

## Výsledky biologických pokusov so superfosfátom granulovaným sulfitovým výluhom

L. PASTÝRIK, P. NEMEC, J. MORAVČÍK, G. STEINHÜBEL:

1. sdelenie.

A. Časť úvodná.

Uverejnením tejto práce náš pracovný kolektív sleduje tri ciele:

1. Predostrieť zveľaďujúcemu sa poľnohospodárstvu návrh na výrobu a účelné využitie nového druhu strojeného hnojiva na základe zrnitom (granulovanom).

2. Použitím superfosfátového granulátu navrhuje podstatne znížiť spotrebu fosforečného hnojiva.

3. Chce navrhnúť priemyslu, ako čiastočne využiť odpadové látky, tzv. sulfitové výluhy, vznikajúce pri výrobe celulózy a znečisťujúce naše rieky.

Práca výskumného kolektívu sa rozdelila na dve činnosti, a to:

1. Na výrobu granulátu strojeného hnojiva, v tomto prípade superfosfátu, s ohľadom na fyzikálne a chemické potreby hnojiva.

2. Na použitie pripraveného hnojiva v ohľade biologickom, t. j. výskum reagovania rastlín na pridanie istého množstva granulátu do pôdy.

Pokusy s granulovaným superfosfátom sme podnikli roku 1950 na overenie literárnych údajov, z ktorých vyplýva, že upotrebenie superfosfátu vo forme granúl dáva možnosť významných úspor  $P_2O_5$  pri nezmenenom hospodárskom výnose. Tieto literárne údaje pochádzajú najmä z SSSR (Avdonin, 1), kde sa granuláty strojých hnojív výborne osvedčili a považovali sme za potrebné pre pokrok poľnohospodárskej vedy a praxe u nás použiť ich aj pre naše pomery.

Okrem zvýšenia poľnohospodárskej produkcie týmto novým druhom hnojiva mali sme na zreteli aj veľkú stratu, vznikajúcu nevyužitím takého cenného materiálu, akým sú sulfitové výluhy. Pri výrobe celulózy z dreva síričitánavým varením získavame z dreva približne len

**Povinný výtlačok**

polovicu hmoty vo forme celulózy, druhú polovicu cenných látok vypúšťame do riek a takto chemickým otravovaním riek národohospodársku škodu ešte znásobujeme. Množstvo cenných látok unikajúcich touto cestou nášmu hospodárstvu je veľmi značné. Len cukrov, skvasiteľných na lieh, obsahujú výluhy našich celulózk pri normalnej výrobe asi 450.000 q ročne. To o ohromné množstvo sa z veľkej časti strácalo nezužitkované v riekach. Naše sulfitové liehovary r. 1949 mohli zužitkovať len asi  $\frac{1}{3}$  odpadových výluhov v republike, takže asi 300.000 q skvasiteľných cukrov stále ešte uniká do riek. (F. Kozmál, 3). Na sulfitové výluhy pripadá asi 7 — 9 m<sup>3</sup> pri výrobe 1 tony celulózy. Podľa údajov P. Klasona (4) sú s výrobou 1 tony celulózy z dreva ihličnatých stromov spojené tieto straty, reprezentované sulfitovými výluhmi:

600 kg lignínu,  
325 kg uhlohydrátov,  
200 kg SO<sub>2</sub>,  
90 kg hydroxydu vápenatého,  
30 kg živíc a tukov,  
15 kg proteínov.

Technická manipulácia — ako vyplýva z ďalšieho — pri výrobe superfosfátového granulátu je pomerne jednoduchá, spotreba sulfitových výluhov je pomerne malá, avšak biologický efekt, prejavujúci sa zvýšením úrody obilnín (zrna i slamy) je nepomerne veľký. Odpadové výluhy z celulózk môžeme preto čo najviac odporučiť na výrobu granulovaných strojených hnojív, a takto vyrobené hnojivové granuláty majú sa v širokej poľnohospodárskej praxi čo najviac užívať.

Táto práca je dielom pracovného kolektívu Výskumného ústavu pre technickú chémiu, Ústavu fyziológie a biológie rastlín, Slovenskej univerzity v Bratislave a Ústavu mikrobiológie a biochémie SVŠT v Bratislave. Vedeckí pracovníci týchto výskumných ústavov mali pri tejto spoločnej práci na zreteli povznesenie nášho poľnohospodárstva a chcú tak doniesť svoj skromný príspevok k výstavbe socializmu v našej vlasti.

Uverejnené výsledky sa skladajú z niekoľkých častí, ktoré nás zároveň oboznamujú s metódou a postupom práce:

1. Kvalita sulfitových odpadových výluhov a predpoklady biologického využitia na základe ich biochemických, chemických a fyzikálnych vlastností.

2. Orientačné biologické pokusy na malých kultúrach bežných obilnín.

3. Biologické výskumy vo väčšom meradle vo voľnej prírode na bežných poľnohospodárskych kultúrach našich obilnín, a to na dvoch klimaticky dosť odlišných stanoviskách a s rôznymi obilninami (oziminy, jariny).

4. Diskusná časť o podstate priaznivého účinku sulfitových odpadových výluhov na prevedené biologické kultúry.

## Chemická kvalita sulfitových výluhov

Základom, na ktorom sme stavali biologickú aplikáciu sulfitových výluhov, bolo ich chemické složenie. Najbežnejšou surovinou pre výrobu celulózy je drevo, a pretože sa drevá ihličnatých stromov líšia od drev listnatých stromov, produkty i odpady tých o drev sa budú navzájom líšiť. Princíp výroby celulózy z dreva spočíva v oddeľovaní takých látok, ktoré celulózu v počiatočnej surovine — dreve — sprevádzajú.

Výroba buničiny zakladá sa teda na varení dreva s takými chemikáliami, ktoré rozpúšťajú primiešaniny celulózy, ale samotnú nechávajú čo možno neporušenú. Pri sulfitovom výrobnom procese sa drevo vo varákoch varí s roztokom kyslého siričitanu vápenatého, pričom ostáva čistá celulóza. Z necelulóзовých složiek dreva, najmä lignínu, ostávajú vo varákoch tzv. sulfitové výluhy.

Podľa *Trendelenburga* (5) je priemerné elementárne složenie dreva takéto:

uhlík	—	—	—	—	—	—	—	49,6%
vodík	—	—	—	—	—	—	—	6,1%
kyslík	—	—	—	—	—	—	—	43,8%
dusík	—	—	—	—	—	—	—	0,1%
minerálne prvky	—	—	—	—	—	—	—	0,4%

Priemerný pomer celulózy a necelulóзовých složiek je približne 1 : 1, pričom necelulóзовé složky, najmä lignín, sú na uhlík bohatšie ako vlastná celulóza. Tento priemerný pomer oboch složiek varíruje nielen podľa jednotlivých druhov dreva, ale i podľa veku stromu, podľa častí kmeňa, podľa klimatických pomerov stanoviska i ročného obdobia, stínania stromu atď.

Podrobné chemické složenie smrekového dreva, ktoré u nás tvorí podstatný podiel pri výrobe celulózy, podáva *E. Haegglund* (6):

Celulóza	—	—	—	—	—	—	—	—	41,0%
1. Polysacharidy celulóзовého typu	—	—	—	—	—	—	—	—	6,1%
manóza	—	—	—	—	—	—	—	—	2,8%
xylóza	—	—	—	—	—	—	—	—	2,1%
fruktóza	—	—	—	—	—	—	—	—	1,2%
2. Lahko hydrolyzovateľné hemicelulózy.	—	—	—	—	—	—	—	—	20,6%
xylóza	—	—	—	—	—	—	—	—	4,1%
manóza	—	—	—	—	—	—	—	—	8,6%
glukóza	—	—	—	—	—	—	—	—	6,9%
galaktóza	—	—	—	—	—	—	—	—	1,0%
fruktóza	—	—	—	—	—	—	—	—	stopy.
Lignín	—	—	—	—	—	—	—	—	30,0%
Živice, proteíny, popoloviny	—	—	—	—	—	—	—	—	2,3%

Sušina bukového dreva (*G. G. Schnabe*, 8) má trochu odlišné slo-  
ženie:

celulóza	—	—	—	—	53,46%
lignín	—	—	—	—	22,46%
pentozany	—	—	—	—	24,86%
živice a tuky	—	—	—	—	1,78%
popoloviny	—	—	—	—	1.17%

Sulfitové výluhy sú žltou až hnedou tekutinou, ktorá sa skladá v podstate z vápenatej soli kyseliny lignosulfónovej, vzniklej premenou lignínu. Hustota výluhov je pri 20° C asi 5 — 7,5 Bé a špec. váha 1,045 až 1,06. Po vysušení ostane asi 9 — 13% sušiny. Látky organické tvoria 93 — 96% sušiny, zvyšok sú látky anorganické. Anorganické složky sa skladajú najmä z  $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$ , potom  $\text{CaSO}_3$  a  $\text{CaSO}_4$  a časť vápna je okrem toho ešte viazaná na lignosulfónovú kyselinu. Okrem toho treba rátať aj s prítomnosťou niektorých kovov, ktoré sa uvoľnia pri varnom a výrobnom procese z varných kotlov a potrubia. Ide tu pravdepodobne o alumínium, železo, meď, olovo, arzén a selén. Túto okolnosť treba spomenúť preto, lebo pri skúmaní biologického účinku sulfitových výluhov by mohla prichádzať do úvahy prítomnosť niektorých mikroelementov.

Organické slúčeniny výluhov sa skladajú z tých látok, ktoré pri výrobe celulózy účinkom kyseliny siričitej a varenia prešli do roztoku. Sú to predovšetkým rôzne uhľohydráty. Obsah cukrov závisí aj od výrobného procesu, pretože kratším varením za menšieho tlaku a nižšej teploty je hydrolyzačný vplyv slabší. Ich podiel závisí aj od druhu a kvality použitého dreva.

Je prirodzené, že složenie sulfitových odpadových výluhov závisí od složenia dreva, použitého pri výrobnom procese.

Analýza výluhov z ihličnatého dreva: *K. Schwabe* (8) udáva pre výluhy zo smrekového dreva toto složenie:

sušina	—	—	7,57	—	8,00%
organické zvyšky	—	—	5,90	—	6,59%
popoloviny	—	—	17,53	—	21,96%
pH	—	—	1.4	—	2,7

Podiel cukrov, ako vidíme z ďalších vývodov, je iste veľmi dôležitý pri biologickej aplikácii sulfitových výluhov. Z celkového obsahu cukrov podľa *Haegglunda* (9) pripadá na

pentózy	—	—	—	—	17 %
manózu	—	—	—	—	12,7%
glukózu	—	—	—	—	28,9%
galaktózu	—	—	—	—	4,2%
fruktózu	—	—	—	—	4,0%
kyselinu galakturonovú	—	—	—	—	3,2%



V sušine ihličnatého dreva prevažujú hexozany; je ich asi 12%, kým pentozanov len asi 5%, a preto aj výluhy ihličnatého dreva sú bohatšie na hexózy.

Sulfitový výluh z ihličnatého dreva obsahuje celkove 2,0 — 3,5% cukru, počítané na váhu výluhu, alebo 20 — 30%, počítané na váhu sušiny. Cukry, nachádzajúce sa vo výluhoch, vznikajú hydrolytickým štiepením, a to glukóza z glukanu, škrobu a celulózy, manóza z mananu, galaktóza z galaktanu, xylóza zo xylanu a arabinóza z arabanu.

