

of cleanliness, acidity, ashes, total and protein nitrogen and invert or reduction substances.

The results of the coagulation of proteins during the vegetation of the Sugar-beet will follow in the next treatment.

Received March 8. 1950.

*Research Department of the Sugar Industry
of the Food Industry at the Technical University
in Bratislava.*

L i t e r a t ú r a

1. K. Andrlík, V. Staněk a K. Urban: Listy cukrov. 20, 1901/02, 89, 105, 121.
2. J. Dědek: Ann. IV^e Congrès Int. techn. et chim. Ind. Agricoles 1935, p. 154.
3. J. Vašátko: Listy cukrov. 56, 1937/38, 495, 505.
4. H. Claassen: Z. Ver. D. Zuckerind. 66, 1916, 359.
5. O. Spengler a O. Brendel: Z. Ver. D. Z. 76, 1926, 880.
6. J. Dědek: Listy cukrov. 50, 1931/32, 515.
7. J. Vašátko a V. Kasjanov: Listy cukrov. 55, 1936/37, 261, 394; 56, 1937/38, 49.
8. J. Vašátko a M. Markovič: Journ. Fabr. Sucre 78, 1937, 720.

Experimentálny príspevok k otázke funkcie mikroelementov vo výžive rastlín

PAVEL NEMEC, LUDOVIT PASTÝRIK, ROBERT NÁDVORNÍK

A. Časť všeobecná.

Analýza popola rastlín dokázala, že na skladbe ich tiel sa zúčastňujú veľmi mnohé nerastné prvky a nie je vylúčené, že nájdeme tam azda všetky prvky periodickej sústavy, pravda, niektoré v množstve veľmi nepatrnom. Výskumy niekoľkých posledných desaťročí stále častejšie dokazujú, že organizmy k svojej výžive okrem klasických biogenných prvkov (C, O, H, N, S, P, K, Fe, Mg, Ca) nevyhnutne potrebujú ešte ďalšie prvky, pretože bez nich sa nemôžu normálne vyvíjať a rozmnožovať. Podľa kvantitatívneho podielu jednotlivých prvkov, zistených pri analýzach rastlinných tiel, zadelil Bobko a Belvossow (1) všetky prvky do troch skupín, a to makroelementy v množstvách 10^1 až 10^{-2} % (O, H, C, N, Ca, S, P, K, Li, Mg, Fe, Na, Cl, Al), mikroelementy v množstvách 10^{-3} až 10^{-6} % (Zn, Br, Mn, Cu, J, As, B, F, Pb, Ti, V, Cr, Ni, Sr, Ag, Co, Ba, Th, Au, Rb) a ultraelementy v množstvách 10^{-7} až 10^{-12} % (Hg, Ra). Títo autori zistili ďalej kvalitatívne Be, Sc, Ga, W, Se, Mo, Sn, Cs, Ge, Sb, La, Ce, Dy; Sm, Yt.

Bertrand (2) označil makroelementy ako prvky plastické, pretože sa zúčastňujú na stavbe hmoty rastlinného protoplastu, t. j. bielkovín, uhľohydrátov a iných organických slúčenín. Mikroelementy naproti tomu označil ako prvky katalytické, pretože ich účinok môžeme porovnávať s účinkom látok katalytických.

Po zadelení všetkých prvkov, tvoriacich rastlinný protoplast, do *Mendelejevovej* periodickej sústavy prvkov zisťujeme, že makroelementy sa nachádzajú v prvých štyroch periódach, mikroelementy v perióde štvrtej a piatej a ultraelementy v perióde piatej, šiestej a siedmej. Makroelementy majú pomerne nízke atómové váhy. Tento zákonitý výskyt nie je náhodný, pretože len prvky s malým obsahom hmoty v svojich atómoch vyznačujú sa pohyblivosťou a schopnosťou hromadiť v sebe také množstvo energie, že sa môžu zúčastňovať na neprestajných hmotných zmenách, odohrávajúcich sa v živom protoplaste (*Sestini*, 3). Sú to teda všetky prvky ľahko vstupujúce do veľkého množstva slúčenín a sú preto veľmi súčasťou komplexov živej hmoty, ktorá je charakteristická svojou labilitou.

Na základe doterajších našich poznatkov *nemôžeme* prehlásiť všetky prvky, s ktorými sa stretávame pri analýze rastlinných tiel, za nutné alebo potrebné, pretože mnohé z nich sa zdajú iba prospešnými, alebo dokonca bezvýznamnými. S pojmom bezvýznamnosti prvku musíme však narábať veľmi opatrne, pretože niektoré prvky pred niekoľkými rokmi ortodoxne považované za bezvýznamné, sú teraz známe ako dokázateľne užitočné, ba i potrebné. O potrebe niektorého prvku sa môžeme presvedčiť špeciálne adjustovanými kultúrami (*B. Němec — Pastýrik*, 4), v ktorých na pestované rastliny každý prvok pôsobí špecifickým a preň charakteristickým spôsobom. Tu môžeme postupovať dvojakým smerom. Jednak môžeme pozorovať deficiénčné symptomy na rastlinách, pestovaných v istých presne známych živných pôdach (voda, piesok), v ktorých podľa ľubovôle vynecháme jeden alebo viac prvkov a výsledok týchto kultúr konfrontujeme s kontrolou, vyrastenou v úplnej výžive. Jednak môžeme pokusy organizovať tak, že pridávaním istého prvku alebo komplexu prvkov sledujeme rastové a vývojové reakcie rastlín a tým priaznivý alebo nepriaznivý účinok toho-ktorého prvku alebo komplexu.

Metodika exaktného výskumu mikroelementov a ich deficiénčných symptomov je mimoriadne sťažená skutočnosťou, že mikroelementy nachádzajú sa v rastlinách, ako sme už spomenuli, v množstvách veľmi nepatrných, iba v stopách, niekedy ťažko dokázateľných (preto sa tiež označujú ako prvky stopové), ktoré často ležia pod tolerovaným množstvom znečistenín aj u takých chemikálií, ktoré sú označené ako najčistejšie (puriss. pro anal.). Občajdné chemické sklo a bežným spôsobom destilovaná voda obsahuje niektoré mikroelementy i v takom množstve, že pokusné organizmy s týmto množstvom vystačia (B, Cu) a deficiénčné symptomy sa tu vôbec neobjavia. Precízne pokusy s mikroele-

mentami teda vyžadujú špeciálne čistené chemikálie, vyparafinované nádoby, nádobky z kremeňa, vodu redestilovanú v nádobách z absolutne čistej platiny alebo kremeňa. Pokusy treba chrániť pred znečistením prachom a niektorými plynmi.

Hoci sa mikroelementy vyskytujú v rastlinách v nepatrných množstvách, predsa ich účinky bývajú veľmi prenikavé a deficiénčné symptomy sú veľmi nápadné a charakteristické. Keď sa začínal spoznávať význam mikroelementov pre organizmy, začaly sa v hojnej miere objavovať vedecké publikácie. Najmä posledné tri desaťročia sú na vedecké práce o mikroelementoch veľmi hojné (*Scharrer, 5*).

V tejto publikácii zverejňujeme výsledky pokusov istej smesi mikroelementov čo do účinku na mladé semenáče niektorých našich ovocných drevín. V ďalšom odseku uvedieme skladbu použitej smesi ako aj metodiku jej prípravy. Predbežne uvádzame, že smes sa skladala z týchto 11 prvkov: B, Mn, Cu, Zn, J, Br, Ti, Sn, Li, Ni, Co. Táto smes ako biologické agens pôsobia komplexne. Pre pochopenie účinku tohto komplexu považujeme za potrebné najskôr v krátkosti shodnotiť jednotlivé použité prvky čo do účinku na organizmy, ako o nich referuje odborná literatúra.

