pocházel. Experimentálně vyšetřená data nabádají k tomu, aby byla zrevidována otázka nutnosti restrinkce cibulové odrůdy Karkulka z československého sortimentu.

Výsledky chemických analýz jsou srovnány s údaji, vyňatými z jednoho staršího pokusu, v němž byla zkoumána skladovatelnost cibulí československého sortimentu, při čemž je kriticky posouzen význam chemických metod v moderní šlechtitelské praxi.

V práci je uvedeno též přehledné srovnání výsledků našich analýz s literárními údaji o analogických výzkumech některých zahraničních autorů.

Literatura

1. Becker-Dillingen J.: Handbuch des gesamten Gemüsebaues, Berlin, 1943. — 2. Berka A., Zýka J.: Nové odměrné metody v analýse organických látek I. Stanovení isothiokyanatanu allylnatého. Československá farmacie, 4 (5): 222-

225, 1955. — 3. Schmitt L., Ott M. - neu bearb. von Schuphan W.: Methodenbuch. Chemische und biologische Qualitätsbestimmung gärtnerischer und landwirtschaftlicher Erzeugnisse. Bd. IV., Radebeul - Berlin, 1953.

Оценка чехословацких сортов лука на основании химических анализов

Химические анализы лука чехословацких сортов, выращиваемых в одинаковых условиях, указывают на определенные различия в их составе. В соответствии с различной долей составных частей, определяющих лежкость и вкусовые свойства отдельных сортов, создается суммарная ценность лука.

Автор дает характеристику отдельных сортов лука, взаимно сравнивает их и приводит дискуссию о пригодности сортов для приготовления пищи и для хранения. В химическом отношении наилучшим оказался сорт Вшетатский, выращенный из рассады. Это свидетельствует о том, что такой сорт с полным правом был районирован в области, откуда происходил подопытный материал. Данные, полученные в результате экспериментального исследования, требуют пересмотра вопроса о необходимости исключения лука сорта Каркулька из чехословацкого ассортимента.

Результаты химических анализов авторы сравнивают с данными, заимствованными из одного более старого опыта, в течение которого изучалась лежкость лука чехословацкого ассортимента, причем приводится критическая оценка значения химических методов в передовой селекционной практике.

В работе также приводится ясное и точное сравнение результатов наших анализов с данными литературы аналогичных исследований некоторых зарубежных авторов.

Bewertung tschechoslowakischer Zwiebelarten auf der Grundlage chemischer Analysen

Chemische Analysen von in der ČSR gezüchteten Zwiebelabarten, welche unter gleichen Bedingungen aufgezogen wurden, deuten auf bestimmte Unterschiede in deren Zusammensetzung hin. Das proportional unterschiedliche Vorhandensein gewisser Bestandteile, welche für die Lagerfähigkeit und die geschmacklichen Eigenschaften der einzelnen Abarten entscheidend sind, bilden den Gesamtnutzwert der Zwiebel.

Es wird eine Charakteristik der einzelnen Abarten, ein gegenseitiger Vergleich und eine Diskussion ihrer Eignungen für die Zubereitung von Speisen und für die Lagerung angeführt. In chemischer Hinsicht erwies sich als die beste die Abart Všetatská, die aus Stecklingen gezogen wurde. Es zeugt dies unter anderem davon, daß diese Abart mit vollem Recht in jenem Gebiet rayoniert wurde, von woher das Versuchsmaterial stammte. Experimentell untersuchte Angaben gaben die Anregung dazu, daß die Frage der Notwendigkeit einer Restriktion der Zwiebelabart Karkulka aus dem tschechoslowakischen Sortiment revidiert werden möge.

Die Ergebnisse dieser chemischen Analysen werden mit den Angaben, die aus einem älteren Versuch entnommen wurden und in welchem die Lagerfähigkeit von Zwiebeln des tschechoslowakischen Sortiments geprüft wurde, verglichen, wobei die Bedeutung chemischer Methoden in der modernen Veredelungspraxis kritisch beurteilt wird.

In der vorliegenden Arbeit wird ferner ein übersichtlicher Vergleich der Ergebnisse der von den Autoren durchgeführten Analysen mit Literaturangaben über analoge Forschungen einiger ausländischer Autoren angeführt.

Evaluation of Czechoslovak Onion Varieties on the Basis of Chemical Analyses

Chemical analyses of onions cultivated in Czechoslovakia, grown under identical conditions, demonstrate certain differences in composition. The proportion of elements deciding on storability and taste properties of the different varieties make up the over-all production value of the onion.

A description is given of the different varieties, a comparison is made and their suitability for the preparation of food and their possibilities for storage are discussed. The best variety from the chemical standpoint was found to be the Všetatská, grown from sets. This shows, among other things, that this variety was quite properly regionalized in the area from which the experimental material came. The data investigated experimentally make it necessary to revise the question of restricting the Karkulka variety in the Czechoslovak range of varieties.

The results of the chemical analyses were compared with data taken from an older experiment, where the storability of Czechoslovak varieties was investigated, judging critically at the same time the significance of chemical methods in modern practice of cultivation.

The study also gives a summary comparison of the results of our analyses with the data from analogical research projects of some foreign authors, as given in literature on the subject.

Křížení máku, zaměřené ke zvýšení obsahu morfinu v suchých makovicích

Скрещивание мака, направленное на повышение содержания морфина
в сухих коробочках мака

Crossing of Poppies aimed at a Heightening of Morphine Contents in Dry Poppy-
Heads

RNDr. PhMr. Zdenka HLAVÁČKOVÁ
Genetický ústav biologické fakulty Karlovy university

Došlo dne 16. I. 1958

Úvod

Makoviní, které zbude po vymláčení máku, je vhodnou a lacinou surovinou pro extrakci morfinu. Podle literárních údajů lze z 10 g suchých makovic získat 1 kg bezvodého morfinu. Morfin a z něj vyrobené další produkty jsou nepostradatelné v lékařství. Získávat morfin z vlastních zdrojů má velký národohospodářský význam. Tato otázka je aktuální nejenom u nás, ale i v četných jiných zemích východu i západu (Maďarsko, Rumunsko, Polsko, NDR, Dánsko, Holandsko, Španělsko atd.).

Poněvadž je obsah morfinu dědičný a u různých odrůd různý, lze zaměřit práci na vyšlechtění máku s vysokým obsahem morfinu v makovicích zároveň na vyšlechtění máku s vysokým výnosem semene.

V této práci jsou shrnuty výsledky pokusů s křížením různých šlechtěných odrůd našeho i cizího sortimentu za účelem zjištění možnosti vyšlechtění odrůdy s vysokým obsahem morfinu, které byly prováděny v letech 1953—1957. Výsledky z roku 1953 a 1954 byly publikovány samostatně (Hlaváčková 1955). V této práci jsou použity jen některé zkrácené tabulky.

Přehled literatury

Literatury, zabývající se obsahem ať už opia nebo morfinu v máku je poměrně dosti, zvláště z období posledních dvaceti let. Většina prací, týkajících se tohoto problému, je uvedena v prvním sdělení o šlechtění máku na zvýšený obsah morfinu (Hlaváčková 1955). Není zde proto uváděna. Uvedeny jsou pouze práce, týkající se výnosu, morfologie a genetických poměrů.

De Vries (1901) provedl řadu křížení druhů i odrůd máku, aby zjistil štepné poměry různých znaků (barvy květů, jednoduchosti a plnosti, celokrajnosti a roztrěpenosti plátků korunních atd.) Fruwirth (1904) popsal některé německé odrůdy. Sledoval vzájemné vztahy vždy dvou znaků (barvu semen a květů, barvu

semen a olejnatost, barvu semen a otevírání makovic). R a n i n g e r (1916) se ve své práci zabýval německými odrůdami, především odrůdou Grauer Zwettler. Zjistil, že větší počet tobolek není vždy ve vztahu k vyššímu výnosu semen. Dále řešil otázku závislosti počtu tobolek a vyššího výnosu na různém sponu. Čím větší byl spon, tím více rostliny větvy. Změnou sponu se lišil z části i tvar tobolek. Při užších sponech byl oválný, při širších kulatý. Bylo zjištěno, že u rostlin dochází převážně k samosprašení, i když není vyloučeno opylování hmyzem. V další práci (1917) R a n i n g e r řešil důvod, proč semena v nafialovělých tobolkách při vlhkém počasí často klíčí. Nafialovělé tobolky totiž mají mnohem větší schopnost přijímat vodu a déle ji v pletivu uchovávají než tobolky světlé. K a j a n u s (1919) provedl podrobný genetický rozbor kříženců, získaných vzájemným křížením osmnácti různých zahradních odrůd máku. Všiml si především plnokvětosti, celokrajnosti a roztrpenosti korunních plátků, barvy květů a různých květních abnormit. P r z y b o r o w s k i (1921) provedl křížení bělosemenného bílé kvetoucího máku s šedosemenným mákem s nafialovělými květními plátky s tmavým líčkem. Zjistil korelaci mezi velikostí makovic a větvením. Kuželovitý tvar tobolek dominoval nad kulovitým nebo elipsovitým tvarem. Velké květy dominovaly nad malými. Index délky a šířky tobolek byl značně proměnlivý. S e r v í t (1925) se zabýval vyšlechtěním vhodných odrůd pro naše podmínky. Dědičností barvy květů u opiového máku se zabývali ve dvou pracích M i y a k e a Y o s h i t a k a (1927). P r o c h á z k a (1927, 1928, 1930) studoval morfologické znaky máku, pěstovaného v jižním Rakousku a moravském pohraničí. Zjistil korelace mezi váhou semen a tvarem tobolek a mezi velikostí tobolek a počtem bliznových paprsků. K u l c z y c k i (1928) zjišťoval dědičnost různých morfologických znaků máku. Mezi délkou a šířkou tobolky a váhou semene byla nalezena silná pozitivní korelace. D v o r s k ý (1929) se zabýval původem a charakteristikou moravského máku Azuru. Zjistil, že tvar makovic nemá podstatný vliv na množství semen. Mezi počtem příhrádek v makovici a množstvím semen byl poměr většinou nepřímý, naopak váha makovic byla v přímém poměru s množstvím semene. Počet makovic se ukázal v nepřímém vztahu k průměrné váze makovic a semene. H o r o w i t z (1930) pracoval s dvěma typy máků, lišících se morfologicky i fyziologicky. Zjistil, že pro jednotlivé odrůdy jsou charakteristické počet bliznových paprsků, index tvaru, délka a šířka tobolek, váha tobolek a váha semen jedné tobolky. I délka vegetační doby a obsah oleje je vázán na odrůdu. A l e x a n d r o v a A l e x a n d r o v a (1932) se zabývali anatomii makových tobolek různých opiových odrůd. Zjistili, že každá skupina máků vykazuje charakteristické znaky při uspořádání svazků cévních. O vyšlechtění výnosově dobré odrůdy máků pojednává práce K a r l o v a (1933). V další práci (1934) vypracoval autor metodu rozpoznání jednotlivých odrůd podle zbarvení klíčků semen u modrosemenných máků. Velmi podrobná je práce V e s e l o v s k é (1933). Autorka se zabývala jednotlivými výhodnými odrůdami máků po stránce morfologické, biologické i biochemické. O šlechtění odrůd pro naše podmínky pojednávají práce C h m e l a ř e a Š i m o n a (1933, 1935) a Š i m o n a (1934). D v o r s k ý (1935) ve své druhé práci uvádí kromě přesného popisu moravského máku Azuru též jeho průměrný počet makovic, příhrádek, průměrnou váhu makovic a semen, hektarový výnos a obsah oleje. Velmi obsáhlá je práce K u h n o v a (1936). Autor se zabývá jak morfologií máku, tak i jeho fyziologií a biochemickými pochody. W e t t s t e i n (1937) vyšlechtil a popsal novou ranou odrůdu máku. P i e p e r (1939) provedla srovnávací pokusy s německými odrůdami a s odrůdami z hindukušské expedice. D e t e r m a n (1940) se zabýval závislostí obsahu alkaloidů, především morfinu, na počtu a velikosti mléčnic v tobolce. R o v e n s k á (1955) provedla barevné testy u nás pěstovaných odrůd máku. Jako rozlišovacího testu používala roztoku trikresolu, který se při klíčení semen různých odrůd zabarvoval s různou intenzitou. M a r š á k o v á (1957) zjišťovala dědičnost a proměnlivost jednotlivých znaků u našich vyšlechtěných odrůd máku. Při křížení odrůd se v F_1 u některých kombinací objevila heterosis v hospodářsky důležitých znacích, jako je váha semene, větvení a ranost.

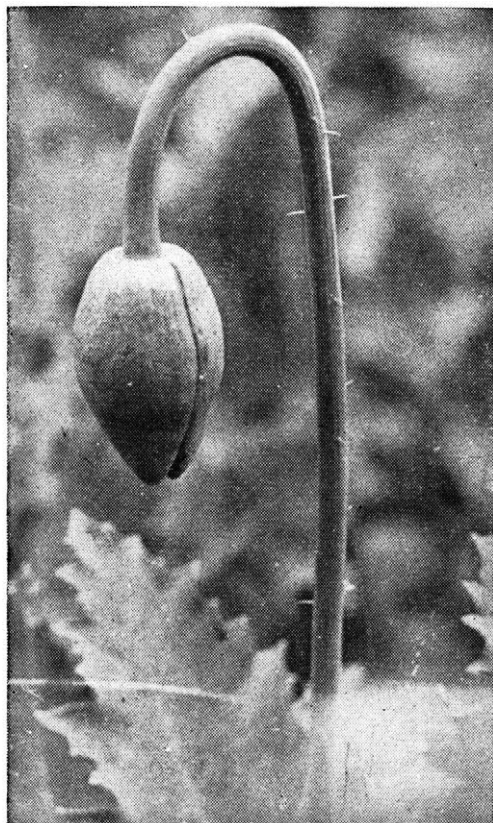
Materiál a metodika

K pokusům byly vybrány odrůdy máku našeho sortimentu, Azur (1), Dětenický bělosemenný (2), Hanácký modrý (3), Dubský stříbrošedý (4), Chlumecký stříbrošedý (5), Libverdský (7), Zborovický (8), tři odrůdy holandského olejného

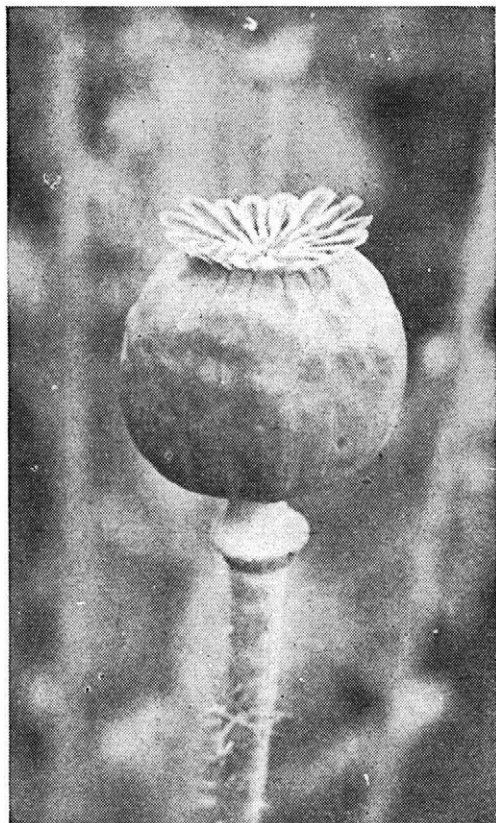
máku, Mansholtův (9), Nobel (10), Nordster (11) a dvě odrůdy bulharského opiového máku, Bulharský bílý (15) a Bulharský fialový (16).

Olejné a opiové odrůdy se v některých morfologických znacích liší, jak je uváděno v literatuře (K u h n 1936, V e s e l o v s k á 1933) i jak bylo zjištěno z vlastního pozorování.

Kulový kořen u olejných odrůd dosahuje značné délky a má mnoho postranních drobných kořínků. U opiových odrůd je kořen kratší a málo větvený. V našich



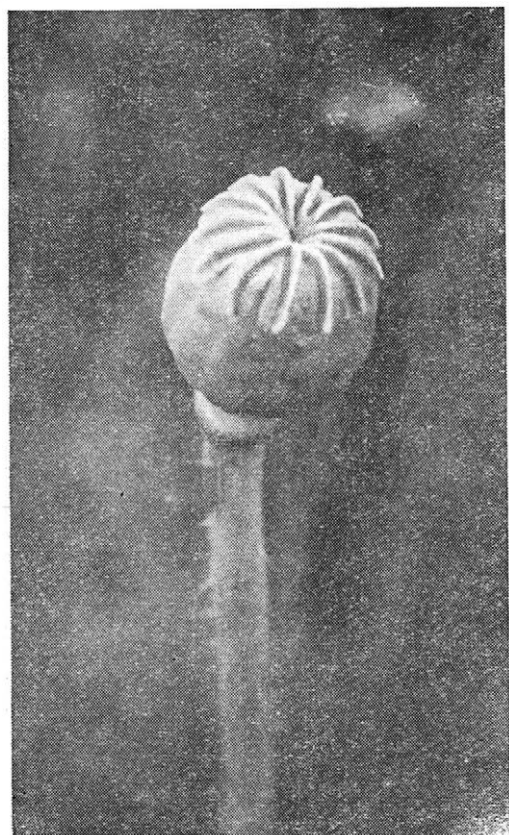
1. Poupě opiové odrůdy Bulharský fialový



2. Zelená makovička po opadání květních plátků (odrůda Dětenický bělosemenný)

podmínkách se snadno vyvrací větrem. Lodyha je u olejných odrůd vysoká, silná, více méně odstále chlupatá, v různém odstínu jasně zelená. Opiové odrůdy mají lodyhu nižší, tenkou, lysou, význačně šedozelenou. Listy jsou u olejných odrůd větší, ostře vykrojované, podle odrůdového charakteru více méně odstále chlupaté, jasně zelené. U opiových odrůd jsou menší, mělce vykrojované, téměř hladké, význačně šedozelené. Na příčném průřezu listem lze zjistit, že vosková vrstva, kryjící pokožku, je vyšší než u olejných odrůd. Tím je také podmíněno šedozelené zbarvení rostliny. Poupě u olejných odrůd je 4–6 cm dlouhé, protáhlého nebo oválného tvaru, s jasně viditelnou nervaturou, na špičce se stran smáčknuté, při základu kališních plátků je často nafialovělé anthokyanové zbarvení. U opiových odrůd je poupě menší, kulatě oválné, hladké, na švech, spojujících plátky kališní, světleji zbarveno, nemá nikdy anthokyanové zbarvení krčku. Květní plátky jsou u olejných

odrád z velké většiny zbarveny buď bíle s nafialovělým nádechem a s fialovým líčkem nebo červeně s modrým nebo bílým líčkem. Žírdka jsou květy čistě bílé. Květy jsou velké, plně otevřené, s velkým množstvím tyčinek, jejichž barva je v korelaci s barvou květu. Počet bliznových paprsků je velmi variabilní i v rámci odrůdy. Tvar blizny je pro odrůdu charakteristický. Opiové odrůdy mají květy buď čistě bílé, nebo jsou květní plátky tmavě fialově zbarveny s tmavým fialovým líčkem. Květy jsou malé a v plném rozkvětu neúplně otevřené. Tyčinek je méně než u olejných odrůd. Malý je i počet bliznových paprsků. Tobolky jsou u opiových máků menší než u olejných. Semena olejných odrůd jsou v porovnání s opiovými odrůdami větší. Vegetační doba většiny našich vyšlechtěných olejných odrůd máku se pohybuje mezi 120—130 dny. Opiové odrůdy jsou podstatně ranější. Vegetační doba se pohybuje kolem devadesáti dnů. Výnosy semen opiových odrůd jsou nižší než olejných.



3. Makovice před dozráním (odrůda De-
tenický bělosemenný)

Před výsevem byla provedena zkouška klíčivosti semen všech odrůd.

Sortiment byl vyset v Praze na Genetické zahradě KU, na Výzkumné a šlechtitelské stanici na Větrově, p. Nadějkov, v Botanické zahradě v Košicích a v Arboretu v Mlýňanech. Hnojeno bylo síranem amonným, koňským hnojem a Thomasovou moučkou. Výsev byl proveden do mělkých řádků ve vzdálenosti 30 cm. Během růstu byl mák okopáván. Když měly rostliny 3—4 listky, byly vyjednoceny do vzdálenosti 15 cm. V době květu byly u všech odrůd provedeny autogamie.

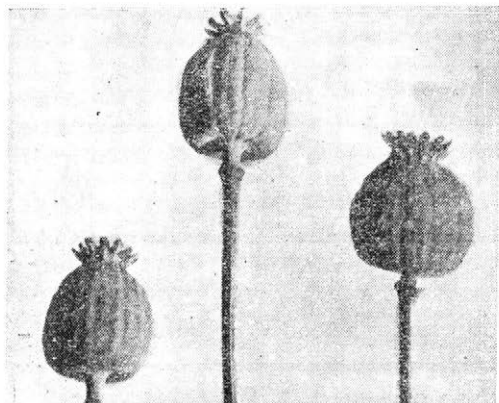
Na dostatečně velké poupě, ještě nerozvitě, byl nasazen perforovaný tenký papírový sáček tak, aby bylo zamezeno opylení hmyzem a větrem. Sáčky byly snímány asi po týdně, kdy blizna již zaschla a pro opylení cizím pylem byla již nezpůsobitelná. Dále bylo prováděno křížení. Dostatečně velké poupě, ale s neprasklými dosud prašníky, bylo kastrováno tak, že byly rozevřeny plátky kališní a korunní a tyčinky byly opatrně pinzetou vytrhány. Květ byl potom zasáčkován. Přibližně po třech dnech, kdy blizna dozrála, byla poprášena pylem otcovské odrůdy. Opylený květ byl opět zasáčkován a sáček byl sňat po zaschnutí blizny.

Po sklizni byla zjištěna váha semen každé makovice, semena byla uskladněna k dalšímu výsevu a prázdné vyčištěné makovice byly připraveny k analýzám.

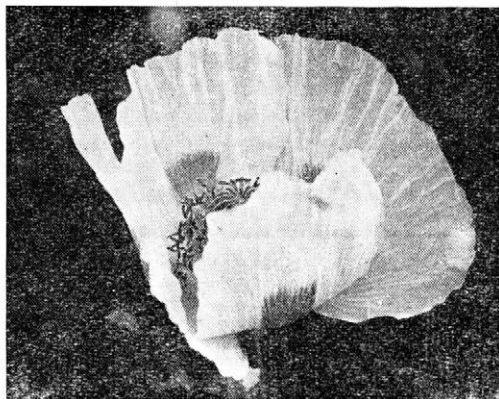
Postup při provádění analýz je uveden v předcházející práci (Hlaváčeková 1955). V roce 1955 a 1957 bylo použito upravené metody podle Holubka

(1955). U této metody je postup extrakce morfinu z makovíní ještě jednodušší a celá metoda je proto rychlejší.

Postup upravené analýzy: 2 g jemně rozemleté drogy, sušené 3 hodiny při 105°C , se vytřepávají v Erlenmayerově baňce 1 hodinu s 50 ml n-kyseliny solné. Vzorek se poté zfiltruje a zbytek na filtru se smyje znovu 50 ml n-kyseliny solné do baňky a vytřepává opět hodinu. Spojené filtráty se doplní v odměrné baňce na 100 ml a přelijí do hnědé lékovky se zabroušenou zátkou. Najednou bylo zpracovááno 30 vzorků. Postup práce při polarografování byl téměř stejný.



4. Zralé makovice před sklizní (odrůda Dětenický bělosemenný)



5. Květ holandské olejné odrůdy Nordster

Biometrické zhodnocení bylo provedeno obvyklými metodami (Hrubý 1951). Je uváděn vždy průměr s trojnásobkem střední chyby a standardní deviace. Průkaznost je ověřována pomocí t -testu a příslušné pravděpodobnosti P podle tabulek. Za hranici průkaznosti bylo zvoleno $P = 0,05$.

Experimentální část

Křížení odrůd — Praha 1953

Odrůdy byly vysety na zahradě Genetického ústavu v Praze-Albertově. Před výsevem byla provedena zkouška klíčivosti semen. Klíčivost se pohybovala mezi 90–100 %. V polovině června odrůdy postupně kvetly. Nejranější byly odrůdy bulharské, pozdní byla holandská odrůda Nobel. Byly provedeny autogamie a křížení. Odrůdy bulharské a holandské byly kříženy reciproke se všemi našimi olejnými odrůdami. Začátkem srpna byla provedena sklizeň. Po sklizni byl materiál zpracováván.

Druhá část materiálu byla v tomto roce vyseta na horské šlechtitelské stanici na Větrově. Byly vysety tytéž odrůdy jako v Praze. Květnovými nočními mrazy vymrzly zcela bulharské opiové odrůdy. Nemohla být proto provedena zamýšlená paralelní křížení s Prahou. Byla provedena pouze reciproká křížení holandských odrůd s naším sortimentem. U všech odrůd byla opět zjištěna váha semen každé rostliny. Materiál byl potom odeslán do Prahy k analýzám.

V tabulkách I a II jsou uvedeny výsledky zjištěného obsahu morfinu a průměrné váhy semene jednotlivých odrůd z Prahy a z Větrova.

I. Obsah morfinu v jednotlivých odrůdách

Odrůda	Procento morfinu	Odrůda	Procento morfinu
Praha		Větrov	
1 Azur	0,277	Azur	0,225
2 Dětenický	0,311	Dětenický	0,275
3 Hanácký	0,289	Hanácký	0,325
4 Dubský	0,306	Dubský	0,410
5 Chlumecký	0,444	Chlumecký	0,410
7 Libverdský	0,444	Libverdský	0,560
8 Zborovický	0,300	Zborovický	0,275
9 Mansholt	0,611	Mansholt	0,425
10 Nobel	0,378	Nobel	0,375
11 Nordster	0,683	Nordster	0,400
15 Bulh. bílý	0,344		
16 Bulh. fialový	0,244		

Průměrné vzorky vždy ze 100 makovic.

II. Průměrné váhy semene padesáti rostlin jednotlivých odrůd

Praha				Větrov			
Odrůda	váha semen			Odrůda	váha semen		
	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	s		$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	s
1	2,10	0,1360	0,9620	1	2,84	0,0689	0,4875
2	3,71	0,1489	1,0534	2	4,13	0,1144	0,8089
3	2,93	0,1393	0,9851	3	3,57	0,1385	0,9797
4	2,11	0,1470	1,0399	4	3,21	0,1232	0,8715
5	2,56	0,1317	0,9314	5	3,54	0,1629	1,1526
7	3,61	0,1859	1,3143	7	4,09	0,2856	2,0195
8	2,13	0,1342	0,9491	8	3,23	0,1277	0,9027
9	2,81	0,1243	0,8786	9	3,52	0,1150	0,8134
10	3,27	0,9978	0,1411	10	4,50	0,1670	1,1806
11	2,14	0,1008	0,7127	11	2,14	0,1008	0,7127
15	2,57	0,1317	0,9310				
16	2,09	0,0670	0,4737				

$\bar{x}$ = průměr, $s_{\bar{x}}$ = střední chyba, s = standardní deviace. Hodnoty jsou vyjádřeny v gramech.

Bylo provedeno vyhodnocení a srovnání odrůd co do výnosu semen a obsahu morfinu vzhledem k různým klimatickým podmínkám.

Analýza F₁ potomstva — Praha 1954

V roce 1954 byly vysety odrůdy a kříženci, získaní v minulém roce. Z kříženců bylo vyseto 59 kombinací. Odrůdy kvetly opět v stejném následném pořádku jako minulého roku. Z kříženců rozkvétaly nejdříve kombinace, kde jeden z rodičů byl opiový bulharský mák. Všechny tyto kombinace kvetly dříve než olejné odrůdy. Začátkem srpna byla opět provedena sklizeň. Ve váze semen se u kříženců objevila výrazná heteróze. Přepočtena na procenta, pohybovala se mezi 150–250 %. Nepatrná heteróze se objevila u kříženců i ve výšce rostlin.

III. Kombinace, u nichž se projevila heteróze ve váze semen nad 200%

Křížení	Průměrná váha semen	Heteróze v procentech	t	P
16 × 4	3,62	201	4,79	0,001
16 × 5	5,43	233	4,08	0,001
16 × 8	5,12	222	4,57	0,001
16 × 11	3,94	218	2,02	0,05
11 × 16	3,80	212	5,70	0,001
15 × 5	5,52	237	6,50	0,001
15 × 7	5,50	246	6,16	0,001
3 × 11	3,88	204	3,92	0,001
5 × 11	4,80	206	11,22	0,001

Uvedené hodnoty t a P platí pro testování křížení s lepším z rodičů.

IV. Průměrná váha semen u odrůd z pražské sklizně 1954 a z větrovské sklizně 1954

Praha				Větrov			
Odrůda	Váha semen			Odrůda	Váha semen		
	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	s		$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	s
1	2,85	1,4161	0,3164	1			
2	3,35	1,3068	0,2922	2	5,63	3,9394	1,0145
3	1,90	1,3726	0,3069	3	3,57	1,2696	0,1794
4	1,22	0,8212	0,1836	4	3,12	1,0325	0,1460
5	2,33	1,2806	0,2864	5	2,52	1,4381	0,2033
7	1,98	1,5934	0,3563	7	2,88	1,3345	0,1887
8	2,30	1,2520	0,2799	8	2,41	1,4335	0,2027
9	1,77	1,4102	0,3153	9	3,57	1,3913	0,1967
10	1,34	0,8996	0,2012	10	5,08	1,7536	0,2479
11	1,80	1,1559	0,2585	11	3,45	0,9272	0,1311
15	2,23	0,9525	0,2129				
16	1,80	0,0787	0,2188				

Hodnoty vyjádřeny v gramech.

Po přípravě vzorků byly provedeny analýzy obsahu morfinu. Procento obsahu morfinu u odrůd z pražské a větrovské sklizně 1954 je uvedeno v tabulce V.

Ze 41 kombinací, analyzovaných na obsah morfinu, jsou v tabulce VI uvedeny pouze ty typy křížení, kterých bylo použito pro výsev v roce 1955.

Analýza F₁ kříženců — Větrov 1954

V roce 1954 byly na Větrově vysety odrůdy opět paralelně s Prahou. Z kříženců bylo vyseto 16 kombinací. U kříženců se z 16 kombinací projevila heteróze ve váze semen pouze u dvou křížení. Ve výšce rostlin se heteróze projevila v sedmi případech, byla však nepatrná a není proto uváděna.

Průměrná váha semen odrůd a obsah morfinu jsou uvedeny v předcházejících tabulkách IV a V.