Z kyselín treba spomenúť kyselinu octovú a mravčiu, ktorých obsah je veľmi kolísavý. *M. Hoenig* (10) zistil 2,151 — 9,078 g týchto kyselín v 1 litre ihličnateho výluhu, pričom ich vzájomný pomer bol 6 — 10 dielov kyseliny mravčej k 1 dielu kyseliny octovej.

Sulfitové výluhy majú charakteristicky hnedožltú až hnedú farbu, ktorá z najväčšej časti pochádza z huminových látok, vznikajúcich účinkom kyselín na cukry, možno i na zvyšky bielkovín dreva. Zahustením pôvodne riedkeho výluhu na hustotu asi 40° Bé, odparením sa farba mení na tmavohnedú.

#### Kvalita výluhov z listnatého dreva

Kým v sušine ihličnatého dreva prevládajú hexozany nad pentozanmi, sušina listnatého dreva obsahuje prevažne pentozy. Tak napr. bukové drevo obsahuje asi 18% pentozanov a len 5 — 6% hexozanov. Bukové drevo obsahuje ďalej asi 3 — 4% kyseliny uronovej.

Obsah cukrov vo výluhoch z listnatého dreva je asi 3 — 4% celkovej váhy výluhu. Tento obsah detailuje *K. Schwabe* (8) takto:

xylóza	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50%,
arabinóza	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15 — 20%,
metylpenózy	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10%,
uronové kyseliny (galakturonová a glukuronová)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10%,
manóza	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10%,
glukóza	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1%.

Obsah kyselín je vo výluhoch z listnatého dreva tiež väčší a množstvo kyseliny octovej a mravčej činí 1,54 — 1,64%. Nachádza sa tu aj metylalkohol. Farba tejto skupiny výluhov je oveľa tmavšia ako farba výluhov z ihličnatého dreva.

Autori si vzali za úlohu vypracovať a vyskúšať taký druh granulovalého superfosfáta, ktorý by mal aj vhodné vlastnosti chemické, resp. biologické aj fyzikálne. Keď sme hľadali a skúšali rôzne granulačné spojivá, navrhli nám Ing. M. Furdík upotrebenie sulfitového výluhu. Ing. Rusňák — Petten podľa kvantitatívnych dispozícií, teoreticky odvodených Dr. Pavlom Nemcom, vyrobil vzorky granúl.

Upotrebenie sulfitového výluhu bolo Ing. M. Furdikom mienené výhradne ako mechanické spojivo. Prvé, orientačné pokusy v skleníkoch

ša podnikly najmä preto, aby sa ukázala neškodnosť sulfitového výluhu. Výsledky ukázaly, že sulfitový výluh, ak je správne dávkovaný je nielen neškodný, ale za určitých okolností význačne povzbudzuje vzrast pokusných rastlín. Toto zistenie bolo vlastným dôvodom, že sme opustili iné spojivá a sústredili svoju pozornosť na sulfitový výluh. Výsledky poľných pokusov, ktoré uvádzame ďalej, plne dokázaly oprávnenosť tohto nášho postupu.

## B. Časť experimentálna.

Pre využitie sulfitových výluhov v našej poľnohospodárskej výrobe ako složky superfosfátu nestačily predpoklady o neškodnosti, resp. nožnej priaznivej účinnosti na základe ich chemickej kvality. Nemohli sme sa, prirodzene, uspokojiť s teoretickými úvahami, ale nakoľko konečným kritériom teoretických úvah je prax (pokus), zorganizovali sme niekoľko pokusov pokiaľ možno v rôznych klimatických a pedologických podmienkach, a to:

- I. orientačný skleníkový pokus v debničkách,
- II. orientačný pokus vo voľnej prírode,
- III. rozsiahly pokus v poľnohospodárskej výrobe.

### Príprava granulátov

Pre prípravu vhodných granuliek sme použili dva spôsoby stmeľovania, a to:

- a) sulfitovým výluhom (GSS),
- b) makovicovou drvinou (GSM), odpadok po vyluhovaní alkaloidov.

a) GSS: Na prípravu sa použil superfosfát vyrobený z fosfátov sovietskeho pôvodu a ako tmelidlo sa použil sulfitový výluh ihličnatého dreva z našich celulóžok. Na výrobu je súci superfosfát s obsahom vody okolo 15%. Tento superfosfát sa preoseje cez sito o okatosti 1 mm, aby sa odstránili kamienky, hrudky a iné nečistoty. Preosiaty sa dokonale smieša s 3—5% vysušeného a jemne práškovitého odpadového sulfitového výluhu. Homogénna smes sa šaržuje do valcovitej nádoby, ktorá je položená na krúľacej sa lavici. Rotačným pohybom bubna vznikajú granulky. V prípade potreby sa do bubna vstrekuje za rotácie voda. Proces granulácie trvá asi 2 - 3 hodiny. Mokrú granulku sa vysušia a preosejú. Vhodnou kombináciou valca so sitami dá sa proces viesť tak, aby výťažok granuliek žiadanej veľkosti činil asi 70—80% šaržovaného superfosfátu. Po dokonalom vysušení sa granulát plní do vriec a pri uskladňovaní je úplne trvanlivý. (Postup navrhnutý Ing. Rusňákom-Petřenom).

b) GSM: Návrh na použitie drviny z makovic ako nosiča pre superfosfátové granulky podal Juraj Marle a granulát bol vyrobený v závode Slovačofarma, n. p. v Hlohovci. Výrobný proces spočíva v podstate

v tom, že makovicová drvina (alebo rozdrvené makovice, botanicky semen zbavené toľolky sia'eho maku *Papaver somniferum*) sa zalejú vodou natoľko, aby byly dokonale nasiaknuté vodou. Takto stoja vo vode asi 2 dni za občasného prehadzovania. Potom sa nasiaknutá voda sleje. Obsah vody v makovicovej drvine musí byť najmenej 65%. Do tejto mokrej kaše sa potom premieša 10-násobné množstvo práškovitého superfosfátu, dobre sa premieša a granuluje sa pretláčaním cez sito. Granulky sa potom na vzduchu alebo v sušiarňi za zvýšenej teploty usušia a dokonale suché sa plnia do vriec. Granulát je celkom trvanlivý.

### Orientačný skleníkový pokus v debničkách.

Použitie sulfitových odpadových výluhov (v ďalšom S) ako složky granulovaného superfosfátu je v poľnohospodárskej praxi celkom nové a neznáme a preto nás postavilo pred otázku, či tieto sulfitové výluhy, keďže sú koreňom k dispozícii v granulkách, teda v dosť vysokej koncentrácii a keďže v dôsledku fyzikálnej väzby na granulky nastáva ich veľmi pomalý rozklad v pôde, či z týchto dôvodov nebudú účinkovať na veľmi citlivé mladé korene škodlivo a vôbec ako sa prejaví ich účinok. Bol to pokus výslovne orientačný. V tabuľkách a grafoch pre jednoduchosť budeme užívať skratku „S” pre práškovitý sulfitový výluh a „GSS” (granulovaný sulfitový superfosfát) pre superfosfát pripravený už spomenutým spôsobom, keď pridáme sulfitový výluh.

Použili sme debničky veľkosti 30.krát 56.krát 12 cm, naplnené obyčajnou zemou, pomiešanou trochou kompostu. Do debničiek sme vysiali vždy po 100 zrnách patričnej obilniny v riadkoch vzdialených od seba 5 cm. Vzdialenosť jednotlivých semien bola 3 cm a do hĺbky asi 2 cm. Zrná byly potom zasypané zemou a zem zahladená. Teplota v skleníku bola asi 18° C. Debničky byly umiestené v skleníku v jednakých svetelných podmienkach. Zalievaly sa pravidelne vodou každý druhý deň. Dávky prihnojovania granulovaným superfosfátom, resp. inými látkami, sme určovali s ohľadom na bežné dávky v poľnohospodárskej výrobe, a to približne 300 kg superfosfátu na 1 ha, a toto množstvo sme potom redukovali na plochu debničky. Podľa redukcie na zmenšenú plochu sme použili:

O: kontrola, pôda bez pridania hnojiva.

GSS-1: (plná dávka) 5 g granulovaného superfosfátu na plochu 1.680 cm<sup>2</sup>, čo odpovedá v praxi plnej dávke superfosfátu, t. j. 300 kg/ha.

GSS-1/2: (polovičná dávka) 2,5 g GSS, čo odpovedá v praxi polovičnej dávke superfosfátu, t. j. približne 150 kg/ha.

S-O. 035: dávka čistého práškovitého sulfitového výluhu, ktorá sa rovná množstvu sulfitového tmelidla v plnej dávke GSS, pripadajúcej na plochu debničky, t. j. 175 mg (3,5%) plnej dávky GSS.

S.1: množstvo sulfitového výluhu, rovnajúce sa celej dávke GSS, t. j. 5 g na plochu debničky. Toto množstvo sme predimenzovali, aby sme sa presvedčili o možnej škodlivosti supramaximálnych dávok.

Pri hnojení pôdy v debničkách granulovaným superfosfátom sme postupovali tak, že sme do jamky ku každému semenu pridali pokiaľ možno jedno celé zrnko GSS. Pred siatím sme zrná granulátu vybrali presievaním cez sito a vážením. Prizerali sme tiež na to, aby všetky obilné zrná dostali rovnako veľké zrná GSS.

V debničkách s S (čistý práškovitý sulfitový výluh) sa tento najprv rozpusťil vo vode a pôda pripravená do debničky sa s roztokom dobre premiešala a nasykala späť do debničky. Sadenie sa robilo obvyklým spôsobom.

K tomuto orientačnému pokusu sme použili naše bežné obilniny, a to

jačmeň: orig. „Slovenský 802”,  
pšenicu: orig. „Slovenská jarná”  
ovos: orig. „Radošinský žltý”

Skúmali sme jednak rýchlosť vyklíčenia, jednak biologickú kvalitu vyrastených obilnín, t. j. dĺžku nadzemných častí (koleoptíl a listov), resp. počet listov. Dĺžku vyrastených obilnín sme merali pravidelne 2-krát týždenne. Z odmeraných absolútnych hodnôt sme vypočítali aritmetický priemer a zaznačili do grafu. Výsledky pokusu sú vyjadrené graficky, niekde sú doplnené priemernými číslami. Obilniny označujeme skratkami; začiatočných písmen.