Bór v slabých koncentráciách pôsobí stimulačne na rast, zatiaľ čo vyššie dávky zapríčiňujú symptomy otravy. Hoci fyziologický význam boru v metabolizme rastlín nie je definitívne osvetlený, *Kuhn* (6) zastáva názor, že bór spolupôsobí pri udržiavaní normálnej koloidnej kvality protoplastu. Nedostatok bóru v kultúrach cukrovej repy vyvoláva srdiečkovú hnilobu, a ako to bezpečne dokázal *Brandenburg* (7), choré rastliny cukrovej repy obsahujú oveľa menej bóru ako rastliny zdravé, hoci vyrástly na tom istom poli. Pokusy *Smirnova* (8) ďalej dokázaly potrebu bóru pri raste tabaku. Chorý tabak (choroba sa označuje názvom „topziekte“) sa s úspechom lieči prídávaním kyseliny boritej (*Kuijper* 9). Účinný je aj bórax, prídávaný do pôdy.

Mangán považuje *Lundegardh* (10) za katalyzátor základného dýchania vyšších rastlín a pripisuje mu taký istý význam pre rastliny, aký má Fe pre živočíchy. Pripisuje sa mu tiež funkcia katalyzátora pri redukcii nitrátov (*Burstroem, 11*). Preto nedostatok Mn sa prejavuje v sníženej schopnosti prijímať dusikáté živiny, čo vyvoláva spomalený rast. Niektoré rastliny (ovos, špenát, ryža) vyznačujú sa zvýšenými nárokmi na Mn, takže ich *Merkenschlager* (12) označuje ako manganofilné. Mangán má priaznivý vplyv na tvorbu askorbovej kyseliny ako rastového faktora a nepriaznivý vplyv na tvorbu niektorých rastlinných farbív.

Mangánu antagonistické príznaky prejavuje meď, ktorá je v bunke viazaná hlavne na složky bielkovinné, naproti tomu mangán snáď aj na složky anorganické. Cu podporuje prijímanie železa, kým v prijímaní mangánu pôsobí obrátene. Nedostatok medi vyvoláva snížovanie produkcie karoténu. Hoci niektoré rastliny

výnimočne znášajú pomerne vysoké dávky medi (*Prát, 13*) vcelku môžeme Cu označiť za prvok typicky oligobiogenný, ktorého rastliny potrebujú síce nepatrné množstvo, ale bez neho prejavujú chorobné príznaky. Práce *Rademacherove (14)* osvetlili funkciu medi v poľnohospodárskych kultúrach na pôdach rašelinných a šedivníkových („choroba noviny“). Meď je v pôde viazaná sorpcne na humus a pôdy podzlované obsahujú málo Cu, pretože táto bola vyluhovaná. Dôležitosť medi pre zdarný vývoj rastlín treba hľadať predovšetkým v tom, že je prijímaná a prenikavo účinkuje v prvých fázach vývoja. Ak rastlina za mladosti nemá potrebné množstvo Cu, dané pomerom podľa zákona minima, ďalší rast a vývoj je porušený a škodlivé následky tohto deficitu sa nedajú neskoršie reparovať. Pre normálny zdravý vývoj rastliny je rozhodujúce to množstvo medi, ktoré rastlina mohla absorbovať do istého vývojového štádia, a nie celkové množstvo, ktoré prijme alebo môže prijať cez celý vývojový cyklus. Mechanizmus účinku Cu a jej základný význam pre látkový metabolizmus rastlín nie je ešte definitívne vyriešený. Jej funkciu treba hľadať aj v pochodoch enzymatických alebo všeobecne katalytických, čo dosvedčuje zistenie *Kubowitza (15)*, že totiž oxydáza zemiakov je vlastne protein s obsahom medi (metaloprotein).

O kvalite zinku ako mikroelementu niet pochýb, avšak mienky autorov sa rozchádzajú v tom, či pôsobí na vývoj priaznive alebo naopak. Pri posudzovaní pozitívneho alebo negatívneho účinku Zn treba brať do ohľadu jednak druhovú afinitu rastlín k nemu, a jednak v akej forme sa rastlinám dostáva, pretože vo forme nevyrovnanej a nevyváženej účinkom antagonistického prvku alebo prvok pôsobí škodlivo. To ostatne platí aj o iných mikroelementoch. Rastliny ho musia mať vo forme komplexu s inými prvkami alebo slúčeninami, aby sa dosiahlo priaznivé ovplyvnenie vývoja, a prirodzene, nesmie sa prekročiť maximálna dávka. Vedecké publikácie poskytujú mnoho porovnávacieho materiálu, z ktorého vidno, že Zn je pre rast vyšších rastlín nevyhnutne potrebný a dajú sa s ním vyliečiť mnohé deficiénčné choroby. Zn má veľmi dôležitý význam aj pre vývoj živočíšneho a ľudského organizmu; napr. nedávne výskumy poukázaly na zvýšený obsah Zn v rakovinách pletivách (*Heath, 16*).

Prenikavý účinok jódu na živočíšny organizmus je všeobecne známy (štítna žľaza), avšak jeho účinok na organizmus rastlinný nie je doteraz definitívne preskúmaný, čo však neznamená, že by sa tým vylučovala možnosť tohto účinku. Už tá skutočnosť, že niektoré rastliny sú bohatými zdrojmi jódu, ako aj to, že živočíšny organizmus jód nevyhnutne potrebuje, túto tézu potvrdzuje. Rozdiel medzi rastlinami a živočíchmi je v biochemickom smysle len kvantitatívny a nie kvalitatívny, môžeme teda predpokladať, že rastliny nejakým spôsobom taktiež jód potrebujú. Ostatné pokroky v spoznávaní mikroelementov sú také rýchle, že o prvku, ktorý sa včera zdal pre rastliny indiferentný, dnes už často vieme,

že je nevyhnutne potrebný. V našich pokusoch sme preto jód použili.

Takisto sme do smesi pridali aj bróm, hoci niektorí autori ho považujú za prvok nie nevyhnutne potrebný pre rastliny. Jeho prítomnosť bola dokázaná jednak v organizme rastlinnom, jednak v živočíšnom. Prítomnosť nepatrného množstva brómu priaznivo ovplyvňuje rast a vývoj niektorých kultúrnych rastlín (ryža, fazuľa). V Hoaglandovom A-Z roztoku nachádzame bróm v podobe KBr.

Titán je v rastlinách všeobecne rozšírený, hoci v malých množstvách. Hrach a lucerna prejavovali známky stimulácie, keď sa im pridali titaničitany sodný (A. Němec — Káš, 17). Titánu sa pripisuje katalytický účinok pri oxydačných pochodoch, čo dovedčuje pomerne vysoký jeho obsah v listoch. V pôde podporuje nitrifikáciu amónnych solí. Gericke (18) pozoroval priaznivý vplyv $TiSO_4$ a TiO_2 na vývoj koreňov pšenice.

Údaje o význame cínu sú pomerne skromné. Kým *Aspergillus niger* bol i celkom nepatrnými dávkami silne zadržovaný vo vývoji (Pirschle, 19), zatiaľ kvasnice v jeho prítomnosti zvýšili pri kvasení tvorbu acetaldehydu (May, 20).