U kříženců byly provedeny analýzy obsahu morfinu u 15 kombinací. U osmi typů křížení se objevilo zvýšení obsahu morfinu proti lepšímu z rodičů. Některá z reciprokých křížení však vykazovala pouze intermediární charakter.

V.

Praha		Větrov	
Odrůda	Procento morfinu	Odrůda	Procento morfinu
1	0,146	1	0,068
2	0,486	2	0,122
3	0,186	3	0,058
4	0,203	4	0,312
5	0,321	5	0,209
7	0,321	7	0,145
8	0,188	8	0,099
9	0,374	9	0,057
10	0,238	10	0,224
11	0,474	11	0,193
15	0,151		
16	0,088		

Průměrné vzorky vždy ze 100 makovic.

VI.

Křížení	16 × 11	11 × 16	15 × 9	11 × 4	11 × 5	11 × 7	10 × 16	10 × 11	9 × 16	2 × 15	15 × 2
Procento morfinu	0,164	0,528	0,150	0,378	0,333	0,297	0,110	0,346	0,142	0,100	0,200

Bylo opět provedeno porovnání odrůd co do obsahu morfinu vzhledem k různým klimatickým podmínkám. K pokusům byly ještě příbrány výsledky analýz obsahu morfinu u materiálu vyšetěho v Mlýňanech a v Košicích. Srovnávací tabulky jsou uvedeny v předcházející práci (H l a v á č k o v á 1955).

Hodnocení kříženců F₂ — Praha 1955

V roce 1955 byly vysety opět kontrolní odrůdy jako předešlá léta. Z F₁ kříženců byly vysety ty typy křížení, které se zdály nejvhodnější pro další výsev, ať už pro vysoké procento morfinu nebo dostatečné množství semen. Z těchto křížení bylo vyseto potomstvo každé rostliny odděleně na parcelku, z níž byl pak materiál samostatně zpracován. Nejraněji začaly opět kvést opiové bulharské odrůdy a F₂ kříženci olejných a opiových máků.

Jednotlivé rostliny každého křížení byly označeny a byla u nich zaznamenána barva květu, výška lodyhy a celkový habitus. Tímto způsobem bylo zpracováno 2119 rostlin. Poněvadž však mohl být obsah morfinu stanoven pouze u omezeného počtu materiálu, bylo nutno provést výběr rostlin k analýzám.

Poněvadž podle literárních údajů z morfologických znaků, jež přicházely v úvahu, nebyl v korelaci s vysokým obsahem morfinu žádný jiný než barva květu (Cavara a Chistoni 1926), byly u hlavního typu křížení (Bulharský fialový × Nordster) vybírány rostliny, kvetoucí tmavě fialově a bíle, o nichž bylo

předpokládáno, podle štepných poměrů, že jsou v barvě květu homozygotní. U ostatních analyzovaných kombinací křížení byl výběr proveden náhodně za účelem získání průměrného vzorku. Na obsah morfinu bylo zanalyzováno 357 rostlin. V tabulce VII jsou uvedeny pouze ty kombinace, které vykazaly zvlášť vysoký obsah morfinu. Z nich byly potom vybrány kombinace pro výsev F_3 potomstva.

VII.

Křížení	Procento morfinu	Doba květu	Křížení	Procento morfinu	Doba květu
11 × 16/6/8	0,512	25. 6.	11 × 4/1/11	0,464	kvetly zároveň s olejnými odrůdami
11 × 16/7/43	0,487	1. 7.	11 × 4/2/16	0,523	kvetly zároveň s olejnými odrůdami
11 × 16/7/44	0,475	1. 7.	11 × 4/2/2	0,590	kvetly zároveň s olejnými odrůdami
11 × 16/7/56	0,475	3. 7.	11 × 4/2/17	0,472	kvetly zároveň s olejnými odrůdami
11 × 16/8/40	0,500	2. 7.	11 × 4/2/19	0,472	kvetly zároveň s olejnými odrůdami
15 × 2/5/15	0,562	29. 6.	11 × 4/3/20	0,636	kvetly zároveň s olejnými odrůdami
10 × 16/2/23	0,500	1. 7.	11 × 4/3/17	0,581	kvetly zároveň s olejnými odrůdami
11 × 5/1/43	0,450	3. 7.	11 × 4/3/16	0,618	kvetly zároveň s olejnými odrůdami
11 × 4/2/8	0,511	4. 7.	11 × 4/4/5	0,545	kvetly zároveň s olejnými odrůdami
11 × 4/2/13	0,535	5. 7.	11 × 4/4/6	0,500	kvetly zároveň s olejnými odrůdami
11 × 4/2/14	0,452	2. 7.	11 × 4/4/3	0,509	kvetly zároveň s olejnými odrůdami
11 × 4/3/1	0,500	3. 7.	11 × 4/4/4	0,609	kvetly zároveň s olejnými odrůdami

VIII. Váha semen z pražské a z větrovské sklizně 1955

Praha				Větrov			
Odrůda	Váha semen			Odrůda	Váha semen		
	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	s		$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	s
1	5,78	0,3203	2,2649	1	6,14	0,4904	2,4520
2	6,54	0,3418	2,4170	2	4,84	0,5316	2,6582
4	6,78	0,3401	2,4049	3	4,27	0,2891	1,4458
5	5,54	0,3484	2,4641	4	2,93	0,1579	1,1166
7	7,05	0,4148	2,9333	5	3,07	0,1794	1,2686
8	5,58	0,3538	2,5023	7	5,94	0,2965	2,0970
9	7,14	0,4104	3,0023	8	4,13	0,2209	1,5620
10	4,96	0,6049	3,0247	9	5,22	0,3049	2,1561
11	7,59	0,3479	2,4603	10	3,84	0,1349	0,9542
15	3,52	0,2818	1,4094	11	4,76	0,3453	2,4422
16	3,45	0,2061	1,0307				

Hodnoty jsou vyjádřeny v gramech.

IX.

Odrůda	Procento morfinu				
	$\bar{x}$	$\bar{s}_x$	s	V	n
1	0,154	0,0112	0,0866	56,23	60
2	0,213	0,0091	0,0708	33,24	60
3	0,150	0,0032	0,0207	13,80	40
4	0,364	0,0144	0,1020	28,02	50
5	0,220	0,0115	0,0894	40,64	60
7	0,250	0,0160	0,1241	49,64	60
8	0,141	0,0081	0,0624	44,25	60
9	0,156	0,0075	0,0583	37,37	60
10	0,138	0,0098	0,0538	38,98	30
11	0,243	0,0089	0,0685	28,19	60
15	0,130	0,0052	0,0300	23,08	33
16	0,142	0,0106	0,0583	41,06	30

Použití upravené metodiky na stanovení morfinu umožnilo provedení analýz ve větším rozsahu. Bylo proto možné stanovit variabilitu obsahu morfinu u jednotlivých odrůd. Výsledky byly biometricky zpracovány. Číselné údaje jsou uvedeny v tabulce IX.

Odrůdy byly vzájemně testovány co do průkaznosti rozdílů v obsahu morfinu. Většinou vykazovaly průkazné rozdíly.

Větrov 1955

Byly vysety odrůdy jako minulá léta. Po sklizni byla opět zjištěna váha semen každé rostliny a obsah morfinu. Váha semen je uvedena v předcházející tabulce VIII. Procento morfinu je uvedeno v tabulce X.

X.

Praha	
Odrůda	Procento morfinu
1	0,072
2	0,181
3	0,109
4	0,290
5	0,181
7	0,154
8	0,236
9	0,090
10	0,109
11	0,254

XI.

Košice	
Odrůda	Procento morfinu
1	0,127
2	0,127
3	0,109
4	0,272
5	0,172
7	0,136
8	0,181
9	0,118
10	0,136
11	0,630
15	0,172
16	0,100

Pro zjišťování vlivu klimatických podmínek na obsah morfinu v makovicích byl opět proveden výsev odrůd v Košicích. Procento morfinu je uvedeno v tabulce XI.

Byly vysety tytéž odrůdy jako předcházející léta a z F_2 křížení byly vybrány ty kombinace, které měly nejvyšší obsah morfinu. Byly to tyto kombinace:

16 × 11/1/13	procento morfinu	0,381	barva semen	šedomodrá
11 × 16/6/8	„	0,512	„	„
11 × 16/8/40	„	0,500	„	růžová
11 × 4/3/16	„	0,618	„	stříbrošedá

Nejdříve kvetly opět bulharské opiové odrůdy a F_3 potomstvo, potom teprve naše olejné odrůdy. Po sklizni byl vybrán materiál k dalšímu zpracování. Deštivým počasím během vegetační doby byla značná část materiálu poškozena, takže nemohla být použita k analýzám. V tabulce XII je uvedeno procento morfinu u odrůd z pražské sklizně.

XII.

Praha					
Odrůda	Procento morfinu	Odrůda	Procento morfinu	Odrůda	Procento morfinu
1	0,128	5	0,410	11	0,356
2	0,149	7	0,282	15	0,141
3	0,356	8	0,128	16	0,166
4	0,410	9	0,217		

XIII.

Kombinace	Procento morfinu	Kombinace	Procento morfinu
16 × 11/1/13/20	0,820	11 × 16/6/8/31	0,384
11 × 16/6/8/36	0,486	16 × 11/1/13/14	0,564
16 × 11/1/13/16	0,538	16 × 11/1/13/18	0,384

Z F_3 potomstva jsou uvedeny v tabulce XII pouze ty rostliny, které měly vyšší obsah morfinu než vyšší z rodičů.

Tyto kombinace budou použity pro výsev v letošním roce.

Diskuse

Je nezbytným předpokladem pro získání vhodné odrůdy s vysokým obsahem morfinu v suchých makovicích, aby obsah alkaloidů byl dědičným znakem. Proto je základním problémem práce otázka dědičnosti obsahu morfinu.

Porovnáme-li obsah morfinu odrůd v jednotlivých letech, vidíme, že procento morfinu se sice mění, což je nutně způsobeno vnějšími vlivy (teplota, srážky, půda), ale pořadí zůstává téměř stejné. Testováním rozdílů v obsahu morfinu se ukázalo, že u většiny částí materiálu jsou rozdíly průkazné. Rozsah variability u odrůd je různý, jak je vidět při porovnání variačního koeficientu. Nejvyšší rozsah

variability je u odrůd Hanácký modrý (3), Bulharský bílý (15) a Bulharský fialový (16). Nejširší je u odrůd Dětenický bělosemenný (2), Dubský stříbrošedý (4), Zborovický (8) a Nordster (11).

Malou variabilitu odrůd bulharských a odrůdy Hanácký je možno vysvětlit procesem jejich vyšlechtění. Bulharské opiové odrůdy byly šlechtěny na vysoký obsah alkaloidů v mléčné šťávě. Je proto pochopitelné, že jsou v tomto znaku vysoce homogenní. Olejná odrůda Hanácký modrý byla šlechtěna na výnos a čistě modrou barvu semen. Vzhledem k nejvýše pravděpodobné korelaci modré barvy semene k nízkému obsahu morfinu bylo tak vlastně prováděno šlechtění na nízký obsah morfinu.

V souhlase s názory autorů (Cavara a Chistoni 1926, Heeger 1939, Kuessner 1940, Hills a Rodwell 1950, Tomko a Wagenhoffer 1951) je tedy možno předpokládat, že obsah morfinu je dědičně založeným odrůdovým znakem.

Porovnání barvy semen jednotlivých odrůd a jejich obsahu morfinu naznačuje, že skutečně existují vztahy mezi barvou semen a obsahem morfinu u odrůd. Nejvyšší obsah se ukázal u odrůd se semeny šedými (Dubský, Chlumecký, Libverdský, Nordster, vysoký obsah měla též odrůda Dětenický). Nízký obsah morfinu byl ve spojení s modrou barvou semen (Hanácký, Azur). Krémová barva semen byla vázána na nejnižší obsah morfinu. Tato zjištění se shodují s údaji Heegerovy mi (1939).

Při srovnávání celkového typu olejného a opiového máku vykazoval olejný typ jak při analýzách odrůd, tak v F_2 a dalším potomstvu vyšší obsah morfinu než opiový. Poněvadž však soubor klimatických podmínek u nás je pro opiový typ nepříznivý, je možné, že je tato souvislost způsobena vnějšími faktory.

Souběžně se sledováním obsahu morfinu u odrůd byl sledován i výnos semen. Získané výsledky opravňují k názoru, že výnos je znakem, silně závislým na vnějších podmínkách. Pořadí odrůd ve výnosu se během čtyřletého pěstování na genetické zahradě v Praze měnilo, přestože byly dodržovány tytéž agrotechnické podmínky. Také při srovnávání výnosu odrůd během jednotlivých let z různých stanovišť, výškově i klimaticky odlišných, nebylo pořadí nikdy stejné.

Lze se domnívat, že výnos semen je především závislý na podmínkách prostředí (agrotechnických a zvláště klimatických). Odrůdy vyžadují vzájemně odlišný a poměrně úzký rozsah vnějších podmínek pro dosažení vysokých výnosů. Každá odrůda dá nejvyšší výnos v podmínkách, pro něž byla vyšlechtěna.

Další otázkou bylo zjišťování vlivu vnějších podmínek, především klimatických. Klimatické podmínky mají na obsah morfinu zřejmě velký vliv. Srovnáme-li obsah morfinu u odrůd v Praze a na Větrově během let 1953 až 1955, vidíme, že v roce 1953, kdy bylo teplé léto s průměrnými dešťovými srážkami a dostatečným slunečním svitem hlavně v době dozrávání makovic, byl obsah morfinu v Praze i na Větrově podstatně vyšší než v letech následujících, která se vyznačovala chladným a deštivým počasím během téměř celé vegetační periody.

Při srovnání obsahu morfinu u odrůd na všech třech stanovištích, v Praze, v Košicích a na Větrově v témže roce (1954), se u všech odrůd projevil na Větrově nižší obsah morfinu než v Praze a v Košicích. Během vegetační doby je nejnižší teplota na Větrově, nejvyšší v Košicích. Rozdíly byly nápadné zejména u holandských odrůd. Naše odrůdy se v jednotlivých stanovištích lišily již méně. Bulharské odrůdy na Větrově úplně vymrzly, v Košicích měly proti Praze o něco zvýšený obsah morfinu.

Na základě těchto výsledků lze se domnívat, že vnější podmínky mají na obsah morfinu významný vliv, především teplota v období dozrávání makovic. Vyšší

teploty jsou příčinou vyššího obsahu morfinu. Dešťové srážky naopak způsobují snížení obsahu morfinu.

Každá odrůda má těsně vyhraněné požadavky půdní a klimatické.

Odrůdy, vyšlechtěné pro určité klimatické podmínky, dávají v těchto podmínkách poměrně vysoký obsah morfinu.

V F_1 potomstvu bylo na obsah morfinu analyzováno 55 typů křížení: 41 typů z pražské sklizně a 14 z větrové.

U většiny materiálu se projevila v obsahu morfinu intermediarita mezi oběma rodiči. V Praze měl vyšší obsah morfinu než lepší z rodičů pouze jeden kříženec, Nordster $\times$ Bulharský fialový, jenž měl vysoký obsah i vůči ostatním křížencům a odrůdám. U jeho reciprokého křížení se však projevila jen neúplná dominance mateřské rostliny. Na Větrově se ze 14 případů v osmi objevilo zvýšení obsahu morfinu proti vyššímu z rodičů. Některá z reciprokových křížení však opět vykazovala intermediární charakter.

Ve váze semen se v F_1 potomstvu v Praze projevila výrazná heteróze. U kříženců mezi olejnými a opiovými odrůdami se objevila vyšší heteróze než při křížení olejných odrůd mezi sebou. Nejvyšší heteróze se objevila tam, kde obě rodičovské odrůdy měly poměrně nízký výnos. Na Větrově se objevila heteróze ve výnosu semene pouze u jednoho typu křížení. V ostatních případech měla váha semene charakter neúplné dominance vyššího z rodičů. Je možné, že projev heteróze byl ovlivněn klimatickými podmínkami. Kříženci byli kromě toho umístěni proti odrůdám blíže k lesu a byli proto více zastíněni.

Ve výšce rostlin se objevila heteróze v Praze i na Větrově. Kříženci byli vyšší než vyšší z rodičů, přestože při křížení olejného máku s opiovým je výšková diference mezi oběma odrůdami značná. I zde se objevila vyšší heteróze při křížení olejných odrůd s opiovými než při vzájemném křížení olejných odrůd.

V obou případech, ve váze semen i výšce rostlin, se heteróze objevila i v reciprokových kříženích. Reciproká křížení však nejsou ve všech případech shodná.

Podle analýz obsahu morfinu u F_2 potomstva nedošlo v tomto znaku k jednoduchému štěpení. Variční křivka obsahu morfinu se v F_2 generaci rozšiřuje. Při tom větší část variant má vyšší obsah morfinu, než je průměr mezi oběma rodiči.

Posuzujeme-li souborně číselné poměry u F_1 a F_2 generace, lze je vyložit jako složitou intermediaritu, při čemž je nutno obsah morfinu považovat za kvantitativní znak polygenně založený. V tomto případě by v F_3 potomstvu mělo dojít k dalšímu rozšíření variability obsahu morfinu. Jelikož však nepříznivými klimatickými podmínkami byla poškozena značná část F_3 potomstva, nelze ze zbylého počtu materiálu činit závěry, které by potvrzovaly předpoklad polygenního založení obsahu morfinu.

Některé rostliny z F_3 generace však vykazovaly ve srovnání s rodičovskými odrůdami značně vyšší obsah morfinu. Budou použity v roce 1958 k dalšímu výsevu.

Podle našich zkušeností lze pro šlechtění máku na zvýšený obsah morfinu ze zpracovávaných odrůd doporučit odrůdy Dubský, Chlumecký a Libverdský. Tyto odrůdy mají současně i dobrý výnos, přestože nebyly zjištěny korelace mezi obsahem morfinu a výnosem semene. Nevýhodou těchto odrůd je však stříbrošedé a šedé zbarvení semen. Vzhledem ke korelaci mezi šedým zbarvením semene a vysokým obsahem morfinu je obtížné získat odrůdu modrosemennou s vysokým obsahem morfinu.

Holandské odrůdy Nordster, Mansholtův a Nobel měly vysoký obsah morfinu a dobrý výnos, jsou vyšlechtěny pro odlišné klimatické podmínky, a proto

u nás dávají kolísavé výsledky. Jsou však vhodné jako šlechtitelský materiál. Bulharské opiové odrůdy se u nás neosvědčily vůbec.

Při předpokládaném polygenním založení obsahu morfinu je nutné provádět výběr na obsah morfinu po řadu generací při pěstování materiálu ve vhodných a stálých podmínkách.

Souhrn

1. Obsah morfinu je dědičným odrůdovým znakem.
2. Výnos semen je závislý především na podmínkách prostředí (agrotechnických a klimatických).
3. Rozhodující vliv na obsah morfinu mají vnější podmínky. Z těchto podmínek největší vliv má výška teploty a množství dešťových srážek v období dozrávání makovic. Každá odrůda má vyhraněné podmínky půdní a klimatické. Odrůdy, vyšlechtěné pro určité klimatické podmínky, dávají v těchto podmínkách vysoký obsah morfinu.
4. V F_1 se objevila heteróze ve váze semen a výšce rostlin.
5. V obsahu morfinu byla v F_1 u většiny materiálu shledána intermedierita mezi oběma rodiči.
6. V F_2 potomstvu poukazují poměry v obsahu morfinu na složitou intermedieritu. Obsah morfinu je považován za kvantitativní znak, polygenně založený.
7. Při šlechtění na zvýšený obsah morfinu je nutné provádět výběr na důležité hospodářské vlastnosti a odrůdovou vyrovnanost a u takto získaného materiálu po řadu let vybírat rostliny s nejvyšším obsahem morfinu.

Literatura

1. Alexandrov V. G., Alexandrová O. G.: Srovnatělno-anatomičeskije issledovanija nad strojenijem koroboček različnych predstaviteľej opijnych makov. Trudy po pr. Hot., Gen. i Sel. III, 2:316-349, 1932. — 2. Cavarro F., Chistoni A.: La ibridazione sul *Papaver somniferum* in relazione al titolo di morfina nell'oppio. Rend. R. Accad. Lincei 2:112-118, 1926. Bull. Orto. Bot. R. Univ. Napoli 9:25-31, 1928. — 3. Determann W.: Über Zusammenhänge zwischen Alkaloidgehalt u. Zahl u. Größe der Milchröhren in den Kapseln von *Papaver somniferum* L. Z. f. Pflanzenz. 23:371-375, 1940. — 4. Fruwirth C.: Handbuch der landwirtschaftlichen Pflanzenzüchtung. Berlin 1927. — 5. Gusev S. P., Kirjanov A. P.: Agrotechničeskije ukazanija po vozdeľyvaniju lekarstvennych rastenij. Moskva 1950. — 6. Hlaváčková Z.: Šlechtění máku na zvýšený obsah morfinu. Preslia 27:368-382, 1955. — 7. Heeger E. F., Bauer K. H.: Untersuchungen über den Morphin-gehalt der zum Handel zugelassenen und einiger anderer Mohnsorten und die Möglichkeit der Opiumgewinnung in Deutschland. Landw. Jb. 90:397, 1940. — 8. Heeger E. F.: Neueste Forschungsergebnisse zur Frage der Gewinnung von Morphin, *F. Digitalis* u. *F. Carvi* in Deutschland. Pharm. Ind. 7:97-99, 1940. — 9. Hills K. L., Rodwell C. N.: The Recombination of some varietal characters in the opium Poppy. Austr. Journ. of Agric. Res. 1:118-131, 1950. — 10. Holoubek J.: Polarographische Morphinbestimmung in Mohnkapseln. Pharm. Z-halle 94:347-349, 1955. — 11. Hrubý K.: Variabilita a korelace v biologii. Rozpr. II. tř. Č. A. 60, 17:1-98,

1951. — 12. Kajanus B.: Genetische Papaver-Notizen. Botaniska Notiser 99-102, 1919. — 13. Kuhn V.: Mák jako olejnina a rostlina narkotická. Praha 1936. — 14. Kulczycki J.: Przyczynek do badania nad makiem siewnym *Papaver somniferum*. Pam. Panstw. Inst. Nauk Gosp. Wiejsk. w Put. 9:341-355, 1928. — 15. Kuessner W.: Über den Alkaloidgehalt der Mohnkapseln. E. Mercks Jahresbericht 54:29-40, 1940. — 16. Maršáková-Nemejcová M.: Proměnlivost některých znaků u *Papaver somniferum* L. a význam heterose při meziodrůdovém křížení. Disertační práce 1952. — 17. Przyborowski J.: Genetische Studien über *Papaver somniferum* L. Ztschft. f. Pflanzenz. 8, 1921, sepp. — 18. Ranninger R.: Anfänge in der Mohnzüchtung. Ztschft. f. Pflanzenz. 4:45-64, 1916. — 19. Ranninger R.: Einteilung des grauen „Zwetler Mohnes“ in Typen. Ztschft. f. Pflanzenz. 5:80-82, 1917. — 20. Ranninger R.: Nachweis über die Ursache des häufigeren Auswachsens von Samen in violetten Mohnkapseln. Ztschft. f. Pflanzenz. 5:82-87, 1917. — 21. Rovenská B.: Reakce makových semen s kresolem. Čsl. biologie 4:429-434, 1955. — 22. Tomko J., Wagenhofer E.: Snahy o zvýšení obsahu alkaloidov v makoviciach. Chem. zvesti 5:393-401, 1951. — 23. Veselovská M. A.: Mak, jeho klasifikacia i značenie, Züchter 9:284-286, 1937. — 24. Zemlinskij S. E.: Lekarstvennyje rastěnija SSSR. Moskva 1949. — 25. Žukovskij P. M.: Kulturnyje rastěnija i jich sorodoči. Moskva 1950.

Скрещивание мака, направленное на повышение содержания морфина в сухих коробочках мака

1. Содержание морфина является наследственным сортовым признаком.
2. Урожай семян зависит, прежде всего, от условий среды (агротехнических и климатических).
3. Решающее влияние на содержание морфина оказывают внешние условия. Из них наибольшее влияние оказывают температура и количество атмосферных осадков в период созревания маковых коробочек. Каждому сорту свойственны определенные требования к почвенным и климатическим условиям. Сорта, селекционированные для известных климатических условий, дают в этих условиях высокое содержание морфина.
4. В F₁ проявился гетерозис в весе семян и высоте растений.
5. В содержании морфина в F₁ у большинства материала была обнаружена интермедиарность (промежуточность) между обоими родителями.
6. В потомстве F₂ условия содержания морфина указывают на сложную интермедиарность. Содержание морфина считается полигенно обоснованным количественным признаком.
7. При селекции повышения содержания морфина нужно производить отбор по важным хозяйственным свойствам и сортовой выравненности и из полученного таким образом материала в течение ряда лет отбирать растения с самым высоким содержанием морфина.

Crossing of Poppies aimed at a Heightening of Morphine Contents in Dry Poppy-Heads

1. The morphine contents is a hereditary variety character.
2. The yield of seeds depends mostly on the environment conditions (agrotechnical and climatic ones).

3. The morphine contents is decisively influenced by external conditions. Of these most important is the influence of the degree of temperature and the quantity of rainfall in the ripening period of the poppy-heads. Each variety has defined conditions as to soil and climate. Varieties improved for certain climatic conditions give a high morphine contents when these are adhered to.

4. In F_1 there occurred heterosis in the weight of seeds and in the height of plants.

5. As to morphine contents in F_1 , there was found in most plants an intermediarity between both parents.

6. In F_2 descendants the relations in morphine contents point to a complicated intermediarity. The morphine contents is taken to be a quantitative character polygenously founded.

7. When improving for heightened morphine contents a selection must be made with regard for important economical qualities and for a stability of varieties and from thus acquired material plants must be selected over some years for their high morphine contents.

Využití některých medonosných pícev v krátkodobých luskovinách, jarních, letních a strniskových směskách

II. Oblast řepařská

Использование некоторых медоносных кормовых трав в однолетних бобово-злаковых весенних, летних и по-укосных смесях.

Часть II. Свекловичная область

The Use of Some Honey-Bearing Fodder Crops in Mixtures of Short Duration Containing Both Legumes and Cereals for Spring, Summer and Stubble-Field Cultivations. Part II — Sugar-beet Growing Region

Inž. Vladimír VESELÝ

Vysoká škola zemědělská, Ústav včelařství a hedvábnictví, Brno

Došlo dne 15. V. 1958

Úvod

Stejně jako v oblasti kukuřičné, jsou i v řepařských oblastech neuspokojivé včelařské pastevní poměry. Intenzivní polaření s hlavním zaměřením k pěstování pšenice a cukrovky, malé zastoupení luk a pastvin, menší rozlohy lesů vytvářejí v mnohých případech nedostatečnou včelí krmivovou základnu.

Krmná základna zelené píce pro hospodářské zvířectvo musí být zajišťována převážně porosty na orné půdě, z nichž velká část je tvořena jednoletými krátkodobými směskami. Zavedením krátkodobých směsek s včelařským užitkem v řepařských oblastech je tudíž možno včelí pastvu znatelně zlepšit.

Metodika

Metodika byla popsána v části I.

Popis použitého rostlinného materiálu

Kromě druhů, popsaných v části I., byly v řepařské oblasti dále použity: Hořčice: Přerovská o. o. — raná, středně vysoká. Absolutní váha 6,6 g.

Bob: Přerovský: stupeň množení Š — poloraný, vegetační doba 109 až 138 dní. Výška 94 cm. Absolutní váha 435 g.

Způsob zpracování

Způsob zpracování byl již uveden v části I.

Popis pokusného materiálu v oblasti řepařské

Pokusy pro oblast řepařskou byly konány na Výzkumné a šlechtitelské stanici v Opavě ve Slezsku a okolních JZD. Výsevy byly konány na pozemcích VŠS a okolních JZD. Průměrná výška pokusných polí byla 270 m nad mořem.