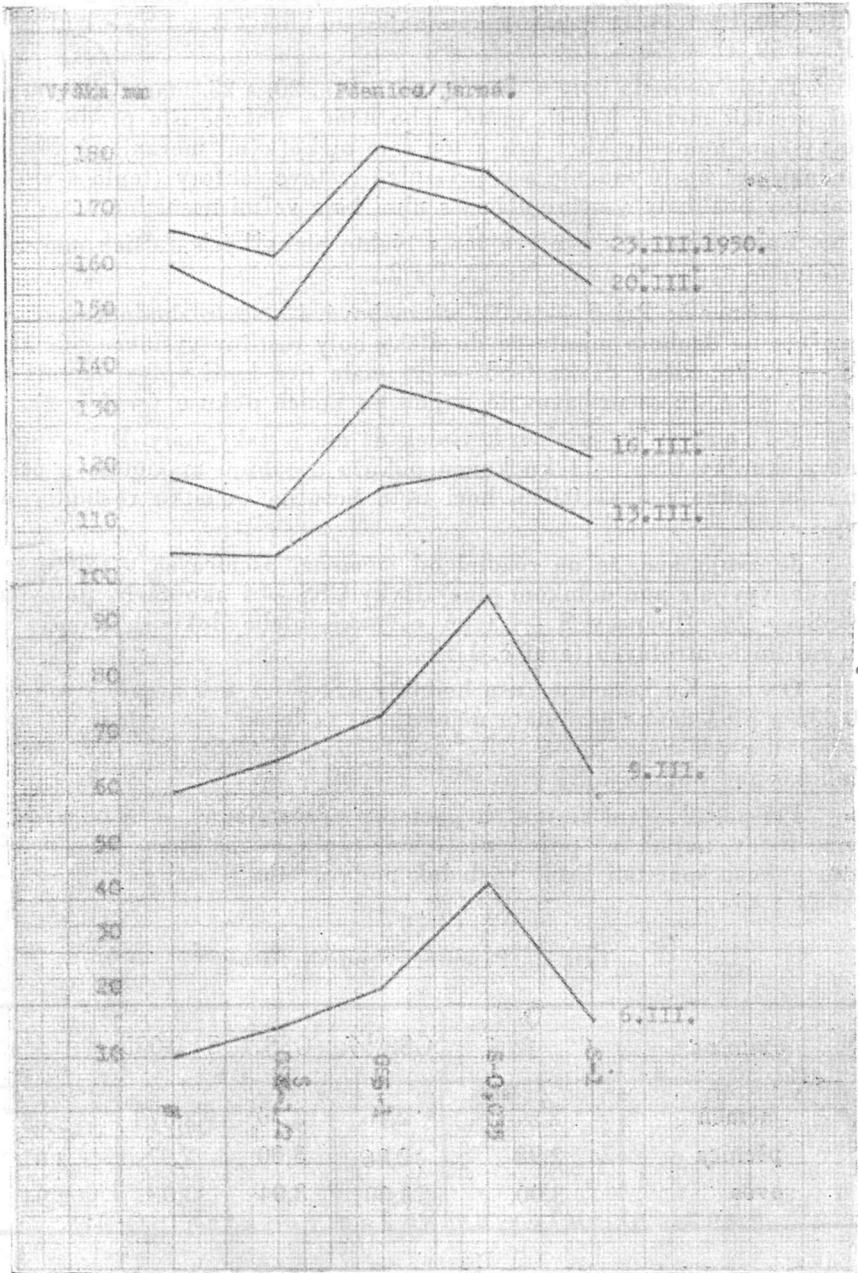
### V ý s l e d k y:

Vysiatie 28. II. Do prvej kontroly 3. III. koleoptily nikde neprerazily pôdou. V debničkách s GSS sa na povrchu pôdy uťvoril šedivý povlak nad miestami, kde boli umiestené granulky GSS.

V nasledujúcich dňoch koleoptily vyrazily a 6. III. boli už vo všetkých debničkách zreteľne vyvinuté, ba u niektorých kultúr (S—O, 035 a S—1) bol na niektorých rastlinách vyvinutý aj prvý list. Výsledky meraní sú na grafoch č. 1, 2.

Prvé meranie 6. III. ukazuje, že rasové pomery vyvolané účinkom použitia preparátov sú všade priemerne rovnakého charakteru. V kontrole sú hodnoty (okrem ovsa) najnižšie (priemerná dĺžka J = 16,6, P = 10,4, O = 14,3 mm), v pôde s GSS —  $\frac{1}{2}$  hodnoty stúpajú (J = 16,2, P = 14,8, O = 18,26 mm) a ešte viac stúpajú pod účinkom plnej dávky GSS — 1 (J = 26,8, P = 20,16, jedine u ovsa trochu klesá na 15,26). Pod účinkom S — 0,035 nastáva ďalší nápadný výstup rasu, ktorý bol zrejímavý už pri bežnom pohľade na debničky (J = 37,7, P = 40,29, O = 31,69). Plná dávka S — 1 však zase snižuje túto hodnotu, a to u J = 36,05, P = 16,07, O = 8,26 mm.

Okrem aritmetických priemerov, ktoré sú, pravda, údajmi do istej miery zovšeobecňujúcimi rastové kvality, zaznačili sme aj extrémne vysoké rastlinné jedince a zistili sme, že najvyššie vyrástli jedince pohnojenej dávkou S — 0,035, a to J = 66, P = 78, O = 62 mm.



Graf. 8. 1.

V klíčivosti (percento vyklíčených zrn) má zase primát S — 0,035 (J = 90, P = 74, O = 92%), kým najnižšiu klíčivosť má S — 1 (J = 80, P = 59, O = 50%).

Ďalšie merania boli v dňoch 9., 13., 16., 20. a 23. marca. Potom sme už prestali merať, jednak preto, lebo nám v pokuse išlo predovšetkým o výskum pomerov klíčivosti a ten sme niekoľkými meraniami dosiahli, jednak pre husté sadenie a nepriaznivé rastové faktory (teplo a vlhko); rastliny pozlíhaly a manipulácia s nimi bola veľmi nesnadná.

Rastové pomery vyplývajúce z týchto niekoľkých ďalších meraní sú postupne nanášané na grafoch č. 1 a 2.

**J a č m e ň:** Pri S — 0,035 si zachováva stále rozhodné maximum, pričom na druhom mieste čo do dĺžky boli rastliny vystavené účinkom S — 1. Polovičná dávka GSS —  $\frac{1}{2}$  mala tiež lepší vplyv na rast ako dávka plná, čo sa prejavovalo najmä ku koncu pokusu (graf č. 2).

**P š e n i c a:** Tu priebeh kriviek už nie je taký stály. Dĺžkové hodnoty skupiny GSS — 1 ku koncu pokusu dosahujú maximum a prekonávajú hodnoty S — 0,035, hoci tieto boli na začiatku rozhodne najvyššie.

Je zaujímavé, že na rozdiel od jačmeňa, pšenica sa v tomto teste lepšie vyvíjala pod účinkom plnej dávky GSS — 1 ako dávky polovičnej GSS —  $\frac{1}{2}$ . Hodnoty S — 1 sú rovnaké, alebo dokonca menšie ako u rastlín kontrolných (graf č. 1).

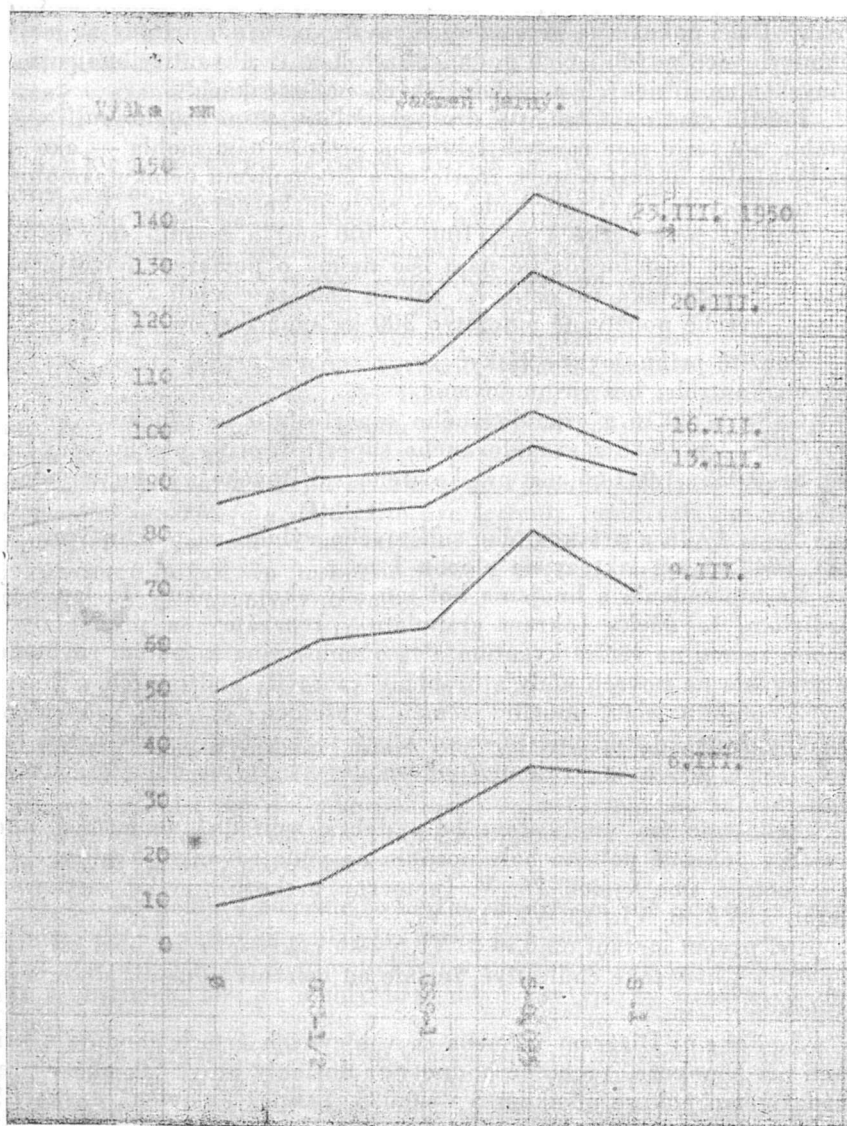
**O v o s:** Ku koncu pokusu hodnoty GSS — 1 tiež prekonávajú S — 0,035 a plná dávka granulátu účinkuje aj tu lepšie ako polovičná, čo sa prejavuje postupom testu vždy zreteľnejšie. Hodnoty S — 1 ostávajú hlboko pod hodnotami kontrolných rastlín.

Pri posudzovaní rastových pomerov pozoruhodný je aj obraz o vývine listov, najmä ich počet, preto sme všetkým rastlinám pred uzavretím pokusu spočítali listy. Výsledok podáva tab. 1.

Tab. I. Priemerný počet listov.

obilnina	Ø	GSS- $\frac{1}{2}$	GSS.1	S - 0,035	S — 1
jačmeň	2,57	2,46	2,70	2,67	2,65
pšenica	2,98	2,86	3,00	2,97	3,01
ovos	3,00	3,00	3,04	3,03	2,94

Pokus dokazuje, že za celý pozorovací čas ani v jednom prípade dávka S — 0,035 neúčinkovala na použité obilniny škodlivo, ba naopak, účinkovala priaznivo, rast stimulovala.



Graf č. 2.

## II. Orientačný pokus vo voľnej prírode.

Priebeh klíčenia a rastu je v skleníkových podmienkach, prirodzene vždy skreslený u takých rastlín, ktorým je skleníková atmosféra cudzia, pretože normálne rastú vo voľnej prírode. Obilninám je skleník,



pravda, cudzí, ale pre rýchle orientačné pokusy s kľičením často potrebný. Ďalší pokus sme preto zorganizovali vo voľnej prírode na malých záhonoch, síce v tých istých podmienkach kvality a kvantity hnojenia, ale v iných atmosférických a pedologických podmienkach.

Použili sme opäť ten istý druh granulátu, resp. čistého sulfí cvého výluhu, ale sériu sme rozšírili laktózou, pretože nám mohla — ako sme predpokladali ukázať cestu k rozriešeniu mechanizmu účinku samotného sulfitového výluhu. O tom bude ešte reč v diskusnej časti.

Políčka boly veľké 1 m<sup>2</sup> (100 × 100 cm) a zasadili sme do nich 300 zŕn, síce dosť husto, ale nám išlo najmä o pomery kľičivosti, a tu hustota nebola taká závažná. Za základ sme zase vzali v poľnohospodárskej výrobe používané množstvo 300 kg superfosfátu na 1 ha.