Nikel je v pôde i biosfére pomerne bežným prvkom, pravda, v množstvách pomerne malých a jeho množstvo v pôde súvisí s geologickým pôvodom pôdy a v rastlinách zase so stanoviskom, na ktorom rastú. Bertrand a Mokragnatz (21) zistili nikel vo všetkých skúmaných rastlinách a pomerne najbohatšie naň sú listy a osemnia. Martini (22) zistil Ni v mrkvách, rajčinách, paprike a strukovinách. Vo vodných a pieskových kultúrach je Ni sám prvkom účinkujúcim veľmi jedovate, preto len nepatrné dávky podporujú rast (Haselhof, 23, Scharrer — Schropp, 24).

O priaznivých účinkoch kobaltu na organizmy dozvedáme sa len z novších vedeckých správ. Zo starších prác vyplýva škodlivý účinok Co na pieskové kultúry niektorých rastlín s výnimkou kukurice (Scharrer-Schropp, Haselhoff, 24, 25). Prenikavý je účinok Co na organizmus živočíšny. Už r. 1929 Beard so spolupracovníkmi (26) dokázal priaznivý účinok Co pri tvorbe krvi anemických zvierat. Na toto naväzuje veľmi dôležitý objav funkcie a zloženia vitamínu B_{12} , tzv. homogénu, ktorý je složkou antianemického faktora. Tento vitamín, ktorý si živočíšny organizmus nevie sám vytvoriť, ale musí ho prijímať s potravou, obsahuje kobalt ako prostetickú skupinu. Záhadná choroba dobytky a oviec v Austrálii a v Novom Zélande sa ukázala ako deficiencia Co a úplne sa dala vyliečiť pridaním kobaltnatých solí do potravy (Martson-Lee 27), ale nie parenterálne.

Okrem tu spomenutých prvkov oligobiogenné účinky mikroelementov prejavujú ešte aj iné prvky, avšak o nich sa tu nezmieňujeme, pretože nie sú dosiaľ v nami použitej smesi.

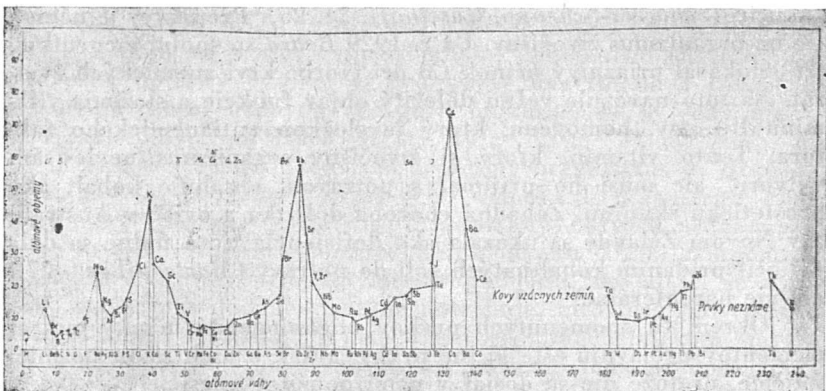
Ťažko sa dá pochybovať o tom, že by tabuľka mikroelementov zostala nezmenená a ich počet sa v budúcnosti nezvýšil, ako

aj to, že by sa viac do hĺbky nepresvietili účinky už známych mikroelementov. Na základe štúdia literatúry i niektorých vlastných výsledkov dospeli sme k názoru, že funkcia mikroelementov v komplexe fyziologických funkcií organizmov je doteraz fyziológmi i patológmi zanedbávaná. Domnievame sa, že ďalší vývoj výskumu fyziologických, resp. biochemických funkcií mikroelementov prinesie prekvapujúce objavy tak v medicíne, ako aj v agrobiológii, a vyrieši, alebo aspoň, podstatne prispesje k vyriešeniu doteraz záhadných otázok.

B. Časť experimentálna.

Príprava smesi.

V úvodnej časti sme už naznačili, že na prípravu fyziologicky aktívnej smesi sme použili 11 prvkov, o ktorých mikrokvalite niet pochýb. Pri voľbe vhodných prvkov a ich váhového podielu vychádzali sme z údajov, že fyziologické pôsobenie prvku nie je funkciou atómového čísla, ale jeho jedovatosti (*Pirschle*, 28, 29). Jedovatosti pribúda od iónov argónového typu na obe strany, a to viac smerom k iónom typu hélia (Li, Be, F) ako typu xenónového (Cs, Ba, J). Dôležitý je aj údaj *Frey-Wysslingov* (30), že všetky pre rastliny potrebné prvky nachádzajú sa v periodickej sústave na spojnici medzi uhlíkom a argónom. Táto spojnica nám teda ukazuje istý systém medzi výživnými prvkami rastlín a umožňuje nám vyvodzovať konkrétny záver, a to, že okrem klasických biogenných prvkov by sa z ostatných základných látok, okrem Na, Al, Si, Cl, ako mikroelementy mohli ukázať F, Ni, Co a Ti. Čím ďalej od tejto spojnice leží niektorý prvok, tým sú jeho účinky jedovatejšie. Vzťah medzi fyziologickou funkciou a fyzikálno-chemickými vlastnosťami iónov čiastočne osvetlil *Mathews* (31), v tom smere, že jedovatosť prvku je tým väčšia, čím vyšší je kvo-



Graf. čís. 1.

cient ekvivalentnej váhy atómového objemu. Podľa Kissa (32) je jedovatosť priamo závislá od blízkosti k minimám krivky, znázorňujúcej závislosť atómových objemov od atómových váh a bez výnimky je jedovatosť vyššia u tých prvkov, ktoré sa nachádzajú na stúpajúcich miestach tejto krivky. Na pripojenom grafe závislosti atómového objemu od atómovej váhy podľa Meyera (33) sme označili krúžkami tie prvky, ktoré sme použili v našej smesi (graf č. 1).

Použitú smes sme pre stručnosť označili značkou ME-49.

Pri príprave ME-49 sme postavili požiadavku istého pomeru mikroelementov s ohľadom na ich antagonistické pôsobenie, ale súčasne aj na možné hladiny mikroelementov v pôde. Po výpočte sme namiešali patričné množstvo slúčeniny podľa tejto tabuľky:

Tabuľka složenia ME konc. (Tabuľka č. 1.).

B	10	v. d.	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	118,3 g
Mn	7	v. d.	$\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	38,1
Cu	1	y. d.	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	5,27
Zn	1	d.	$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	5,9
J	0,05	v. d.	KJ...	0,09
Br	0,05	v. d.	$\text{KBr} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$...	0,13
Ti	0,1	v. d.	titanylcitrát amónny	1,8
Sn	0,05	v. d.	$\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$...	0,13
Li	0,05	v. d.	Li-citrát...	0,68
Ni	0,1	v. d.	$\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0,64
Co	0,1	v. d.	$\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	0,54
Zriedovadlo (diluting agent).....	...250,0	v. d.	kyselina citrónová, resp. citrát amónny.....	..112,2
			superfosfát	223,6

Ďalšie zriedenie koncentrovaného ME na zriedené ME-49 uskutočnilo sa opätovným pridaním superfosfátu v pomere ME konc.: spf = 1:0,96. Celkový obsah N je 0,069%.

Hlavnou požiadavkou na smes kladenou bola biologická účinnosť. Aby sa tejto požiadavke vyhovel, bolo okrem už spomenutých hľadísk zapotreby, aby jednotlivé prvky v smesi boli vo forme prístupnej pre organizmus, t. j. musia byť vo vode rozpustné. Dôležité je tiež, aby rozpustnosť nebola rušená samým organizmom, alebo aby nenastalo vysrážanie nepriaznivou koncentráciou H⁺ v prostredí, t. j. v pôde. Tento efekt sa v smesi ME-49 dosahuje pridaním kyseliny citrónovej alebo kyslého citrátu amónneho do smesi solí. Už sme spomenuli, že ako zriedovadlo sme pridali superfosfát. Vodou rozpustné složky superfosfátu, primárny

fosforečnan ako aj složka citrátu amónneho, majú ustaľovacie vlastnosti pre pH.