Seznam směsek v řepařské oblasti

Jarní směsky

II/2 T		II/1 T		I/1 T	
hořčice	6 kg/ha	svazenka	7 kg/ha	svazenka	7 kg/ha
svazenka	6 kg/ha	vikev	50 kg/ha	vikev	50 kg/ha
vikev	40 kg/ha	peluška	70 kg/ha	peluška	30 kg/ha
peluška	30 kg/ha	oves	40 kg/ha	oves	40 kg/ha
bob	40 kg/ha	ječmen	25 kg/ha	ječmen	25 kg/ha
pohanka	10 kg/ha	pohanka	15 kg/ha		

II/1 L		I/1 L	
svazenka	6 kg/ha	svazenka	6 kg/ha
vikev	40 kg/ha	vikev	40 kg/ha
peluška	60 kg/ha	peluška	60 kg/ha
oves	20 kg/ha	oves	20 kg/ha
ječmen	50 kg/ha	ječmen	50 kg/ha
pohanka	15 kg/ha		

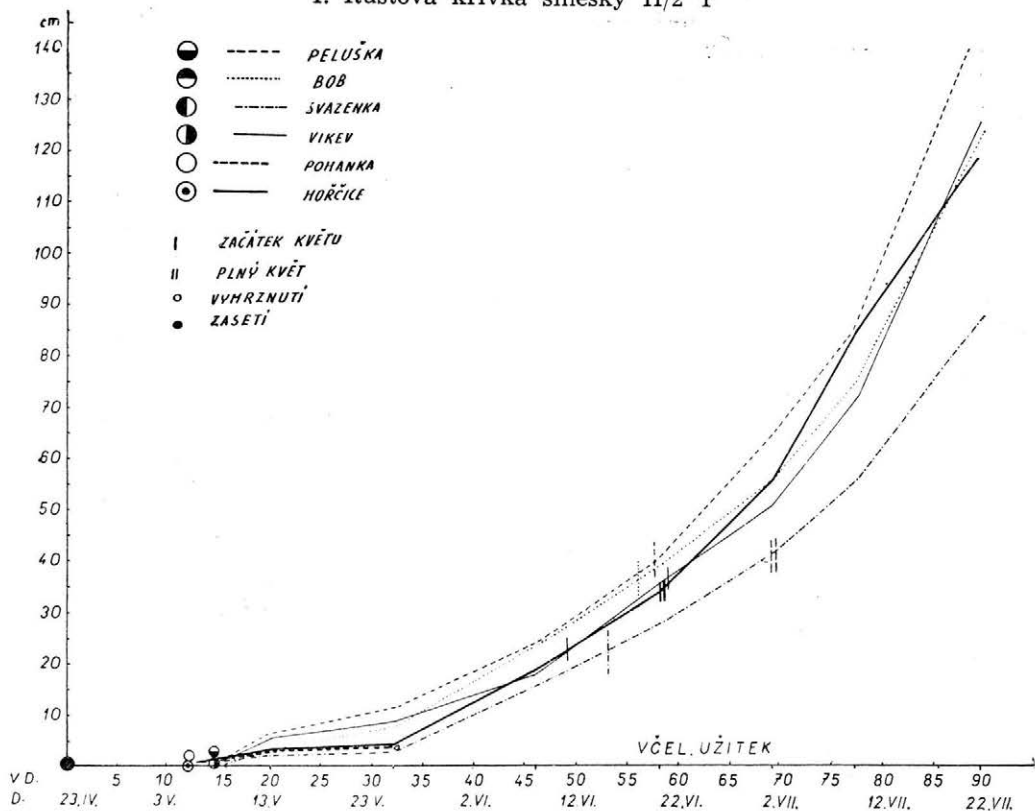
Letní a strniskové směsky

IV/2 T		IV/1 T		IV/1 L	
svazenka	6 kg/ha	svazenka	8 kg/ha	svazenka	8 kg/ha
hořčice	4 kg/ha	hořčice	4 kg/ha	hořčice	4 kg/ha
vikev	20 kg/ha	vikev	30 kg/ha	peluška	40 kg/ha
peluška	50 kg/ha	bob	40 kg/ha	bob	40 kg/ha
kukuřice	50 kg/ha	kukuřice	30 kg/ha	kukuřice	30 kg/ha

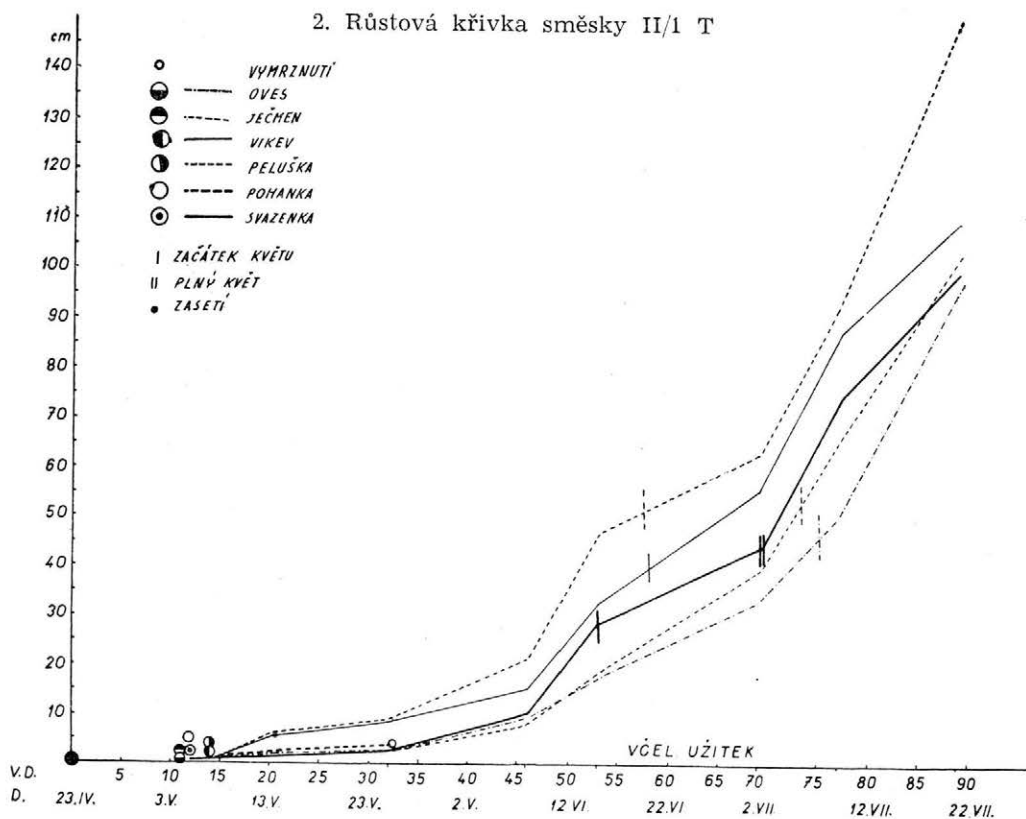
IV/2 L		IV/3 T		III/1 L	
svazenka	6 kg/ha	svazenka	8 kg/ha	slunečnice	10 kg/ha
hořčice	4 kg/ha	hořčice	8 kg/ha	vikev	60 kg/ha
vikev	40 kg/ha	vikev	30 kg/ha	peluška	40 kg/ha
peluška	20 kg/ha	peluška	40 kg/ha	kukuřice	50 kg/ha
kukuřice	50 kg/ha				

III/2 T		V/1	
svazenka	5 kg/ha	svazenka	9 kg/ha
hořčice	3 kg/ha	hořčice	11 kg/ha
vikev	50 kg/ha		
peluška	30 kg/ha		
kukuřice	80 kg/ha		
pohanka	15 kg/ha		

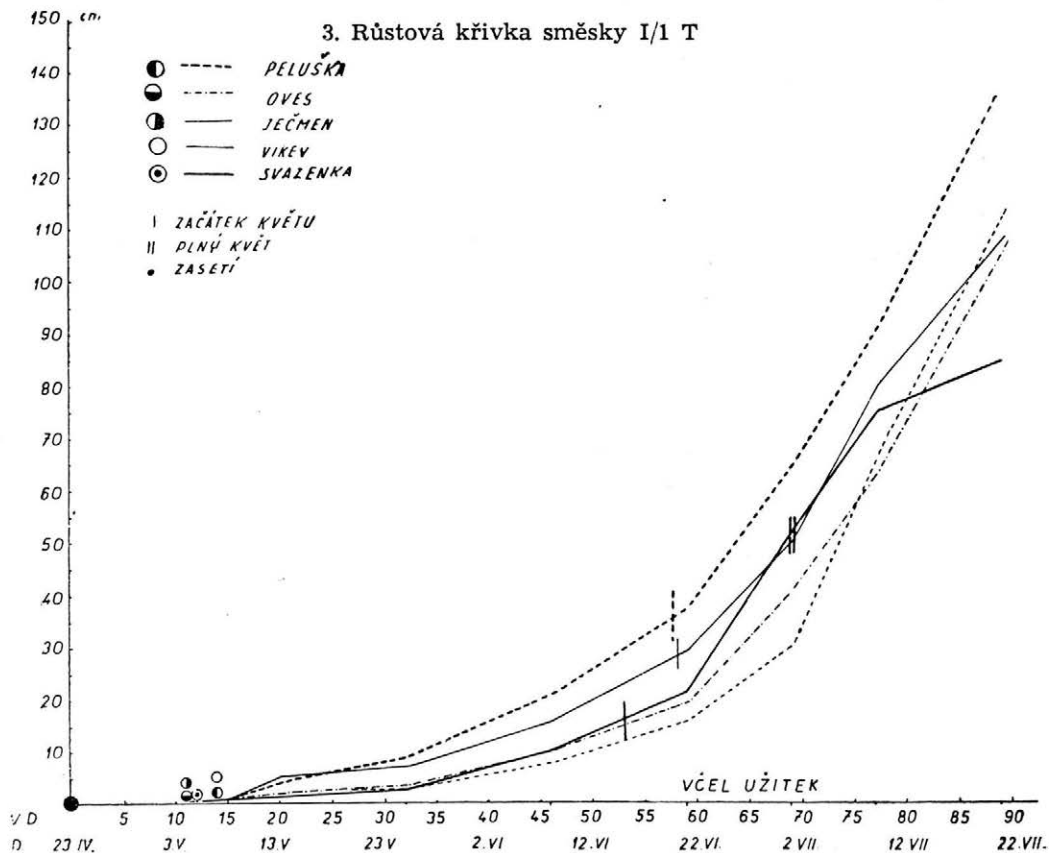
1. Růstová křivka směsky II/2 T



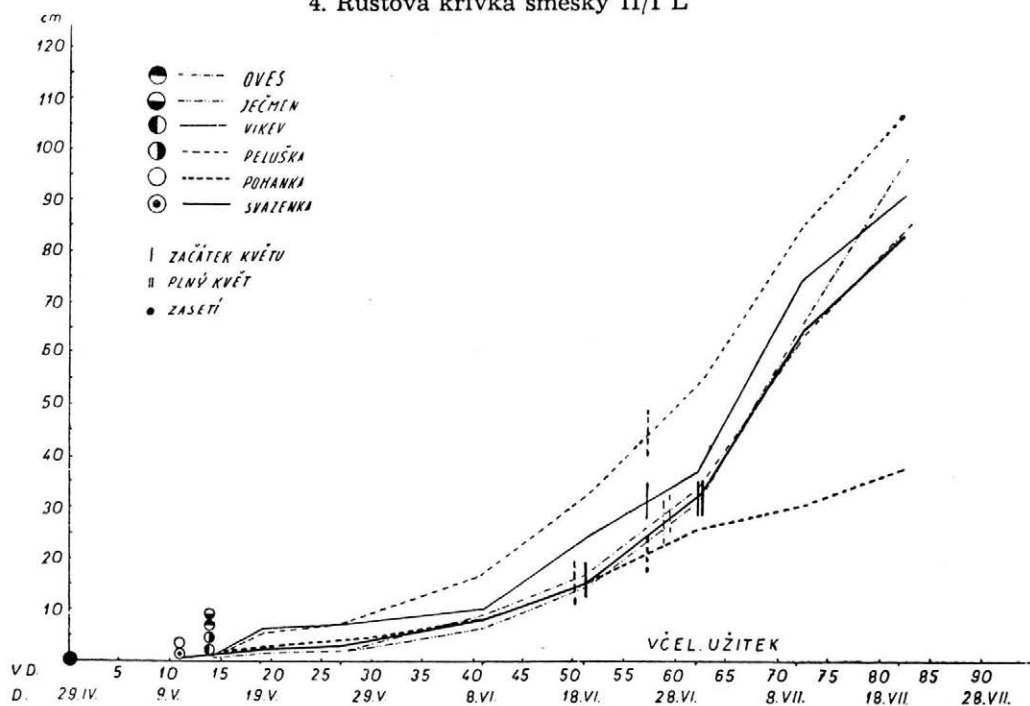
2. Růstová křivka směsky II/1 T



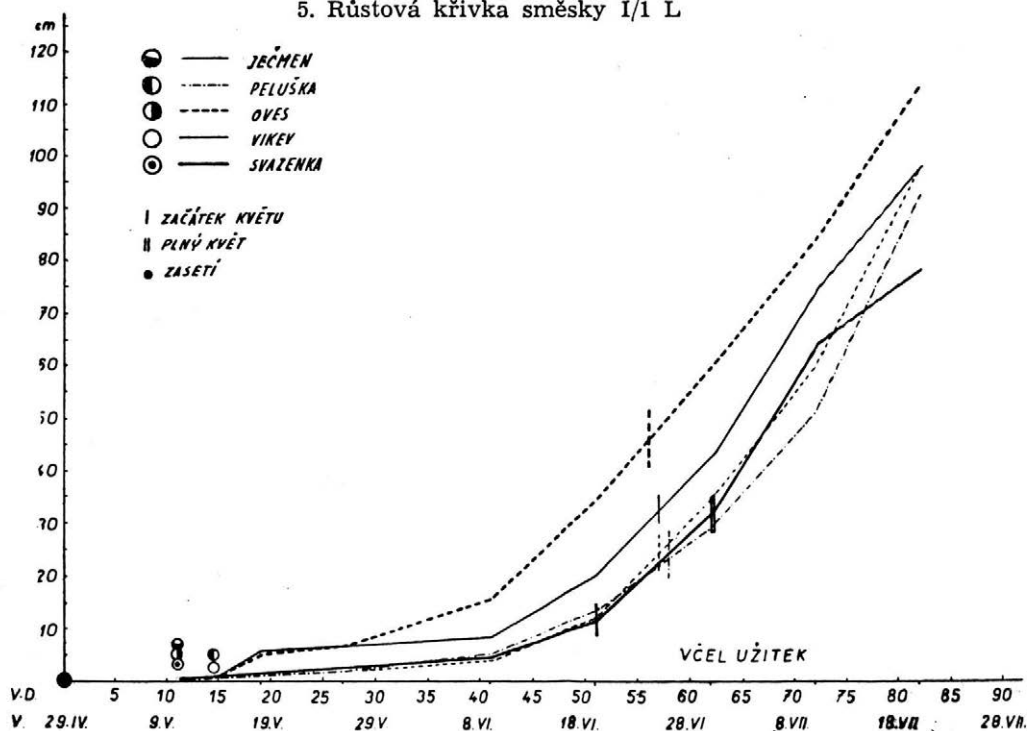
3. Růstová křivka směsky I/1 T



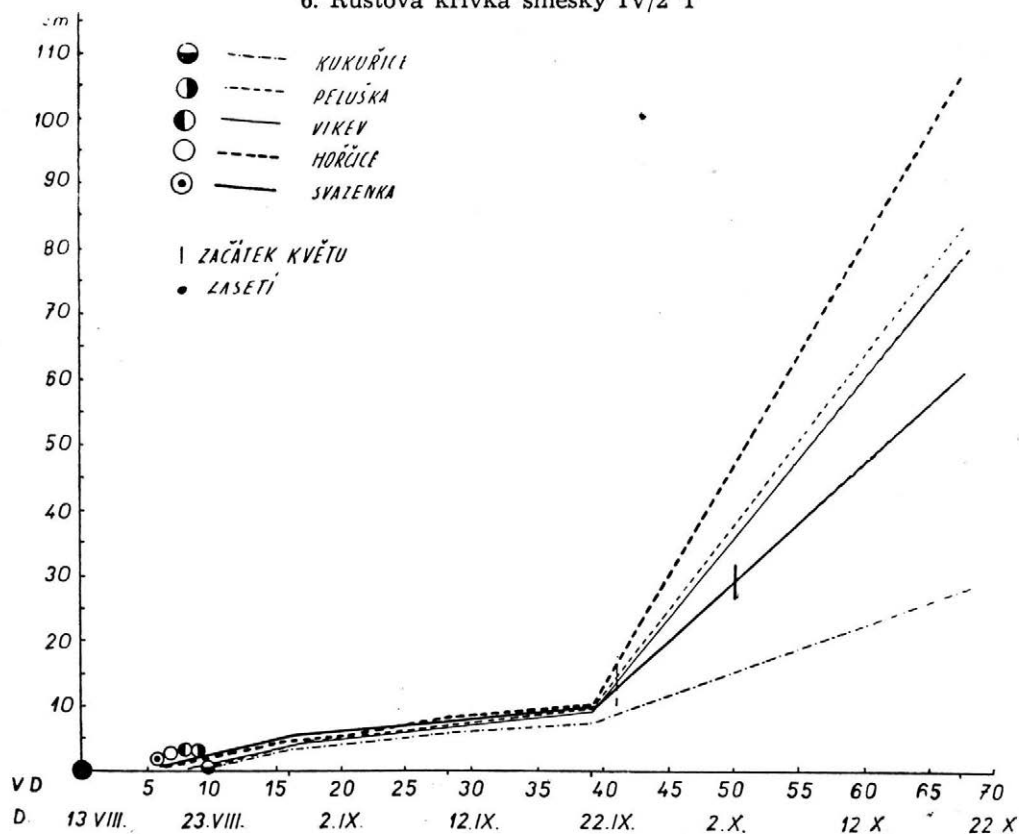
4. Růstová křivka směsky II/1 L



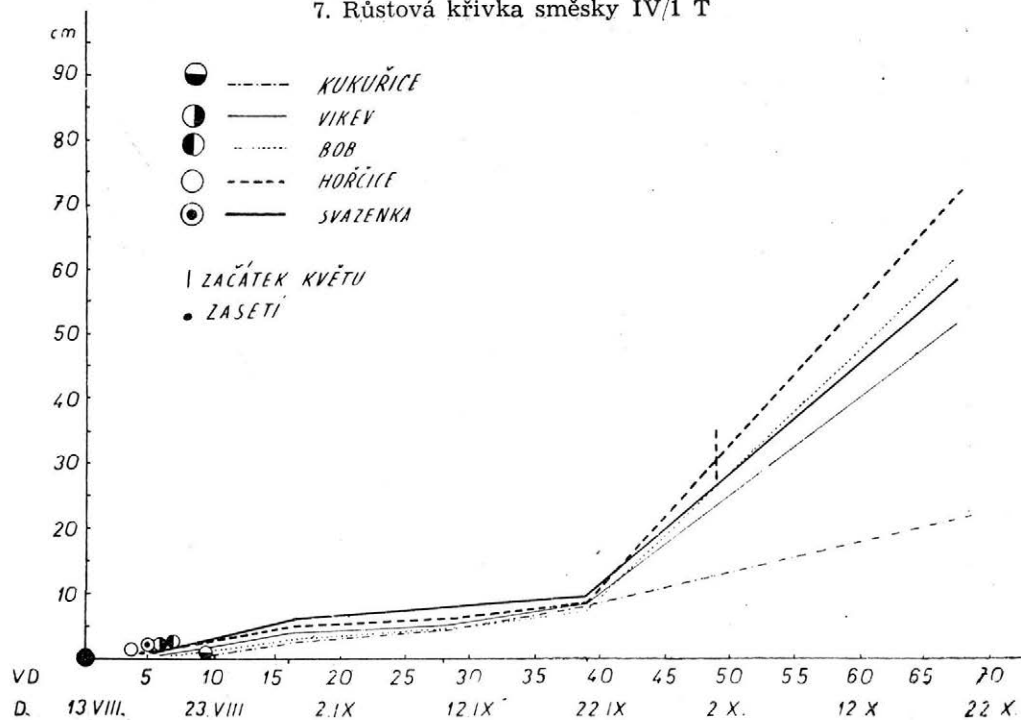
5. Růstová křivka směsky I/1 L



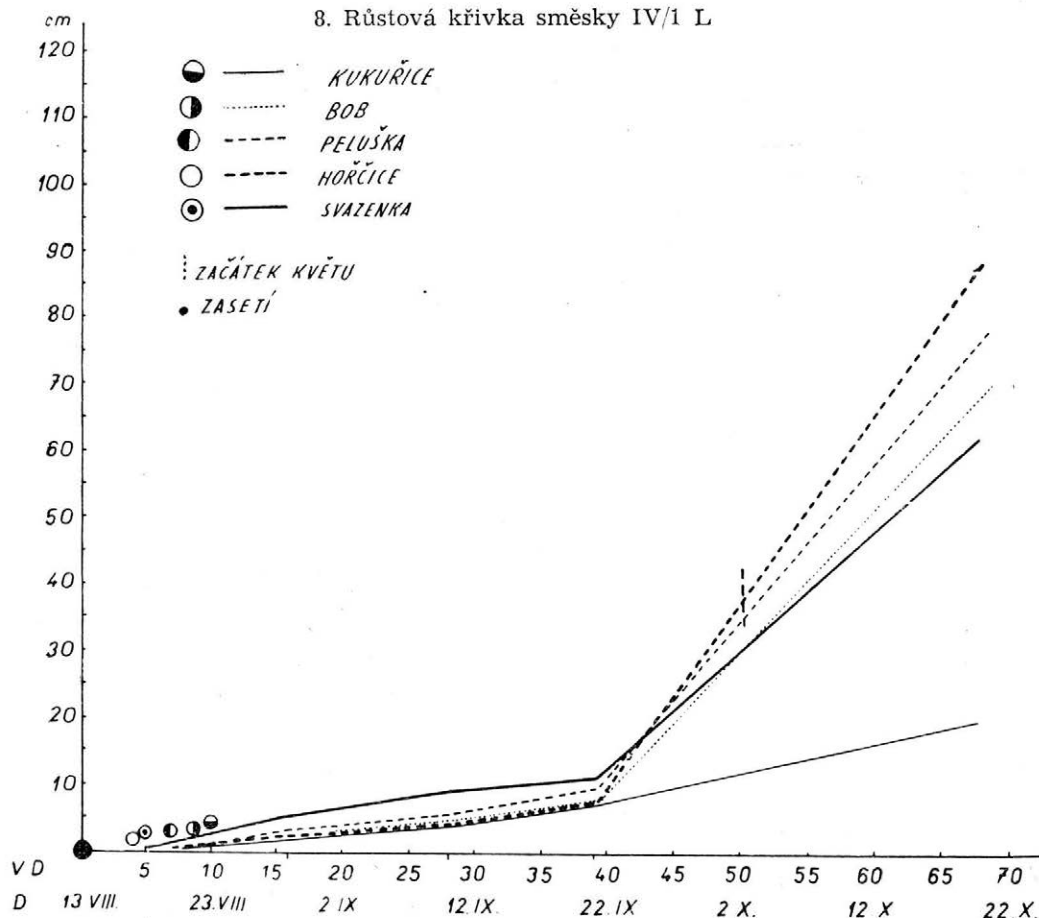
6. Růstová křivka směsky IV/2 T



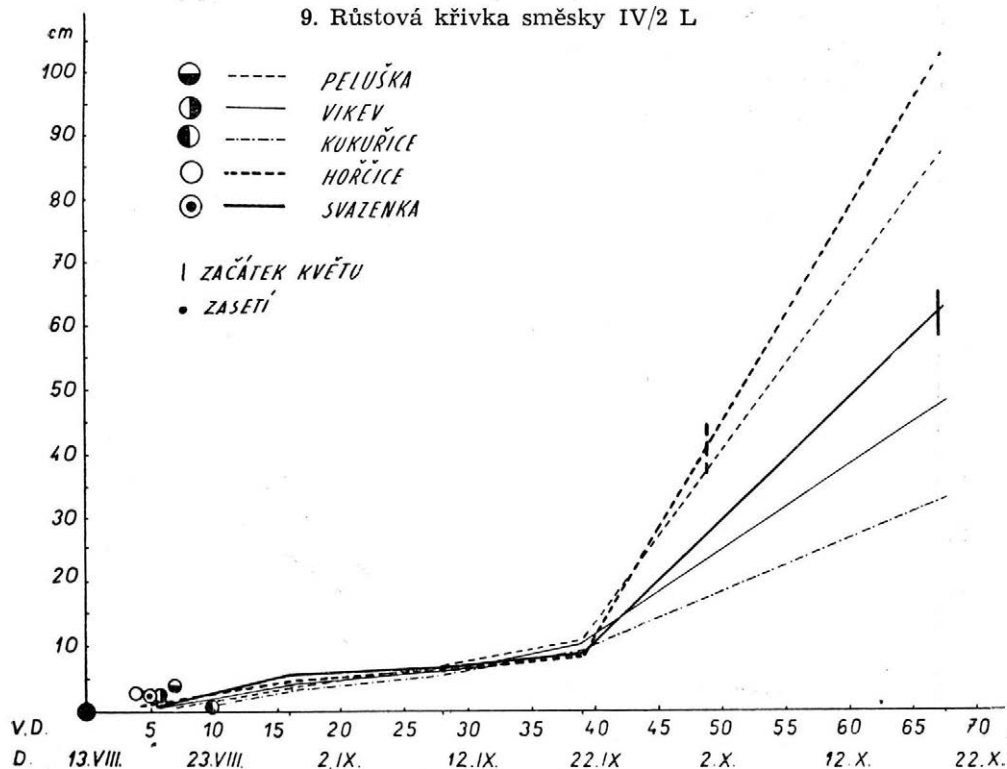
7. Růstová křivka směsky IV/1 T



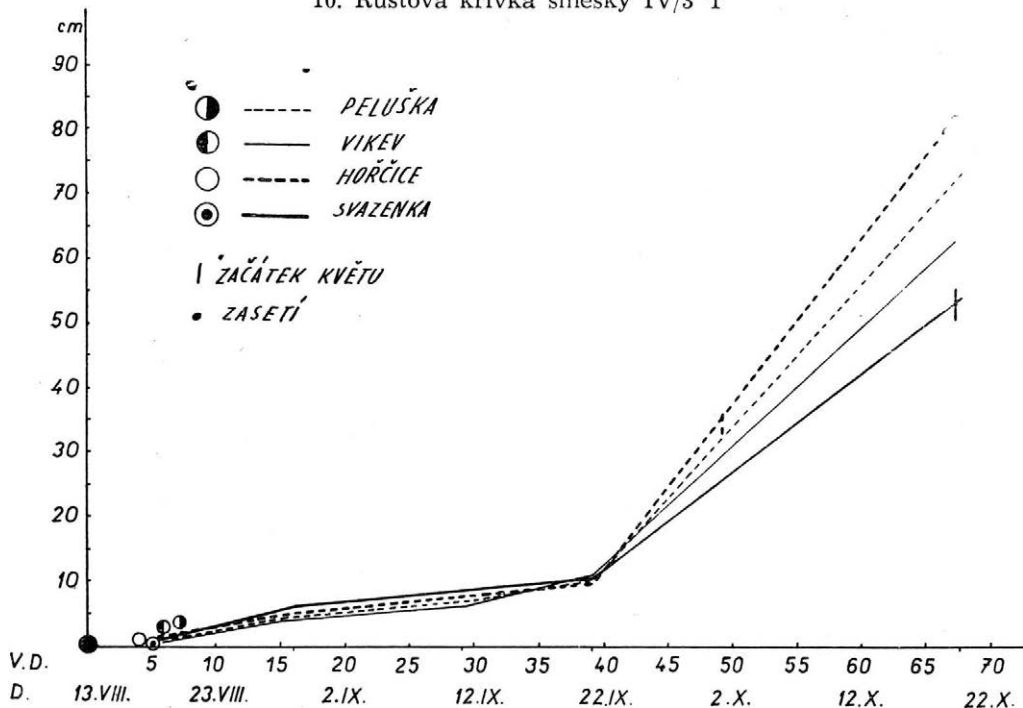
8. Růstová křivka směsky IV/1 L



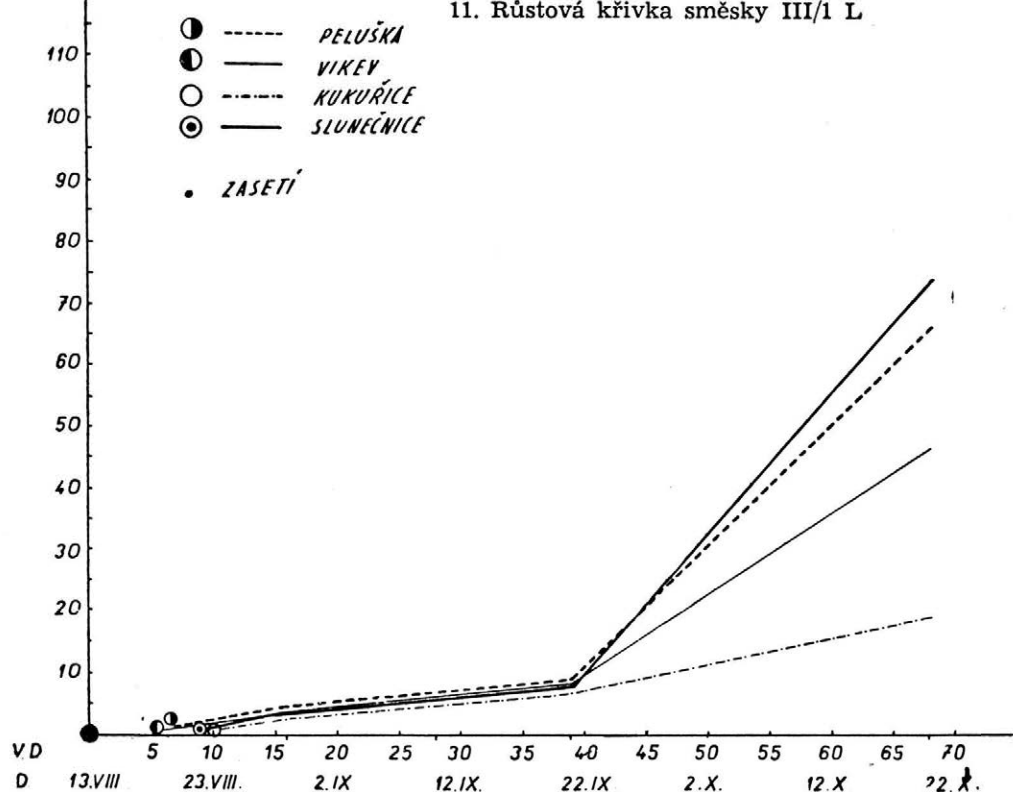
9. Růstová křivka směsky IV/2 L



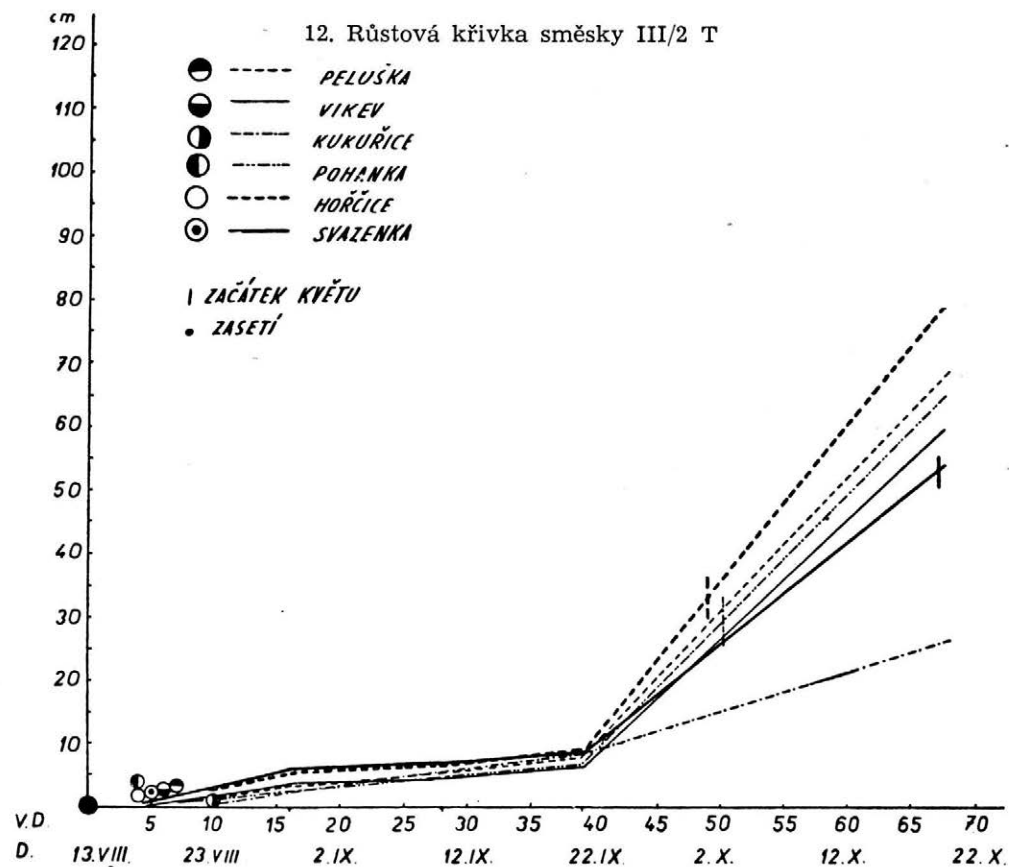
10. Růstová křivka směsky IV/3 T



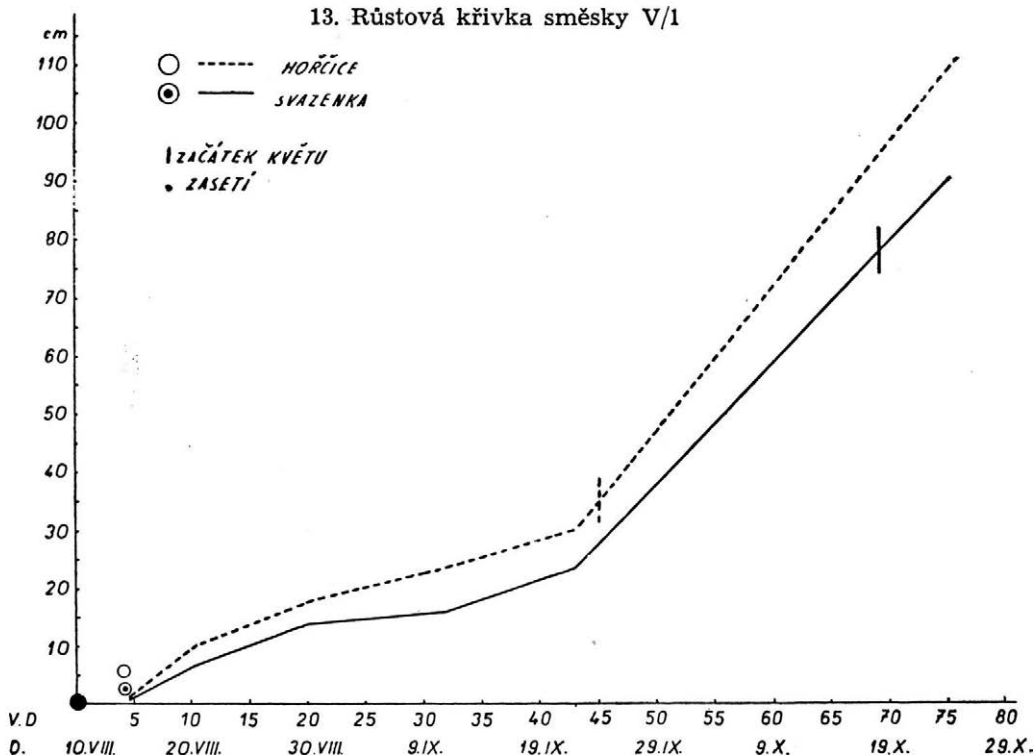
11. Růstová křivka směsky III/1 L



12. Růstová křivka směsky III/2 T



13. Růstová křivka směsky V/1



Směska II/2 T — oblast řepářská, byla vyseta na pozemku JZD Kylešovice na výměře 0,50 ha. Pozemek byl umístěn v rovině. Předplodinou byl oves. Na podzim bylo vápněno a vykonána hluboká orba. Na jaře byla vykonána normální předseťová kultivace. Předběžným rozbořem půdy před setím bylo zjištěno

pH	7,0
P ₂ O ₅	9,4 mg/100 g
K ₂ O	6,5 mg/100 g

Pohnojeno bylo 100 kg superfosfátu a 75 kg draselné soli, zaseto strojem najednou.