Použitie prihnojovacie látky:

O: kontrola, bez prihnojovania,

GSS—1: 29,76 g granulovaného superfosfátu na plochu 1 m<sup>2</sup>,

GSS— $\frac{1}{2}$ : 14,88 g granulovaného superfosfátu na plochu 1 m<sup>2</sup>,

S—0,035: 1.041,66 mg práškovitého sulfitového výluhu na plochu 1 m<sup>2</sup>,

S—1: 29,76 g práškovitého sulfitového výluhu na plochu 1 m<sup>2</sup>,

LA: 1.041,66 mg laktózy na plochu 1 m<sup>2</sup>.

Postup sadenia a hnojenia bol ten istý ako v pokuse I., len s tým rozdielom, že dávky (okrem granulátu) preparátov sa premiešaly so suchou zemou na väčšie kvantum a tá o smiešanina sa potom rovnomerne vysypala na povrch pôdy a hrablami zapravila pod povrch.

Z obilnín sme použili jačmeň a pšenicu (tej istej proveniencie ako v pokuse I.), ale miesto ovsu, ktorý mal veľmi nepravidelný rast, zvolili sme pre naše kraje poľnohospodársky veľmi dôležitú cukrovú repu.

Pedologickým podkladom bola dobrá záhradná humusová pôda a všetky pokusné políčka boly pospolu na pôde rovnakej kvality.

Semená sme vysiali 26. V. (pomerné neskoro). výšku rastlín sme merali 3. VI., 8. VI., 13. VI., 17. VI.

Pri prvom meraní obilnín 3. VI. výška cukrovej repy bola ešte taká nepatrná a listy také chúlостivé, že sme od merania upustili, aby sme ich nepoškodili.

**J a č m e ň:** Diagram jačmeňa sa v hlavných črtách shoduje s krivkami pri I. pokuse. Vrcholné hodnoty sa dosiahly práve tak ako v predchádzajúcom pokuse účinkom S — 0,035. Taktiež polovičná dávka GSS —  $\frac{1}{2}$  v oboch prípadoch pomáha rastu ako dávka plná. (Okrem posledného merania.) Konečne stimulačný efekt S — 1 je v I. i II. pokuse menší ako efekt S — 0,035, ba v II. pokuse sa zdá, že S — 1 účinkuje škodlivo, keďže dosiahnuté hodnoty sú nižšie ako u rastlín z kontrolnej nehnorej parcely.

**P š e n i c a:** Aj tu sú síce hodnoty S — 0,035 v oboch prípadoch lepšie ako u rastlín kontrolných, ale v pokuse I. je táto hodnota vyššia než u S — 1, kým v pokuse II. predstavujú rastliny z parcely S — 1



hodnoty vrcholné. Tento rozdiel možno vysvetliť azda tým, že sulfitový výluh sa mohol vo voľnej prírode ľahšie rozptýliť do hĺbky ako v uzavretých debničkách pri skleníkovom pokuse. Rastlinám sa lepšie darilo za plnej dávky S — 1. Pravda, ináč je to u GSS, kde sulfitový výluh je viazaný v granulákach, nemôže sa tak ľahko rozptýľovať a preto na dosiahnutie vysokých výškových hodnôt stačí polovičná dávka GSS —  $\frac{1}{2}$ .

**Cukrová repa:** Priebeh kriviek je tu celkom odchylný od normy zistenej u jačmeňa a pšenice. Z preparátov jedine GSS —  $\frac{1}{2}$  účinkuje ku koncu pokusu stimulačne natoľko, že pod jeho účinkom dosahuje cukrová repa vrcholné hodnoty. Druhý vrchol tvorí S — 0,035, ale jeho hodnota leží v úrovni kontrolných rastlín. Z diagramu je však vidno, že tak hodnoty GSS —  $\frac{1}{2}$ , ako aj hodnoty S — 0,035 majú stúpajúcu tendenciu, takže nie je vylúčené, že pri ďalšom pokračovaní v pokuse by sa holy aj u S — 0,035 vytvorili vrcholné hodnoty.

Keď zhodnocujeme výsledky tohto pokusu vo voľnej prírode, zistujeme, že *jednoživé plodiny svojim špecifickým spôsobom reagujú* priebehom klíčenia a rastom na pridané preparáty druhu sulfitových výluhov. *Pšenicu a cukrovú repu priaznivo ovplyvňujú polovičné dávky granulovaného superfosfátu.* (Dôležité pre šetrenie superfosfátom v poľnohospodárstve.) *Jačmeň je na sulfitový výluh veľmi citlivý a už malé dávky stimulujú rast, čo neskoršie vedie k zvýšeniu celkovej úrody,* ako to ukázal pokus vo voľnej prírode.

### III. Rozsiahly pokus v poľnohospodárskej výrobe.

Cieľom našej výskumnej práce bolo dať nášmu poľnohospodárstvu hnojivo nové po stránke fyzikálnej a čiastočne i chemickej a preto sme sa nemohli zaobiť bez poľného pokusu v čo najširšom meradle a s kontrolami čo možno najrozmanitejšími. Pri organizácii tohto dôležitého pokusu sme si položili požiadavku:

1. Urobiť pokus v meradle čo možno najväčšom, ale zase nie v takom veľkom, aby sa výsledky nedaly vážením kontrolovať.

2. Založiť parcely v klimatických a pedologických podmienkach od seba sa líšiacich, aby sa mohly brať do úvahy vplyvy uvedených podmienok.

3. Obrábať parcely spôsobom v modernej poľnohospodárskej výrobe obvyklým, či sa to už týka kultivácie pôdy, rozhadzovania hnojiva, siatia alebo kosenia a mlátenia. Snažili sme sa použiť čo najviac mechanizačných prostriedkov, kosili sme samoviazačom a mlátili veľkou mlátačkou.

4. Použiť rôzne druhy obilnín (oziminy, jaryny) a prihnojiť ich rôznym množstvom a rôznou kvalitou strojených hnojív.

V úsilí vyhovieť prvej z položených požiadaviek zložili sme jednotlivé výskumné parcely o veľkosti 20 árov. Na takejto ploche sa dajú totiž už použiť mechanizačné prostriedky v hojnej miere, ale produkcia nie je taká veľká, aby sa nemohla zvládnuť a pomerne presne číselne zachytiť.

Jeden pokus sme urobili v hornatom kraji, a to na majetku Štátnej roľnícko-ovocinárskej školy v Chalmovej, okr. Prievidza, kde pozemky sa nachádzajú na upätí hôr v doline rieky Nitry. Dolina je zo severozápadu bezprostredne chránená horami. Druhý pokus bol na pozemkoch Arboreta stanovišťa Mlyňany, v katastri obce Vieska n./Žitavou, v kraji zlatomoraveckom, otvorenom, skoro rovinatom, oveľa teplejšom ako predchádzajúci.

Pri hnojení sme používali:

1. Kontrolu bez hnojenia, na ktorú sme redukovali výsledky.

2. Superfosfátový granulát GSS, t. j. superfosfát, granulovaný za pridania istého množstva sulfidových výluhov ako odpadkov pri sulfidovom procese výroby celulózy. Postup výroby granulátu GSS sme už popísali.

3. Superfosfátový granulát GSM, ktorý sme rovnako my prvýkrát použili. Ako pojivo sa tu používa makovicová drvína, ktorá ostáva po extrakcii alkaloidov z makovic.

4. Obyčajný práškovitý superfosfát (Spf) nám slúžil za hlavnú kontrolu, pretože sme mohli neskoršie porovnávať výsledky úrody medzi dvoma kvêlitami superfosfátu.

Siatie osiva sa robilo strojom, hnojivá sme zapravovali do pôdy a) ručným rozhadzovaním práškovitého superfosfátu a zabránením do pôdy, ako sa to robí na malých nemechanizovaných gazdovstvách, b) granulát sa dostával do pôdy súčasne s osivom pomocou sejačky. Pri tomto druhom spôsobe treba vidieť veľký klad nového nami použitého granulátu. Povrch granúl je totiž drsný, pórovitý, nie hladký, možno ho nasypať do sejačky, premiešať rovnomerne s osivom a pri chode stroja padajú do ryhy v pôde súčasne obilné zrná so zrnami granulátu. Otriasaním stroja v chode nenastane vrstevnaté oddelenie granúl od osiva. Pri hladkých granulách nie je možné súčasne siatie osiva a hnojiva, pretože ťažšie zrná padajú skôr do pôdy. Súčasným siatím osiva a hnojiva sa ušetrí jeden pracovný výkon, t. j. rozhadzovanie hnojiva, čo pri racionálnej poľnohospodárskej výrobe vo veľkých celkoch predstavuje nemalú položku. Ďalšia výhoda tohto spôsobu spočíva v tom, že granulky sa dostávajú do blízkosti obilných zŕn a tu sme spozorovali ochranný vplyv granuliék proti plesniam. Obilné zrná, v blízkosti ktorých ležala granulka superfosfátu, boly celkom čisté, bez plesní, kým tie, čo boly bez granulky, boly napadnuté plesňou, ktorá na ich povrchu tvorila typický plesňový povlak. c) granulát bol rozhodný rukou po povrchu a potom zabránený.

Výsledky sú uvedené v tab. č. 2.

Pokus bol urobený v Arborete v Mlyňanoch. Čo sa týka vegetačného rastu ozimnej pšenice v jeseni 1949, bolo možné spozorovať medzi hnojením práškovitým a granulovaným superfosfátom (GSM), rozdiel v prospech práškovitého superfosfátu. Vysvetliť sa to dá tak, že hneď po zasiatí v mokrej zemi nastalo rýchle rozpustenie práškovitého superfosfátu a preto korene pšenice dostaly ho pomerne viac, v dôsled-

ku čoho nastal počiatočný rýchlejší rast pšenice, kým v granuláte bol superfosfát viazaný a svoj priaznivý účinok prejavil až neskoršie — na budúci rok. Naproti tomu od jari až do žatvy javil sa rozdiel v prospech granulovaného superfosfátu. *Kultúra granulátová hneď z jari predbehla kultúru práškovitú a za celý čas zbývajúcej vegetácie si tento náskok udržala.*

### V ý n o s o v á t a b u ľ k a č. 2.

Druh: Pšenica ozimná.

Zasiate: 7. októbra 1949.

Pokosené: 4. júla 1950.

Mlátené: 13. júla 1950.

Číslo parc.	Druh hnojenia	Dávka hnojenia	Spôsob hnojenia	Výmera pokus. parc.	Výnos absolútny v q			Výnos relatívny v q/ha.			Hl. váha zrna
					I. tr.	II. tr.	Spolu	I. tr.	II. tr.	Spolu	
I.	∅	—	—	0,2	4,32	0,31	4,52	21,6	1,55	22,2	83,5
II.	Superfosfát práškovitý	45 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha t. j. cca 250kg sup./ha	ručne	0,2	4,89	0,33	5,11	24,45	1,65	25,54	84,2
III.	GSM		Strojom, spolu s ošivom, 5-6 cm. hlboko.	0,2	5,06	0,38	5,31	25,3	1,9	26,55	83,8
IV.	GSM	22,5 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha t. j. cca 125kg sup. ha		0,2	5,03	0,37	5,27	25,15	1,80	26,34	83,2
V.	GSS		—	0,2	5,29	0,56	5,67	26,45	2,80	28,29	84,7

Hekárové výnosy sú pre granuláty mimoriadne priaznivé a sú vo fyziologickej závislosti s množstvom a kvalitou pridaného hnojiva. Rozdiel výnosu medzi plnou dávkou superfosfátu a plnou dávkou GSM je 1,01 q na 1 ha v prospech granulátu. Polovičná dávka GSM síce značí slabý pokles oproti plnej dávke GSM, čo je celkom pochopiteľné, pretože pôda dostala menej P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, ale prečsa oproti práškovitému superfosfátu značí zlepšenie hektárového výnosu o 0,80 q. Tento rozdiel sa zvyšuje ešte viac u parcely V., kde je zlepšenie za súčasného ušetrenia asi 125 kg superfosfátu na 1 ha o 2,75 q pšenice. Granulát teda nielen šetrí hnojivo, ale aj podstatne zvyšuje úrodu.