Za normálnych podmienok by tieto soli v smesi tvorily biologicky neúčinné srazeniny, najmä soli ťažkých kovov s bóraxom ako i s J' a Br'. Tvorenie srazeniny sa zamedzí pridávaním citrátu amónneho alebo citrónovej kyseliny, pričom výhodnejším sa ukázal citrát amónny, lebo soli s ním vznikajúce sú rozpustnejšie ako soli s kyselinou citrónovou.

Túto kombináciu sme zvolili za predpokladu, že vznikajú rozpustné soli kyseliny citrónovej, napr. s bóraxom vzniká soľ borylcitrónovej kyseliny. Podobne aj Cu tvorí niektorú z týchto solí: $\text{Cu}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{O}_7$ alebo $\text{Cu}(\text{NH}_4)_4(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, pravdepodobne však tvorí oxidve. Možnosť vzniku solí tohto typu nie je vylúčená, lebo ich složky sú v smesi prítomné, a takisto aj podmienky pre vznik týchto solí sú pomerne priaznivé. Sú to podvojnú soli, ktoré sa tvoria podobne ako kamence. V podstate môže takto reagovať i Zn, ako $\text{Zn}(\text{NH}_4)_4(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7)_2$, alebo Mn ako $\text{MnC}_6\text{H}_6\text{O}_7 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$, Co ako $\text{Co}(\text{NH}_4)_2(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, Ni ako $\text{Ni}(\text{NH}_4)_4(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ a Sn ako $\text{SnO}(\text{NH}_4)_2(\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_7)_2 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$. Titán, ktorý sa pridáva do smesi, je vo forme vo vode rozpustného titanylitrátu amónneho alebo chloridu. Zostáva tu, pravdaže, možnosť vysrážania s PO_4^{3-} , $\text{TiO}(\text{NH}_4)_2(\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_7)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Lítium sa pridáva vo forme citrátu ale len v prípade značne vysokého pH; pravda, aj potom je srazenina rastlinou rezorbovateľná.

Vodný výluh smesi mikroelementov so superfosfátom po vysrážaní amóniakom vytvorí síce srazeninu, ale tá je ľahko rozpustná v slabých oranických kys., napr. v kyseline mliečnej. Vodný roztok mikroelementov bez superfosfátu sa správa podobne. Aj snížením pH, t. j. okyslením, nastáva asi pri pH 2 až 3 prechodné zakalenie, ktoré však ďalším pridávaním kyseliny zmizne.

Pracovný postup :

Jednotlivé složky, okrem KJ a KBr, sa smiešajú. KJ a KBr sa preto nemôžu hneď primiešať, lebo v smesi by nastala reakcia, ktorá má za následok uvoľnenie elementárneho J a Br. Táto reakcia sa uskutoční pri zvýšenej teplote, resp. pri vyššej teplote nastáva vydestilovanie a tým únik J; príčinou je pravdepodobne meď ($\text{Cu} + \text{J} = \text{J} + \text{Cu}$). To isté platí aj o Br.

Po smiešaní složiek a po pridání citrónovej kyseliny smes zvlhne a stáva sa plastickou. Môžeme sa domnievať, že je to zapríčinené reakciou medzi citrónovou kyselinou a bóraxom za vzniku borylcitrátu sodného a za uvoľnenia kryštálovej vody. Takto pripravená smes sa suší — najlepšie vo vákuu pri teplote asi 100° — pri normálnom tlaku nie viac ako pri teplote 140°C . Prvou fázou sušenia je prechod smesi do syropovitej konzistencie. V tomto štádiu uskutočňujú sa reakcie medzi jednotlivými složkami.

Technické soli vopred sušiť a len potom miešať sa neodporúča preto, lebo a) soli po vysušení stratia nejednaké množstvo kryštalovej vody a každá zložka by sa musela osobitne analyzovať, b) len čo sa zložky smiešajú s citrónovou kyselinou, nastáva aj u suchých surovín zvlhnutie a smes prechádza v plastickú hmotu, c) pri vysušaní sa smes roztečie a práve v tomto štádiu nastáva tvorba komplexov.

Po dokonalom vysušení nadobudne smes zelenomodrú farbu a je vo vode, najmä pri väčšom zriedení, dobre rozpustná. Ešte vyššiu rozpustnosť dosiahneme pridaním citrátu amónneho. Po vysušení sa pridá KJ a KBr, smes sa odváži a váha sa doplní superfosfátom na príslušnú hodnotu.

Aby sa smes rýchlejšie vysušovala, pridá sa superfosfát priamo, a to v pomere jeden váhový diel ME 1' váh. dielu superfosfátu. Smes sa dá do sušiarne a asi po 30 min. sa poprehňa, čím sa dosiahne to, že superfosfát vytvorí so smesou pórovité granuly, ktoré sa ľahko sušia. Po vysušení sa smes mele a homogenizuje až do jemne práškovitého stavu.

Kultivačný pokus.

O tom, či smes ME-49 je biologicky účinná, dôkaz musely poskytnúť biologické pozorovania. Podávať uzávery z jedného pokusu nie je, pravdaže, správne, preto sme zorganizovali pokusov niekoľko, a to s rozličnými rastlinami v rozdielnych vegetačných, klimatických a pôdnych pomeroch a s aplikovaním ME na rôzne fázy vývoja, resp. na rôzne životné prejavy rastlín. Preto sme tiež považovali za potrebné v úvode širšie sa zaoberať doterajším stavom vedomostí o mikroelementoch a podrobnejšie opísať prípravu našej smesi. V tomto odseku predbežne zverejňujeme výsledky iba jedného pokusu, ktorého biologickým substrátom boli mladé sadenice niektorých našich ovocných drevín a celom bolo zistiť, ako reagujú svojím rastom na pridaný ME.

Chceli sme sa vyvarovať takých pokusov, kde by rastliny boli v prostredí pre ne neprirodzenom, skleníkovom, preto sme pokus previedli v Štátnej ovocinárskej školke v Prievidzi, kde naše sadenice rástly za tých istých vegetačných pomeroch, ako desiatky tisícov iných ovocných sadeníc. Treba spomenúť a súčasne pozitívne zhodnotiť, že náš pracovný kolektív výborne doplnil správca tomojšej školky p. Martin Falešník, ktorý vzorným ošetrovaním kultúr, podloženým mnohoročnými skúsenosťami, podstatne prispel k zdaru pokusu.

Pôda, na ktorej sa kultivačné pokusy dialy, je sprašová s podkladom třeťohorných tufov. Tieto tufy sú veľmi heterogénne, jemnozrnné agregáty, skladajúce sa z úlomkov plagioklasov (najmä oligoklasu), kremeňa, amfibolu a biotitu. Okrem toho sú prítomné

zrnká rúd a sluky koloidálnej, skrytokryštalickej hmoty. Hrubé analýzy ukázaly obsah:

SiO ₂	— — — — — — — — — —	51—55 %
Al ₂ O ₃	— — — — — — — — — —	21—28 %
Fe ₂ O ₃	— — — — — — — — — —	4— 7 %
MgO	— — — — — — — — — —	1,6—2,7 %
CaO	— — — — — — — — — —	7 %
Na ₂ O	— — — — — — — — — —	2,5— 3 %
K ₂ O	— — — — — — — — — —	0,9—1,5 %

Vlastné prevedenie pokusu sa v podstate shodovalo s obvyklým školkárskym kultivovaním mladých ovocných sadeníc.