Směska dosáhla sice již v 55 dnech reprodukční schopnosti 104,9, ale obsah živin byl poměrně nízký. U této směsky je nutno stanovit pícninářskou zralost podle hořčice, neboť v 55 vegetačních dnech tvoří 25 % celkové hmoty. Hořčice musí být sklizena nejpozději do plného květu, neboť v této době rychle ztrácí na chutnosti a je dobyt看 špatně přijímána. Kromě toho stoupá obsah hořkých silic. Vysoké zastoupení hořčice tedy nedovoluje plné využití ostatních komponentů, takže se tato směska jeví jako nevyužitá.

Směska II/1 T — oblast řepářská, byla vyseta na pozemku JZD Kylešovice na výměře 0,50 ha. Pozemek byl umístěn na rovině. Předplodinou byl oves. Na podzim byla vykonána hluboká orba, na jaře normální předseťová kultivace. Předběžným rozbořem půdy před setím bylo zjištěno:

půdní reakce, výměnná s KCl, potenciometricky, pH	6,4
pohotová kyselina fosforečná podle König-Hasenbäumera	8,2 mg/100 g
	P ₂ O ₅
pohotové draslo podle Schachtschabela	7,5 mg/100 g
	K ₂ O

Tabulka ke grafu 1. Průběh teploty, srážek a slunečního svitu

Vegetačních dní																			
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
	23. IV.		3. V.		13. V.		23. V.		2. VI.		12. VI.		22.VI.		2.VII.		12.VII		22.VII
1	4,18	12,06	14,16	13,58	12,08	9,88	2,62	9,92	10,98	16,66	12,28	14,56	18,02	17,20	17,84	15,36	18,22	20,68	19,38
2	4,6	—	6,8	6,2	30,3	13,7	5,1	27,6	17,0	—	2,7	—	4,4	1,0	51,5	32,0	2,3	—	3,4
3	29,1	46,8	35,1	40,0	49,1	22,4	34,8	32,0	28,9	48,7	11,2	28,3	22,2	34,0	28,8	12,8	22,6	44,0	40,2
4	5,38	38,6	122,5	11,37 90,6 215,6					15,15 61,2 163,8					17,97 96,9 174,3					
5	7,0	43,8	169,7	13,5 62,0 245,7					16,3 63,6 257,9					18,3 85,1 252,3					

Tabulka ke grafu 4. Průběh teplot, srážek a slunečního svitu

Vegetačních dní																		
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	
	29. IV.		9. V.		19. V.		29. V.		8. VI.		18. VI.		28. VI.		8. VII.		18. VII.	
1	12,06	14,16	13,58	12,08	9,28	8,62	9,92	10,98	16,66	12,28	14,56	18,02	17,20	17,84	16,36	18,82	20,68	19,38
2	—	6,8	6,2	30,3	13,7	5,1	27,6	17,0	—	2,7	—	4,4	1,0	51,5	32,0	2,3	—	3,4
3	46,8	35,1	40,0	49,1	22,4	34,8	32,0	28,9	48,7	11,2	28,3	22,2	34,0	28,8	12,8	22,6	44,0	40,2
4			11,37	90,6	215,6				15,5	61,2	163,8				17,97	96,90	174,7	
5			13,5	62,0	245,7				16,3	63,6	257,9				18,03	85,1	252,3	

1. pětidenní průměry teplot v °C. — 2. pětidenní souhrny srážek v mm. — 3. pětidenní souhrny svitu v hod. — 4. měs. prům. teplot a souhrny srážek a svitu. — 5. desetileté průměry těchto hodnot.

Tabulka ke grafu 6. Průběh teplot, srážek a slunečního svitu

Vegetačních dní														
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
	13. VIII.		23. VIII.		2. IX.		12. IX.		22. IX.		2. X.		12. X.	
1	15,98	16,94	18,38	17,04	17,72	15,5	18,02	11,08	10,66	11,14	8,52	10,96	11,00	9,26
2	16,4	32,2	1,0	28,6	12,8	1,0	—	18,6	0,2	9,2	—	18,5	1,6	2,8
3	29,5	38,7	55,6	21,5	5,5	31,4	14,1	14,1	32,9	28,0	21,7	29,5	13,2	24,1
4		16,80	129,8	178,3			13,25	35,1	16,51		8,56	27,2	126,6	
5		17,2	119,6	216,7			13,6	80,2	179,2		8,9	53,00	115,3	

Tabulka ke grafu 13. Průběh teplot, srážek a slunečního svitu

Vegetačních dnů															
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
	10.VIII.		20.VIII.		30.VIII.		9. IX.		19. IX.		29. IX.		9. X.		19. X.
1	15,98	16,94	18,38	17,04	17,72	15,5	18,02	11,08	10,66	11,84	8,52	10,96	11,00	9,26	8,56
2	16,4	32,2	1,0	28,6	12,8	1,0	—	18,6	0,2	9,2	—	18,5	1,6	2,8	0,8
3	29,5	30,7	55,6	21,5	5,5	31,4	37,1	14,1	32,9	28,0	21,7	29,5	13,2	24,1	18,2
4	16,80	129,8		178,3			13,25	35,1	165,1			8,56	27,2	126,6	
5	17,2	119,6		216,7			13,6	70,2	179,2			8,9	53,0	115,3	

1. pětidenní průměry teplot v °C. — 2. pětidenní souhrny srážek v mm. — 3. pětidenní souhrny svitu v hod. — 4. měs. prům. teplot a souhrny srážek a svitu. — 5. desetileté průměry těchto hodnot.

I. Základní údaje o komponentech

Komponent	Výsevek na hektar			Výnos zelené hmoty	
	kg	%	množství klíčivých semen	q	%
				v 55 vegetačních	
Hořčice	6	30	741 900	68,5	42,8
Svazenka	6	33	2 621 200	60,5	40,3
Vikev	40	25	609 900	60,2	30,1
Peluška	30	15	145 500	41,5	20,6
Bob	40	18	83 840	24,0	6,8
Pohanka	10	13	324 000	—	—
Plevel				17,2	

II. Základní údaje o směsce

Výsevek na <i>ha</i> %	Výnos zelené hmoty %	Reprodukční schopnost	Pícninářská zralost dosažena za	Výnos zelené <i>q/ha</i>	
	v 55 vegetačních dnech			veškeré hmoty	
				v 55	
134	140,6	104,9	60 dní	272,0	

III Základní údaje o komponentech

Komponent	Výsevek na hektar			Procento vzcházení	Výnos zelené hmoty		
	kg	%	množství klíčivých semen		q	%	
					v 48		
Svazenka	7	38	3 058 100	31,6	47,7	31,8	
Vikev	50	31	753 800	94,3	51,5	25,7	
Pelůška	70	35	339 600	82,4	68,5	27,4	
Oves	40	23	997 700	} 96,8	72,5	20,7	
Ječmen	25	16	534 000				
Pohanka	15	20	486 100	—	vymrzla		
Plevel					18,0		

směsky II/2 T — oblast řepářská

	Reprodukční schopnost	Váhové zastoupení %	Výnos živin v kg/ha			
			předběžná sušina	sušina	stravitelné bílkoviny	škrobová hodnota
dnech						
	142,0	25,1	1029	933,3	39,1	194,1
	122,0	22,2	419	375,6	18,4	81,1
	120,0	22,1	691	616,3	78,8	208,9
	137,0	15,1	534	480,6	43,0	126,8
	37,7	8,8	227	202,2	18,1	63,8
	—	vymrzla	—	—	—	—
		6,3				

II/2 T — oblast řepářská

hmoty		Výnos živin <i>kg/ha</i>				Výnos medu <i>kg/ha</i>
bez plevele	předběžná sušina	sušina	stravitelné bílkoviny	škrobová hodnota		
vegetačních dnech						
	254,8	2900	2608,0	197,4	674,7	50

II/1 T — oblast řepářská

	Reprodukční schopnost	Váhové zastoupení %	Výnos živin v kg/ha			
			předběžná sušina	sušina	stravitelné bílkoviny	škrobová hodnota
vegetačních dnů						
	83,6	18,4	486	436,1	21,8	95,0
	82,9	19,9	612	547,1	80,0	209,4
	78,2	26,5	972	872,3	81,1	235,5
	53,0	28,1	1239	1090,3	52,0	272,5
	—	—	—	—	—	—
		6,9				

IV. Základní údaje o směsce

Výsevek na <i>ha</i> %	Výnos zelené hmoty %	Reprodukční schopnost	Pícninářská zralost dosažená za	Výnos zelené hmoty <i>g/ha</i>	
				veškeré hmoty	bez plevele
	v 48 vegetačních dnech			v 48	
163	105,6	64,7	80 dní	258,2	240,2

V. Základní údaje o komponentech

Komponent	Výsevek na hektar			Procento vzcházení	Výnos zelené hmoty		
	kg	%	množství klíčivých semen		q	%	
					v 48		
Svazenka	7	38	3 058 100	57,6	48,5	32,3	
Vikev	50	31	753 800	93,5	57,2	28,6	
Peluška	30	15	145 500	99,6	37,0	14,8	
Oves	40	23	997 700	55,3	65,5	43,6	
Ječmen	25	16	534 000	85,2	44,0	22,0	
Plevel					23,2		

VI. Základní údaje o směsce

Výsevek na <i>ha</i> %	Výnos zelené hmoty %	Reprodukční schopnost	Pícninářská zralost dosažena za	Výnos zelené <i>q/ha</i>	
				veškeré hmoty	
	v 48 vegetačních dnech			v 48	
123	141,3	114,8	80 dní	275,4	

II/1 L — oblast řepářská

	Výnos živin <i>kg/ha</i>				Výnos medu <i>kg/ha</i>
	předběžná sušina	sušina	stravitelné bílkoviny	škrobová hodnota	
vegetačních dnech					
	3309	2945,8	234,9	812,4	205

směsky I/1 T — oblast řepářská

	Reprodukční schopnost	Váhové zastoupení %	Výnos živin v kg/ha			
			předběžná sušina	sušina	stravitelné bílkoviny	škrobová hodnota
vegetačních dnech						
	85,0	17,6	330	296,1	14,9	64,3
	92,2	20,7	664	593,6	86,9	227,3
	98,6	13,4	357	320,4	30,1	86,1
	189,0	23,7	762	675,8	32,2	168,9
	137,0	15,9	504	457,6	29,1	152,5
		8,4				

I/1 T — oblast řepářská

hmoty	Výnos živin <i>kg/ha</i>				Výnos medu <i>kg/ha</i>
bez plevele	předběžná sušina	sušina	stravitelné bílkoviny	škrobová hodnota	
vegetačních dnech					
	252,2	2617	2343,5	193,2	699,1
					210

VII. Základní údaje o komponentech

Komponent	Výsevek na hektar			Procento vzcházení	Výnos zelené hmoty		
	kg	%	množství klíčivých semen		q	%	
					v 45		
Svazenka	6	33	2 621 200	41,4	12,8	8,5	
Vikev	40	25	603 000	63,0	22,0	11,0	
Pelůška	60	30	291 000	55,8	48,5	19,4	
Oves	20	12	498 900	92,3	70,2	20,0	
Ječmen	50	33	1 068 000	41,1			
Pohanka	15	20	486 100	vymrzla	—	—	
Plevel					62,2		

VIII. Základní údaje o směsce

Výsevek na ha %	Výnos zelené hmoty %	Reprodukční schopnost	Pícninářská zralost dosažena za	Výnos zelené q/ha	
	v 45 vegetačních dnech	veškeré hmoty			
		v 45			
134	58,9	43,9	70 dní	215,8	

IX. Základní údaje o komponentech

Komponent	Výsevek na hektar			Procento vzcházení	Výnos zelené hmoty	
	kg	%	množství klíčivých semen		q	%
					v 45	
Svazenka	6	33	2 621 200	35,8	7,0	4,6
Vikev	40	25	603 000	63,8	16,0	8,0
Peluška	60	30	291 000	99,6	30,0	12,0
Oves	20	12	498 900	96,2	69,7	19,9
Ječmen	50	33	1 068 000	44,0		
Plevel					116,5	

směsky II/1 L — oblast řepařská

	Reprodukční schopnost	Váhové zastoupení %	Výnos živin v <i>kg/ha</i>			
			předběžná sušina	sušina	stravitelné bílkoviny	škrobová hodnota
vegetačních dnech						
	25,7	5,9	113	101,4	5,1	22,1
	44,0	10,1	247	220,8	32,5	84,5
	64,6	22,4	597	535,7	49,8	143,5
	44,4	32,5	883	803,5	48,2	273,1
	—	—	—	—	—	—
		28,8				

II/1 L — oblast řepařská

hmoty		Výnos živin <i>kg/ha</i>				Výnos medu <i>kg/ha</i>
	bez plevele	předběžná sušina	sušina	stravitelné bílkoviny	škrobová hodnota	
vegetačních dnech						
	153,6	1840	1661,4	135,6	523,5	
						190

směsky I/1 L — oblast řepařská

	Reprodukční schopnost	Váhov ^é zastoupení %	Výnos živin v kg/ha			
			předběžná sušina	sušina	stravitelné bílkoviny	škrobová hodnota
vegetačních dnech						
	13,9	2,9	30	27,3	1,3	6,0
	32,0	7,1	142	126,9	18,7	48,6
	40,0	12,5	390	350,0	32,5	93,8
	44,2	29,1	984	895,4	56,4	295,4
		48,7				

X. Základní údaje o směsce

Výsevek na <i>ha</i> %	Výnos zelené hmoty %	Reprodukční schopnost	Pícninářská zralost dosažena za	Výnos zelené hmoty <i>q/ha</i>		
				veškeré hmoty	bez plevelů	
	v 45 vegetačních dnech			v 45		
133	44,5	33,4	75 dní	239,2	122,7	

XI. Základní údaje o komponentech

Komponent	Výsevek na hektar			Výnos zelené hmoty		
	kg	%	množství klíčivých semen	q	%	
				v 64		
Svazenka	6	33	2 621 200	72,6	48,4	
Hořčice	4	20	494 600	114,6	71,6	
Vikev	20	12	301 520	34,6	17,3	
Pelůška	50	25	242 500	23,3	9,3	
Kukuřice	50	33	134 800	14,7	4,2	
Plevel				25,3		

XII. Základní údaje o směsce

Výsevek na <i>ha</i> %	Výnos zelené hmoty %	Reprodukční schopnost	Pícninářská zralost dosažena za	Výnos zelené	
				veškeré hmoty	
	v 64 vegetačních dnech	v 64			
123	150,8	122,6	70 dní	285,1	

I/1 L — oblast řepářská

	Výnos živin <i>kg/ha</i>				Výnos medu <i>kg/ha</i>
	předběžná sušina	sušina	stravitelné bílkoviny	škrobová hodnota	
vegetačních dnech					
	1546	1399,6	108,9	443,8	180

směsky IV/2 T — oblast řepářská

	Reprodukční schopnost	Váhové zastoupení %	Výnos živin v <i>kg/ha</i>			
			předběžná sušina	sušina	stravitelné bílkoviny	škrobová hodnota
vegetačních dnech						
	146,0	25,4	995	900,3	43,9	194,1
	359,0	40,2	1813	1645,2	57,5	296,1
	144,0	12,1	482	430,9	63,0	164,9
	37,2	8,1	300	269,2	22,3	72,1
	12,7	5,1	155	139,8	7,8	38,7
		8,8				

IV/2 T — oblast řepářská

hmoty <i>q/ha</i>	Výnos živin <i>kg/ha</i>			
bez plevele	předběžná sušina	sušina	stravitelné bílkoviny	škrobová hodnota
vegetačních dnech				
259,8	3745	3385,4	194,5	765,9

XIII. Základní údaje o komponentech

Komponent	Výsevek na hektar			Výnos zelené hmoty		
	kg	%	množství klíčivých semen	q	%	
				v 64		
Svazenka	8	44	3 495 000	29,7	19,8	
Hořčice	4	20	494 600	105,3	65,6	
Vikev	30	18	452 300	4,0	2,0	
Bob	40	18	83 840	10,0	2,8	
Kukuřice	30	20	80 900	5,6	1,6	
Plevel				11,7		

XIV. Základní údaje o směsce

Výsevek na <i>ha</i> %	Výnos zelené hmoty %	Reprodukční schopnost	Pícninářská zralost dosažena za	Výnos zelené	
				veškeré hmoty	
	v 64 vegetačních dnech			v 64	
120	91,8	76,5	75 dní	166,3	

XV. Základní údaje o komponentech

Komponent	Výsevek na hektar			Výnos zelené hmoty		
	kg	%	množství klíčivých semen	q	%	
				v 64		
Svazenka	8	44	3 495 000	112,6	75,0	
Hořčice	4	20	494 600	121,3	75,8	
Pelůška	40	20	194 000	18,0	7,2	
Bob	40	18	83 840	2,0	0,57	
Kukuřice	30	20	80 900			
Plevel				6,7		

směsky IV/1 T — oblast řepařská

	Reprodukční schopnost	Váhové zastoupení %	Výnos živin v <i>kg/ha</i>			
			předběžná sušina	sušina	stravitelné bílkoviny	škrobová hodnota
vegetačních dnech						
	45,0	17,8	407	365,4	18,5	80,2
	328,0	63,4	1665	1516,9	48,5	303,3
	11,1	2,4	55	49,1	7,1	18,8
	15,5	6,0	102	90,7	8,4	32,1
	8,0	3,3	60	54,1	3,0	14,9
		7,0				

IV/1 T — oblast řepařská

hmoty <i>q/ha</i>		Výnos živin v <i>kg/ha</i>			
	bez plevele	předběžná sušina	sušina	stravitelné bílkoviny	škrobová hodnota
vegetačních dnech					
	154,6	2289	2076,2	85,5	449,3

směsky IV/1 L —oblast řepařská

	Reprodukční schopnost	Váhové zastoupení %	Výnos živin v <i>kg/ha</i>			
			předběžná sušina	sušina	stravitelné bílkoviny	škrobová hodnota
vegetačních dnech						
	170,0	43,3	1543	1377,3	69,9	302,5
	379,0	46,6	1918	1726,2	53,5	327,9
	36,0	6,9	231	207,3	19,2	55,5
	3,1	0,7	21	19,0	1,7	6,7
	potlačena		—	—	—	—
		2,9				

XVI. Základní údaje o směsce

Výsevek na <i>ha</i> %	Výnos zelené hmoty %	Reprodukční schopnost	Pícninářská zralost dosažena za	Výnos zelené	
				veškeré hmoty	
	v 64 vegetačních dnech			v 64	
122	158,5	129,9	70 dní	260,6	

XVII. Základní údaje o komponentech

Komponent	Výsevek na hektar			Výnos zelené hmoty	
	<i>kg</i>	%	množství klíčivých semen	<i>g</i>	%
	v 64				
Svazenka	6	33	2 621 200	84,3	56,2
Hořčice	4	20	494 600	66,7	41,6
Vikev	40	25	603 000	2,6	1,3
Pelůška	20	10	97 020	16,0	6,4
Kukuřice	50	33	134 800	7,6	2,1
Plevel				14,6	

XVIII. Základní údaje o směsce

Výsevek na <i>ha</i> %	Výnos zelené hmoty %	Reprodukční schopnost	Pícninářská zralost dosažena za	Výnos zelené	
				veškeré hmoty	
	v 64 vegetačních dnech			v 64	
121	107,6	88,9	70 dní	191,8	

IV/1 L — oblast řepařská

hmoty <i>q/ha</i>		Výnos živin v <i>kg/ha</i>			
bez plevele		předběžná sušina	sušina	stravitelné bílkoviny	škrobová hodnota
vegetačních dnech					
251,9		3718	3289,8	144,3	692,6

směsky IV/2 L — oblast řepařská

Reprodukční schopnost	Váhov é zastoupení %	V ýnos živin v kg/ha				
		p ředběžná sušina	sušina	stravitelné bílkoviny	škrobová hodnota	
vegetačních dn ech						
170,0	43,9	1155	1036,0	51,2	224,8	
208,0	34,7	1055	960,0	29,7	182,4	
5,2	1,3	36	32,1	4,6	12,2	
64,0	8,3	206	184,8	17,1	49,5	
6,3	3,9	80	72,1	4,0	19,9	
	7,6					

IV/2 L — oblast řepařská

hmoty <i>q/ha</i>		Výnos živin <i>kg/ha</i>			
bez plevele		předběžná sušina	sušina	stravitelné bílkoviny	škrobová hodnota
vegetačních dnech					
177,2		2532	2285,0	106,6	488,8

XIX. Základní údaje o komponentech

Komponent	Výsevek na hektar			Výnos zelené hmoty		
	kg	%	množství klíčivých semen	q	%	
				v 64		
Svazenka	8	44	3 495 000	38,6	25,7	
Hořčice	8	40	989 200	116,0	72,5	
Vikev	30	18	452 300	7,0	3,5	
Pelůška	40	20	194 000	21,3	8,5	
Plevel				17,6		

XX. Základní údaje o směsce

Výsevek na <i>ha</i> %	Výnos zelené hmoty %	Reprodukční schopnost	Pícninářská zralost dosažena za	Výnos zelené	
				veškeré hmoty	
	v 64 vegetačních dnech			v 64	
122	110,2	90,3	70 dní	200,5	

XXI. Základní údaje o komponentech

Komponent	Výsevek na hektar			Výnos zelené hmoty	
	kg	%	množství klíčivých semen	q	%
				v 64	
Slunečnice	10	40	100 000	54,3	18,1
Vikev	60	37	904 560	12,6	6,3
Pelůška	40	20	194 000	43,0	17,2
Kukuřice	50	33	134 800	11,6	3,3
Plevel				14,3	

směsky IV/3 T — oblast řepařská

Reprodukční schopnost	Váhové zastoupení %	Výnos živin <i>kg/ha</i>				
		předběžná sušina	sušina	stravitelné bílkoviny	škrobová hodnota	
vegetačních dnech						
58,4	19,3	529	474,9	24,1	104,4	
181,0	58,0	1835	1669,8	51,7	317,2	
19,4	3,5	98	89,7	13,1	34,3	
42,5	10,6	274	245,9	22,8	65,9	
	8,8					

IV/3 T — oblast řepařská

hmoty <i>q/ha</i>	Výnos živin <i>kg/ha</i>			
bez plevele	předběžná sušina	sušina	stravitelné bílkoviny	škrobová hodnota
vegetačních dnech				
182,9	2736	2480,3	111,7	521,8

směsky III/1 L — oblast řepařská

Reprodukční schopnost	Váhové zastoupení %	Výnos živin <i>kg/ha</i>			
		předběžná sušina	sušina	stravitelné bílkoviny	škrobová hodnota
vegetačních dnech					
45,2	39,9	516	460,6	23,4	153,8
17,0	9,2	175	156,4	22,8	59,8
86,0	31,6	553	496,3	46,1	132,9
10,0	8,5	122	110,0	6,1	30,4
	10,5				

XXII. Základní údaje o směsce

Výsevek na <i>ha</i> %	Výnos zelené hmoty %	Reprodukční schopnost	Pícninářská zralost dosažena za	Výnos. zelené	
	v 64 vegetačních dnech			veškeré hmoty	
				v 64	
130	44,9	34,6	—	135,8	

XXIII. Základní údaje o komponentech

Komponent	Výsevek na hektar			Výnos zelené hmoty	
	<i>kg</i>	%	množství klíčivých semen	<i>q</i>	%
				v 64	
Svazenka	5	27	2 184 400	93,3	62,2
Hořčice	3	15	370 900	84,0	52,5
Vikev	50	31	753 800	2,6	1,3
Peluška	30	15	145 000	6,7	2,6
Kukuřice	80	53	215 700	2,0	0,57
Pohanka	15	20	406 100	28,7	19,1
Plevel				5,3	

XXIV. Základní údaje o směsce

Výsevek na <i>ha</i> %	Výnos zelené hmoty %	Reprodukční schopnost	Pícninářská zralost dosažena za	Výnos zelené		
	v 64 vegetačních dnech			veškeré hmoty		
				v 64		
161	138,2	85,8	65 dní	222,6		

III/1 L — oblast řepářská

hmoty <i>q/ha</i>		Výnos živin <i>kg/ha</i>			
bez plevele		předběžná sušina	sušina	stravitelné bílkoviny	škrobová hodnota
vegetačních dnech					
121,5		1366	1223,3	98,4	376,9

směsky III/2 T — oblast řepářská

Reprodukční schopnost	Váhové zastoupení %	Výnos živin <i>kg/ha</i>				
		předběžná sušina	sušina	stravitelné bílkoviny	škrobová hodnota	
vegetačních dnech						
230,0	41,8	1279	1147,2	56,7	249,5	
350,0	37,6	1328	1208,4	38,6	229,5	
4,1	1,1	37	33,1	4,8	12,9	
17,3	3,0	86	77,2	7,1	20,4	
1,0	0,8	22	20,1	1,1	5,5	
99,5	12,8	336	304,7	18,8	73,1	
	2,3					

III/2 T — oblast řepářská

hmoty <i>q/ha</i>		Výnos živin <i>kg/ha</i>			
bez plevele		předběžná sušina	sušina	stravitelné bílkoviny	škrobová hodnota
vegetačních dnech					
217,3		3088	2790,7	127,1	590,9

Komponent	Výsevek na hektar			Výnos zelené hmoty		
	kg	%	množství klíčivých semen	q	%	
				v 76		
Svazanka	9	50	3 931 900	10,3	6,8	
Hořčice	11	60	1 360 000	240,0	150,0	
Plevel				13,0		

XXVI. Základní údaje o směsce

Výsevek na ha %	Výnos zelené hmoty %	Reprodukční schopnost	Pícninářská zralost dosažena za	Výnos zelené	
				veškeré hmoty	
	v 76 vegetačních dnech			v 76	
110	156,8	142,0	70 dní	263	

Pohnojeno bylo 100 kg superfosfátu a 75 kg draselné soli. Zaseto bylo strojem, svazanka ručně; po setí bylo vláčeno a váleno.

Dosti hustá kultura (163 %) dala již ve 48 dnech vysoký výnos živin. Pohanka se vůbec neuplatnila, neboť byla poškozena mrazem. V době pícninářské zralosti lze předpokládat velmi výnosný porost.

Směska I/I T — řepařská oblast, byla vyseta na pozemku JZD Kylešovice na výměře 0,50 ha. Pozemek byl umístěn na rovině, předplodinou byl oves. Na podzim bylo vápněno a vykonána hluboká orba, na jaře vykonána normální předseťová kultivace. Předběžným rozborem půdy bylo zjištěno:

půdní reakce, výměnná s KCl , potenciometricky, pH	6,5
pohotová kyselina fosforečná podle König-Hasenbäumera	7,9 mg/100 g P_2O_5
pohotové draslo podle Schachtschabela	6,5 mg/100 g K_2O

Před setím bylo pohnojeno 100 kg superfosfátu a 75 kg draselné soli. Zaseto bylo strojem, svazanka zaseto ručně. Po zasetí uvláčeno a uváleno.

Porost měl velmi dobrý vzrůst. Již ve 48 dnech dosáhla reprodukční schopnost hodnoty 114,8, i když výnos sušiny je poměrně nižší. Je oprávněný předpoklad očekávat od této směsky, jakožto velmi dobře sladěné kultury, vysokou produktivitu v době pícninářské zralosti.