Hnojenie granulovaným superfosfátom malo za následok vyššiu úrodu ako hnojenie superfosfátom práškovitým, pričom polovičná dávka granulátu vyvolala oveľa vyššiu úrodu, ako plná dávka práškovitého. *Na základe tohto pokusu použitie granulátu dáva možnosť úspory najmenej polovice superfosfátu za súčasne zvýšeného výnosu.*

Pšenica jarná: Výsledky pokusu sú obsažené v tabuľke č. 3

Poměry vegetatívneho vývinu boli v prehľade takéto:

hnojenie	poradi vzhádzania	odnoživosť	metani	dozrievani
0	3	malá	2	jednaké
Spf	3	stredná	1	
GSM — 1	1	veľká	3	
GSM —	1	veľká	3	
GSS	2	veľká	4	oneskorené o 6 dní

Kontrola a plná dávka práškovitého superfosfátu ako je vidno na predchádzajúcej tabuľke vzhádzala posledná, pred ňou plná a polovičná dávka GSM a ešte o 2 dni skôr polovičná dávka granulátu GSS. *Granulát so sulfítoým výluhom*, a to polovičná dávka, *urýchlil klíčenie a vzhádzanie jarnej pšenice*. Parcela s GSS viedla v raste a líšila sa od ostatných nápadnejším tmavo zamatoivo striebriстым zafarbením. Výškové rozdiely medzi jednotlivými parcelami boli za celej vegetácie nepatrné, ale rozdiely boli v množstve odnoží, v šírke a zakončení listov. *Granulátové parcely mali všeobecne viac odnoží a širšie listy s tupým zakončením*. Ďalšie pozoruhodné momenty boli pri metaní, lebo bola tendencia vegetačné obdobie predĺžovať: najskôr metala parcela kontrolná, po nej práškovitý superfosfát a o dva dni nato parcely s GSM a opäť o 2 dni neskoršie parcely s GSS. Dozrievanie u GSS bolo oneskorené.

Výnosy závisely od kvality a spôsobu hnojenia podľa fyziologických zákonitostí. Najnižší výnos je na parcele nehnojenej a za ňou nasleduje parcela hnojená plnou dávkou práškovitého superfosfátu, o nejaký podstatný rozdiel tu však nejde (1,13 q). No veľmi poučné a pravidelné sú výnosy granulátov. Plná dávka GSM zvýšila úrodu oproti práškovitému superfosfátu o 0,45 q, výnos polovičnej dávky GSM je o niečo menší ako u plnej dávky GSM, čo celkom súhlasí s množstvom pridaného P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Podstatné zvýšenie výnosu je u GSS takéto:

### V ý n o s o v   t a b u ľ k a   3.

Druh: Jarná pšenica

Zasiate dňa: 23. marca 1950.

Pokosené dňa: 17. júla

Mlátené dňa: 1. augusta

Číslo parc.	Druh hnojenia	Dávka hnojenia	Spôsob hnojenia	ha	Výnos absolútny v q			Výnos relatívny v q/ha			Hl. váha
					I. tr.	II. tr.	* Spolu	I. tr.	II. tr.	* Spolu	
I.	∅	—	—	0,2	3,43	0,095	3,49	17,15	0,475	17,46	82,3
II.	Spf. práš.	45 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> t j. cca 2 5q spf.	ručne	0,2	3,65	0,105	3,72	18,25	0,525	18,9	80,5
III.	GSM	detto	Strojom súčasne s osivom asi 5-6 m hlboko.	0,2	3,74	0,105	3,82	18,70	0,525	19,04	82,0
IV.	GSM	22,5 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> t j. cca 125 kg spf.		0,2	3,69	0,105	3,76	18,45	0,50	18,79	81,0
V.	GSS	detto		0,2	3,72	0,135	3,81	18,60	0,675	19,04	80,5

\* V rubrike spolu prepočítané, keď 100 kg II. triedy = 60 kg I. triedy.

*Polovičná dávka granulátu zvýšila úrodu oproti plnej dávke práškoveho superfosfátu o 0,45 q. Výsledok zrejme poukazuje na možnosť šetrenia superfosfátom použitím granulátu so sulfurovým výluhom nielen za nezmeneného, ba dokonca zvýšeného výnosu.*

Jačmeň jarný: Výsledky pokusu sa nachádzajú vo výnosovej tabuľke jarného jačmeňa (Tab. č. 4).

V ý n o s o v á t a b u ľ k a č. 4.

Druh: Jačmeň jarný

Pokosené dňa: júla 1950.

Zasiate dňa: 17. marca 1950.

Mlátené dňa: 13. júla 1950.

Číslo parc.	Druh hnojenia	Dávka hnojenia	Spôsob hnojenia	ha	Výnos absolútny v q			Výnos relatívny v q/ha			Hl. váha
					I. tr.	II. tr.	* Spolu	I. tr.	II. tr.	* Spolu	
I.	∅	—	—	0,2	306	0,17	3,17	15,3	0,85	15,86	69,7
III.	Spf. práš.	45 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> t j. cca 2,5q spf.	ručne	0,2	351	0,05	3,54	17,55	0,25	17,71	69,8
II.	GSM	detto	Strojom súčasne s osivom asi 5-6 cm hlboko.	0,2	356	0,12	3,64	17,80	0,60	18,20	71,3
IV.	GSM	22,5 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> t j. cca 125 kg spf.		0,2	303	0,07	3,07	15,15	0,35	15,38	71,1
V.	GSS	detto		0,2	355	0,12	3,43	16,75	0,60	17,15	71,8

\* V rubrike spolu prepočítané, keď 100 kg II. triedy = 66 kg I. triedy.

Pokus bol urobený v Arborete v Mlyňanoch. Cez celé vegetačné obdobie parcela s granulátom GSS prejavovala znaky lepšieho vývinu a rastu. Podľa doterajších skúseností pridanie sulfitového výluhu do superfosfátu trochu predlžuje vegetačné obdobie a pretože najväčšie horúčavy a suchá padly na tento čas, kultúra jačmeňa (GSS) pomerne najviac utrpela, predsa však výsledok čo do hektolitrovej váhy je pozoruhodný (71,8 kg). Treba totiž poznamenať, že všetky pokusné parcely všeobecne trpely suchom. V Mlyňanoch napršalo za celé vegetačné obdobie 14 mm dažďa. Výnosové výsledky nie sú preto také jednoznačné a fyziologicky zákonité, pretože abnormálne sucho za vývinu výsledok skreslilo, avšak granulátové výnosy GSM — plná dávka a GSS — polovičná dávka predsa len znamenajú zlepšenie.

Všeobecne hektolitrová váha jačmeňa z granulátových parciel je oveľa vyššia ako z parcely s práškovitým superfosfátom.

O v o s Výsledky pokusu pozri v tabuľke č. 5.

V ý n o s o v á t a b u ľ k a 5.

Druh: Ovos

Zasiate dňa: 17. marca 1950

Pokosené dňa: 12. júla 1950

Mlátené dňa: 14. júla 1950

Číslo parc.	Druh hnojenia	Dávka hnojenia	Spôsob hnojenia	ha	Výnos absolútny v q	Výnos relatívny v q/ha	Hl. váha
I.	Ø	—	—	0,2	191	9,55	39
II.	Spf. práš.	45 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> t. j. cca 250 kg spf.		0,2	162	8,10	34
III.	GSM	detto	Strojom súčasne s osivom 5-6 cm 1 lbok.	0,2	215	10,75	41
IV.	GSM	22.5 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> t. j. cca 125 kg spf.		0,2	237	11,85	40
V.	GSS	detto		0,2	283	14,15	52,5

Ovos, práve tak ako jačmeň veľmi trpel suchom. Hektárové výsledky boli podmerné, iba parcela s GSS dala pomerne vysoký výnos. Aj keď obraz účinku rôznych kvalít prihnojovania je abnormálnym nedostatkom vodných srážok cez celé vegetačné obdobie skreslený, predsa pokus s ovsom vykazuje zo všetkých pokusov s granulátom najnápadnejšie vý-

sledky. *Polovičná dávka granulátu so sulfítovým výluhom ako tmelom čo do výnosu ďaleko prevyšuje všetky ostatné parcely. Keď úrodu na parcele pohnojenej plnou dávkou práškovitého superfosfátu berieme za základ 100%, tak polovičná dávka granulátu GSM spôsobuje výnos 146% a polovičná dávka granulátu so sulfítovým výluhom GSS dokonca 174%!*

### Z h o d n o t e n i e   p o ľ n é h o   p o k u s u

Výsledky pokusu poukazujú na skutočnosť, že doteraz bežne používaná norma 45 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (250 kg práškovitého superfosfátu) na 1 ha vo forme práškovitej je zbytočne vysoká, predimenzovaná a preto nerentabilná. Polovičné dávky, t. j. 22,5 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na 1 ha vo forme granulovanej dávajú približne tie isté výnosy.

Superfosfátový granulát spájaný do granuliek sulfítovým výluhom dáva o niečo lepšie výnosy ako granulát spájaný makovicovou drvinou. Makovicová drvina je pritom len ako nosič, kým sulfítové výluhy pridané do superfosfátu pôsobia nielen ako mechanické pojivo, ale usudzujúc podľa ich chemického zloženia, aj ako faktor biologickej priaznivý. Pravda, jednotlivé druhy kultúrnych rastlín budú vyžadovať podľa svojej citlivosti iné dávky sulfítového granulátu.

Aj keď nie je možné z doterajších výsledkov robiť konečné uzávery, predsa výsledky dosiahnuté granulátom za prídania sulfítových výluhov sú veľmi pozoruhodné. Nepovažujeme ich za konečný výsledok, ale len za začiatok nového systematickejšieho a na väčšom meradle založeného výskumu nielen laboratórneho, ale aj poľného.

### C.   D i s k u s i a.

V predchádzajúcom sme naznačili priaznivý a niekde až prekvapujúci vplyv sulfítových výluhov jak na vegetatívny rast, tak aj na výnos niektorých obilnín. Keď porovnávame výsledky, získané v skleníkovej kultivácii za upotrebenia dvoch rôznych množstiev sulfítových výluhov zisťujeme, že závislosť kvality pôsobenia od kvantity sulfítových výluhov nie je lineárne vzostupná, ale že malé množstvo pôsobí na pokusné rastliny priaznivo, väčšie množstvo naopak onrotí kontrole ich rast často spomaľuje.

Ako vidno z výsledkov, v skleníkovej kultúre množstvo 0,1 g sulfítového výluhu na 1 m<sup>2</sup> malo na vegetačný vývoj skúmaných obilnín priaznivý vplyv. V poľných pokusoch bol sulfítový výluh upotrebený ako pojivo superfosfátových granúl. Bol prímiešaný do superfosfátu v množstve 3 — 5% (priemerne 4%) váhy. Pri plnej dávke granulovaného superfosfátu bolo do pokusu vložené niečo vyše 10 kg sulfítového výluhu na 1 ha, pri polovičnej dávke polovica. Ide zrejme o také malé množstvo účinnnej látky, že jeho pôsobenie sa pohybuje na hranici oligodynamického pôsobenia.