Ako pokusný materiál sme použili mladé tohoročné semenáče najbežnejších planiek, ktoré sa v školkárskej praxi užívajú ako podpníky pod ušľachtilé ovocné sorty, a to čerešne (*Prunus avium* var. *silverstris*) a prlenice (*Prunus insititia*, var. *nigra*, f. *subsilvestris*). Veľkú dôležitosť sme kladli na kultúru prleníc, ktoré sa s úspechom používajú ako podpníky pod marhule, trpiace mnohými chorobami, z ktorých doteraz apoplexia nie je bezpečne vysvetlená.

Pozemok sa nachádzal v semenisku školky a pozostával z 8 poličok v dvoch radoch. Každé poličko malo plochu presne 1 m²; medzi poličkami boli chodníčky široké 25 cm. Jednotlivé polička sa vopred rýlom prekopaly a na drobno uhrabaly. Po tejto úprave dostaly dávky hnojív, a to:

Tabuľka č. 2.

- I. Kontrola (∅). Nijaké hnojenie.
- II. 24 g jemne práškovitého superfosfátu na 1 m² (SF).
- III. 12,5 g ME-49 a 12,0 g superfosfátu na 1 m² (SF/ME).
- IV. 25 g ME-49 na 1 m² (ME).

Dávka 24 g superfosfátu na 1 m² zodpovedá dávke 240 kg/ha, čo je možné pokladať za istú normu.

Takto kombinovaný pokus mal vlastne dve kontroly:

1. nehnojenú (I.)
2. hnojenú superfosfátom (II.), lebo dávka superfosfátu bola kontrolou dávky ME-49 + superfosfát (III.), ako aj pokusu IV., nakoľko ME-49 z najväčšej časti superfosfát obsahuje.

Jednotlivé hnojivá boli jemne rozosiate po poličkach a potom hrablami plytko zapravené do pôdy. Do takto pripravenej pôdy dňa 3. V. boli vysadené (pikírovaním) sadenice. Pretože pôda bola pre nedostatok dažďa suchá, polička sa pred pikírovaním mierne zaliali vodou.

Na každé políčko sa vysadilo 200 sadeníc plániok (pikírovancov), t. j. pre každý druh po 800. Sadenice boli vysadené vo vzdialenostiach 5 cm od seba a v radoch 10 cm vzdialených.

Po vysadení sa muselo každé políčko hneď zatieniť doskami, lebo počasie bolo veľmi teplé a slnečné, a bolo nebezpečenstvo, že sadenice zahynú. Keď boli všetky políčka vysadené, opäť sa mierne poliali vodou a zatienili.

Ďalšie ošetrovanie: sadenice boli zatienené 5 dní bez otužovania (postupná aklimatizácia), kedy sa musely opäť, pre nedostatok dážďa, zavlažiť. Pri tejto príležitosti boli nahradené všetky plánky, ktoré od presadenia vyhynuly, avšak percento vyhynutých bolo pomerne malé a neprekročilo 5%. Po poliatí a podsadení, ktoré sa konalo zavčas ráno, kým nebolo slnečno a teplo, políčka sa opäť zatienili. Prvé otužovanie sadeníc sa začalo po 7 dňoch, a to vždy zrána a navečer. V desiatom dni a ďalších nastalo ochladenie a dažde. Vtedy sa aklimatizácia zintenzívnila a políčka ostaly odkryté celý deň. Po 4 dňoch nezatienenia za mierneho počasia sa sadenice úplne aklimatizovali; takže zatienenie sa natrvalo odstránilo. Ďalšie ošetrovanie bolo už bežné, aké je v rozvrhu ovocinárskej školky, t. j. robilo sa okopávanie, odstraňovanie buriny a zpočiatku sa podľa potreby aj mierne polievalo. Neskoršie sa od polievania upustilo, lebo vystačili prirodzené srážky.

Z h o d n o t e n i e p o k u s u.

Hoci presadené plánky rástly na všetkých políčkach dobre, treba zdôrazniť, že už na prvý pohľad vynikly nápadné rozdiely v raste na jednotlivých políčkach, pohnojovaných inými dávkami hnojív. Exaktne sa rozdiely ukázaly, pravdaže, až po zmeraní rastových hodnôt a po ich vyčíslení.

Zaznačovali a spracovali sme tieto hodnoty, prichádzajúce do úvahy ako výsledky rozdielneho pohnojovania:

- A. Počet prijatých sadeníc z pôvodných 200 sadených.
- B. Výšku sadeníc nad zemou.
- C. Počet listov na jednotlivých sadeniach.

Exaktnosti by iste boli veľmi poslúžili hodnoty koreňov (dĺžka, počet, kvalita), ako aj porovnanie váhy sušiny a popola, no nemohli sme rastliny vytrhať z pôdy, keďže pozorovania chceme prevádzať na tom istom políčku ešte aj budúce vegetačné obdobia.

Z absolútnych súčtových hodnôt celého políčka vo výsledkoch udávame hodnoty aritmetického pôvodu.

Vyhodnocovanie výsledkov vegetácie bolo dvoje, a to s intervalom jedného mesiaca.

3. V. Vysadenie sadeníc na políčka
1. IX. Prvé meranie
1. X. Druhé meranie

Výsledky pre čerešne i plerence podávame osobitne, a to jednak tabuľkami, jednak grafmi, resp. fotografiami.

Čerešne (*Prunus avium* v. *silvestris*).

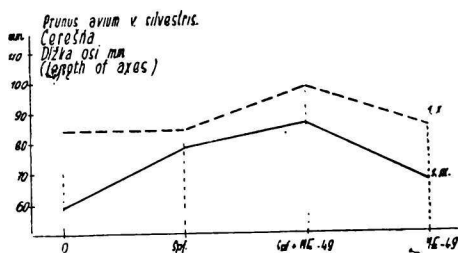
Všeobecne sa použité čerešne ukázaly ako veľmi citlivé na pridaný ME-49.

Tabuľka č. 3.

Prunus avium v. silvestris (čerešne) hnojenie g/m ²	Priemerné údaje 1. IX.			Priemerné údaje 1. X.			Úbytok rastlín	Priemerný prírastok	
	Počet rastlín	Dĺžka osí mm	Počet listov	Počet rastlín	Dĺžka osí mm	Počet listov		osí mm	listov
							1. IX. — 1. X.		
I. Ø kontrola	175	59	11	175	84	11	—	25	—
II. superfosfát 24 g	118	78	11	116	84	12	2	6	1
III. ME-49 12,5 g + superfosfát 12,0 g	119	86	11	118	98	13	1	12	2
IV. ME-49 25 g	87	67	12	84	85	13	3	18	1

Keď s hľadiska biologie zhodnocujeme stĺpce tabuľky ako výsledky chemických látok pôsobiacich na rast, jednak od času presadenia a jednak v časovom intervale jedného mesiaca (kritický mesiac), nápadné sú rozdiely najmä v stĺpci počtu prijatých rastlín po presadení a jednak v stĺpci dĺžok osí. O počte vyrastených rastlín, keďže ide o približne rovnaké hodnoty u oboch skúšaných rastlín, bude reč v záverečnom odseku tejto práce.

Rastové pomery, odzrkadľujúce sa v číslach rastu osí, podávame v grafe č. 2.



Graf. č. 2.