Směska II/1 L — oblast řepařská, byla zaseto na pozemku JZD Otice na výměře 0,50 ha. Pozemek byl umístěn na mírném svahu. Oráno až na jaře. Před-

směsky V/1 — oblast řepářská

Reprodukční schopnost	Váhové zastoupení %	Výnos živin <i>kg/ha</i>				
		předběžná sušina	sušina	stravitelné bílkoviny	škrobová hodnota	
vegetačních dnech						
13,6	3,9	141	126,7	6,4	27,8	
250,0	91,2	3796	3418,6	194,8	742,5	
	4,9					

V/1 — oblast řepářská

hmoty <i>q/ha</i>	Výnos živin <i>kg/ha</i>			
bez plevle	předběžná sušina	sušina	stravitelné bílkoviny	škrobová hodnota
vegetačních dnech				
250,0	3937	3545,3	201,2	770,3

plodinou byla hořčice, hnojeno nebylo. Zaseto bylo strojem, svazanka ručně. Po zasetí bylo uvláčeno a uváleno.

Stav půdy při setí udává následující rozbor:

půdní reakce, výměnná s <i>KCl</i> , potenciometricky, <i>pH</i>	6,06
uhlíčitany vápnoměrem	0,02 %
pohotový dusík podle Pázlera	2,08 <i>mg N/100 g</i>
pohotový dusík podle Tjurina	6,77 <i>mg N/100 g</i>
pohotová kyselina fosforečná podle König-Hasen- bäumera	4,0 <i>mg/P₂O₅/100 g</i>
pohotové draslo podle Schachtschabela	8,0 <i>mg K₂O/100 g</i>
uhlík oxydimetricko-titračně	1,088 <i>g C/100 g</i>
veškerý dusík podle Najmr-Cikánka	0,126 %
poměr <i>C : N (N = 1)</i>	8,6
humus výpočtem z uhlíku faktorem 1,724	1,87 %
obsah výměnnýchází podle Šmuka	<i>S = 14,12 ME/100 g</i>
maximální sorpční kapacita	<i>T = 23,64 ME/100 g</i>
stupeň nasycenosti půdy	59,73 %
hodnota T-S	9,52 <i>ME/100 g</i>

Pozemek byl v důsledku jarní orby silně zaplevelen hořčicí černou. Ve 45 vegetačních dnech činilo váhové procento plevle 28,8. Tím jsou výsledné hodnoty značně zkresleny.

Směska I/1 L — oblast řepářská, byla zasetá na pozemku JZD Otice na výměře 0,25 *ha*. Pozemek byl umístěn na mírném svahu, předplodinou byla hořčice.

Hluboká orba byla vykonána až na jaře. Zaseto bylo strojem, svazenka doseta ručně. Po setí bylo vláčeno a váleno. Stav půdy při setí charakterizují výsledky chemického rozboru:

půdní reakce, výměnná s KCl , potenciometricky	pH 5,82
uhličitany vápnoměrem	0,02 %
pohotový dusík podle Pázlera	1,83 mg N/100 g
pohotový dusík podle Tjulina	5,5 mg N/100 g
pohotová kyselina fosforečná podle König-Hasenbäumer	5,0 mg P_2O_5 /100 g
pohotové draslo podle Schachtschabela	10,5 mg K_2O /100 g
uhlík oxydimetricko-titračně	0,923 g C/100 g
veškerý dusík podle Najmr-Cikánka	0,097 %
poměr C : N ($N = 1$)	6,4
humus výpočtem z uhlíku faktorem 1,742	1,59 %
obsah výměnných bází podle Šmuka	$S = 13,62 ME/100 g$
maximální sorpční kapacita	$T = 23,24 ME/100 g$
stupeň nasycenosti půdy	58,86 %
hodnota $T - S$	9,52 ME/100 g

V důsledku jarní orby byl pozemek velmi silně zaplevelen hořčicí černou. Ve čtyřiceti pěti dnech tvoří plevel téměř polovinu hmoty, což značně zkresluje výsledky. Jinak vývoj porostu byl rovnoměrný.

Směska IV/2 T — oblast řepařská, byla vyseta na výměře 0,20 ha pozemku VŠS, předplodinou byla řepka, hnojeno nebylo. Zaseto bylo strojem, svazenka a hořčice ručně. Po zasetí bylo vláčeno a váleno. Směska dala dobrý výnos zelené hmoty. Hořčice se vyvíjela extenzivně na úkor ostatních komponentů. Nejvíce byla potlačena kukuřice. Směsku je možno sekat až do příchodu prvních mrazů. Výnos medu není uvažován, jelikož květ přichází již do doby omezeného letu včelstev.

Směska IV/1 T — oblast řepařská, byla vyseta na pozemku VŠS na výměře 0,50 ha, předplodinou byla řepka. Po sklizni byla vykonána střední orba, hnojeno nebylo. Zaseto bylo strojem, hořčice a svazenka byly zasety ručně. Ve směsce nabyla velké převahy hořčice. Směsku je možno sekat až do příchodu prvních mrazů. Výnos medu není uvažován, neboť spadá časově již do včelařského podzimu.

Směska IV/1 L — oblast řepařská, byla vyseta na pozemku VŠS výměry 0,50 ha, předplodinou byla řepka, hnojeno nebylo. Zaseto bylo strojem, svazenka a hořčice ručně. Po zasetí bylo uvláčeno a uváleno. Ve směsce nad ostatními komponenty plně převládla hořčice. Kukuřice byla z porostu zcela vytlačena. Výnos zelené hmoty je uspokojivý, ale obsah živin je nižší. Směsku je možno sekat až do prvních mrazů. S výnosem medu není počítáno.

Směska IV/2 L — oblast řepařská, byla zasetá na pozemku VŠS na výměře 0,50 ha. Předplodinou byla řepka. Zaseto bylo strojem, svazenka a hořčice ručně. Po zasetí bylo uvláčeno a uváleno. Směska poskytla poněkud méně zelené hmoty, hořčice nabyla opět převahy. Nejvíce byla potlačena kukuřice. Směsku je možno sekat až do nástupu mrazů. Výnos medu není uvažován, neboť květ vyšel časově do včelařského podzimu.

Směska IV/3 T — oblast řepařská, byla vyseta na pozemku VŠS na výměře 0,50 ha, předplodinou byla řepka, hnojeno nebylo. Výsev byl vykonán strojem, svazenka a hořčice byla zasetá ručně. Po zasetí bylo vláčeno a váleno. Ve směsce nabyla převahy opět hořčice. Směsku je možno zkrmovat až do příchodu větších mrazíků. Výnos medu není uvažován.

Směska III/1 L — oblast řepařská, byla zaseta na pozemku VŠS o výměře 0,20 ha, předplodinou byla řepka. Po sklizni řepky byla vykonána střední orba. Hnojeno nebylo. Směska je určena jako silážní kultura. Vlivem chladného počasí však nedosáhla píceinářské zralosti, jinak se vyvíjela poměrně rovnoměrně. Pouze vikev zůstala ve vzrůstu poněkud pozadu. Výnos medu není uvažován.

Směska III/2 T — oblast řepařská, byla zaseta na pozemku VŠS o výměře 0,20 ha, předplodinou byla řepka. Po sklizni řepky byla vykonána střední orba. Zaseto bylo strojem, svazenka a hořčice ručně.

V této směsce se nadměrně vyvíjela hořčice, svazenka se vyvíjela dobře. Kukuřice byla téměř úplně potlačena. Vikev se nedostala do plného rozvoje. Přes velkou hustotu směsky bylo však dosaženo dosti vysoké reprodukční schopnosti. Směsku je možno zkrmovat až do příchodu prvních mrazů. Výnos medu není uvažován, neboť květ spadá již do včelařského podzimu, kdy let včel, určených k přezimování, je již nežádoucí.

Směska V/1 — oblast řepařská, byla zaseta na pozemku VŠS o výměře 0,20 ha, předplodinou byla řepka, hnojeno nebylo. Vyseto bylo ručně, po zasetí bylo vláčeno a váleno. Svazenka byla ve směsce značně potlačena hořčicí, svoji výšku v porostu si však udržela. Výnos zelené hmoty je dobrý. Směsku je možno sklízet až do zapadnutí sněhem. Výnos medu není uvažován.

Z h o d n o c e n í

Celý pokus v řepařské oblasti byl konán podle jednotných zásad, shodných pro pokusy ve všech výrobních oblastech. Včelařský užitek je očekáván především od svazenky, hořčice, pohanky, slunečnice a bobu.

Svazenka zaujímá největší podíl na medné produkci směsek. Její chování a uplatnění je obdobné jako ve směskách v kukuřičné oblasti. V letních a strniskových směskách není medný výnos vyčíslován, protože časově zapadá již do včelařského podzimu, kdy zásoba nektaru nemůže být včelami využita. Ve strniskové směsce zaručuje svazenka prosperitu porostu v suchých letech, kdy hořčice vytvoří jen málo hmoty. Výsevek však musí být na rozdíl od návrhu upraven ve prospěch svazenky.

Hořčice poskytuje ve větší míře pyl než nektar. Její zařazení v jarních směskách je z krmivářského a píceinářského hlediska nevhodné. Svým rychlým růstem a silnou konkurenční schopností potlačuje ostatní komponenty. Na rozdíl od svazenky není v porostním mikroklimatu zjemňována, nýbrž rychle dozrává, tvrdne, zvyšuje se obsah hořkých silic a klesá obsah stravitelných živin. Seče-li se směska v květu hořčice, jsou ostatní komponenty s delší vegetační dobou (vikev, peluška, oves) dosud nevyvinuty a směsky není hospodárně využito. Stanoví-li se píceinářská zralost podle rostlin s delší vegetační dobou, je značně narušena krmná hodnota a chutnost porostu hořčičnou slámou. V letních směskách se hořčice uplatní, výsevek však musí být poněkud snížen. Ve strniskových směskách zaručuje vysoký výnos zelené hmoty ve vlhkých letech. I zde je však třeba výsevek upravit ve prospěch svazenky.

Pohanka se uplatňuje stejným způsobem jako v porostech v kukuřičné oblasti.

Slunečnice v silážních směskách poskytuje hlavně pyl, důležitý v podletí. Včelařský užitek v letošní silážní směsce byl nepříznivým počasím poněkud zkreslen.

Bob poskytuje pyl, popřípadě i nektar, jestliže čmeláci nebo jiný dystropní hmyz prokousá květní trubky, normální cestou pro včely nepřístupné. Ve směsce působí bob jinak jako výborná opěrná rostlina. Pro poměrně drahý osev je vhodné zařazovat jej pouze na půdy těžší, kde zaručuje vysoký výnos zelené hmoty.

Souhrn

Navržené složení směsek bylo v podstatě správné. Je nutné pouze v jarních směskách vypustit hořčici a snížit její výsevek ve směskách letních a strniskových. Bob navrhujeme v řepářských oblastech pouze do půd těžších.

Podobně jako pokus v kukuřičné oblasti, dokazuje i pokus v řepářské oblasti vhodnost použití svazenky do všech druhů směsek. kromě směsek silážních se slunečnicí.

Podle zkušeností z řepářské oblasti i z oblastí ostatních navrhujeme pro další práci následující složení směsek:

Jarní směsky

Půdy těžší		Půdy lehčí	
svazenka	6 kg/ha	svazenka	6 kg/ha
vikev	50 kg/ha	vikev	40 kg/ha
peluška	25 kg/ha	peluška	60 kg/ha
bob	40 kg/ha	oves	30 kg/ha
oves	40 kg/ha	ječmen	40 kg/ha
ječmen	30 kg/ha	(pohanka	15 kg/ha)
(pohanka	15 kg/ha)		

Směsky možno vysévat v nezměněném složení i bez pohanky.

Letní směsky

Půdy těžší		Půdy lehčí	
svazenka	5 kg/ha	svazenka	6 kg/ha
hořčice	3 kg/ha	hořčice	3 kg/ha
vikev	30 kg/ha	vikev	20 kg/ha
peluška	60 kg/ha	peluška	60 kg/ha
kukuřice	80 kg/ha	kukuřice	80 kg/ha
pohanka	10 kg/ha	pohanka	15 kg/ha

Silážní směska

slunečnice	10 kg/ha
kukuřice	80 kg/ha
peluška	80 kg/ha
bob	40 kg/ha

Strnisková směska

svazenka	12 kg/ha
hořčice	10 kg/ha

Literatura

1. Pokorný V., Kolář J.: O svazence (Facelii). Včelařské příručky sv. 9, 1936. — 2. Šístek V.: Včelí pastva. Sbíрка příruček rádce zemědělce 87, 1949. — 3. Tomšík, Lisý, Hejtmánek, Svoboda: Včelařství, ČSAZV 1954. — 4. Klečka A., Kunz E.: Směsky a sdružené kultury, 1941. — 5. Gluchov M. M.: Medonosnyje rastěnija, Moskva, 1955. — 6. Ústřední kontrolní a zkušební ústav: Stručný popis povolených odrůd hospodářských plodin 1952-1953.

Использование некоторых медоносных кормовых трав в однолетних бобово-злаковых весенних, летних и по-укосных смесях.

Часть II. Свекловичная область

Опыты в свекловичной области были проведены Исследовательской и селекционной станцией в Опаве, Силезия. Опыты производились по тем же принципам, как и опыты в кукурузной области. Результаты подтверждают частичные заключения, сделанные в кукурузной области. Опыт с включением горчицы в весенние смеси среди других компонентов с более продолжительным вегетационным периодом не оправдался. Высев горчицы оказалось нужным снизить и в летних и в по-укосных смесях. На основании опытов в свекловичной области и в других областях мы предлагаем исследовать следующие составы травосмесей:

Весенние смеси

Более тяжелые почвы

фацелия	6 кг/га
вика	50 кг/га
полевой горох	25 кг/га
боб	40 кг/га
овес	40 кг/га
ячмень	30 кг/га
(гречиха	15 кг/га)

Более легкие почвы

фацелия	6 кг/га
вика	40 кг/га
полевой горох	60 кг/га
овес	30 кг/га
ячмень	40 кг/га
(гречиха	15 кг/га)

Смеси можно высевать в том же составе и без гречихи.

Летние смеси

Более тяжелые почвы

фацелия	5 кг/га
горчица	3 кг/га
вика	30 кг/га
полевой горох	60 кг/га
кукуруза	80 кг/га
гречиха	10 кг/га

Более легкие почвы

фацелия	6 кг/га
горчица	3 кг/га
вика	20 кг/га
полевой горох	60 кг/га
кукуруза	80 кг/га
гречиха	15 кг/га

Силосная смесь

подсолнечник	10 кг/га
кукуруза	80 кг/га
полевой горох	80 кг/га
боб	40 кг/га

По-укосная смесь

фацелия	12 кг/га
горчица	10 кг/га

The Use of Some Honey-Bearing Fodder Crops in Mixtures of Short Duration Containing Both Legumes and Cereals for Spring, Summer and Stubble-Field Cultivations. Part II — Sugar-beet Growing Region

Experiments for the sugar-beet growing regions were being carried out at the Research and improvement station in Opava in Silesia. They were gone through in the same principles of unified methodics as the experiments in the maize-growing region. It has been tried to introduce mustard into spring mixtures with components with a longer vegetation period, with little success. The contents of mustard seed had to be reduced even in summer mixtures and in stubble-field mixtures. According to experiences from sugar-beet regions as well as from the other regions we suggest for further research the following crops:

Spring mixtures

Heavier soils		Lighter soils	
Phacelia	6 kg per ha	Phacelia	6 kg per ha
vetch	50 kg per ha	vetch	40 kg per ha
field pea	25 kg per ha	field pea	60 kg per ha
hog-pea	40 kg per ha	oats	30 kg per ha
oats	40 kg per ha	barley	40 kg per ha
barley	30 kg per ha	(buckwheat	15 kg per ha)
(buckwheat	15 kg per ha)		

The mixtures may be sown as given also without buckwheat

Summer mixtures

Phacelia	5 kg per ha	Phacelia	6 kg per ha
mustard	3 kg per ha	mustard	3 kg per ha
vetch	30 kg per ha	vetch	20 kg per ha
field pea	60 kg per ha	field pea	60 kg per ha
maize	80 kg per ha	maize	80 kg per ha
buckwheat	10 kg per ha	buckwheat	15 kg per ha

Silage mixture

sunflower	10 kg per ha
maize	80 kg per ha
field pea	80 kg per ha
hog-pea	40 kg per ha

Stubble-field mixture

Phacelia	12 kg per ha
mustard	10 kg per ha

Opylovací účinek včely medonosné (*Apis mellifera* L.) na zvýšení hektarových výnosů u řepky olejné a hořčice bílé

Опыляющее действие медоносной пчелы (*Apis mellifera* L.) на повышение
погектарных урожаев озимого рапса и белой горчицы

The Pollinating Effect of the Honey-Bee (*Apis mellifera* L.) on the Rise of Hectare
Yields in Rape and White Mustard

Jan KOUTENSKÝ

Krajská včelařská oblastní stanice státních lesních statků v Čemíněch, kraj Plzeň

Předložil dr. B. Tomšík, dopisující člen ČSAZV

Došlo dne 5. VII. 1958

Pokrokový agronom vidí národohospodářský význam chovu včel především v jejich opylovací činnosti hmyzomilných kultur. Plné zhodnocení včely medonosné jako opylovače entomofilních plodin našich polí vynikne zvláště zřetelně, když si můžeme srovnat dílce entomofilních kultur hojně navštěvované včelami s dílci, kam včely mohly létat jen v omezeném počtu. Pak se můžeme očividně přesvědčit, o kolik kilogramů po hektaru se nám zvýšila úroda semene. Srovnání nám ukáže, že včela medonosná je stále ještě nedoceneným a levným pomocníkem agronoma. Právem nazývají sovětští zemědělci včelu okřídleným pomocníkem agronoma. Ještě zřejměji vynikne hodnota opylení včelami, vyjádříme-li výsledky v penězích. Ne každá kultura je dostatečně „zavčelena“, jestliže nejsou včely přisunuty do bezprostřední blízkosti pole. Tato zkušenost platí zvláště pro kultury, které rozkvétají brzo na jaře. V důsledku toho dochází z rozporů a k nedorozumění a vznikají kladná a záporná mínění při oceňování opylovací činnosti včel. Vždy nutno přihlídnout k tomu, jak daleko mají včely ke kultuře a v jakém ročním období pracují. To má veliký vliv na „zavčelení“ kultury. Připomínáme, že pojmem „zavčelení“ rozumíme počet včel naletujících v danou jednotku časovou na 1 ha kontrolované kultury.

Tyto skutečnosti nás přiměly k tomu, abychom založili několik srovnávacích pokusů v různých podmínkách kraje Plzeň a ověřili si, jaký vliv má vzdálenost stanoviště včel od kultury na hektarové výnosy a kolik si včely přinesou nektaru a pylu. Kontrolu opylovací činnosti včel jsme uskutečnili v roce 1956. Pro pokusy jsme vybrali dva lány řepky olejné a lán hořčice bílé.

Za pokusné plochy jsme zvolili kultury řepky na státním statku Borek u Nepomuku, státní statek Plzeň a státní statek Kout na Šumavě. K pokusným plo-

chám byl prisunut odpovídající počet včelstev. Celkově se počítá, že dostatečné opylení zajistí u těchto kultur dvě až tři včelstva na hektar. Kontrolní plochy, které byly pro tento účel vybrány, měly přibližně stejné podmínky. Jen dolet včel byl jiný, ale předem zjištěný.

Ve státním statku Borek u Nepomuku, o výměře 15 ha, jsme k řepce prisunuli před rozkvětem dne 14. V. 1956 celkem 24 včelstev. Včelstva byla již v dobrém rozvoji a byla „zralá“ pro medník. Kultura kvetla od 18. V. do 5. VI. Poslední týden květu řepky panovala veliká horka a vál suchý východní vítr, takže téměř čtvrtina květů předčasně uvadala.

Sklizeň semene i přes uvedenou nepřízeň počasí byla o 775 kg/ha vyšší než na kontrolní ploše, při poměrně stejných podmínkách, ale bez prisunu včel. Zvýšená sklizeň z 15 ha byla o 116,25 q vyšší, tedy při ceně 264 Kčs za 1 q semene byl získán zvýšený výnos 30 690 Kčs. Zvýšilo tedy každé z 24 prisunutých včelstev výnos o 1278 Kčs. Podobné příznivé výsledky byly dosaženy též na kontrolovaných plochách státního statku Kout na Šumavě. Na pokusných lánech zvýšila se úroda o 600 kg/ha tím, že bylo do těsné blízkosti kvetoucí kultury prisunuto 20 včelstev.

Pokusná plocha hořčice bílé na státním statku Plzeň s 30 přibližnými včelstvy dala rekordní sklizeň 2380 kg/ha, tj. o 830 kg/ha více než plocha kontrolní a než činí také maximální státní norma.

Metodika a výsledky pokusů s opylovacím účinkem včely medonosné u řepky olejné (*Brassica napus* var. *arvensis*)

Podle výsledků bádání zahraničních autorů se potvrdilo, že při dostatečném zavčelení kvetoucí kultury řepky olejné zlepšuje se opylení květů, čímž se zvětšuje délka šesulí průměrně o 30 % (Ewert, 1928) a zvyšuje se sklizeň semene (Meyerohoffová, 1954). Také zkušenosti našich zemědělců potvrzují kladný účinek včel na zvyšování úrody semen. Tak ve státním statku Hrušovany nad Jev. pravidelně přistavují včelstva ze svých včelnic ke kulturám řepky. Včelařům je velmi dobře známo, že včely velmi bystře a ochotně naletují na rozkvetlé lány naší výborné olejnaté rostliny. Jsou však různé názory o výsledcích včel jako opylovačů na straně jedné a výsledcích vlivu této jarní včelí pastvy na rozvoj včelstev na straně druhé.

Abychom dále sami sebe přesvědčili o objektivitě shora uvedených výsledků, opakovali jsme pokusy s největší pečlivostí ještě jednou v roce 1957. Prohloubili jsme je o sledování přínosu medu a pylu a současně jsme kontrolovali, jaký vliv má vzdálenost stanoviště včel na opylení kultury a jaký vliv měla snůška na rozvoj včelstev.

Se správou státního statku Plzeň jsme předem projednali veškeré podrobnosti a domluvili se na vzájemné spolupráci. Pozorování bylo sledováno na řepce olejné o výměře 6 ha. Za kontrolní plochy byla vybrána stejná kultura sousedního statku o výměře 4,4 ha, která byla vzdálena od pokusné parcely 2,4 km. Volný dolet včel k nejbližším včelínům byl rovněž asi 2,4 km. Nadmořská výška obou sledovaných ploch, kontrolní i pokusné, je 436 m n. m., půda je stejného složení a v předkultuře v obou případech bylo hnojeno chlévskou mrvou.

Před zahájením pokusu byl ve smyslu agrotechnických lhůt proveden státním statkem dvojnásobný poprach řepky před jejím rozkvětem, abychom si učinili představu o účinnosti poprachu proti blýskáčku a kromě toho se přesvědčili o tom,

že včasné provedení poprach je neškodný pro včely. Teprve po provedení poprachu byla přisunuta ke kultuře řepky včelstva a byly sledovány všechny jevy, které nás zajímaly až do provedení sklizně.

Dne 29. dubna 1957 bylo do bezprostřední blízkosti pokusné plochy řepky olejné přistaveno 15 včelstev. Dvacet včelstev bylo postaveno do vzdálenosti 600 m od parcely a dalších 21 včelstev zůstalo ve vzdálenosti 1,8 km od pokusné plochy. Konec dubna a začátek května až do 9. května se vyznačoval chladným počasím a dostavovaly se občas noční mrazíky. Rozkvět řepky olejné na obou parcelách, pokusné i kontrolní, započal 10. května. Týž den byly 12 včelstvům, která stála v bezprostřední blízkosti řepky, nasazeny medníky. Zbylá včelstva z 15 včelstev stojících u řepky nebyla ještě „zralá“ a dostala medníky až o týden později. Dvaceti včelstvům, která se nacházela 600 m od pokusné parcely, byly nasazeny medníky ve dnech 10. a 12. května.

Abychom mohli sledovat pokud možno nejpřesněji opylovací účinek včel, byl v prvních dnech rozkvětu spočítán počet rostlin v řádkách na 1 m a kolik je jich v průměru na 100 m. Bylo zjištěno, že na 1 m se nachází průměrně 16 rostlin a 48 rostlin na 1 m². Na jednom stonku každé rostliny bylo průměrně ze 100 kontrolovaných rostlin sedm větévek s 26 nasazenými květy. Každá rostlina nesla tedy průměrně 182 květů.

Tím jsme si mohli vypočítat, že na sledované ploše řepky, která vykazovala stejnoměrný porost, bylo na 1 ha 480 000 rostlin, což při 182 květech na jedné rostlině představovalo množství 87,360 000 květů. Na celé pokusné ploše to reprezentovalo 524,160 000 květů. Toto ohromné množství květů, které téměř rázem vykvete, potřebuje jako entomofilní rostlina veliké množství hmyzích opylovačů, kteří by byli schopni splnit úkol opylení. Z literatury víme, že každý kvítek musí být navštíven včelou několikrát (Turbin, 1952, Ter-Avanesjan, 1957, Šemetkov, 1957), aby květ nasadil plody se semeny. Znamená to, že divocí opylovači (čmeláci, samotářské včely) na tento úkol nestačí již z toho jednoduchého důvodu, že jich je v časném jaru v přírodě ještě velmi málo. Nehledě k tomu, že jmenovaný hmyz se vyvíjel ve stepi, kde kvetoucí rostliny vytvářely jen nanejvýše koberečky květů o malé rozloze. Dnes, kdy pěstujeme semenářské rostliny v monokulturách, rozkvétají kultury v krátké době téměř najednou a pak nám může opylení květů zajistit jen veliký počet ovladatelných opylovačů. A takovým je pouze včela medonosná, protože včelstva můžeme přisunovat ke kvetoucí kultuře v žádoucím množství úměrně k hektarové výměře celé kultury.

Je sice pravda, že všechny květy se neotvírají najednou. Avšak jak jsme přesným počítáním zjistili, na 1 m² vykvétá denně průměrně 27 květů. To znamená, že na 1 ha rozkvetlo denně 270 000 květů, což opět na 6 ha sledované pokusné plochy představuje 1,620 000 květů, žádajících opylení. Tento úkol mohou splnit jenom včelstva, a to silná včelstva, která mají k dispozici velkou armádu létavek. Z vlastní zkušenosti i z literatury (Koralev, 1954) víme, že nejvíce medují květy, které nejdříve vykvétají, což má neobyčejně důležitý význam pro vytvoření podmíněného reflexu u včel, aby trvale a intenzivně nalétávaly na kvetoucí kulturu. Mají proto nejranější vykvétající květy velký vliv na budoucí sklizeň a je třeba, aby včely byly v nejtěsnější blízkosti rozkvétající plodiny.

Nálet včel jsme sledovali po šest dnů, kdy rozkvět řepky byl na vrcholu. Při průměrně vzdušné teplotě v době sledování pokusu 19° C bylo mezi 9. až 13. hodinou na 1 m² pokusné plochy 4 až 9 včel, průměrně 6,5. Pracovalo tedy na 1 ha pokusné plochy v době plného letu včel 65 000 dělnic, což pro celkovou výměru pokusné plochy reprezentuje 390 000 včel létavek.

Nálet včel jsme zjišťovali též na kontrolní ploše, která byla vzdálena od do-

letu včel k nejbližší včelnici 2,4 km. V tutéž dobu jako na pokusné parcele se zde nalézaly na 1 m² kvetoucí řepky 3 až 4 včely, průměrně ve většině případů 3 včely. Počet včel byl kontrolován na průměrných 10 m². Znamená to, že na 1 ha nalétávalo ve stejnou dobu na kontrolní plochu pouze 30 000 včel. Počet včel byl na pokusné parcele o více jak polovinu vyšší. Procenticky vyjádřeno, pracovalo na pokusné parcele o 66,6 % včel více proti parcele kontrolní. Je přirozené, že nemohly dále vykonat tolik opylovacích návštěv jako včely, které stály bezprostředně u kultury na pokusné parcele a nebyly tudíž unaveny dlouhým doletem ke kvetoucímu lánů řepky.

Kromě včel jsme sledovali i nálet jiného hmyzu, který se mohl účastnit na opylování. Tak na 16 m² připadal jeden čmelák (blíže neurčený) a na 20 m² jsme zjistili dva druhy včel samotářských rovněž blíže neurčené. Z pozorování je zřejmé, že volně žijící hmyz hraje v úloze opylování pouze podřadnou roli a že hlavním opylovačem na velkých monokulturách hektarových výměrů je včela medonosná.

Z neopylujícího hmyzu jsme sledovali hlavně rozvoj škodlivého blýskáčka řepného (*Meligethes aeneus Fabr.*). Vzdor dvojímu poprachu (DDT) vyskytoval se na obou plochách jak na pokusné, tak na kontrolní parcele průměrně sedm kusů na jedné rostlině. V době plného náletu včel v denních hodinách bylo nesnadné jej přistihnout na květech. Stále přeletující včely s květu na květ rušily je z klidu a blýskáčci se spouštěli k zemi. Protože škodlivost brouků ustává, když květní pupeny se rozvinou, neboť se pak živí již jen pylem a nektarem (Miller, 1956), je jejich přítomnost v době kvetení pro vývoj semen bezvýznamná.

Je proto zcela správné provádět poprach ještě před rozkvetem řepky tak, aby účinku jedu (DDT) nemohly vyvolávat škody na opylovačích, jímž je především, jak ukazuje náš početný materiál, téměř výhradně včela medonosná.

Ostatně nálet včel i tak ruší klid blýskáčka, takže je rušen v žíru a mohl se živit jen ve dnech chladných a pošmourných, kdy ustal nálet včel na květy, nebo v nočních hodinách. Je tedy do určité míry při dostatečném zavčelení kvetoucí kultury včela medonosná biologickým ochráncem před blýskáčkem (Gubin, 1948).

Zajímavé byly výsledky pozorování z hlediska čistě včelařského a produkčního, kolik sesbíraly včely medu z kvetoucí kultury řepky. Doba kvetení na obou parcelách pokusné i kontrolní trvala 19 dnů. Z toho osm dnů bylo chladných a jmenovitě pět dnů vykazovalo takové počasí, které zabraňovalo včelám veškerý výlet. Snůškových dnů podle reakce úlové váhy, na které stály kontrolované čeledi, bylo u včelstev, která byla umístěna bezprostředně u kultury, 12, kdežto u včelstev, která stála již 600 m vzdálena od kvetoucího pole, bylo snůškových dnů pouze 10.

Blízkost včel u kultury se projevila i jinak. V bezsnůškových dnech, jakým byl např. 17. a 18. květen, byl úbytek na váze včelstev, stojících těsně u kultury, 0,20 a 0,35 kg, zatímco u včelstev 600 m vzdálených od pole byl úbytek 0,45 a 0,50 kg. Připomínáme, že včelstva byla stejné síly. Znamená to, že včely, které stály v těsné blízkosti kultury, se odvažovaly i za nepříznivého počasí vylétnout, zatímco včelstva z větší vzdálenosti nevysílala žádné létavky na sběr pylu a nektaru. To se obrazilo ve snůšce. Přínos nektaru uvádíme v tabulkách I a II.