Treba rozhodnúť, či ide skutočne o primárny oligobiogénny vplyv sulfitového výluhu, resp. niektorej jeho složky, alebo o nejaký sekundárny, prenesený účinok. Konečnú odpoveď na túto otázku môžu dať iba exaktné pokusy, tak v kultúre obilnín s jednotlivými složkami sulfitového výluhu a ich kombináciami, ako aj kultivačné pokusy in vitro.

Predsa však treba pouvažovať o zásadných možnostiach výkladu pôsobenia sulfitového výluhu už z toho dôvodu, že tieto teoretické úvahy sú východiskom pre exaktné pokusy.

Prítomnosť primárne stimulujúcich látok typu auxínov v sulfitovom výluhu zatiaľ môžeme vylúčiť. Test na ovesnej koleoptyle prevedený Dr. P. Nemcom celkom vylučuje prítomnosť hormónu predlžovacieho vzrostu v sulfitových výluhoch. Počiatočná látka výluhu drevo, nepochybne takéto látky obsahuje, hoci porovnávajúc ho s inými časťami rastliny, v malom množstve. Je však málo pravdepodobné, že cez usilovnú hydrolýzu, spojenú so zahrievaním a inými drastickými zásahmi, ktorej je surovina za výrobného procesu podrobená, preniesly by sa auxinoidné látky bez straty účinnosti.

Keď sme vylúčili primárne stimulačné účinky nejakej složky sulfitového výluhu, zostáva ešte možnosť, že pôsobením výluhu vznikajú v pôde látky pôsobiace na rastliny oligobiogénne.

V pôde sa totiž nachádzajú obrovské množstvá mikrobov. V 1 g úrodnej pôdy sú až dve miliardy baktérií, niekoľko miliónov aktinomycét a iné. Tieto mikroby v dôsledku veľkej povrchovej styčnej plochy s pôdou vedia zapríčiniť intenzívne zmeny pôdnej kvality. Ich biochemickému vplyvu sú vystavené tak látky ústrojné, ako aj neústrojné, ktoré sa nachádzajú v pôde. Najintenzívnejšia premena pôdy sa uskutočňuje práve vo sfére rastlinných koreňov a účinok mikrobov sa preto veľmi nápadne prejavuje v složitom procese výživy rastlín. Nemôže byť vôbec reč o absolútnej minerálnej výžive rastlín, pretože mikrobiálna činnosť je tu neoddeliteľným činiteľom.

Mikrobiálna činnosť v pôde vyžaduje špeciálne vonkajšie faktory, medzi ktorými význačné miesto zaujíma teplota, vlhkosť a množstvo látok schopných pôsobiť na enzymatickú činnosť mikrobov. Je preto prirodzené, že výživa rastlín bude prebiehať ináč vo vegetačnom období suchom a horúcom a ináč vo vlhkom a chladnom. Vegetačné obdobie nášho pokusu — najmä pre jariny — bolo mimoriadne suché a teplé; napršalo sotva 14 mm dažďa. Mineralizácia organických zbytkov — a za takéto musíme považovať aj sulfitové výluhy v superfosfáte — potrebuje okrem bežných biochemických predpokladov aj vhodnú teplotu a dostatočnú vlhku.

Vplyv sulfitových výluhov pridaných do pôdy v malých množstvách v granuláte, ktorý zvyšuje úrodu, mohli by sme hľadať aj v lignínovom pôvode výluhov, teda v účinku lignínu, resp. látok z lignínu vzniklých. V tomto prípade dôležité miesto zaujíma humus a látky jemu príbuzné. V pôde sa z organických látok vytvárajú tmavo zafarbené látky, ktoré dodávajú pôde typické tmavé zafarbenie, typické pre tzv. humusovité pôdy.



Humus nie je látka jednotná, ale sa skladá z celého komplexu ústrojných slúčenín, z ktorých najtypickejšie vlastnosti má humínová kyselina a zdá sa, že ani táto nie je samostatným chemickým individuom, ale tiež smesou rôznych slúčenín. Premena lignínových látok na humus spočíva v oxydácii tých základných složiek, ktoré dávajú kondenzačné produkty typu oxychinónu. Lignín pôsobením alkálií sa mení na vzduchu na tmavú látku, svojimi vlastnosťami podobnú humusovým kyselinám. Pripúšťa sa tiež možnosť tvorby humusu a to polymerizáciou furfurolu, ktorý vzniká účinkom horúcich kyselín na pentozany a uronové kyseliny. Minerálne kyseliny pôsobia na uhľovodíky, prechodnou látkou je hydroxy-metyl-furfurool a tento kondenzáciou poskytuje humus.

Pomalým okysličovaním pri zvýšenej teplote sa tvoria humusové slúčeniny nielen z lignínu, ale i z látok jemu blízkych a z iných ústrojných slúčenín.

Složitý pochod humifikácie je v podstate pochodom syntézy a pretože mnohé ústrojné látky sú čo do rozkladu v pôde veľmi labilné a ich rozklad uskutočňuje sa veľmi rýchle, nemôžu byť pre tvorbu humusu východiskom. Takýmto sú napr. mono-, di- a polysacharidy. „Látky, ktoré sa ľahko rozkladajú tvoria humus len v predbežnej premene mikroorganizmami na také látky, ktoré sa ťažko rozkladajú a po odumretí mikrobov tvoria humus. Odolnejšie slúčeniny, ako sú lignín, chitín, vosk a hemicelulóza, môžu byť zdrojom pre bezprostrednú tvorbu humusu.“ (E. N. Mišustin, 11). V pôde ako heterogénnom prostredí sa uskutočňuje mineralizácia veľmi pomaly. „V takomto prostredí sa ústrojné slúčeniny čiastočne priemienajú a nasycujú pôdu ektocelulárnymi mikrobov a môžu vzájomne pôsobiť skôr, než sa rozložia baktériami. Takýmto spôsobom sa vytvorí pásma konzervácie ústrojných látok a vznikajú humínové látky. Tvorba humusu predstavuje ektocelulárny chemický pochod, ktorý vzniká v prostredí mimo mikrobov. Mikróby prirodzene tento pochod katalyzujú, pokiaľ ich fermentatívne pôsobenie člení ústrojné zvyšky a nepriamo pôsobí druhotnou reakciou ich pretvorenia na humínové látky“ (Mišustin, cit.)

V čom spočíval pokles výnosu na kontrolných parcelách, alebo na tých, ktoré nedostali granulát so zásobou sulfitových výluhov, ako látok schopných tvoriť látky kvality humusovej?

Sulfitové výluhy pridané do pôdy voľne, či už v podobe prášku alebo roztoku, sú veľmi rýchle napadnuté mikroorganizmami a rozložené ich fermentatívnou činnosťou. Rozklad nastane rozhodne skôr, ako by priniesly koreňom rastlín biologický úžitok. Avšak nashromážené v granuláte tvoria zásobník, z ktorého sú látky schopné mikrobiálneho rozkladu, uvoľňujú sa pomaly a postupne, teda dlhšie priaznivo účinkujú. V letných mesiacoch, keď sa teplota pôdy zvyšuje (bolo to dokázané pre pôdy lesné), zväčšuje sa i počet baktérií a zásoby humusu v pôdnej vrstve sa podstatne znižujú. Toto môže platiť aspoň do istej miery pre vegetačné obdobie nášho pokusu a pre pôdu nami používaných kvalít.

Ako sme už v odseku o složení sulfitových výluhov spomenuli, obsahujú tieto množstvo rozložiteľných a skvasiteľných látok, teda vhodných ako živina pre mikroorganizmy a ako predpoklad k zvyšovaniu ich enzymatickej činnosti. Keď sa tieto látky dostanú do pôdy, stávajú sa za vhodných podmienok korisťou mikroorganizmov. Ich rezorpcia závisí od toho ako snadno sú mikroorganizmom prístupné. Podľa *Finka* a *Lechnera* (12) z výluhov ihličnatého dreva sú to: glukóza, manóza, galaktóza, fruktóza, xylóza, kyselina uronová a octová. V sulfitovom výluhu z bukového dreva sa nachádzajú cukry mikroorganizmami skvasiteľné v dost veľkom množstve. Látky biologicky účinné sa skladajú z pentóz, hexóz, dimerných a polymerných cukrov, kyseliny octovej, mravčej, uronovej a metylalkoholu.

Glukóza ako univerzálny cukor mikroorganizmov je spracovaná skoro okamžite. D-glukóza ako zdroj uhlíka je spotrebovaná tak širokým kruhom mikroorganizmov, že slúži ako univerzálny cukor v bakteriologickom laboratóriu. Hexóza d-manóza je taktiež schopná slúžiť mnohým mikroorganizmom ako zdroj uhlíkatej výživy, ale sú aj početné mikroorganizmy, ktoré manózu nespracovávajú (*Wedum — Golden*, 13). V čase medzi tu citovanými pokusmi a uverejnením tejto práce dokázal Dr. P. Nemeč schopnosť sulfitových výluhov zvyšovať aktivitu nitrogénnych pôdnych baktérií v pútaní vzdušného dusíka. Dr. P. Nemeč túto schopnosť pripisuje obsahu monózy a anorganickým soliam. To znamená, že vhodné aplikovaný sulfitový výluh vo forme granulovaného superfosfátu pôsobí tiež ako nepriame dusíkaté hnojivo. Ďalšie složky sulfitového výluhu, aldohexóza, galaktóza a fruktóza sú spracovávané mnohými mikroorganizmami, baktériami, kvasnicami a plesňami. Galaktóza však tiež nie je cukor univerzálny, ale selektívny, najmä pre niektoré pôdne askomycety (*Amadio*, 14). D-fruktóza je mikroorganizmami napadaná a rozkladaná pomerne snadno a osvojovaná je nimi ako uhlíkatá živina. Aldopentózy arabinóza a xylóza sú spracovávané početnými mikroorganizmami, ako sú baktérie, askomycéty a jednobučné plesne (*Underfler*, 15; *Berencsi*, 16; *Bernhauer*, 17).

Pridanie týchto cukrov viac-menej špecifických pre určité mikroorganizmy má nepochybne za následok zvýšenú mikrobiálnu aktivitu v pôde. Význam mikrobiálnej činnosti v pôde netreba tu podrobne rozvádzať, stačí keď zacytujeme časť z práce *T. D. Lysenka* (18) o tomto predmete. Tento citát sa nám tu zdá byť zvlášť vhodný, pretože pojednáva o význame mikroflóry pre obilniny: „Nedostatok intenzívnej životnej činnosti mikroflóry je príčinou hladovania ozimnej pšenice, ktorá dobre prežila prezimovanie. Za takýchto podmienok rastliny ozimnej pšenice rastú pomaly a chradnú.“ Toľko uzatvára o význame aktivity pôdnej mikroflóry *Lysenko*, ktorý mal príležitosť čerpať svoje skúsenosti z kolchozných polí SSSR od polárneho kruhu až do subtropického pásma južného Ruska.

O produkcii rastových faktorov mikroorganizmami nemožno pochybovať. Ich oligobiogénny charakter je všeobecne známy a touto cestou

by bolo práve možné oligobiogénny charakter pôsobenia sulfitových výluhov dobre vysvetľovať.