Maximálna dávka (1. IX.) 25 g/m² ME-49 pôsobí spomalenie rastu oproti ostatným kvalitám hnojenia, vynímajúc kontrolu, kým 12,5 g/m² ME vykazuje rastové optimum. Výsledok kontrolného

pokusu so superfosfátom leží pod hodnotou ME-49 + superfosfát, čo značí, že stimulačná kvalita je v optimálnej dávke ME-49.

Druhé zhodnotenie (2. X.) ukázalo všeobecne ten istý priaznivý účinok ME (v oboch variantách) ako pred mesiacom. Zaujímavé je však porovnanie údajov kontroly (Ø) a čistého superfosfátu. Kým v prvých mesiacoch rastu (máj—august) superfosfát účinkoval priaznivo na rast, v kritickom mesiaci (september) jeho účinok sa vôbec neprejavuje. Toto je úplne v súhlase so skutočnosťou, že superfosfát sa vodou ľahko rozpúšťa, t. zn., rastlinami sa ľahko absorbuje, ale súčasne sa spodnou vodou ľahko vyluhuje do spodiny, kde je mimo dosah rastlinných koreňov a teda pre ne bez úžitku. Rastliny môžu prijímať práškový superfosfát, pravda, v stave roztoku, len v pomerne krátkom čase po jeho pridaní do pôdy, kým mikroelementy účinkovali priaznivo i ďalej a trvale.

V súhlase s objavením sa dávky ME-49 + superfosfát (č. III) ako optimálnej, je prírastok listov v kritickom mesiaci septembri.

Pravidelná vzostupná tendencia ukazuje sa aj v prírastkoch osí v kritickom mesiaci, a to začínajúc dávkou II. V prvých mesiacoch kontrola I. zaostávala, najmä v porovnaní s II., keď však účinok superfosfátu v dôsledku spotreby i splavenia do spodiny prestal, objavuje sa nápadný rast kontroly I (25 mm).

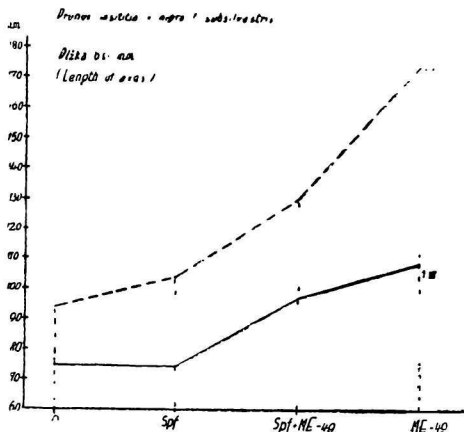
Pr lenice (*Prunus insititia* v. *nigra* f. *subsilvestris*).

Kým na čerešni maximálna dávka ME-49 (IV.) spôsobila spomalenie rastu oproti optimu, vyvolanému polovičnou dávkou ME-49, doplnenou superfosfátom (III.), zatiaľ prlenice ukázaly na jednej strane všeobecne vysokú citlivosť na ME-49 a na druhej strane veľmi nápadnú stimuláciu čistou dávkou ME-49 bez ďalšieho superfosfátu.

Tabuľka rastových pomerov prleníc:

Tabuľka č. 4.

Prunus insititia v. nigra f. subsilvestris (prlenica) hnojenie g/m ²	Priemerné údaje 1. X.			Priemerné údaje 1. IX.			Úhytok rastlín	prírastok	
	Počet rastlín	Dĺžka osí mm	Počet listov	Počet rastlín	Dĺžka osí mm	Počet listov		1. IX. — 1. X.	
							osí mm	listov	
I. Ø: kontrola	159	75	19	159	94	20	—	19	1
II. superfosfát 24 g	121	74	20	121	104	24	—	30	4
III. ME-49 12,5 g + superfosfát 12,0 g	126	97	23	126	129	28	—	32	5
IV. ME-49 25 g	116	108	25	116	174	34	—	66	9



G r a f č. 3.

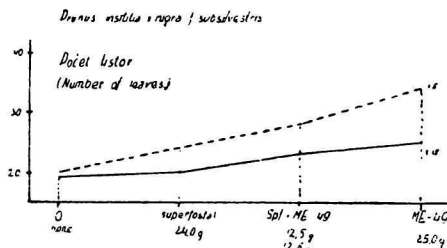
Najnápadnejšie rozdiely, vyvolané rôznou kvalitou hnojenia, vykazujú rast osí prlenice, zázorných na grafe č. 3:

Už pri prvom zhodnocovaní I. IX. ukázaly sa dávky ME-49 ako silné stimulujúce dĺžkový rast osí. Hodnoty $\bar{\varnothing}$ a hodnoty čistého superfosfátu sú približne rovnaké, čo by sa mohlo vysvetliť dvojako: 1) že superfosfátu bolo tak málo, že prlenice naň nezabraly, alebo 2) (čo je pravdepodobnejšie), v čase prvého vývinu bolo suché počasie, takže superfosfát sa nemohol rozpustiť v takej miere, aby ovplyvnil rastúce prlenice. Údaje získané o mesiac neskoršie (I. X.) túto druhú mienku podopierajú, lebo sa objavuje zosilnenie rastu kultúry, pohnotej superfosfátom.

Ale najnápadnejšie a naše pôvodné predpoklady úplne potvrdzujúce sú údaje druhého merania, čo sa týka ME, a to v oboch variantách, *Dávky ME-49 podstatne zvyšujú rýchlosť rastu osí, a to v priamej závislosti na množstve v pokuse použitom.* Nemôžeme, pravda, tvrdiť, že dávka IV. je optimum, alebo že ešte vyššia dávka ME bude optimum, lebo vyšším dávkam sme rastliny nevystavili.

Prírastky osí v kritickom mesiaci majú pravidelne stúpajúcu tendenciu, a to začínajú kontrolou I. až po IV. To isté platí aj pre prírastok asimilačnej plochy, t. j. pre počet listov. Zväčšená asimilačná plocha má za následok intenzívnejšiu fotosyntézu a zvýšenú produkciu asimilátov, a toto sa prirodzene prejaví v lepšom raste a celkovo lepšej kondícii rastlín (graf č. 4).

V oboch prípadoch bolo by účelné zisťovať jednak priemernú dĺžku koreňov, jednak rozdiel vo váhe sušiny a popola v jednotlivých pokusoch. Toto skúmanie však predpokladalo prerušenie pokusu, čo sme nepokladali za účelné. Zistenie priemerných dĺžok koreňov, váhy sušiny a popola odložili sme preto na ďalšiu vegetačnú periódu, kedy pokus budeme v širšom meradle opakovať.

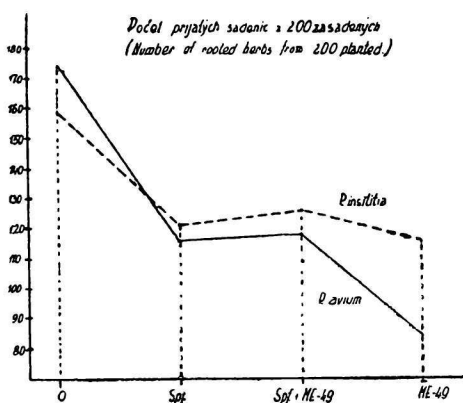


G r a f č. 4.