I. Průměrné přínosy nektaru po dobu květu řepky

Vzdálenost včelstev	Denní přínos kg	Celkový přínos kg
Těsně u kultury	0,80	9,60
600 m od kultury	0,50	5,95
1800 m od kultury	—	—

II. Váhový přírůstek nektaru po dobu květu řepky

Vzdálenost včelstva	Celkový přínos	Úbytek	Čistý přínos	%
	kg			
Těsně u kultury	9,60	0,55	9,05	100
600 m	5,00	0,95	5,95	65,7
1800 m	—	—	—	—

Poslední přínos z řepky jsme zaznamenali 22. V. Od tohoto data až do 5. VI. vládlo suché a chladné počasí. Včelstva, vzdálená od řepkového pole 1800 m a více, trpěla nedostatkem snůšky a některá musela být krmena. Jejich přirozený rozvoj se zabrzdl a pro medníky dozrála až 5. června, zatímco včelstva blízko kultury a 600 m od kultury nejenže se včas rozvinula, ale dala i ve výnosu medu užitek. Možno proto zdůraznit, že i pro včelaře, který sleduje třeba jen výnos medu, je přisun včel do těsné blízkosti kvetoucích kultur daleko hospodárnější, než když se spoléhá na příliš vzdálený dolet včel. Naše pokusy jasně prokázaly, že přínos medu je podstatně ovlivněn vzdáleností včelstev od rozkvetlé plodiny.

Nespoléhali jsme se jen na úlové váhy a po odkvětu řepky jsme provedli prohlídku včelstev, při které jsme hodnotili přínos medu, přínos pylu, rozlohu plodu a celkový stav včelstev vzhledem ke vzdálenosti snůšky. Výsledky pozorování jsou sneseny do tabulky III.

III. Stav včelstev po skončení snůšky z řepky. Průměrný počet plástů

Vzdálenost včelstva	Počet plástů medu	Počet pylových plástů	Počet plodových plástů
Těsná blízkost kultury	4	3	10
600 m	2,5	1,5	9
1800 m	—	0,5	6

IV. Počet květů a počet včel na kontrolovaných parcelách

Typ parcely	Počet květů			Počet včel			
	na 1 rostlině	na 1 m ²	na celé výměře	na 1 m ²	na 1 ha	na celé výměře	%
Pokusná	182	8 736	524 160 000	6,5	65 000	390 000	100
Kontrolní	182	8 736	384	3	30 000	132 000	33,9

Tři včelstva, která stála u řepky a která dozrála pro medníky až v období plného květu řepky, se rovnala přínosem medu, rozvojem plodu a množstvím včel včelstvům, která stála ve vzdálenosti 600 m, ale která měla nasazeny medníky již od začátku květu řepky. Sehrála zde vzdálenost včel od kvetoucí kultury úlohu vyrovnávací.

V. Počet šešulí a množství semene

Typ parcely	Počet šešulí			Množství semene			
	na 1 rostlině	na 1 ha	na celé výměře	v 1 šešuli	na 1 ha v kg	na celé výměře v kg	%
Pokusná	84	40 320 000	241 720 000	22	2 095	12 570	100
Kontrolní	58	27 740 000	122 056 000	12	1 275	5 610	44

Umělé podněcování (podkrmování) včelstev, stojících 1800 a více metrů od kvetoucí kultury řepky, nenahradilo mohutnou účinnost blízké nektarové a pylové snůšky. Zvláště na jaře je bezprostřední přiblížení včel ke kvetoucím rostlinám neobyčejně důležité, protože jednak instinktivně reagují na okamžitý stav počasí, který jim nedovoluje daleko vylétnout z úlu, jednak také vzdálenost se projevuje ve snížené efektivnosti práce ve snůšce. Jak jsme se přesvědčili jinde a jindy, včelstva při vzdálenostech větších než 2 až 2,50 km i za bohaté snůšky a při příznivém počasí vyrovnávají sice běžnou spotřebu zásob ke krytí své výživy, ale přírůstky na váze nevykazují, spíše naopak.

Po odkvětu řepky jsme kontrolovali množství nasazených šešulí vzhledem ke skutečnému počtu květů na jedné rostlině na průměrném 1 m² a z toho jsme vypočítali počet šešulí na 1 ha a na celé výměře. Poměry mezi nasazenými květy a vytvořenými šešulemi jsme sledovali jak na pokusné, tak také na kontrolní parcele. Současně jsme hodnotili i jakost šešulí na základě množství semen v šešulích. K ozřejmění vlivu včel (opylení) na množství a jakost plodů a semen uvádíme v tabulce IV též počet včel, které naletovaly jak na pokusný, tak na kontrolní dílec.

Jak možno sledovat z uvedené tabulky IV, počet včel zajišťující opylení na kontrolní parcele, kam včely musely doléhat z větší dálky, klesl na pouhých 33,9 % proti počtu včel na pokusné ploše, jejichž množství jsme vzali za 100 %. Toto menší zavčelení se přirozeně obrazilo v množství nasazených šešulí na rostlinách a také na množství semen v každé šešuli. Tyto zjištěné poměry uvádí tabulka V. I z prostého srovnání procentických výsledků mezi počtem včel na kontrolní parcele a množstvím uzrálého semene je vidět, že je tu přímá závislost mezi množstvím opylovačů na kvetoucí kultuře a mezi množstvím vytvořeného semene.

K dokreslení průběhu celého pokusu připojujeme následující poznámky:

Od odkvětu až do sklizně řepky na obou sledovaných plochách uplynulo 45 dní. Ke konci dozrávání byla prudká vedra a sucho. Řepka nemohla pozvolna dozrávat, ale prudce zasychala. To se nepříznivě odrazilo na sklizni a zvláště ve váze semene.

Posekání a sklizeň na obou polích bylo provedeno ve dnech 8. až 12. července. Výmlat byl proveden na poli kombajny. Kontrolní plocha byla sklizena 13. července, pokusná 14. července. Po vyčištění semene při kombajnovém výmlatu čínila sklizeň semene řepky

na pokusné ploše	2095 kg/ha
na kontrolní ploše	1275 kg/ha
rozdíl	820 kg/ha

Tato čísla ukazují, že při přiblížení včel až přímo ke kultuře zvýšila se sklizeň semene o 64 % proti parcele, kam měly včely daleko. Znamená to, že každý hektar pokusné plochy dal vyšší finanční efekt o 2164,80 Kčs. Při výměře sledované pokusné parcely zvýšila se úroda o 12 988,60 Kčs. Toto zvýšení nutno přičíst jen na vrub opylovací činnosti včel. Musíme ještě připomenout, že včely přinesly med a pyl. To umožnilo jejich zdárný vývoj a daleko lepší připravenost do hlavní snůšky. Náklady na převoz včel byly kryty zcela z medné produkce včel. Rostlinné výrobě se náklady vyplývající z převozu včel nijak nezvýšily, čili zvýšení hektarových výnosů možno považovat jako čistý zisk.

Přemísťování včelstev

Dobrým včelařům-hospodářům je dávno známo, že přiblížením včel k medonosným kulturám zvyšuje se přínos medu a zlepšuje se zdraví a kvalita včelstev. Má tedy převážení včel ke krmivové základně včel i účinky preventivní zoohygieny. Výsledky vědeckého výzkumu v posledních letech, hlavně včelařů a agronomů SSSR, nás přesvědčují o tom, že hlavní význam chovu včel je v jejich podstatném účinku na zvyšování hektarových výnosů. Ne nadarmo je včelařství v SSSR u rostlinné výroby. Také naši pokrokoví agronomové spolupracují se včelaři a používají včelstev ke zvýšení úrody. Svou zprávu doplňujeme údaji o technice převážení včel. Naše poznatky v tomto směru vyvěrají z dlouholeté praxe a byly mnohokrát pro-
věřeny.

Pro tyto účely jsme vypracovali a vyzkoušeli různé postupy. Můžeme je rozdělit do tří typů:

1. přemísťování celých včelnic a včelínů na jiná stanoviště;
2. kočování s určitým počtem včelstev za snůškou na větší vzdálenost;
3. přibližování včelstev k různým kulturám za účelem opylení i lepší snůšky medu na krátkou vzdálenost na 1000 m.

Pro jednotlivé typy úľů se zadními, odnímatelnými dvířky nebo jen horem přístupné máme zhotovena různá větrací zařízení, která nám slouží po řadu let. Včelstva nepřemísťujeme v noci, jak nám doporučují zastaralé návody, ale nanejvýš brzo ráno nebo před večerem.

U všech typů úľů se zadním přístupem dáváme přednost větrání zadem, případně i česnem. Na místo dvířek máme už dříve zhotovené rámy s drátěným pletivem, přesně zapadající do falců pro dvířka. Podobné rámy s drátěným pletivem vkládáme do česnové předsínky. Medníky připevňujeme k plodišti dvěma lištami po stranách úľů. Stříšky nemusíme snímat a úľy můžeme skládat do sebe. Zadním i předním větráním zajišťujeme včelám dostatek přívodu vzduchu. Dosud se nám nestala ani jedna nejmenší nehoda, neboť včely při větší teplotě nebo pohybu plástů mají možnost a také se stáhnou do volného prostoru vzadu za rámy k síťce.

U úľů jen horem přístupných používáme asi 5 cm vysoký rám, potažený drátěným pletivem a připevněný k úľu. Nepříznivě tu působí odnímání strůpku a tím i rozrušení včel. U zadního větrání toto odpadá. Při horním větrání nelze stavět úľy na sebe; v tom případě je nutno podkládat úľy lištami, aby se spodní včelstva nezadusila.

Pro přemísťování celých včelínů (včelnic) na jiná stanoviště i při kočování za snůškou na delší vzdálenost musíme volit k převozu takovou dobu a postupy, abychom zbytečně neztráceli včely létavky. Zasítujeme proto včelstva brzo ráno,

než začnou létat. Zajistíme si také předem dopravní prostředek. Po příjezdu na nové stanoviště postavíme všechna včelstva na předem připravené podstavce, dopravní prostředek odjede stranou a pak jedno včelstvo po druhém upravujeme tak, že otevřeme (odstraníme) sítku v česně a místo zadního větrání vložíme okénko, dvířka a tak postupujeme až k poslednímu včelstvu. Také u úlů horem přístupných a s horním větráním otevřeme nejdříve česna, pak odstraníme větrací rámy a vrátíme strůpky. I zde je práce trochu ztížená rozrušenými včelstvy pod rámem. Při zadním větrání včely, i když sedí vzadu, bývají klidnější.

Stejný postup můžeme volit i při přemísťování včelstev na krátkou vzdálenost. I tu se osvědčuje ráno včelstva zasítkovat, ale s převozem můžeme vyčkat jednu i dvě hodiny. Včely nemohou z česna, zadem jim vniká světlo do úlu, jsou dezorientovány a ponecháme-li je po převozu na krátkou vzdálenost ještě aspoň půl hodiny takto zavřené, počnou se po otevření česna na novém stanovišti znovu orientovat, místo rychlého navracení na původní stanoviště a jen málo létavek se vrátí. Nepřijdou však nazmar, neboť i tu si dovedeme pomoci.

Ke kočování vybíráme jen silná včelstva, buď ob jeden úl, nebo např. ze tří včelstev vždy jedno ponecháme na původním místě. Sousední odvezeme, podstavce odstraníme a případně se vrátivší létavky posílí ponechaná včelstva na základní včelnici. Před převezením včelstev na žádoucí místo je třeba připravit na tomto stanovišti podstavce pro úly. V žádném případě nehodí se rozmísťovat včelstva příliš těsně vedle sebe. Doporučujeme, aby mezi jednotlivými úly byl prostor 4 až 6 m. Velmi dobře se osvědčuje vytvářet skupiny po 2—3 včelstvech. Tento způsob rozestavění úlů ulehčuje včelám dobrou orientaci a včelaři se při tomto rozestavění lehčeji pracuje.

Pro rozvoj včelstev je velmi výhodné, jestliže je v blízkosti nového stanoviště voda. Vodu včely potřebují velmi nutně, protože musí živit plod. Jedno včelstvo spotřebuje denně 200—300 g vody. Jestliže není na stanovišti voda, pak je třeba zřídit umělé napajedlo. Nedostatek vody obracejí se nepříznivě i v opylovací činnosti včel. Mnoho květů v důsledku toho, že včely musí shánět vodu, zůstává neopyleno (K o r a b l e v 1954).

Vyvážet včely na výsadkové stanoviště*) nutno před rozkvétáním entomofilní kultury, a to tak, aby se včely mohly ještě včas obeznámit (orientovat) s novým stanovištěm, a to ještě před masovým rozkvětem celé kultury. To vyvěrá ze dvou příčin, jednak první otevřené květy poskytují hodně nektaru, čímž se včely rychle nalákají na květy, jednak úloha včel v prvé dny rozkvétání kultury je zvlášť veliká, protože množství divokých opylovačů (volně žijících včel samotárek, čmeláků apod.) na začátku kvetení rozlehlých masivů entomofilních rostlin bývá velmi malé. Je lepší na výsadkovém stanovišti být o den až dva dny dříve, než se o stejnou dobu opozdit.

Přemísťování včelstev na výsadkové stanoviště na jakoukoliv vzdálenost a pro kterýkoliv účel není podle našich zkušeností ani nebezpečné, ani obtížné, když jsme si dovedli potřebná zařízení opatřit včas a v takovém provedení, abychom nemuseli používat k ucpání skulin hadříků nebo hlíny. Máme vícekrát ověřeno, že práce se zasítkováním a naložením 20 včelstev až do odjezdu netrvá více než jednu hodinu při dvou zapracovaných včelařích. Dáváme přednost přemísťování včelstev za dne. Dnešní rychlé dopravní prostředky usnadňují rychlý převoz v krátké době i na značné vzdálenosti, takže včely tuto dopravu snadno snášejí. Za chlad-

*) Výsadkovým stanovištěm nazýváme stanoviště včel, kam jsou včely přemísťovány na kratší dobu během vegetační sezóny. Název byl stanoven normalizační komisí býv. ministerstva lesů a dřev. průmyslu.

nějších dnů přepravujeme včelstva i v poledních hodinách, když si je předem (zrána) řádně připravíme. Za celou řadu let nestal se nám případ utržení plástů nebo zadušení včelstev.

Souhrn

V roce 1956 a 1957 jsme uskutečnili pokusy s opylovacím účinkem na řepku olejnou (*Brassica napus* var. *arvensis*) a hořčici bílou (*Sinapis alba*). Ukázalo se, že přibližováním včelstva se podstatně zvyšují hektarové výnosy. Speciální pokusy sledované v roce 1957 umožnily podnětné závěry.

1. Přibližováním včelstev ke kulturám se zvyšují nejen hektarové výnosy kvetoucích entomofilních rostlin, ale současně se lepší jakost včelstev, neboť se podporuje v důsledku přílivu (nektaru a pylu) i jejich zdravý rozvoj.

2. Opylovací činností včel při přiblížení čeledí až do těsné blízkosti kvetoucí řepky zvyšuje se úroda semene o 64 %. Znamená to, že se efektivnost kultury řepky zvýší o 2 164,80 Kčs. Práce včel jako opylovačů nic nestojí a náklady spojené s převážením včelstev se uhradí z jejich vyššího přínosu medu.

3. Také parcely bílé hořčice daly při přiblížení včelstev ke kultuře vyšší výnosy o 830 kg/ha.

4. Přibližování včelstev musí být provedeno až do těsné vzdálenosti, protože jak pokusy ukázaly, již se vzdáleností 600 m od kvetoucí kultury klesá nálet včel. Proto zvláště pro rané kvetoucí kultury, jako je řepka apod., musí být přiblížení včelstev co nejtěsnější. U včelstev, umístěných 600 m od kvetoucí řepky, poklesl výnos medu na 65,7 % v důsledku sníženého letu včel na kvetoucí pole a pravděpodobně také ztrátou létavek.

5. Včelstva, která jsou na jaře 1800 m od kvetoucího lánů, již ničeho netěží z květů, ale naopak musí být podkrmována. Nezajišťují také opylení kultury.

6. Pokusy ukázaly, že jen dobře opylené květy v důsledku zvýšeného a opakovaného náletu včel vyzrávají v dobře vyvinuté šesuli. Schopnost květů nasadit plody klesá v důsledku zmenšeného počtu návštěv hmyzu na květech. Nasazení plodu klesá úměrně s působením škodlivých činitelů (mokrý, přeschlý a namrzlý pyl).

7. Naše pokusy a podrobné sledování pokusných i kontrolních parcel dokázaly, že hlavním opylovačem řepky a hořčice je včela medonosná, protože můžeme její množství (zavčelení) sami řídit a určovat. Patří tedy včela medonosná mezi ovladatelné opylovače, což o jiném hmyzu říci nemůžeme. Potvrzují se tím empirické zkušenosti našich včelařů a agronomů.

8. Poprachu řepky DDT čtrnáct dnů před jejich rozkvětem snižuje množství blýskáčka (*Meligethes aeneus* Fabr.), neškodí kultuře řepky ani včelám, které pak mohou dokonale plnit svou úlohu dobrého opylovače.

9. Přemísťování včelstev na jakoukoliv vzdálenost není pro včely nebezpečné ani obtížné. Zajišťovací práce je nutno konat včas a plánovitě. Námaha se vyplácí ve zvýšení hektarových výnosů, přičemž finanční úhrada kočování se kryje ze zvýšeného přínosu medu a z lepšího rozvoje včelstev.

1. Ter-Avanesjan: Opylenie i nasledstvennaja izmenčivost', Moskva 1957.
- 2. Deminovicz A. dr.: Hodovla pszcol, Varšava 1957. — 3. Ewert R.: Rapsbau und Bienenzucht, Archiv f. Bienenkunde 1928. — 4. Frisch K. dr.: Duftgelenke Bienen im Dienste der Landwirtschaft und Imkerei, Wien, Springer-Verlag 1947. — 5. Gluchov M. M.: Vážnějšíje medonosnyje rastěnjija i sposoby ich rozvedenija, Moskva 1950. — 6. Korablev I. I.: Pčelovodstvo, Kijev 1954. — 7. Kuhn V. inž., dr.: Pěstování rostlin, SZN Praha. — 8. Meyerhoff G. dr.: Untersuchungen über die Wirkung des Bienenfluges auf der Raps. Archiv für Geflügelzucht und Kleintierkunde, 3 Bd., 1954. — 9. Miller F. dr.: Zemědělská entomologie, nakladatelství ČSAZV, Praha 1956. — 10. Šemetkov M. F.: Soděržanije pčel v teplicach dlja opylenija ogurcov zakrytogo grunta, Moskva 1957.

Опыляющее действие медоносной пчелы (*Apis mellifera* L.) на повышение погектарных урожаев озимого рапса и белой горчицы

Предлагаемая работа сообщает об исследовании в 1956 и 1957 гг. опыляющего действия медоносной пчелы (*Apis mellifera* L.) на озимый рапс (*Brassica napus* var. *arvensis*) и на белую горчицу (*Sinapis alba*). В частности 1957 г. был посвящен подробному обследованию опыляющего действия пчел на озимый рапс. Одновременно с работой над этим заданием изучался и вопрос расстояния между пасаками и культурами озимого рапса. Оказалось, что приближение пчелиных семей непосредственно к цветущей культуре в течение весенних месяцев является совершенно необходимым, так как при расстоянии между пчелиной семьей и культурой превышающим 600 м уменьшается полет пчел, что отражается на более слабом развитии пчелосемьи, на снижении выхода меда, на развитии и количестве расплода в семьях. Автор пришел к следующим частным заключениям:

1. приближение пчеличных семей к культурам увеличивает погектарные урожаи цветущих энтомофильных растений, но одновременно с этим улучшается и качество пчелиной семьи. В результате увеличения взятка нектара и пыльцы поддерживается рост и развитие пчелиных семей, так же как и их здоровье.

2. Опыляющая деятельность пчел при приближении ульев в непосредственную близость цветущего озимого рапса (*Brassica napus* var. *arvensis*) повышает урожай семян на 64 %, а тем самым растет эффективность продукции растениеводства. Работа пчел как носителей пыльцы не требует никаких расходов, а расходы, связанные с перевозкой ульев, покрываются большим выходом меда.

3. Погектарные урожаи белой горчицы также повышаются на 830 кг/га.

4. Приближение ульев должно проводится до непосредственной близости к культуре. У пчелиных семей, которые находились на расстоянии 600 м от цветущего рапса, выход меда уменьшился на 65,7 %. Пчелиные семьи, которые находились на расстоянии 1800 м от поля, не принимали участия в опылении и не приносили, в улей ни меду, ни пыльцы.

5. В хорошо опыленных цветах завязываются хорошо развитые стручки с большим числом семян. Число стручков на 1 га увеличивается на 56 %.

6. Опыты показали, что медоносная пчела является главным опылителем рапса, так как в это время имеется еще мало диких опылителей.

7. Опыливание рапса ДДТ против блестянки медной (*Meligethes aeneus*) дол-

жно проводиться за 14 дней перед появлением первых цветов на растениях. Произведенное таким образом опыливание погубит вредителя, но притом не повредит пчелам.

Далее автор занимается вопросом зимовки пчелиных семей и делит перекачывание пчел на три типа, согласно цели и задачи перевозимой семьи. В заключение автор приходит к выводу, что перемещение пчелиных семейств не является ни опасным для пчел, ни затруднительным для пчеловода. Издержки покроются большим выходом меда, так как рапс также оказывает очень благоприятное влияние на развитие пчелиной семьи. Автор рекомендует при сегодняшнем моторизованном транспорте перевозить пчел днем, а не ночью или рано утром, как рекомендовалось прежде. Сегодняшние транспортные средства дают возможность быстрой и безопасной перевозки пчел, в особенности на более короткие расстояния.

The Pollinating Effect of the Honey-Bee (*Apis mellifera* L.) on the Rise of Hectare Yields in Rape and White Mustard

The present article follows the pollinating effect of the honey bee (*Apis mellifera*) on rape (*Brassica napus* var. *arvensis*) and on white mustard (*Sinapis alba*) during the years 1956 and 1957. Especially the year 1957 was devoted to a detailed research of the pollinating effect of bees on rape. Together with this, the question of the distance of the bees from the rape fields was being studied. It was found that it is absolutely necessary to bring the bee-hives very near to the blooming field in spring, since already at a distance of 600 m from the crop the frequency of bee flight is lowered, which was shown in a weaker development of the bee-colonies, in lower honey yields, in the development and the quantity of the brood in the families. The author arrived at these special conclusions:

1. By bringing the bee-colonies nearer to the crops the hectare yields of flowering entomophilous plants rise, but at the same time the quality of the bee-colonies is improved. As a consequence of an influx of nectar and pollen the growth and development of the families is supported as well as their health.

2. The pollinating activity of the bees when they are brought quite near to the flowering oil-rape (*Brassica napus* var. *arvensis*) increases the seed-harvest by 64 %, causing a higher effectiveness of the plant production. The work of the bees as pollinators costs nothing and the cost of transporting the bee-families is met from the increased yield of honey.

3. The per hectare yields of white mustard are also increased in this way by 830 kg/ha.

4. The bees must be brought directly to the crop. In bee-colonies which were placed at 600 m from flowering rape the yield of honey fell down to 65,7 %¹. Bees which were placed at 1800 m distance from the field took no part in the pollination and did not bring to the hive either honey or pollen.

5. Well-pollinated flowers have well-developed pods with a larger quantity of seed. The number of pods to one hectare is increased by 56 %.

6. Experiments showed that the chief pollinator of rape is the honey-bee, because at that time of the year there are few wild pollinators.

7. When rape is sprayed with DDT against the *Meligethes aeneus*, it must be done a fortnight before the first flowers appear on the plants. Then the spraying will destroy the pest but will not harm the later brought bees.

The author further writes about the question of translocating the bee-families and divides them in three types according to the aim and object of the translocation of bee-families. In the conclusion he arrives at the fact that a translocation of the bees is neither dangerous to them nor difficult for the apiarist. The costs are met from the higher yield of honey, since rape has also a very good effect on the development of bees. The author recommends to transport the bee-hives now, when tractors are used, during day-time and not, as has been recommended, early in the morning or at night. The modern means of transportation allow of a fast and secure transportation of bees, especially for shorter distances.

Rychlá modifikace metody stanovení provitaminů A v rostlinách

Скоростная модификация метода определения провитаминов А в растениях

Eine rasche Modifikation der Methode zur Bestimmung der Provitamine A in den
Pflanzen

A quick Modification of the Method of Determining Provitamins A in Plants

Inž. J. POSPÍŠILOVÁ, inž. Vlad. TOUL, R. DUPAL
Výzkumný ústav zelinářský ČSAZV, Olomouc

Došlo dne 16. XI. 1958

Úvod

Aktivita zelených rostlin jako zdroje provitaminů A je určena jejich obsahem karotenoidních barviv s biologickou účinností. Karotenoidy mají schopnost měnit se v živočišném organismu na vitamin A. Jsou to v tučích rozpustná nezmýdelnitelná barviva, jež jsou po stránce chemické deriváty polyenu. Dělí se na dvě skupiny: do první skupiny patří uhlovodíky, nazývané karoteny, druhou skupinu tvoří xanthofyly, deriváty s obsahem kyslíku, který je obsažen v různých skupinách. Karotenoidy podléhají snadno cis-transizomeraci. Jejich biologická účinnost je podmíněna přítomností β -jononového kruhu a závisí značně na stavbě molekuly. Jednotlivé karotenoidy i jejich stereoizomery se svou účinností značně liší. Nejúčinnější z nich je β -karoten, aktivita ostatních derivátů je nižší a vyjadřuje se v procentech jeho účinnosti (6, 7, 9, 10).

V zelených rostlinách je obsažen z karotenů převážně β -karoten s transkonfigurací na všech dvojných vazbách, který může být doprovázen malými kvanty α -karotenu a cis-izomerů, a některé xanthofyly (9). Skutečnou aktivitu provitaminů A v rostlině lze určit spolehlivě pouze biologickým testem. Nebiologické metody určují směs karotenoidů s různou biologickou účinností a vyjadřují nalezenou hodnotu jako množství těchto látek bez údaje o jejich skutečné biologické aktivitě. Dosud nemáme spolehlivé přepočítací faktory, jichž by se dalo použít k přepočtení těchto hodnot, získaných na různých typech materiálu fyzikálně chemickými metodami na skutečnou biologickou aktivitu, a vyjadřujeme nalezené hodnoty jako množství β -karotenu, který je převládající složkou (6, 9, 11). V literatuře se udává, že takto zjištěné hodnoty se blíží skutečné biologické aktivitě mnohem lépe u zelených rostlin než u rostlin žlutých a oranžových. U zelených rostlin je skutečná aktivita asi 70–100 % hodnoty, zjištěné fyzikálně chemicky jako β -karoten, zatímco u žlutých a oranžových pouze 21–25 %. (8) Poněvadž biologické metody stanovení provitaminů A jsou velmi náročné jak časově, tak i na vybavení laboratoře pokusnými zvířaty a speciálním zařízením, nejsou vhodné pro větší počet stanovení

a používá se jich jen v ojedinělých případech. Pro běžnou laboratorní praxi slouží výhradně metody hlavně fyzikálně chemické. I když těmito metodami nelze zjistit skutečnou biologickou aktivitu provitaminů A, jsou výsledky takto získané použitelným kritériem obsahu těchto látek.

Část všeobecná

Metody stanovení provitaminů A

Všechny metody chemického a fyzikálně chemického stanovení provitaminů A jsou založeny na extrakci přítomných barviv, na izolaci účinných karotenoidů ze směsi a vlastním stanovení účinné složky obvykle fyzikálními metodami. K extrakci se používá tukových rozpustidel, v nichž jsou karotenoidy dobře rozpustné, zejména petroleteru, benzínu, hexanu apod. Při extrakci čerstvého rostlinného materiálu je nutno vázat vodu, kterou tyto rostliny obsahují v množství 70—95 % podle druhu (7), jinak přítomná voda zabraňuje úplnému převedení karotenoidů do rozpustidla. K vázání vody se používá buď rozpustidel, z nichž nejužívanější je aceton, nebo bezvodého síranu sodného. Někteří autoři provádějí extrakci materiálu za tepla v různých extrakčních přístrojích, např. v Soxhletově aparátu, naproti tomu jiní poukazují při použití tepla na nebezpečí vzniku cis-izomerů karotenu s nižší intenzitou zbarvení a tím nižších výsledků (6, 9).

Izolaci karotenoidů z extrahované směsi barviv lze provést buď fázovým dělením mezi dvě nemísivá rozpustidla, např. petroleter-metanol, nebo lépe chromatograficky na sloupci, příp. kombinací obou metod. K chromatografii extraktů se používá jako adsorbentu nejčastěji aktivovaného kysličníku hlinitého, kysličníku hořečnatého, uhličitanu sodného, fosforečnanu vápenatého aj., na nichž se zadrží chlorofyl a ostatní barviva, a karoteny procházejí do filtrátu. Vyhodnocení filtrátu se provádí nejčastěji spektrofotometricky odečtením extinkce roztoku karotenů vhodné barevné intenzity a vyhodnocením podle kalibrační křivky, sestavené buď na standard β -karotenu nebo na náhradní standardy, např. azobenzen. O použití různých látek jako náhradních standardů a výsledcích, získaných s nimi při různých typech měřicích přístrojů, referují Bla t t n á a spol. (1).

V literatuře je popsáno velké množství metod stanovení provitaminů A. U nás vypracovala komise pro jednotné analytické metody při ministerstvu potravinářského průmyslu univerzální metodu stanovení β -karotenu v potravinářském materiálu pro běžnou praxi. Princip této metody spočívá v extrakci vzorků acetonem, vytřepání barviv z acetonového výluhu do petroleteru, vymytí zbytků acetonu ze spojených petroleterových výtřepků vodou, vysušení petroleterové vrstvy bezvodým síranem sodným, chromatografickým dělením na sloupci aktivovaného kysličníku hlinitého a vyhodnocení eluátu kolorimetricky (13). H e y r o v s k ý a H a s s e l b a c h o v á (2) vypracovali metodu polarografického stanovení karotenu, jejímž principem je převedení karotenu na jodovanou sloučeninu, jež se pak polarografuje. Oficiální metoda Association of Official Agricultural Chemists (9) provádí izolaci barviv v extraktoru směsí acetonu a hexanu, extrakt čistí na sloupci kysličníku hořečnatého a křemičité hlínky a eluovaný karoten zjišťuje spektrofotometricky. Přehled nejužívanějších fyzikálně chemických metod stanovení provitaminů A uvádí K n o b l o c h (6).