I keď zatiaľ nemôžeme celkom vylúčiť aj iné faktory pôsobenia sulfitových výluhov v pôde vedľa aktivácie mikrobiálnej činnosti, napr. stimuláciu špecifickými stimulátormi, predsa sa nám zdá, že je to vplyv na pôdnu mikroflóru, ktorý je zodpovedný za priaznivé účinky sulfitového výluhu.

V experimentálnej časti svojej práce nachádzame vedľa nepopierateľného priaznivého účinku na vegetatívny vývin a úrodnosť obilnín aj tú skutočnosť, že veľmi vysoké dávky sulfitového výluhu pôsobia na skúmané obilniny zreteľne škodlivo. Zdá sa, že druhová citlivosť obilnín k rovnakému množstvu sulfitového výluhu je rôzna. Tak isto sa zdá, že ani teplota, pri ktorej sa kultivácia deje, nie je bez vplyvu na toxicitu niektorých zložiek sulfitového výluhu.

Podrobnejšie štúdium výsledkov skleníkových pokusov s práškovitým sulfitovým výluhom poskytuje možnosť domnievať sa, že jestvuje veľká tolerancia rastlín k sulfitovému výluhu, čiže k intoxikácii dôjde iba v podmienkach extrémne vysokých dávok, takže tento fakt dáva oprávnenú nádej, že v produktívnych kultúrach k intoxikácii sulfitovým výluhom nemôže dôjsť. Toto tvrdenie podporuje aj fakt, že v poľných pokusoch s granulovaným superfosfátom, kde dávka sulfitového výluhu prekročila účinné množstvo v skleníkových pokusoch použitého výluhu, k žiadnym intoxikáciám nedošlo, naopak, stimulačný účinok oproti kontrolám nápadne vynikol.

V terajšom štádiu našich pokusov nie je možné s konečnou platnosťou rozhodnúť, ktorej zložke heterogénnej smesi, ktorá tvorí sulfitový výluh ako celok, treba pripísať toxický účinok. V tomto prípade spomíname *Burstroemovú* prácu (19), ktorá rieši vplyv galaktózy na koreňky pšenice v sterilnej pletivovej kultúre. V práci sa konštatuje, že galaktóza, podávaná sterilnej pletivovej kultúre pšeničných koreňkov bola síce kultúrou upotrebená ako energetický materiál k dýchaniu, ale nie k syntetickým pochodom. V koncentrácii okolo 1/200 mol. galaktóza samotná alebo v rovnakej smesi s glukózou sa ukázala pre kultúru toxickou. Zapríčinila otrávenie meristému a rýchle odumretie koreňkov. Je mysliteľné, v tomto fakte hľadať príčinu toxického účinku vysokých dávok sulfitového výluhu, hoci nechceme tvrdiť, že tento faktor je jediný. Z toho, čo sme stručne naznačili o poľných a laboratórnych pokusoch so sulfitovými výluhmi a ich biochémií vyplýva, že jak v oblasti teórie ich pôsobenia, tak aj v odbore poľných pokusov treba vykonať ešte veľký kus experimentálnej práce. Sľubné výsledky poľných pokusov, ktoré kolektív pracovníkov okolo sulfitových výluhov dosiahol, vedú nás k tomu, aby sme rozšírili náš pracovný kolektív o praktikov JRD a o štátne majetky. Takáto spolupráca môže doniesť užitočné výsledky v prospech nášho pôdohospodárstva, ktoré je jedným z kľúčov k blahobytu v našej vlasti.

Na Slovensku v hospodárskom roku 1946/47 sa v poľnohospodárstve spotrebovalo asi 6.000 vagónov superfosfátu. Toto množstvo predstavuje dovoz asi 3.000 vag. fosfátov a spotrebu asi 3.000 vag. kyseliny sírovej. Výroba kyseliny sírovej vyžaduje dovoz pyritov a potrebuje veľké množstvo práce a technického zariadenia.

Superfosfát teda tvorí nielen významnú položku v nákladoch poľnohospodárskej výroby, ale jeho základné suroviny sú z väčšej časti k nám dovážané.

Jedným z dôležitých usnesení IX. sjazdu KSS je stupňovať snahu po nahradení dovážaných surovín, resp. docieľiť sníženie ich spotreby. To bol *motív* našej práce. Štúdium sovietskej literatúry nám ukázalo *možnosť* splniť uvedené usnesenie Sjazdu v úseku výroby superfosfátu.

Postavili sme si za úlohu využiť doterajšie vedomosti o granulovanom superfosfáte. Išlo najmä o údaje sovietskej literatúry a bolo treba overiť priaznivé výsledky s granulovaným superfosfátom dosiahnuté aj v našich pomeroch a navrhnuť jeho upotrebenie prispôbené našej poľnohospodárskej výrobe. Pritom sme vychádzali z našej surovinovej situácie a strojne-technických výrobných možností v závodoch. Ako ďalší dôležitý požiadavok sme si postavili to, aby granulát, ktorý sme navrhli bol schopný sniesť namáhanie kladené na súdržnosť granúl pri upotrebení hospodárskych strojov. Tento požiadavok imperatívne nám diktoval fakt, že naše poľnohospodárstvo sa veľmi rýchle mechanizuje.

Po uvážení všetkých okolností sme sa rozhodli pre granule s nosičom alebo pojivom. Z početných návrhov našich technologov sme ako nosič vybrali vyluhovanú drvinu z makovej slamy (odpad po výrobe alkaloidov, návrh J. Marleho) a ako pojivo sulfitové odpadové výluhy, odpadok po výrobe celulózy z ihličnatého dreva (návrh Ing. M. Furdíka).

Nás biologov a biochemikov zaujímal najmä sulfitový výluh, lebo naproti vcelku banálnemu složeniu makovinej drvinu, ktorá ovšem po extrakcii už žiadne alkaloidy neobsahuje, predstavuje sulfitový výluh (najmä z dreva ihličnatého) pestrú smes chemických slúčenín, z ktorých niektoré sú tak s hľadiska biochemického, ako aj chemického veľmi málo preskúmané.

Pokusne si bolo treba ozrejmiť:

1. mechanické a výrobné vlastnosti granúl oboch typov,
2. neškodnosť sulfitového výluhu pre vyššie rastliny,
3. vhodnosť granúl pre strojné upotrebenie,
4. upotrebitelnosť granúl s hľadiska výnosnosti poľnohospodárskych kultúr; t. j. overiť v našich pomeroch možnosť úspor superfosfátu,
5. získať s granulátmi vlastné skúsenosti.

Výsledky našej pokusnej práce sú takéto:

1. Granuly s nosičom (makovinová drvinu, v texte označená GSM)) sú drsné, dostatočne pevné a trvanlivé.

Granuly s pojivom (sulf. výluh, v texte označený GSS) sú pomerne ľahko vyrobiteľné, veľmi pevné, drsné a úplne trvanlivé. Pri transporte a pri strojnom upotrebení sa nerozpadávajú. V pôde poddržia tvar veľmi dlho a nerozpadávajú sa.

2. Dávky sulfitového výluhu, ktoré prichádzajú do úvahy pri granulácii, sú pre obiloviny a cukrovku nielen neškodné, ale vzrast a výnos rastlín ešte podporujú.
3. Granuly GSM a najmä GSS sú bez ťažkostí strojne upotrebitelné. V sejacom stroji sa od osiva neoddeľujú, ale aj pri otriasaní stroja zachovávajú pôvodnú homogénnu smes.
4. Doteraz užívaná akási norma 45 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na 1 ha je vzhľadom na možnosť upotrebenia granúl GSS zbytočne vysoká a teda ne hospodárna.

Pri upotrebení GSM granúl sa vystačí s polovičnou dávkou P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (22,5 kg/1 ha) pri v podstate nezmenenom hospodárskom výnose.

Pri upotrebení GSS granúl bolo docielené s polovičnou dávkou P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (22,5 kg/1 ha) vyšších výnosov, ako pri plnej dávke práškovitého superfosfátu 45 kg na 1 ha. Ak postavíme výnos pri plnej dávke P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> vo forme práškovitého superfosfátu za 100%, docieli sa pri polovičnej dávke granulovaného superfosfátu (GSM a GSS) výnosov zrejmych z tabuľky:

Obilni	Druh hnojenia		
	Práškovitý (normál.) superfosfát 45 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> na 1 ha	G S M 22,5 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> na 1 ha	G S S 22,5 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> na 1 ha
výnos v %			
Pšenica ozimná	100	116,3	
Pšenica jarná	100	101,07	102,15
Jačmeň	100	87	97,2
Ovos	100	145,6	174,8

Výsledky uvedené v tabuľke sú získané z pokusných parcel 20 árov veľkých. Pokus bol volený a organizovaný tak, ako byly (pokiaľ je to vôbec možné) vylúčené vedľajšie vplyvy, ako je rôzna pôdna bonita, predplodina atď.

Z výsledku pokusu vyplýva, že kolektívu pracujúcemu na granulovanom superfosfáte sa podarilo skonštruovať nové fosforečné hnojivo (GSS), ktoré prejavuje nový vysoko priaznivý výnosový efekt.

## Выводы.

В экономическом году 1946/47 в словацком сельском хозяйстве употреблено около 6000 вагонов суперфосфата. Это количество представляет собой импорт около 3700 вагонов фосфатов и потребление около 3000 вагонов серной кислоты. Производство серной кислоты требует импорта пиритов и большего количества труда и технического оборудования.

Суперфосфат таким образом составляет не только значительную часть расходов сельскохозяйственного производства, но его основное сырьё по большей части к нам импортировано.

Одним из важных постановлений IX. съезда КПС является усиление стремления за замещением импортированного сырья, или-же за достижением понижения его потребления: Это было мотивом нашей работы. Изучение советской литературы показало нам возможность выполнения упомянутого постановления Съезда в секторе суперфосфатного производства.

Мы поставили перед собой задачу использования существующих знаний о гранулированном суперфосфате. Мы использовали особенно данные советской литературы. Нужно было проверить тоже хорошие результаты с гранулированным суперфосфатом достигнутые в наших условиях и предложить его употребление, приспособленное нашему сельско-хозяйственному производству. При этом мы выходили из нашей сырьевой обстановки и машинно-технических производственных возможностей в заводах. Вторым важным требованием являлось то, чтобы гранулированный продукт, который мы предложили, был в состоянии выдержать напряжение, наложенное на силу сцепления зёрн при пользовании сельскохозяйственными машинами. Эти требования являлись следствием очень быстрой механизации нашего сельского хозяйства.

После обсуждения всех обстоятельств мы решили пользоваться зёрнами сносителем или с связывающим веществом. Из многочисленных предложений наших технологов мы выбрали в качестве носителя выщелоченную измельченную маковую солому (отброс после производства алкалоидов, предложение И. Марле) и в качестве связывающего вещества сульфитные отбросные щёлки (отброс после производства целлюлозы из хвойного дерева, предложение инж. М. Фурдик).

Для нас - биологов и биохимиков - оказался интересным особенно сульфитный щёлок, потому что в сравнении с банальным составом измельченных маковых головок, которые после экстракции конечно не содержат никаких алкалоидов, сульфитный щёлок (особенно из хвойного дерева) представляет собой смесь разнообразных химических соединений, из которых некоторые очень мало исследованы с биохимической и химической точки зрения.