Zhodnotenie diferencií, vyvolaných rôznou kvalitou prihnojovania, a ich číselné spracovanie dokázalo, že účinok ME sa prejavuje v rôznej rýchlosti rastu, ako aj v diferenciálnych pochodoch tvorby osí a listov. Ako všetky životné prejavy rastlín, tak aj rýchlosť a spôsob rastu závisia od vlastností prostredia, v ktorom rastliny rastú. Tieto vlastnosti, ako fyziologickí činitelia, sú podmienené kvantitou, vyjadrenou kardinálnymi bodmi. Vlastnosti prostredia sú dané pomermi pôdnymi, atmosférickými a vyživovacími. Výživa úzko súvisí s chemickou kvalitou prostredia, týka sa ta najmä výživy anorganickými roztokmi, prijímanými koreňmi. Podstatnú dôležitosť treba pripísať vývinovému štádiu rastlín. Všeobecne sa dá povedať, že rastliny v mladšom vývinovom štádiu sú na koncentráciu živín v pôde citlivejšie ako dospelé, čiže isté dávky živín, ktoré sú v dospelom diferencovanom štádiu dávkami, ležiacimi medzi minimom a maximom (často v optime), môžu byť v štádiu embryonálne meristematičkom dávkami supramaximálnymi. V tomto ohľade treba osvetliť dávky použitých smesí, ktoré sme pridali mladým sadeniciam jednak ako čistý superfosfát a jednak ako sme mikroelementov s hmotou ušľachujúcou pH. Ako sme už spomenuli v odseku o príprave pôdy, celkom mladé sadenice zasadily sa do pôdy, ktorá tesne predtým bola pohnojená strojenými hnojivami. Hnojivo bolo pre mladé meristematičné pleťvák korienkov „cudzou hmotou“, ktorej účinok ležal nad maximum. Pojem „cudzia hmota“ vyjadruje tú skutočnosť, že pridané chemikálie neboly ešte ani kvalitatívne ani kvantitatívne pôdnymi faktormi natoľko prispôbené mladým korienkom, že spôsobili zpočiatku zadržovanie a vyhynutie, resp. neprijatie sa sadenic.

V tomto ohľade je nápadný účinok superfosfátu (dávka II.), hoci tento úkaz sa objavuje paralelne i pri hnojení ME + spf. (III.) i pri čistom ME (IV.), v porovnaní s kontrolou nehnojenou. Na grafe č. 5 znázorňujeme závislosť medzi počtom vyrastených jedincov čerešní a prleníč ku dňu 1. X. a kvalitou hnojenia, a to z pôvodne zasadených 200 kusov. Každý typ pohnojovania značí pre mladé sadenice pokles prijatých jedincov oproti kontrole. Najvyšší stupeň je medzi kontrolou a superfosfátom, a to u oboch drevín a potom — opäť súhlasne u oboch drevín — medzi spf +

+ ME a čistým ME. Zrejme bola v pôde vysoká koncentrácia pre mladé rastlinky, ktoré predtým vyklíčili v pomeroch po chemickej stránke celkom iných. Podstatne k tomu prispelo ešte suché a teplé počasie hneď po presadení, t. j. nedostatok pôdnej vody, ktorá by bola pridané soli rozriedila a rozptýlila.



G r a f. č. 5.

Ide teraz o to, kde treba hľadať príčinu tohto poklesu počtu prijatých jedincov, stojaceho v priamej závislosti s použitými soľami, počínajúc spf. a končiac čistým ME. Možné sú dve eventuality: 1) toxicita solí na korene, zapríčinená pridaním solí do pôdy tesne pred vysadením sadeníc, 2) nepriaznivé klimatické pomery, t. j. sucho a teplo v prvých dňoch po presadení. Nie je vylúčené, že účinkovali obe eventuality súčasne.

Aby sme osvetlili tento úkaz mimoriadnej citlivosti mladých korenkov oproti pridaným soľam najmä oproti ME, budeme pokus v budúcom vegetačnom období opakovať. Pri pokuse nepoužijeme sadenice ako teraz, keď sme ich presadili do celkom iných chemických pomerov, ale necháme vyklíčiť semená a autochtonne na tom istom mieste ich bez presadenia necháme rásť, keď sme predtým pôdu patrične pohnojili pridaním spomenutých solí.

S ú h r n.

Vo všeobecnej časti prebrali autori hlavné skúsenosti, získané výskumom funkcie mikroelementov najmä u vyšších rastlín. Dotkli sa aj výsledkov, vzťahujúcich sa na vyššie živočíchy a mikroorganizmy. V závere všeobecnej časti vyslovili presvedčenie, že ďalšia práca v skúmaní sledov fyziologických a biochemických funkcií mikroelemntov prinesie tak prekvapujúce objavy teoretické, ako aj možnosti ďalších aplikácií v medicíne a agrobiológii.

V prvom oddieli experimentálnej časti uvádza sa chemizmus autormi zostavenej smesi mikroelementov (tab. 1) a postup jej prípravy. Autori rozhodli sa pre aplikáciu mikroelementov vo forme rozpustných solí kyseliny citrónovej, resp. komplexných solí mikroelementov s citrátom amónnym. Takéto soli sa dajú pripraviť aj s Cu, Zn, Mn, Co a Sn. Titán objavuje sa v hotovom preparáte vo forme titanylcitrátu amónneho $\text{TiO}(\text{NH}_4)_2(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Lítium sa tu vyskytuje vo forme citrátu alebo chloridu, jód a bróm vo forme draselných solí, bór vo forme borylcitrátu sodného.

Ako riedidlo smesi používajú autori superfosfát, získaný z fosfátov sovietskeho pôvodu. Vodný výluh smesi je pomerne stabilný. Lahké sraženiny sa dobre rozpúšťajú v zriedených roztokoch slabých organických kyselín, ako je napr. kyselina mliečna.

Preparát ME-konc. obsahuje 19,32 váhových dielov prvkov a 250 váhových dielov riedidla (superfosfátu + kyseliny citrónovej, resp. citrátu amónneho.) Pomer jednotlivých mikroelementov je uvedený v tabuľke. Autori upozorňujú na pH ustáľujúci účinok vodných výluhov superfosfátu. ME-49 sa získa ďalším zriedením ME konc. superfosfátom v pomere 1:0,96.

Na kultivačný pokus sa upotrebili tohoročné semenáče *Prunus avium* var. *silvestris* a *Prunus insititia* v. *nigra* f. *subsilvestris*.

Pokusné polia sa hnojili podľa tabuľky. Začiatok pokusu bol 3. mája, merania sa konali 1. septembra a 1. októbra.

Tak *Prunus avium*, ako aj *Prunus insititia* prejavily citlivosť dĺžkového rastu a počtu listov na mikroelementy. Podstatné zintenzívnenie rastu prejavily predovšetkým sadenice *Prunus insititia*.

Sušina, popol a dĺžka koreňov sa zatiaľ nezistovali, aby sa pokus nerušil. Toto skúmanie sa preto odložilo na vegetačné obdobie 1950.

U *Prunus insititia* prejavila sa v *mediach pokusu* priama závislosť medzi dĺžkou vzrastu a počtom listov a medzi množstvom pridaných mikroelementov.

Pre *Prunus avium* sa zdá, že dávka prípravku ME-49 v množstve 25 g/l m² je už mierne za optimom.

Došlo 14. marca 1950.

*Výskumný ústav Chemických závodov
na Slovensku.*

*Ústav fyziologie a biologie rastlín
Slovenskej univerzity v Bratislave.*

S u m m a r y.

P. Nemeč, L. Pastýrik and R. Nádvořník: *An experimental contribution to the question of the function of trace elements in the nutrition of plants.*

In the general part the authors have gone through the principal experiences gained by the research of the function of trace elements mainly on the higher plants. They also mentioned the results related to the higher animals and microorganisms. In the conclusion of the general part they arrived to the conviction that further work in research of strings of physiological and biochemical functions of trace elements will bring not only surprising theoretical discoveries, but also possibilities of further application in medicine and agrobiolgy.