Téměř všechny metody pracují na témž principu a liší se vzájemně pouze použitím různých rozpustidel, adsorbentů a technickým provedením jednotlivých operací. Některé z nich dosahují značné přesnosti stanovení a dovolují i určení jednotlivých stereoizomerů karotenu vedle sebe, avšak jsou poměrně náročné jak na

vybavení laboratoře, tak hlavně časově a nelze jich proto použít při sériových rozbozech velkých množství vzorků v krátkém časovém úseku, zpracovávaných při hodnocení šlechtitelského materiálu.

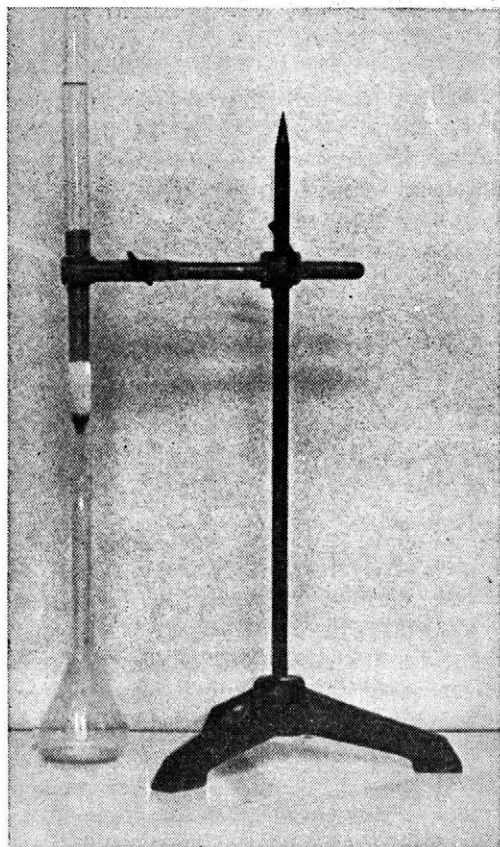
Metodu, vyhovující poměrnou jednoduchostí a rychlostí provedení, navrhuji Sreenivasa a Vaidya (12), kteří roztírají vzorek se směsí bezvodého síranu sodného a hydroxydu vápenatého, čímž dosahují adsorbce chlorofylu a jiných barviv. Karoten vyextrahují petroléterem a vyhodnotí obvyklým způsobem. Murrí (3) popisuje podobnou metodu rychlého stanovení karotenu; vzorek roztírá buď s kysličníkem vápenatým nebo síranem sodným, získanou hmotu převede do chromatografické trubice nad sloupec aktivovaného kysličníku hlinitého a karoten vymývá benzinem. Týmž postupem pracují Thompson a Kon (9), avšak rostlinný materiál roztírají s šestinásobným množstvím směsi bezvodého síranu sodného a kysličníku hlinitého a sloupec promývají hexanem s přídavkem 2 % acetonu.

Experimentální část

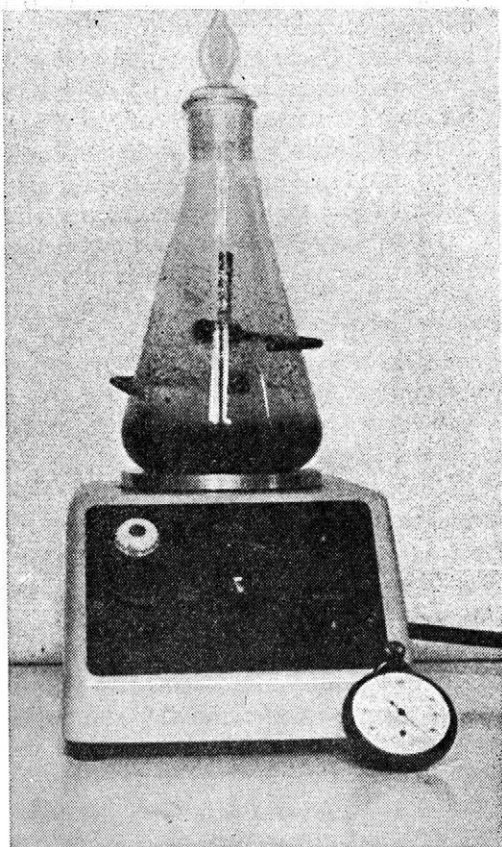
Jedním z výzkumných úkolů našeho ústavu bylo vyšetřit značná množství jedinců jednotlivých rostlinných druhů na obsah provitaminů A v co nejkratším časovém období. Při přezkoušení rychlých metod stanovení provitaminů A jsme používali jako standardní metody postupu, doporučeného komisí pro vypracování jednotných analytických metod (13). Při rozbozech různého rostlinného materiálu metodou indických autorů (12) jsme zjistili ve všech případech nižší hodnoty asi o 10–25 % než u metody standardní. Část karotenu zůstala adsorbována na hydroxydu vápenatém, o čemž jsme se přesvědčili vymytím zbytku po petroléterové extrakci acetonem, převedením barviv z acetonového výluhu do petroléteru, chromatografií promytých petroléterových výtřepků a zjištěním jejich extinkce. Toto zjištění nám bylo potvrzeno též jinými pracovníky (4). Při přezkoušení metody podle Murrího, příp. Thompsona a Kon jsme roztírali vzorek s šestinásobným množstvím směsi bezvodého síranu sodného a kysličníku hlinitého a k vymytí karotenu ze sloupce jsme použili benzínu. I v tomto případě byly výsledky nižší než u standardní metody.

Poněvadž při hodnocení souborů šlechtitelského materiálu postačí získání relativních hodnot β -karotenu v jednotlivých rostlinách, byly by uvedené metody k těmto účelům použitelné. Při jejich provádění v masovém měřítku jsme se však setkali s některými potížemi. Roztírání na sypký prášek s přidávanými chemikáliemi u obou způsobů je dosti pracné a namáhavé, zvláště u materiálů s menším obsahem β -karotenu, kde je třeba volit větší navážku. Zpracování takových vzorků vyžaduje velké množství chemikálií a roztírání je nutno provádět ve větších třecích miskách. Převádění z třecích misek buď do extrakčních baněk u prvního nebo na sloupec u druhého způsobu je obtížné a nedá se provést kvantitativně. Proto jsme se pokusili o modifikaci metody stanovení tak, aby byla dostatečně přesná, aby mohla být prováděna i na šlechtitelských stanicích, aby byla rychlá a při tom vyhovovala uvedenému účelu, tj. rychle a poměrně přesně stanovit obsah provitaminů A v šlechtitelském materiálu.

Na základě zkušeností, získaných při průzkumu vhodnosti jednotlivých metod, jsme použili k odvodnění pletiv acetonu, kterým jsme současně převedli rozmělněný vzorek kvantitativně do baňky, v níž byl dále zpracován. Extrakci karotenů a vymytí acetonu jsme spojili v navrhované modifikaci do jedné operace. K extrakci jsme použili extrakčního benzínu s b.v. 80–110° C. Benzinový extrakt chromatografujeme na sloupci aktivovaného kysličníku hlinitého a eluát vyhodnocujeme



1. Vymývání karotenů na sloupci metodou podle Murriho (Thompsona a Kona)



2. Extrakce vzorku směsí acetonu a benzinu na elektromagnetické míchačce, prováděná navrhovanou modifikací

kolorimetricky. Extrakce a následné vymývání acetonu vodou, prováděné podle zvolené standardní metody a jiných metod v dělicích nálevkách, je zdoluhavé a mohou nastat snadno ztráty. Tento problém vyřešil s úspěchem K l i m e š (5) konstrukcí speciálního promývacího aparátu, kterým nahrazuje systém dělicích nálevek.

A. Navrhovaná modifikace v konečné úpravě

Stanovení provitaminů A v rostlinném materiálu.

Použití:

Metoda je vhodná pro stanovení obsahu provitaminů A v rostlinách, zvláště při sériových rozbořech šlechtitelského materiálu.

Zkušební pomůcky:

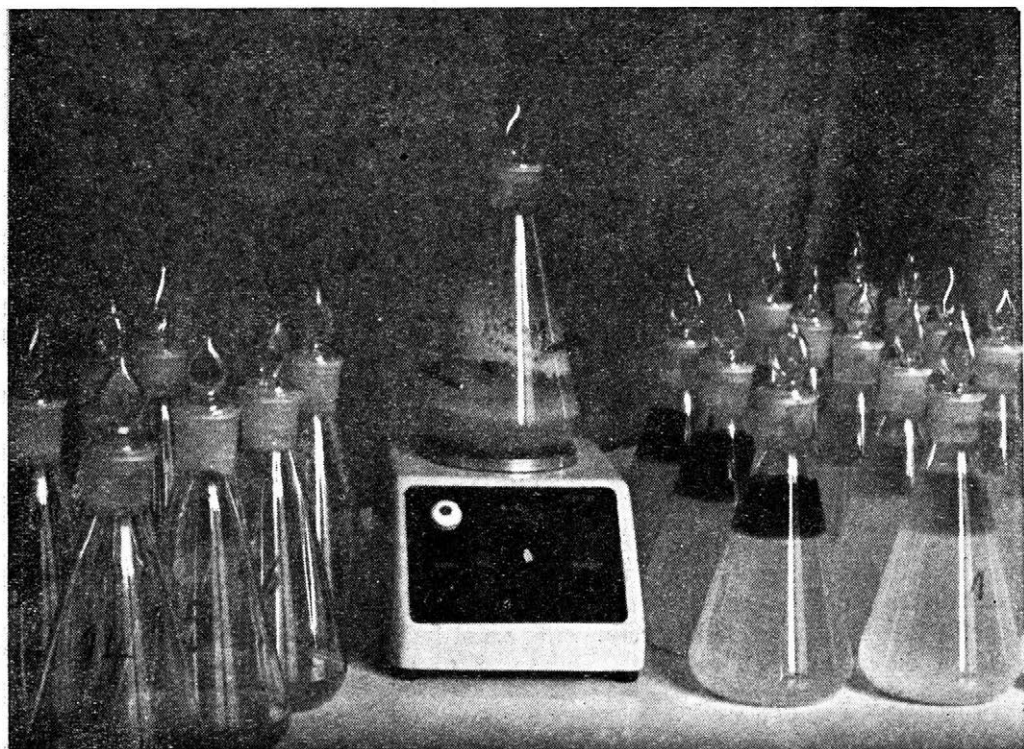
a) Přístroje:

fotokolorimetr s filtrem pro měření při vlnové délce $450\text{ m}\mu$

ocelová láhev s dusíkem nebo kyslíčkem uhličitým, opatřená redukčním ventilem

elektromagnetická míchačka

technická váha na 250 g s příslušnou sádkou závaží.



3. Sériové zpracování vzorků navrhovanou modifikací

b) Nádobí, náčiní a jiné pomůcky:

třecí misky s tloučky

odměrné válečky obsahu 50 ml

odměrné baňky obsahu 100 ml

odměrná baňka obsahu 500 příp. 1000 ml

Erlenmeyerovy baňky obsahu 500 ml se zabroušenou zátkou

pipety na 10 ml

chromatografické trubice délky asi 30 cm vnitřní světlosti 8–10 mm

struhadlo z nerezavějící oceli

nůž z nerezavějící oceli

skelná drť nebo mořský písek.

c) Chemikálie:

bezvodý síran sodný

aceton ch. č.

extrakční benzin b.v. 80–110° C

aktivovaný kysličník hlinitý:

kysličník hlinitý se zahřívá v kovové smaltované nádobě za občasného míchání tyčinkou při teplotě 400–450° C tak dlouho, až neunikají vodní páry.

K tomu je zapotřebí asi 3–5 hod. Ještě horký se odváží, vsype do zabroušené prachovnice a po vychladnutí se přidají 3 % studené vody. Protřepává se tak dlouho, až se všechny vzniklé hrudky rozpadnou a kysličník je dobře promíchán. Používá se nejdříve po 24 hod. stání;

standard k sestrojení kalibrační křivky:

použije se buď krystalického β -karotenu nebo náhradního standardu azobenzenu (6, 13).

10 mg krystalického β -karotenu se rozpustí v petroleteru, doplní se na objem 500 ml a promíchá se;

1 ml takto připraveného roztoku odpovídá 20 μ g karotenu.

0,145 g azobenzenu se opatrně rozpustí v 96% čistém etanolu, doplní se etanolem na objem 1000 ml a promíchá se; 1 ml připraveného roztoku odpovídá 2,35 μ g karotenu.

Z těchto základních roztoků připravíme sérii roztoků různé koncentrace a měříme jejich extinkce na používaném kolorimetru v takovém uspořádání, při jakém bude prováděno vlastní stanovení. Pracujeme s filtrem pro vlnovou délku 450 m μ . Koncentraci měrných roztoků volíme tak, aby propustnost při této vlnové délce byla 10–60 %, tj. při měření na Langeho fotokolorimetru při hodnotách extinkce v rozmezí 0,050–0,400 při použití tmavě modrého filtru.

Braní vzorku:

Vzhledem ke skutečnosti, že karoten není v rostlině obsažen ve všech částech ve stejném množství, odebíráme vzorky podle charakteristických znaků jednotlivých druhů tak, aby procentické zastoupení jednotlivých částí rostliny v analyzovaném vzorku odpovídalo celé rostlině. Tak např. u natě přihlížíme k poměru listů a stonků, u listových zelenin k poměru vnějších a vnitřních listů, u rostlin kulovitého a válcovitého tvaru odebíráme vzorek vykrojením segmentu apod. Takto odebraný vzorek rozmělníme, příp. u tvrdých vzorků rozstrouháme na nerezovém struhadle dobře promícháme a navažujeme k analýze.

Provedení extrakce:

Podle předpokládaného obsahu karotenu odvážíme 1–5 g vzorku na technické váze s přesností na 0,01 g a vpravíme do třecí misky. Vzorek rozetřeme s malým množstvím skelné drtě nebo mořského písku a kvantitativně převedeme do Erlenmeyerovy baňky se zabroušenou zátkou obsahu 500 ml. K převedení použijeme 50 ml acetonu, kterým též vypláchneme odvažovačku, v níž jsme navažovali vzorek. Přidáme 50 ml extrakčního benzínu z odměrného válečku přímo do acetonu, nikoliv po stěnách baňky. Do baňky vpravíme míchadlo, baňku uzavřeme zátkou a mícháme 5 min. na elektromagnetické míchače při takových obrátkách, aby se obsah baňky sice dokonale promíchal, avšak aby se příliš nezvířoval a nestříkal k hrdlu baňky. Po pěti minutách vyjmeme míchadlo, do baňky přilejeme vody tak, aby benzinová vrstva sahala asi 1 cm pod zábrus a necháme zazátkovanou baňku stát v temnu na chladném místě, až se obě vrstvy řádně oddělí, nejlépe přes noc. Potom z čiré horní benzinové vrstvy opatrně odpipetujeme 10 ml a tento podíl chromatografujeme.

Chromatografie:

Do chromatografické trubice vpravíme chomáček vaty a naplníme ji asi do dvou třetin benzinem. Do benzínu sypeme aktivovaný kysličník hlinitý tak dlouho, až vznikne sloupec výšky asi 7 cm. Mírným přetlakem inertního plynu vytlačíme přebytek benzínu z trubice asi 1 cm nad sloupec a vlejeme do trubice roztok, který se má chromatografovat. Karoteny vymyjeme ze sloupce benzinem do odměrné

baňky obsahu 100 ml. Chlorofyl a ostatní neúčinné látky se zadrží v horní části sloupce. Baňku doplníme po značku benzinem a zjistíme intenzitu zbarvení určením extinkce na fotokolorimetru s použitím filtru pro vlnovou délku 450 mμ.

Vyhodnocení:

Obsah karotenu vypočteme podle vzorce:

$$\text{mg \% karotenu} = \frac{c \cdot V \cdot 100 \cdot 5}{n \cdot 1000},$$

kde c = koncentrace karotenu na ml v μg (podle kalibrační křivky),

V = objem měřeného roztoku v ml,

n = navážka vzorku v g.

Doba trvání:

Pro jedno stanovení je třeba doby asi 20–25 minut k vlastní manipulaci se vzorkem. Při sériových rozbořech se doba, potřebná pro jedno stanovení, zkracuje. Doba, potřebná k oddělení benzinové vrstvy, není to tohoto času zahrnuta, neboť vzorek po tuto dobu nevyžaduje pracovní úkony. Při zpracování velkých sérií vzorků je výhodné oddělování vrstev přes noc.

Diskuse

Provedli jsme rozbor celého postupu se zřetelem na možné zdroje chyb (6, 14). Vzorek navažujeme na technické váze s přesností $\pm 0,01$ g. Při odměrování benzínu odměrným válečkem se můžeme dopustit chyby $\pm 0,5$ ml, při pipetování 10 ml benzinové vrstvy k chromatografii je možná chyba $\pm 0,02$ ml, při doplňování odměrné baňky $\pm 0,08$ ml. Celková chyba objemová, uplatňující se při převedení měřené části karotenů do objemu 100 ml, je $\pm 0,20$ ml. Při měření na fotokolorimetru Langeho, jehož jsme používali, měříme extinkci s přesností $\pm 0,005$. Z uvedeného vzorce pro výpočet obsahu karotenů $A = \frac{1}{2} \cdot \frac{c \cdot V}{n}$ dostaneme dife-

rencováním pro chybu výraz

$$\Delta A = \frac{1}{2} \left(\frac{V}{n} \Delta c + \frac{c}{n} \Delta V + \frac{c \cdot V}{n^2} \Delta n \right)$$

Při hodnotě extinkce 0,200 (podle naší kalibrační křivky odpovídá hodnotě 0,584 μg/1 ml) a navážce vzorku 2 g bude obsah karotenů v měřeném vzorku

$$A = 14,59 \text{ mg \%}$$

$$V = (100 \pm 0,20) \text{ ml}$$

$$n = (2 \pm 0,01) \text{ g}$$

$$c = (0,584 \pm 0,004) \text{ μg/1 ml}$$

a chyba při stanovení

$$\begin{aligned} \Delta A &= \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{100}{2} \cdot 0,004 + \frac{0,584}{2} \cdot 0,20 + \frac{0,584 \cdot 100}{4} \cdot 0,01 \right) = \\ &= \frac{1}{2} \cdot (0,20 + 0,0584 + 0,146) = 0,20 \text{ mg \%}, \end{aligned}$$

tj. 1,37 % zjištěné hodnoty obsahu karotenů.

Z rozboru zdrojů chyb je patrné, že nejvíce se uplatňuje v celkové chybě při stanovení chyba při měření na fotokolorimetru a méně chyby, způsobené nepřes-

ností při navažování vzorku a odměřování objemů. Vzhledem k velikosti jednotlivých chyb je použita přesnost při navažování vzorku a odměřování roztoku zcela dostačující.

Aby extrakce barviv benzinem proběhla co nejlépe, je nutné dokonalé rozmělnění vzorku v třecí misce. Po přidání benzínu k acetonu po převedení vzorku do Erlenmeyerovy baňky musí být obě rozpustidla dokonale smíchána a nesmí nastat oddělení na dvě vrstvy. Vznik dvou vrstev je způsoben přítomností většího množství vody. Proto používáme rozpustidel suchých, příp. u vzorků s vyšším obsahem vody zmenšíme navážku. Použijeme-li rozpustidel redestilovaných z roztoků po kolorimetrii, vysušíme je bezvodým síranem sodným. Extrakce při oddělení na dvě vrstvy není dokonalá; při takto provedené extrakci se vyextrahuje pouze asi polovina obsaženého množství karotenů. Přidáním vody nastane oddělení na dvě vrstvy, horní benzinovou a spodní vodnou, obsahující aceton. K chromatografii pipetujeme tehdy, až nastane dokonalé vyjasnění horní benzinové vrstvy. Osvědčilo se nám ponechat vzorky přes noc na temném a chladném místě. Pokusili jsme se urychlit dokonalé oddělení obou vrstev odstředováním, avšak tento postup se neosvědčil. Stopy vody a acetonu, zbylé v benzinové vrstvě, neruší chromatografii při množství chromatografovaného roztoku 10 ml za popsaných podmínek stanovení. Při větším množství tohoto roztoku za jinak shodných podmínek procházejí sloupcem částečně i některá jiná nekarotenoidní barviva a zvyšují neúměrně výsledky.

V ý s l e d k y

K prověření navrhované modifikace jsme provedli kontrolní stanovení a srovnání se zvolenou standardní metodou jednak u vzorků mrkve a jednak u vzorků s obsahem chlorofylu. Hodnoty a variační koeficienty při sérii 10 kontrolních stanovení u vzorků mrkve, rychlené celerové a petrželové natě jsou v tab. I. a II.

I. Kontrolní stanovení v mrkvi (vzorek č. 1) a listech rychlené celerové natě (vzorek č. 1) při navážce 2 g, provedená navrhovanou modifikací

Kontrolní stanovení číslo	Mrkev		Celer	
	hodnota extinkce	obsah karotenu v $\mu\text{g}/1 \text{ g}$ vzorku	hodnota extinkce	obsah karotenu v $\mu\text{g}/1 \text{ g}$ vzorku
1	0,295	233	0,120	78
2	0,280	219	0,110	71
3	0,275	214	0,120	78
4	0,290	228	0,100	66
5	0,285	223	0,100	66
6	0,285	223	0,110	71
7	0,295	233	0,110	71
8	0,290	228	0,125	82
9	0,290	228	0,095	60
10	0,285	223	0,125	82

Průměrná hodnota a variační koeficient pro extinkci:

$$0,287 \pm 3,0,002 \\ v = 2,1$$

$$0,110 \pm 3,0,003 \\ v = 9,0$$

Průměrná hodnota a variační koeficient pro obsah karotenů v $\mu\text{g}/1 \text{ g}$ vzorku:

$$225 \pm 3,2 \\ v = 2,6$$

$$73 \pm 3,2 \\ v = 9,8$$

II. Srovnání obsahu karotenů v rychlené petrželové nati, zjištěného navrhovanou modifikací a standardní metodou. Navážka vzorku 2 g

Číslo stanovení	Navrhovaná modifikace		Standardní metoda		
	hodnota extinkce	obsah karotenu $\mu\text{g}/1 \text{ g}$ vzorku	Číslo stanovení	hodnota extinkce	obsah karotenu $\mu\text{g}/1 \text{ g}$ vzorku
1	0,150	101	11	0,160	109
2	0,160	109	12	0,150	101
3	0,160	109	13	0,130	86
4	0,170	119	14	0,150	101
5	0,190	147	15	0,160	109
6	0,180	128	16	0,160	109
7	0,170	119	17	0,125	82
8	0,160	109	18	0,140	93
9	0,155	105	19	0,150	101
10	0,185	132	20	0,160	109

Průměrná hodnota a variační koeficient pro extinkci:

$$0,170 \pm 3,0,004$$

$$v = 8,3$$

$$0,150 \pm 3,0,004$$

$$v = 8,7$$

Průměrná hodnota a variační koeficient pro obsah karotenů v $\mu\text{g}/1 \text{ g}$ vzorku:

$$118 \pm 3,4$$

$$v = 12,0$$

$$100 \pm 3,3$$

$$v = 10,3$$

Vzorek mrkve byl připraven rozstrouháním na nerezovém struhadle a představoval průměrný vzorek. Bylo pracováno s mrkví, skladovanou delší dobu a následkem toho již značně vyschlou. Tím je způsobena vyšší hodnota karotenu v tomto vzorku proti hodnotám v čerstvé mrkvi. Petrželová nať byla hrubě nakrájena i se stonky nerezovým nožem na dřevěné desce a po promíchání bylo z takto upraveného vzorku navažováno k analýzám. Ke stanovení bylo navažováno postupně z více rostlin téhož vzorku, vzorek nebyl tedy upraven jako průměrný. Celerová nať byla zpracována podobným způsobem, avšak k analýzám bylo použito pouze listů po oddělení řapíků. Srovnání výsledků, získaných navrhovanou modifikací a standardní metodou, příp. metodou podle Murriho (Thompsona a Kona), je patrné z tabulek II., III. a IV.

Jak je patrné z tabulek, navrhovaná modifikace metody stanovení provitaminů A dává výsledky dobře srovnatelné se standardní metodou. Postup stanovení je pro svou jednoduchost a rychlost provedení vhodný pro sériové rozborů rostlinného materiálu, zvláště šlechtitelského, u něhož se v současné době přechází k výběru nejen podle morfologických znaků, ale i podle obsahu nutričních hodnot, a kde je v takových případech třeba vyšetřovat velké soubory materiálu ve velmi krátkých časových úsecích v jednoduše vybavených laboratořích.

Souhrn

Je navržena modifikace metody stanovení provitaminů A v rostlinném materiálu. Odvodnění, extrakce materiálu a promytí extraktu barviv je sloučeno do jedné operace, konané pouze v Erlenmeyerově baňce. Po vykonání chromatografie se

III. Srovnání obsahu karotenů, zjištěného navrhovanou modifikací, metodou podle Murriho (Thompsona a Kona) a standardní metodou. Navážka vzorku 1 g

Průměrný vzorek	opa- kování	Metoda					
		navrhovaná		Murri (Th. K.)		standardní	
		E	ug/1 g	E	ug/1 g	E	ug/1 g
mrkev vz. č. 2.	1	0,100	128	0,075	94	0,095	121
	2	0,105	135	0,070	87	0,100	128
	3	0,100	128	0,080	100	0,100	128
	∅		130,3±3.2,3		97±3 . 4,4		125,7±3.2,3
tráva	1	0,090	114	0,060	73	0,080	100
	2	0,085	107	0,055	66	0,075	93
	3	0,085	107	0,060	73	0,080	100
	∅		109,3±3.2,3		71±3 . 2,4		97,7±3 . 2,3
rychlená celerová nať listy vz. č. 2.	1	0,100	128	0,070	87	0,090	114
	2	0,110	141	0,075	93	0,095	121
	3	0,110	141	0,060	73	0,095	121
	∅		137±3.4,4		84,3±3.5,9		118,7±3.2,3

IV. Stanovení obsahu karotenu v některých druzích zeleniny, příp. ovoce navrhovanou modifikací a standardní metodou

Vzorek	na- vážka g	Metoda			
		navrhovaná		standardní	
		E	ug/1 g	E	ug/1 g
mrkev vz. č. 3	3	0,415	240	0,420	243
4	3	0,325	174	0,330	178
5	3	0,360	201	0,370	207
6	3	0,380	214	0,390	222
7	3	0,360	201	0,370	207
8	3	0,370	207	0,380	214
9	3	0,270	140	0,280	146
10	3	0,420	243	0,440	258
11	3	0,260	134	0,240	122
špenát zmrazený	3	0,160	73	0,150	67
hrášek zmrazený 1.	10	0,040	4,6	0,040	4,6
2.	10	0,045	5,2	0,045	5,2
kapusta zmrazená	10	0,185	11	0,170	10
fazole lusky zmrazené 1.	10	0,045	5,2	0,050	5,7
fazole lusky zmrazené 2.	10	0,040	4,6	0,040	4,6
paprika zmrazená zelená	10	0,015	1,7	0,015	1,7
paprika zmrazená žlutá	10	0,020	2,3	0,020	2,3
kopr zmrazený listy	3	0,260	134	0,265	137
petržel rychlená listy vz. 2.	2	0,195	141	0,215	160
petržel rychlená listy vz. 3.	2	0,180	128	0,175	123
petržel rychlená kadeřavá listy	2	0,240	182	0,250	192
višně kompot	10	0,055	6,6	0,050	5,7
meruňky zmrazené	3	0,130	57	0,135	60

Pozn.: Bylo pracováno s mrkvemi, skladováním značně vysušenými. Proto jsou hodnoty u těchto mrkví vyšší než u mrkví čerstvých.

extrakt kolorimetricky vyhodnotí. Postup je rychlý, jednoduchý a vhodný pro sériová stanovení, zvláště šlechtitelského materiálu. Touto metodou byla vykonána četná stanovení na různém rostlinném materiálu. Výsledky jsou uvedeny v tabulkách a jsou dobře srovnatelné se zvolenou standardní metodou podle jednotných analytických metod MPP.

Literatura

1. Blatná J., Krumphanzlová J., Šanda V.: Studie kalibračních standardů - β karotenu. *Průmysl potravin* 5, 155-158 (1954). — 2. Heyrovský J., Hasselbach H.: Die polarographische Carotinbestimmung. *Z. f. Pflanzenzüchtung* 25, 443 (1943). — 3. Jermakov A. I. a spol.: Metody biochemického issledovaniya rastenij. Selchozgis Moskva 1952. — 4. Klimeš I.: ústní sdělení. — 5. Klimeš I.: Zlepšovací návrh. Automatický promývací aparát na vymývání polárních látek z kapalných směsí těžších než voda. ČSAZV - Výzkumný ústav krmivářský Brno. — 6. Knobloch Ed.: Fysikálně-chemické metody stanovení vitaminů. Naklad. ČSAV Praha 1956. — 7. Kyzlink Vlad.: Konservace potravin. SNTL Praha 1954. — 8. Methods of Vitamin Assay. Association of Vitamin Chemists, Inc. 1951. — 9. Paech K., Tracey M. V.: Moderne Methoden der Pflanzenanalyse. Bd. III. Springer-Verlag Berlin-Göttingen-Heidelberg. 1955. — 10. Rosenberg H. R.: Chemistry and Physiology of the Vitamins. Interscience publishers, Inc. New York 1945. — 11. Sborník vědeckých prací potravinářského průmyslu. II. Stanovení vitaminů. SNTL Praha 1955. — 12. Sreenivasan A., Vaidya R. M.: Determination of Carotene in Plant Materials. *Anal. Chem.* Vol. 20 (1948) 720-722. — 13. Stanovení karoténů (provitaminů A) a axeroftolu (vitaminu A) v potravinovém materiálu. Jednotné analytické metody č. 13. ministerstva potravinářského průmyslu a výkupu zemědělských produktů. — 14. Velíšek J.: Fysikální praktikum. Učební texty VŠT Brno 1946. — 15. Zvoníček J.: Fysikální přístroje v chemické laboratoři. SNTL Praha 1956.

Скоростная модификация метода определения провитаминов А в растениях

Предлагается модификация метода определения провитаминов А в растительном материале. Дегидратация, экстракция материала и промывка экстракта красителей объединяются в одну операцию, которая проводится только в колбе Эрленмейера. Экстракт подвергается адсорбционной хроматографии с последующей колориметрической оценкой. Описанный скоростной метод очень прост и не предъявляет особых требований к оборудованию лаборатории и к квалификации персонала. Метод является пригодным для серийных определений, в особенности в селекционном материале. Применением этого метода был проведен ряд определений в разном растительном материале. Полученные результаты приведены в таблицах; они хорошо сравниваются с данными, полученными при помощи избранного стандартного метода по единым аналитическим методам Министерства пищевой промышленности.