Надо было опытным путём объяснить:

1. Механические и производственные свойства зёрн обоих типов.
2. Безвредность сульфитных щёлков для высших растений.
3. Удобие зёрн для машинного употребления.
4. Употребляемость зёрн с точки зрения урожайности сельско хозяйственных растений, т. е. проверить в наших обстоятельствах возможность экономии суперфосфата.
5. Приобрести собственный опыт о гранулированных продуктах.

Результаты нашей работы следующие:

1. Гранулы с носителем (измельчённое маковое вещество, в тексте обозначенное GSM) являются шероховатыми, довольно крепкими и прочными.

Зёрна с связывающим веществом (сульфитный щёлк, в тексте GSS) являются сравнительно легко производительными, очень крепкими, шероховатыми и совершенно прочными. При транспорте и при машинном употреблении они не разрушаются. В почве они очень долго сохраняют форму и не распадаются.

2. Дозы сульфитного щёлка, которые принимаются в соображение при гранулировании являются для хлебных растений и сахарной свёклы не только безвредными, но они даже поддерживают рост и урожайность растений.

3. Зёрнами GSM и особенно GSS можно без затруднений пользоваться при механической работе. В сеялке они не отделяются от посевного зёрна и даже при потрясении машины они сохраняют первоначальную однородную смесь.

4. До сих пор употребляемая норма 45 кг  $P_2O_5$  на 1 гектар является ввиду возможности употребления зерн GSS излишю высокой и таким образом она не экономная.

При употреблении зёрн GSS удалось достичь с половинной дозой  $P_2O_5$  (22,5 кг/1 гектар) лучшего урожая с гектара чем с полной дозой порохового суперфосфата (45 кг/гектар).

Если мы считаем урожай при полной дозе  $P_2O_5$  в виде порохового суперфосфата 100%-ным при половинной дозе гранулированного суперфосфата (GSM и GSS) был достигнут урожай как следует из этой таблицы:

Хлебное зерно	Способ удобрения		
	Пороховой (нормаль.) суперфосфат, 45 кг $P_2O_5$ на 1 г	GSM 22,5 кг $P_2O_5$ на 1 г	GSS 22,5 кг $P_2O_5$ на 1 г
у р о ж а й			
пшеница озимая	100	116,3	
пшеница весенная	100	101,07	102,15
ячмень	100	87	97,2
овёс	100	145,6	174,8

Результаты данные в таблице получены на опытных участках земли величины 20 аров. Опыт был выбран и организован так, чтобы по мере возможности все посторонние воздействия были отстранены.

Из результатов следует, что коллективу работающему над гранулированным суперфосфатом удалось найти новое фосфатное удобрение (GSS), оказывающее очень благоприятный эффект урожая.

### Zusammenfassung.

Im Wirtschaftsjahr 1946/47 wurden in der slowakischen Landwirtschaft cca 6000 Eisenbahnwägen Superphosphat verbraucht.

Dieses Quantum bedeutet die Einfuhr von cca 3000 Eisenbahnwägen Phosphate und den Verbrauch von cca 3000 Eisenbahnwägen

Schwefelsäure. Zur Fabrikation der Schwefelsäure benötigt man die Einfuhr von Pyrit und eine grosse Menge Arbeit und technischer Einrichtung.

Superphosphat bildet folglich nicht nur einen bedeutenden Posten in den landwirtschaftlichen Produktionskosten, sondern seine Rohstoffe werden sogar grösstenteils importiert.

Einer der wichtigen Beschlüsse der IX. Vollversammlung der KSS besteht in der Steigerung unserer Bemühungen importierte Rohstoffe zu ersetzen, resp. ihren Verbrauch zu vermindern. Dies war das Motiv unserer Arbeit. Das Studium sowjetischer Literaturquellen wies uns den Weg zur Durchführung dieses Beschlusses in der Superphosphaterzeugung.

Die Aufgabe bestand nun in der Ausnützung bisheriger Kenntnisse über granuliertes Superphosphat. Wie schon gesagt wurde, ging es hauptsächlich um sowjetische Literaturangaben und um die Beglaubigung der in unseren Gebieten durchgeführten günstigen Ergebnisse mit granuliertem Superphosphat, um es dann, unserer landwirtschaftlichen Produktion angepasst, anzuwenden. Wir gingen dabei von unserer Rohstoffsituation und der Erzeugnismöglichkeiten unserer Unternehmungen aus. Weiter waren wir vor die durch unsere schnell fortschreitende Mechanisierung der Landwirtschaft imperativ diktierte Forderung gestellt, ein Granulat herzustellen, welches imstande ist, der bei Benützung landwirtschaftlicher Maschinen auf die Kohäsion der Körner ausgeübten Beanspruchung zu widerstehen.

In Betracht aller dieser Umstände entschlossen wir uns für Granulat mit Träger oder mit Bindemittel. Den vielen Vorschlägen unserer Technologen entnahmen wir als Träger ausgelaugten Mohnstroschrot (Abfall der Alkaloiderzeugung — ein Vorschlag von J. Marle und als Bindemittel Sulfitablauge (Abfall der Celluloseerzeugung aus Nadelholz — ein Vorschlag von Ing. M. Furdik).

Als Biologen und Biochemiker interessierte uns vor allem die Sulfitablauge, welche im Gegensatz zur banalen Zusammensetzung des Mohnstroschrotes, der nach der Extraktion keine Alkaloide mehr enthält, ein buntes Gemisch von wenig erforschten chemischen Verbindungen vorstellt.

Experimentell musste also folgendes geklärt werden:

1. Die mechanischen — und Erzeugungseigenschaften der Körner beider Typen.
2. Unschädlichkeit der Sulfitablauge für höhere Pflanzen.
3. Eignung des Granulates für maschinelle Düngung.
4. Rentabilität des Granulates vom Ertragsstandpunkt landwirtschaftlicher Kulturen in unseren Gebieten — Ersparungsmöglichkeiten von Superphosphat.
5. Gewinnung einiger Erfahrungen mit Granulat.

Die Ergebnisse unserer Versuchsarbeit lauten:

1. Körner mit Träger (im Text mit GSM bezeichneter Mohnschrot) sind rau, genügend fest und dauerhaft.



Körner mit Bindemittel (im Text mit GSS bezeichnete Sulfitablauge) sind verhältnismässig einfach herstellbar, sehr fest, rau und ausserordentlich dauerhaft. Bei Transport und maschineller Benützung zerfallen sie nicht. Auch in Boden behalten sie sehr lange ihre Form ohne zu zerfallen.

2. Die bei der Granulierung in Frage kommende Dosierung von Sulfitablauge ist für Getreide und Zuckerrübe nicht nur unschädlich, sondern unterstützt sogar das Wachstum und den Ertrag der Pflanzen.

3. Die GSM und GSS Körner sind ohne Schwierigkeiten maschinell anwendbar. In der Sämaschine sondern sie sich nicht vom Saatgut ab, sondern bewahren bei den Erschütterungen der Maschinen das ursprüngliche homogene Gemisch.

4. Die bis jetzt angewendete Menge von 45 kg  $P_2O_5$  auf 1 ha ist überflüssig hoch und folglich unrationell.

Bei Anwendung von GSM Granulat kommt man mit der halben Dosis (22,5 kg/ha) bei grundlegend gleichem Ertrag aus. Bei Anwendung von GSS Granulat wurden mit der halben Dosis von  $P_2O_5$  (22,5 kg/1 ha) höhere Erträge erzielt als mit der vollen Dosis pulverförmigen Superphosphates (45 kg/1 ha).

Falls wir den Ertrag bei voller Dosis von  $P_2O_5$  in Form von pulverförmigen Superphosphat als 100 % nehmen, wurden bei der halben Dosis von granuliertem Superphosphat (GSM und GSS) folgende, aus der Tabelle ersichtliche, Erträge erzielt:

Getreideart	Düngungsart		
	Pulverförmiges (norm.) Superphosphat 45 kg $P_2O_5$ /1 ha	GSM 22,5 kg $P_2O_5$ /1 ha	GSS 22,5 kg $P_2O_5$ /1 ha
Ertrag in %			
Winterweizen	100	116,3	—
Sommerweizen	100	101,07	102,15
Gerste	100	87	97,2
Hafer	100	145,6	174,8

Die in der Tabelle angeführten Erträge sind auf 20 a grossen Parzellen erzielt worden. Die Versuchsbedingungen wurden in der Weise gewählt und organisiert, um (im Rahmen der Möglichkeiten) jedwede Nebeneinflüsse, wie z. B. verschiedenartige Bodenbonität, vorher angebaute Pflanzenart usw., auszuschliessen. Aus den Ergebnissen geht hervor, dass dem an granuliertem Superphosphat arbeitenden Kollektiv die Konstatierung eines neuen Düngemittels (GSS), welches über eine ausgezeichnete Ertragskraft verfügt, gelungen ist.

## L i t e r a t ú r a

1. *Avdonin N. S.*: Granulované hnojivá a ich použitie v poľnohospodárstve. Bratislava 1951.
2. O stave súčasnej biológie. Zápis zo zasadania Leninovej všesväzovej akadémie pôdohospodárskych vied (31. 7. — 7. 8. 1948). Čsl. akadémia zemeľská, Praha 1949.
3. *Kozmál F.*: Chemické zvesti, ročník I. č. 9 — 10.
4. *Klason P.*: Ber. 1864 (1920).
5. *Trendelenburg R.*: Das Holz als Rohstoff, Mníchov 1939.
6. *Hägglund E.*: Holzchemie, Lipsko 1939.
7. *Schwabe G. G.*: Chemie der Zellulose, Berlín 1939.
8. *Schwabe G. G.*: Papierfabrik, 1944, 115.
9. *Hägglund E.*: Ztsch. physiol. Chemie, 177, 248 (1928).
10. *Hönig M.*: Chem. Ztsch., 36, 889 (1912).
11. *Mišustin E. N.*: Věstník ČAZ, roč. 23, 5 (1949).
12. *Fink H.*: Wechs. für Brauerei 61, 1 (1944).
13. *Wedum A. G.* — *Golden B. L. Y.*: Infections Diseases 60, 94 (1937).
14. *Amadio G.*: Ann. Chim. applicata 26, 258 (1936); Chem. Abstr. 30, 7755 (1936).
15. *Undenfler A. A.* — *Hunter J. E. J.*: Ind. Eng. Chem., 30, 480 (1938).
16. *Berencsi G.* — *Illenyi A.*: Biochem. Ztsch. 298, 298 (1938).
17. *Bernhauer K.*: Biochem. Ztsch. 197, 278 (1928).
18. *Lysenko T. D.*: Agrobiologia, Praha 1950.

Práca Výskumného ústavu agrochemického, Ústavu mikrobiológie a biochémie Slov. vysokej školy technickej a Ústavu fyziológie a biológie Slovenskej univerzity.  
Predložené Ústrediu výskumu a techn. voja v Bratislave 30. októbra 1950.

## Výsledky biologických pokusov so superfosfátom granulovaným sulfitovým výluhom

P. NEMEC, J. MORAVČÍK

### Sdelenie 2.

#### A. Časť všeobecná:

V poslednej práci nášho kolektívu (1) predostretej Ústrediu výskumu a technického rozvoja 30. okt. 1950 referovalo sa už o priaznivom účinku sulfitového odpadového výluhu upotrebeného ako granuláčného agens pri granulácii superfosfátu. Dokázalo sa v nej, že sulfitový odpadový výluh ak je upotrebený vo vhodnej koncentrácii na niektoré obilniny (pšenica, jačmeň, ovos) spôsobuje význačné zvýšenie úrody zrna. Výsled-