In the first chapter of the experimental part they refer to the chemism of their mixture of trace elements (table 1.) and to the method of its preparation (ME-49). The authors decided from the application of trace elements in the form of soluble salts of citric acid, resp. of complexed salts of trace elements with ammonium citrate. Also the salts of Cu, Zn, Mn, Co, and Sn can be prepared. Titanium appears in the finished preparation in the form of ammonium titanyle citrate.

As a diluting agent of the mixture the authors use superphosphate, produced from phosphate of Soviet origin. The aqueous extract of the mixture is relatively stable and slight precipitates dissolve easily in the diluted solution of weak organic acids, for example lactic acid.

The preparation of ME-concentr. contains 19,32 parts (by weight) of elements and 250 parts of diluting agent (superphosphate + citric acid, resp. ammonium citrate). The proportion of various trace elements in the ME-conc. is indicated in the table 1. Through the further dilution of ME-conc. with superphosphate in the quantity 1:0,96 we obtain ME-49, which was used in the experiments. The authors point out the buffer effect of the aqueous extract of superphosphate.

For the cultivation experiments this year's seedlings of *Prunus avium* var. *silvestris* and *Prunus insititia* v. *nigra* f. *subsilvestris* were used.

The testing fields were fertilized according to table 2. The experiment began on May, the 3rd, the measuring September the 1st and October the 1st.

The sensibility on trace elements in the growth and number of leaves was observed both at *Prunus avium* and *Prunus insititia*. Especially *Prunus insititia* showed an essential increase of growth.

Dry substance, ash, and the length of roots were not tested until now, to prevent the interruption of the experiment. These tests were postponed for the vegetative season 1950.

Prunus insititia showed a direct dependence of the growth and number of leaves on the amount of added elements.

For *Prunus avium* the dose of the preparation ME-49 25 gr./1m² appears already slightly above.

Received March 14. 1950.

*The Research Institute
of Chemical Works in Slovakia.*

*The Institute of the Plant Physiology and Biology
The Slovak University, Bratislava.*

L i t e r a t ú r a

1. Bobko, E. V. — Belvoussow, M. A.: Importance du bore pour betterave a sucre. Ann. Agr. 3, 493. (1933).
2. Bertrand G.: Über die physiologische Bedeutung des Mangans und anderer Elemente, die sich in den Organismen spurenweise vorfinden. Z. angew. Chem. 44, 917 (1931).
3. Sestini F. Über die Beziehung zwischen dem Atomgewicht und der physiologischen Funktion der chemischen Elemente. Landw. Versuchsstat. 32, 197 (1886).
4. Němec B. — Pastýrik L.: Botanika všeobecná II. Bratislava, 1950.
5. Scharrer K.: Biochemie der Spurenelemente, Berlin 1941.
6. Kuhn R.: Die Naturwiss. 30, 407 (1942).
7. Brandenburg E.: Über die Grundlagen der Boranwendung in der Landwirtschaft. Phytopath. Z. 12, 1 (1939).
8. Smirnow, A. J.: Der Einfluss des Bors auf das Wachstum des Tabaks unter Berücksichtigung des Reaktionszustandes der Nährlösung und der Sticksform. Biederm. Zblt. 61 512 (1932).
9. Kuijper J.: Boorzuur tegen de topziekte van de tabak. Deli Proefst. Medan, Flugschrift 50 (1930).
10. Lundegardh H.: Die Nährstoffaufnahme der Pflanze. Jena 1932.
11. Burgstroem H.: Über die Schwermetallkatalyse der Nitrataassimilation. Planta 29, 292 (1939).
12. Merckenschlager F.: Handbuch der Pflanzenkrankheiten (Sorauer), I. část 1. Berlin 1933.
13. Prát S.: Biochem. Z. 136 (1923).
14. Rademacher B.: Der Stand unserer Kenntnisse über die Bedeutung des Kupfers als Spurenelementen, Forschungsdienst 7, 149, (1938).
15. Kubowitz F.: Über die chemische Zusammensetzung der Kartoffeloxydase, Biochem. Ztschr. 292, 221 (1937).
16. Heath J. C.: Zinc in Nuclear Desoxyribose Nucleoprotein, Nature 418: 1055 (1949).
17. Němec A. — Káš V.: Studien über die physiologische Bedeutung des Titans im Pflanzenorganismus. Biochem. Ztschr. 140, 583 (1923).
18. Gericke S.: Beitrag zur Wirkung des Titans auf das Wurzelwachstum der Gerste. Prakt. Bl. f. Pflanzenbau und Pflanzenschutz 18, 39 (1940)

19. *Pirschle K.*: Vergleichende Untersuchungen über die physiologische Wirkung der Elemente nach Wachstumsversuchen mit *Aspergillus niger* (Stimulation und Toxizität). *Planta* 23, 177 (1934); 24, 649 (1935).
20. *May A.* Über die Einwirkung von Metallsalzen auf den Verlauf der alkoholischen Gärung. *Biochem. Ztschr.* 141, 447 (1923).
21. *Bertrand G.* — *Mokragatz M.*: Sur la présence du nickel et du cobalt chez les végétaux. *C. r. Acad. Sci. Paris* roč. 175, 179, 190.
22. *Martini A.*: Der phytomikrochemische Nachweis des Nickels und sein Vorkommen im Pflanzenreich. *Mikrochem. 8*, 41 (1930).
23. *Haselhoff E.*: Versuche über die schädliche Wirkung von nickelhaltigem Wasser auf Pflanzen. *Landw. Jahrb.* 22, 1862 (1893).
24. *Scharrer K.* — *Schropp W.*: Sand- und Wesserkulturversuche mit Nickel und Kobalt. *Z. Pflanzenernähr. Dü. u. Bodenk. (A)* 37, 94 (1933)
25. *Haselhoff E.*: Versuche über die schädliche Wirkung von kobalthaltigem Wasser auf Pflanzen. *Landw. Jahrb.* 24, 959 (1895).
26. *Beard H. H.* — *Myers V. C.* — *Skipley, R. A.*: Blood regeneration in nutritional anemia. *Proc. Soc. Biol. a Med.* 26, 510 (1929).
27. *Martson H. R.* — *Lee H. J.*: Primary Site of the Action of Cobalt in Ruminants, *Nature* 4169, 529 (1949).
28. *Pirschle K.*: Untersuchungen über die physiologische Wirkung homologer Ionenreihen II. *Jahrb. wiss. Bot.* 76, 1 (1932).
29. *Pirschle K.*: Zur physiologischen Wirkung homologer Ionenreihen. *Jahr. wiss. Bot.* 72, 335 (1930).
30. *Frey* — *Wyssling A.*: Die unentbehrlichen Elemente der Pflanzennahrung *Die Naturwiss.* 23, 767 (1935).
31. *Mathews A. P.*: The relation between solution tension, atomic, volumen and the physiological action of the elements. *Amer. Journ. Phys.* 10, 290 (1904).
32. *Kiss J.*: Das periodische System der Elemente und die Giftwirkung. *Wien u. Leipzig* 1909.

Nové smery vo výrobe motorových palív

I. Palivá z nafty.

MIKULÁŠ ZANZOTTO

(*Pokračovanie*).

Katalytický kraking.

Klasické tepelné krakovanie nahradzovalo sa krakovaním katalytickým predovšetkým pre tieto príčiny:

Na tepelných zariadeniach sa celá surovina nemohla premeniť na ľahké benzínové uhľovodíky, lebo ich kraking sa nemá viesť až na koks. Obsah koksu nesmie byť totiž väčší ako 0,1%, aby nenastalo zakoksovanie ohrievacích rúrok.