Eine rasche Modifikation der Methode zur Bestimmung der Provitamine A in den Pflanzen

Es wird eine Modifikation zur Bestimmung der Provitamine A im Pflanzenmaterial vorgeschlagen. Die Dehydratation, die Extraktion des Materials und das Auswaschen des Extraktes der Farbstoffe sind in eine einzige Operation verbunden, welche bloß im Erlenneyerkolben durchgeführt wird. Nach der Chromatographie des Extraktes wird dieser kolorimetrisch ausgewertet. Die Methode ist schnell, einfach und stellt weder auf die Einrichtung des Laboratoriums noch auf die Qualifikation des Personals keine Sonderansprüche. Sie ist besonders für die Serienbestimmung

mungen des Zuchtmaterials geeignet. Mit dieser Methode wurde eine Reihe Bestimmungen an verschiedenen Pflanzenmaterialien durchgeführt. Die Resultate sind in den Tabellen zusammengestellt und stimmen gut mit den durch die gewählte Standardmethode nach den einheitlichen analytischen Methoden des Lebensmittelministeriums ermittelten überein.

A quick Modification of the Method of Determining Provitamins A in Plants

A quick modification of the method for determining provitamins A in the plant material has been developed. Dehydration, extraction of the material and washing of the extracted pigments are involved in one operation, made simply in Erlenmeyer flask. After the extract has been treated chromatographically, the measurements are done with use of the colorimetric method. The method is quick and simple, requiring neither special laboratory equipment nor special qualification of the workers. It is especially adapted for determinations made in series on breeding material. With use of this method a number of determinations has been made on various plant material. The results obtained are given in tables; they have been found to correspond with those obtained with use of a choiced standard method according to the official analytical methods of the Ministry of the Food Industry.

Inž. dr. Jaroslav HYLSKÝ

Závlahy městskými odpadními vodami

Vydala Československá akademie zemědělských věd v SZN v Praze roku 1957, Stran 188.

Cena brožovaného výtisku 9,80 Kčs, vázaného výtisku 14,20 Kčs

Voda je nepostradatelnou základní biogenní molekulou na straně jedné a nezbytným výrobním prostředkem na straně druhé. Je dárce života nejen sama o sobě, ale i nositelem živin rostlinných. Stačí vzpomenout jen např. tisícileté zemědělské civilizace v povodí Nilu, kde žírná voda Bílého a Modrého Nilu umožňuje v poměrně úzkém meandru toku tři sklizně do roka. Na straně druhé však voda, odpaďající po svém použití v závodech, dostává ráz odpadních látek, které mohou mít dvojí vlastnosti. Obsahuje-li látky škodlivé nebo látky o nevhodné koncentraci i látek jinak užitečných, poškozuje reprodukční schopnosti organismů; obsahuje-li látky hnojivé v optimální koncentraci a harmonickém poměru, může naopak neobyčejně zvyšovat výnosy plodin. K těmto hlediskům utilitářským přistupují i hlediska hygienická, takže problém hospodaření odpadními vodami je značně složitý.

V Československé republice, kterou lze právem označit jako střechu střední Evropy, odkud všechna voda odtéká a žádná nepřitéká, je problém hospodaření vodou zvláště významný a jeho důležitou kapitolu tvoří právě vody odpadní, neboť spotřeba vody pro rychle rostoucí průmysl a sídlíště rok od roku stoupá a bude nezbytně stoupat. Lze proto jen uvítat práci dr. Hylského, kterou je možno označit jako stručnou, časovou a vysoce užitečnou monografii o tomto problému.

Po úvodě, ve kterém autor prokazuje důležitost odpadních vod v národní dílně, definuje autor odpadní vody průmyslové jen stručně a hlavní zřetel obrací k vodám městským, vodám stokovým, vodám kanalizačních sítí. V této kapitole jsou uvedena všechna užitečná data, ilustrující hnojivou hodnotu městských odpadních vod. Při tom lze namítnout, že hnojivá hodnota zahrnuje

jako nadřazený pojem nejen obsah rostlinných živin, ale i vodu jako hnojivou látku a konečně i humusotvornou složku a připojit i hodnotu mikrobiální. Lze tedy odpadní městské vody charakterizovat, mají-li vhodnou formu, jako nositele „bioorganominerálních komplexů“. V 3. kapitole probírá autor čištění městských odpadních vod. S názorem, že shrabky z mřížoví (z česlic) lze „zneškodňovat zakopáváním nebo spalováním“, nesouhlasí praxe zahradnická, která tyto hmoty pro jejich vysokou samozápalivost používá jako tvůrce tepla pro parníky. Je správně zdůrazněn požadavek, aby bylo přísně dbáno na to, aby odpadní vody neobsahovaly tuky, které, jak by bylo dobře uvést, jsou astmatickými jedy, protože jejich film, potahující kořání, dusí nejen pleť rostlin, ale i znemožňuje dýchání mikroedafonu. V odstavci „Půdní filtrace“ by bylo možno vzpomenout starořímských filtrů (kloaka maxima), takže tento způsob je mnohem starší než udáno. Půdní filtrace je možná tam, kde je nadbytek půdního fondu, u nás ji správně autor nedoporučuje. V této kapitole by bylo možno poukázat i na moderní snahy u nás zužitkovat všechny druhy stokových kalů při výrobě průmyslových kompostů. Stavba těchto závodů je zajištěna vládním nařízením a závody budou velkými konzumenty odpadních kalů. Po tlumočení směrnic pro vypouštění odpadních vod příručka pojednává v oddílu II o vlastním zavlažování plodin. Je právem věnováno hodně místa závlahám lučným, zelenině a okopaninám, jako nejvhodnějším k využití hnojivých hodnot odpadních vod. V odstavci 6 „Boj proti plevelům“ by bylo dobře zodpovědět otázku, zda odpadní vody zavlékají semena plevelů a škodlivé činitele vůbec na pole, či zda naopak podporují rozvoj plevelů specifickým působením závlah na plevele.

V III. kapitole je pojednáno o závlahových oševních postupech ze všech hledisek jak národohospodářských, tak organizačních, agrotechnických i melioračních, a uvedeny příklady používané na závlahových polích v NDR. V další kapitole je probírána otázka dávkování závlahových vod a kriticky prodiskutovány užívané vzorce pro odhady celkového množství závlahové vody. V kapitole V je pojednáno o závlahovém režimu pro různé plodiny a způsobu zavlažování, o počtu dávek, jejich velikosti i časovém rozdělení, a to jak za vegetace, tak i mimo ní.

Nejrozsáhlejší je kapitola VI „Závlahová síť a její technická úprava“. Je doprovázena četnými náčrtky a obrázky. Projednává i podrobné úpravy při různých systémech a probírá kriticky druhy závlah, ať výtopou, přeronom, brázdovým podmokem, postřikem i drenážní (podzemní). Je zatím otevřena otázka, zda póry živcových drenážních trubek nebudou časem ucpávány stejně jako spáry běžných trubek? V VII. kapitole je pojednáno o vlivu závlah odpadními vodami na půdu. Tento vliv bývá podceňován a při přestoupení samočisticí biologické kapacity půd vede předozování dávek k ničení úrodnosti půd, (Výstražný příklad berlínských zavlažovaných polí.) Také lze souhlasit s tím, že závlahové soustavy je třeba projektovat především z hlediska zemědělského, které se kryje s požadavky rozumné hygieny. V kapitole VIII. je prokázáno, že těžké půdy mnohdy nevykážou užžitnou hodnotu závlahových odpadních vod, naopak mohou i výnosy snížit.

Po kapitole IX., pojednávající o zajištění zmiňovaného provozu na zavlažovaných půdách

na základě zkušeností z SSSR, následuje kapitola X. o plánovaném hospodaření vodou při zavlažování. V kapitole XI. je pojednáno o možnosti zladění požadavků hygieny a požadavků zemědělství. Je to jen otázka vytvoření směrnic, jejichž vzor ze SSSR je tlumočen.

Závažnou kapitolou je kapitola XII., pojednávající o efektivnosti závlah, která je počítána z přírůstků výnosů dosažených zavlažováním jako aktivity, od nichž dlužno odečíst pořizovací cenu závlahových vod, po odečtení ztrát (provozní náklady) a odpisy investičních nákladů. Jsou uvedeny, bohužel, dosud jen výsledky pokusů z NDR, které prokazují vysokou rentabilitu závlah odpadními městskými vodami, speciálně u píceň, okopanin a zeleniny. V poslední kapitole, XIII., jsou příklady závlah ve Zhořelci, Uthleben, Neustrelitz, Delitsch-Schenkenberg a Radeberg. Závěr pak shrnuje stručně obsah kapitol a načrtává úkoly, před které je náš výzkum postaven, a zásady jeho perspektivního plánu. Je připojen seznam literatury a obsah.

Příručku dr. Hylského lze uvítat jako časový příspěvek k řešení jednoho z nejaktuálnějších problémů, daných stále vzrůstajícím koloběhem látek v národní dílně, v němž městské odpadní vody budou stále naléhavěji vyžadovat nejen zneškodnění jejich nevíтанých účinků na sídliště člověka, ale mobilizaci velkých a dosud nevyužitých produktivních rezerv, významných pro zemědělství. Příručka poslouží nejen vodohospodářům samospráv, ale i agromům, kteří by měli uplatňovat svůj hlas při každém vodoprávním řízení.

Doc. dr. F. Duchoň

Prof. dr. Jan STEJSKAL

Zemědělská geologie

Vydala Československá akademie zemědělských věd v SZN v Praze roku 1958. Stran 464.

Cena vázaného výtisku 37 Kčs

Zemědělská geologie je u nás novým, dokonale specializovaným oborem, který byl dosud pouze nastíněn ve vysokoškolských skriptech. Pro naše poměry má zemědělská geologie velký význam, protože geologicko-petrografická stavba našeho území je neobyčejně složitá a geologicko-petrografický podklad se zde projevuje jako základem a konstantní činitel prostředí. Autor proto důsledně zaměřil celou látku na naše regionální poměry a na potřeby dnešního plánovaného socialistického zemědělství. Rozdělení i náplň všech pěti hlavních částí (geologie petrografická, geologie dynamická, geomorfologie, geologie regionální a užitá geologie zemědělská) jsou zcela originální.

První část (geologie petrografická) je nejobsáhlejší, což je plně odůvodněno bezprostředním zemědělským významem. Na podkladu geochemie kůry zemské zdůraznil biogenní prvky a vysvětlil jejich hromadění nebo migraci. K tomu účelu přepočítal klarky prvků na běžné kyslíčníky. U horninotvorných nerostů uvádí autor vesměs moderní chemické vzorce a udává obsahy mikroelementů, i když se neprojevují ve vzorcích. Poukazuje na stavbu krystalové mřížky a na její energii, což se projevuje různými pevnými vazbami při zvětrávání. Velmi cenné a originální jsou podrobné tabulky zásob jednotlivých nezbytných biogenních prvků v nerostech. Ke zpracování vlastních hornin přistoupil autor po důkladném studiu literatury a po dlouholetých vlastních výzkumech. Nejprve zjišťoval podrobné rozšíření našich zemědělských půd a jejich mateční horniny. Tím dospěl k určitým horninám a k určitým jejich odrůdám, které u nás mají zemědělský význam. Po této stránce jsou velmi názorné

připojené přehledné mapky rozšíření jednotlivých hornin v podkladu zemědělských půd. Propočtením všech přístupných chemických rozborů získal průměrná složení jednotlivých našich hornin a posoudil obsahy biogenních prvků. Tímto zpracováním značně přiblížil teorii k zemědělské praxi. Přispěl tak značně k bezpečnějšímu používání a zemědělskému vyhodnocování geologicko-petrografických podkladů.

Druhá část (geologie dynamická) je stručnější, protože se autor mohl omezit na zdůraznění geologických zjevů z hlediska zemědělského, protože teoreticky jsou podrobněji popsány v přístupné geologické literatuře. Třeba upozornit pouze na velmi názornou a výstižnou stať o zvětrávání hornin i na stať o svahových pohybech, které postihují také zemědělské půdy.

Třetí část (geomorfologie) je pro naše zemědělství velmi důležitá vzhledem ke značné členitosti povrchu. Autor pojednává nejprve o jednotlivých základních geomorfologických tvarech, načež přechází ke geomorfologickým reliéfům, které rozděluje podle původu hrubých nerovností a podle typických znaků modelace povrchovými geologickými činiteli.

Čtvrtá část (geologie regionální) obsahuje první nástin regionální geologie Československé republiky se zřetelem k zemědělským oblastem. Autor na základě petrografie, stratigrafie, tektoniky a geomorfologie vymezuje jednotlivé přirozené krajiny, pro něž užívá běžných názvů, pokud existují, nebo nově zavádí výstižné názvy. Vychází ze správného předpokladu, že nelze ponechat typické oblasti bez označení, zvláště když promítá celou látku knihy do našich konkrétních regionálních poměrů.

Pátá část (užitá geologie zemědělská) obsahuje některé prakticko-geologické otáz-

ky, jejichž řešení přímo souvisí se zemědělskou praxí. Pojednává o existujících geologických pomůckách (mapách, profilech, literatuře), které někdy postačí pro informaci. Pro zemědělské stavitelství probírá nejdůležitější otázky při výzkumu základových půd (sondování, únosnost, stabilitu a rozpojitelnost). Potom podává hlavní směrnice při vyhledávání, zkoušení a těžbě stavebních a melioračních hmot, hlavní otázky při stavbách cest a hlavní otázky hydrogeologické v zemědělství. Vypracování poslední dnes aktuální stati o geologických otázkách při stavbách rybníků svěřil autor svému asistentu inž. dr. O. Brunclíkovi.

Připojený seznam literatury obsahuje 250 pramenů našich i zahraničních. Dále je připojen rejstřík autorů, důležitý a obsáhlý rejstřík regionální i věcný. Jako schválená vysokoškolská učebnice má kniha i potřebný slovníček česko-slovenský. V textu je zařazeno 93 obrazů (nákrešů,

map a fotografií) a 69 tabulek, které obsahují mnoho číselných údajů.

Kniha má dvojí poslání. Má jednak sloužit jako vysokoškolská učebnice, jednak má být odborným dílem, které by poskytovalo potřebné informace zemědělskému výzkumnictví i přímo praxi.

Stejskalova Zemědělská geologie vyplnila mezeru v naší odborné literatuře. Jako vysokoškolská učebnice odpovídá zcela osnovám a poskytuje i podklad k samostatnému studiu, vyžadovanému dnes k doplnění přednášené látky. Jako základní odborná příručka bude jistě vyhledávána odborníky jiných zemědělských nauk, pro které jsou znalosti geologie nezbytným předpokladem (půdoznalství, agrochemie, obecné zemědělství, plánování a rajónizace zemědělství aj.), jakož i zemědělskými praktiky ve státních statech a JZD.

Doc. dr. E. Duchoně

Způsob snadného zakořeňování skleníkových rostlin

Art einer mühelosen Enwurzelung von Gewächshauspflanzen

A Way of an easy Rooting of Greenhouse Plants

Jaroslav OPLT

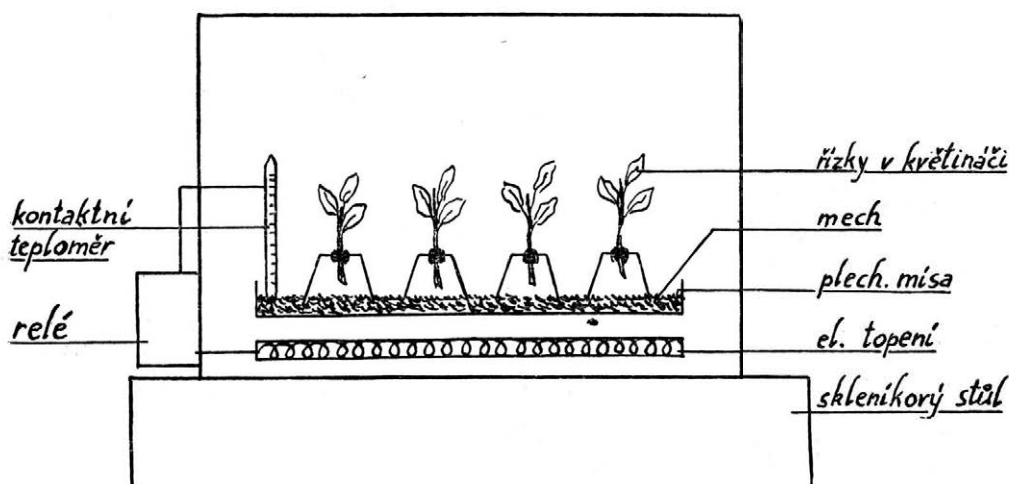
Karlova universita, biologická fakulta

Došlo dne 24. I. 1958

Úvod

Někdy nám velmi záleží na tom, abychom rychle zakořeňovali řízky některých rostlin, ať již pro výzkumnou práci, nebo pro obchod. Také v botanických zahradách, kde jsou vzácné exempláře rostlin

často jen po jednom kuse a hrozí jim uhynutí, je nutné namnožit mladé rostliny. Uvádím způsob, jehož jsem používal dlouhá léta při množení láčkovky (*Nepenthes*).

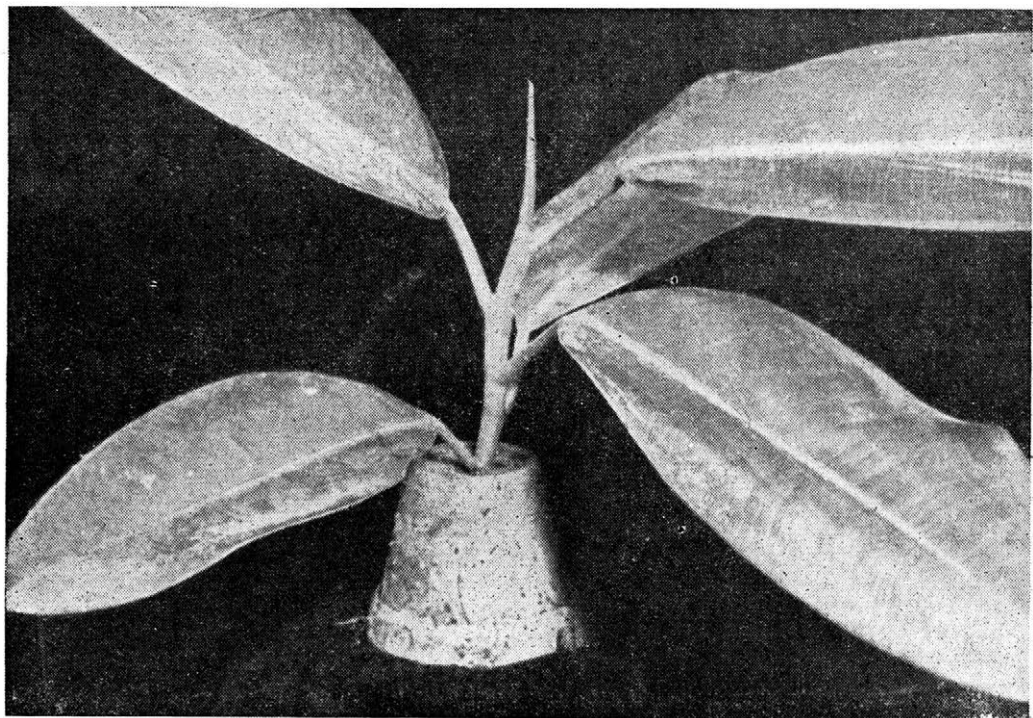


1. Schéma množárny

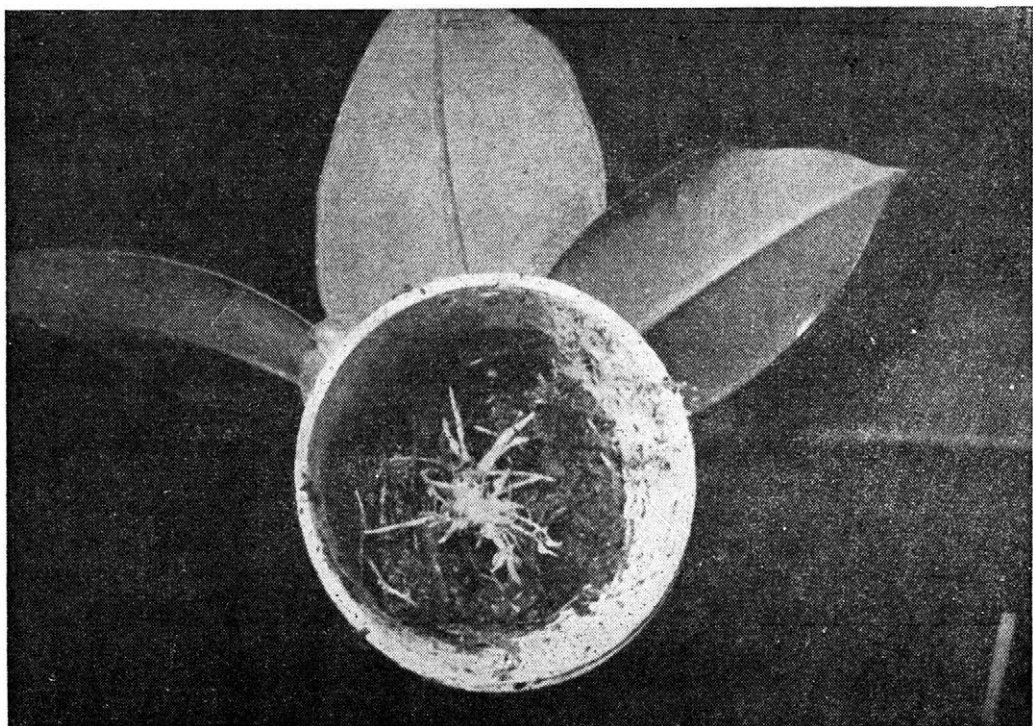
Příprava množárny

Zhotovíme a ve skleníku nebo v bytě umístíme zasklenou skříň, jejíž velikost volíme podle množství rostlin určených k množení. Na dno skříně instalujeme

elektrické autoregulační vytápění. Nejvhodnější je zavést do měděné trubice o průměru 1 cm spirálu z odporového drátu, povlečenou keramickými korálky.



2. Upravený řízek *Ficus elastica* Roxb. k zakořenění



3. Řízek *Ficus elastica* začíná tvořit ve vlhkém vzduchu kořeny

Měděná trubice je vhodná proto, že dostane-li se na trubici voda, nedojde ke zkratu. Asi 5 cm nad otopným zařízením umístíme tabuli (mísu) z nerezavějícího plechu s vyvýšeným okrajem, na níž dáme 5 cm vrstvu mechu, nejlépe rašeliní-

ku, který řádně navlhčíme vodou. Dále je třeba kontaktního teploměru a relé na udržování správné teploty, kterou zregulujeme podle toho, jaké rostliny budeme množit (obr. 1).

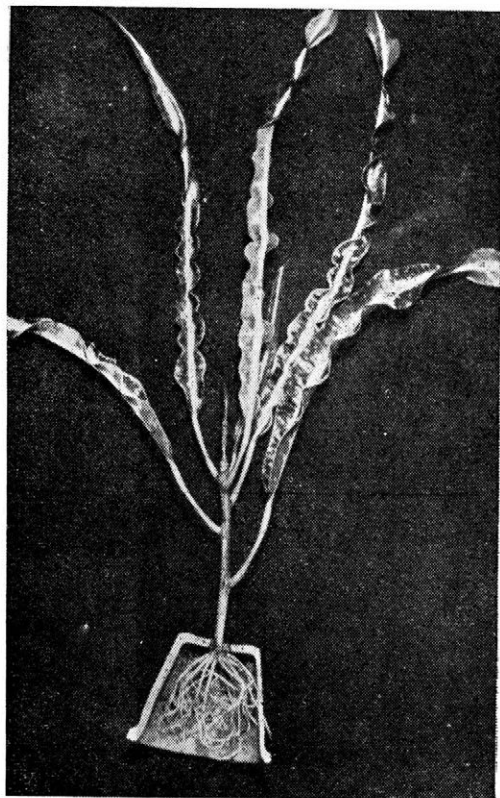
Příprava květináčů pro řízky

Květináče volíme o průměru 7–8 cm. V jejich dně uděláme otvor o průměru 2–2,5 cm; květináč můžeme také rozdělit ve dvě půlky a spojit jej svorkou. Spodek upraveného řízku obalíme mechem tak, aby řezná plocha byla volná a vložíme jej do otvoru obráceného květináče tak, aby v něm držel; je-li třeba, upevníme jej dodatečně mechem. Řízek vkládáme do květináče do hloubky asi 2 cm, takže jeho spodní řezná plocha je zcela volně ve vzduchu.

Řízky s květináči zapustíme 2 cm do mechu. Spodním zahříváním se mech otepluje a vypařuje vodu, takže spodní řezná plocha řízků je v atmosféře nasycené vodní parou. Hlavní podmínkou rychlého zakořenění je správná vlhkost, teplota a přístup kyslíku k řezné ploše, na které vyrůstají kořeny. V tomto případě jsou potřebné podmínky splněny. Teplota a vlhkost vznikají ze zahřívání mechu, kyslík proniká porézním květináčem (obr. 2, 3 a 4).

Chceme-li rostliny zakořenit ještě rychleji, ovlivníme řezné plochy stimulačním pudrem.

4. Zakořeněný řízek *Codialum variegatum* v obráceném květináči



Příprava pudru

Dřevěné uhlí roztlučeme na prášek a prosejeme na jemném sítku. Na 1 g práškového uhlí dáme 10 mg stimulatoru. Nejlepším zakořeňovadlem je kyselina indolylmáselná. Na třecí misce obě látky spolu důkladně promísíme. Tento přípravek má tu výhodu, že nikdy nedojde k poškození řezné plochy, řízky dobře zakořeňují a můžeme je snadno uskladnit po delší dobu. Protože malou dávku stimulatoru je obtížné vážit, připravíme

si 5 g uhelného prášku a navážíme 50 mg stimulatoru. Nemáme-li kyselinu indolylmáselnou, můžeme použít téhož množství kyseliny indolyloctové.

Řeznou plochu řízku navlhčíme vodou a ponoříme do pudru, nadbytečný pudr pak odklepeme a řízky vkládáme do květináčů.

Teplota množárny. Pro tvrdé a těžko zakořeňující řízky, jako *Ficus Nepenthes*, *Codiaeum*, *Theobroma*, *Cinamonum*, *Citrus*,

Camelia, *Anona* aj., je nejvhodnější teplota kolem 28 až 30° C. Pro snáze kořenící rostliny může být teplota nižší. V našich pokusech jsme pracovali jen se jmenovanými skleníkovými rostlinami, které bohatě zakořeňovaly, s téměř stoprocentními výsledky. V další práci se chceme tímto způsobem pokusit i o zakořeňování rostlin těžko zakořeňujících.

Kořeny, které vznikají z řezné plochy, nepřijdou do styku se zeminou a proto jsou naprosto čisté. Je velmi dobře vidět vyrůstání kořenů a kořenové vlásky. To má výhodu pro pracovníky v oboru cytologie, kteří používají kořenů k anatomickém a cytologickém studiím. Tohoto způsobu zakořeňování může použít jak vědecký pracovník, tak i pracovník v praxi.

Veselý V.: Využití některých medonosných pícnin v krátkodobých luskovinách, jarních, letních a strniskových směskách. II. Oblast řepařská Использование некоторых медоносных кормовых трав в однолетних бобово-злаковых весенних, летних и по-укосных смесях. Часть II. Свекловичная область The Use of Some Honey-Bearing Fodder Crops in Mixtures of Short Duration Containing Both Legumes and Cereals for Spring, Summer and Stubble-Field Cultivations. Part II. Sugar-beet growing region	537
---	-----

Koutenský J.: Opylovací účinek včely medonosné (<i>Apis mellifera</i> L.) na zvýšení hektarových výnosů u řepky olejné a hořčice bílé Опыляющее действие медоносной пчелы (<i>Apis mellifera</i> L.) на повышение погектарных урожаев озимого рапса и белой горчицы The Pollinating Effect of the Honey-Bee (<i>Apis mellifera</i> L.) on the Rice of Hectare Yields in Rape and White Mustard	571
---	-----

Pospíšilová J., Toul V., Dupal R.: Rychlá modifikace metody stanovení provitaminů A v rostlinách Скоростная модификация метода определения провитаминов А в растениях Eine rasche Modifikation der Methode zur Bestimmung der Provitamine A in den Pflanzen A quick Modification of the Method of Determining Provitamins A in Plants	
--	--

Recenze

Hylský J.: Závlahy městskými odpadními vodami	595
Stejskal J.: Zemědělská geologie	597

Drobné zprávy — Rešerše

Oplť J.: Způsob snadného zakořeňování skleníkových rostlin	599
--	-----

Sborník ČSAZV - Rostlinná výroba vydává Československá akademie zemědělských věd. Uveřejňuje studie, rozborů a vědecká pojednání o vyřešených úkolech výzkumu v oboru rostlinné výroby. — Vychází měsíčně. — Celoroční předplatné Kčs 216,—. — Redakce: Praha XII, Slezská 7, telefon 577-51, 575-41. — Rozšiřuje Poštovní novinová služba. — Objednávky přijímá každý poštovní úřad i doručovatel. — Vytiskl MÍR, novinářské závody, n. p., závod 2, provozovna 22, Legerova 22, Praha 2. A-12259

RAKOVINA BRAMBOR

[*Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc.]

je tématem šestého čísla Sborníku ČSAZV - Rostlinná výroba. Toto číslo bude obsahovat materiál z jednání Mezinárodní konference o rakovině brambor, konané v listopadu 1958 ve Smolenicích. Mezinárodní konference se zúčastnili vědečtí pracovníci evropských států, aby si vyměnili zkušenosti s rozšířením této nebezpečné choroby a boje proti ní.

V 21 referátech vědečtí pracovníci Sovětského svazu, Polska, Německé demokratické republiky, Rumunské lidové republiky, Československa, Francie, Rakouska, Německé spolkové republiky a Jugoslávie informovali o vzniku a současném stavu rozšíření rakoviny brambor ve svých zemích i o způsobech a výsledcích boje proti této chorobě brambor. Byla řešena složitá problematika vlivu a významu bioklimatických činitelů, které ovlivňují vnější prostředí a tedy i šíření nebo mizení rakoviny v některých oblastech světa, problematika imunity a přímé ochrany, hostitelských rostlin a další otázky. Šesté číslo Sborníku ČSAZV - Rostlinná výroba podá přehled o současném stavu rozšíření rakoviny brambor v Evropě a o nynějších i perspektivních možnostech boje proti ní.

Přihlášky k odběru tohoto čísla přijímá

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÝCH VĚD

propagace - vydavatelství

Praha 12, Slezská ul. č. 7