

## 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-

ky v tejto citovanej práci pochádzaly z pokusov vo vegetačnej perióde 1950. Tieto pokusy sme opakovali v r. 1951. V r. 1951 sme pôvodné výsledky overili a v nasledujúcom ich predkladáme v nádeji, že možnosť ušetriť až 75% množstva superfosfátu dnes bežne užívaného pri hnojení obilnín vzbudí záujem našich hospodárskych činiteľov.

Poľné pokusy, ktoré sú rozhodujúce pre praktické užitie nového hnojenia, sa predviedly na závodoch Československých štátnych majetkov. Za ochotu, záujem a pomoc, ktorú závody ČSSM bezvýnimčne prejavily, treba vysloviť úprimnú vďaku v prvom rade robotníkom, ale aj ostatným zamestnancom.

Veľkou posilou v snahe kolektívu zaviesť novú metódu granulácie superfosfátu bolo vydanie prekladu práce prof. N. S. Avdonina (2).

Práca prof. Avdonina vzbudila veľkú a oprávnenú pozornosť našich poľnohospodárov, ktorá sa prejavila jednak tým, že sa JRD dožadujú granulovaných hnojív, jednak pokusmi o granuláciu hnojív domácymi spôsobmi.

Ako ďalej ukážeme, domáce granulovanie na jednoduchých aparáturach má nevýhody. Rovnako aj upotrebenie nosiča nie je technicky vhodné, lebo manipulačne zväčšuje hmoty a relatívne snižuje výnosy zrna. Výsledky našich vlnajších pokusov s granulátmi s nosičmi (označované GSM), ako aj tohoročné pokusy s granulami bez nosičov a bez spojív ukazujú, že najvyšších výnosov zrna pri najmenejšej spotrebe superfosfátu možno dosiahnuť pri upotrebení granúl vyrobených pomocou sulfátových odpadových výluhov. Tento spôsob granulácie navrhovaný a experimentálne agrobiologicky a biochemicky spracovaný našim kolektívom vyžaduje isté investície, a to zriadenie veľkej granuláčnej stanice na výrobu superfosfátu priamo v závode. Táto investícia spadajúca prevažne do odboru ťažkého strojárstva podľa našich odhadov by vyžadovala asi 20.000.000 Kčs, ale predstavovala by jednotku, ktorá by v dnešnom štádiu vývoja nášho poľnohospodárstva stačila kryť spotrebu granulovaného superfosfátu celej našej vlasti. Naproti tomu náš odhad ročných úspor prekráča pre celú ČSR číslo 10.000 vagónov superfosfátu, čo znamená hrubý odhad 5000 vagónov pyritov a 5000 vagónov fosfátov. Obidve počítateľné suroviny pre výrobu superfosfátu, pyrit a fosfáty sú suroviny k nám dovážané.

Keďže pri výrobe superfosfátu vystupuje ako bezprostredná surovina kyselina sírová, získaná spaľovaním pyritov a oxidáciou vzniklého  $\text{SO}_2$  na  $\text{SO}_3$ , potreba zaoberať sa prevádzkovo nami riešenou otázkou javí sa tým výraznejšie, keďže aj kyselina sírová je veľmi žiadaná a obhospodávaná surovina. Je zrejme, že požadovaná investícia na vybudovanie granuláčnej stanice nie je v žiadnom pomere k ohromnej úspore kyseliny sírovej. Dôležitosť zavedenia veľkovýroby granulovaných superfosfátov a popularizácie ich strojného upotrebenia pre JRD je s hľadiska výstavby socializmu v našej vlasti teda zrejma. V ďalšom predkladáme výsledky našich pokusov r. 1951, rekapitulujeme pokusy z r. 1950 a stručne citujeme výsledky sovietskych pokusov uvádzaných profesorom N. S. Avdoninom.

## Výsledky sovietskych pokusov.

V závere svojich početných prác Avdonin konštatuje, že užitočné pôsobenie hnojív vo veľkej miere závisí od ich fyzikálneho stavu. Zatiaľ čo pri upotrebení práškovitého superfosfátu rastlina môže využiť iba 10—30 % upotrebeného superfosfátu, zbytok 70—85 % superfosfátu pôsobením rôznych pôdnych činiteľov prechádza do formy rastlinám veľmi málo prístupnej (petrifikuje sa). Tento pochod demobilizácie fosforečného hnojiva je tým intenzívnejší, čím väčší povrch má upotrebené hnojivo a čím väčšou plochou sa stýka s pôdou. Povrch jemne práškovitého superfosfátu je mnohotisíckrát väčší ako povrch granul. Preto aj veľká časť fosforu práškovitého superfosfátu sa v pôde mení, ako hovorí Avdonin, „v mŕtvy kapitál“ tým, že sa viaže do formy, ktorá je rastlinám neupotrebitelná.

Granulované hnojivo však má povrch pomerne malý, a demobilizácia fosforu nastáva v pôde len veľmi obmedzene. (Pozri tab. III.). To umožňuje znížiť potrebnú dávku superfosfátu pre dosiahnutie vysokej úrody na pomerne malý zlomok  $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{8}$  normálne užíwanej dávky vtedy, ak namiesto práškovitého superfosfátu, rozhadzovaného na široko, upotrebíme granulovaný superfosfát do riadkov.

Naopak, upotrebenie úsporného množstva granulátu v porovnaní plnou dávkou práškovitého superfosfátu, výnos kultúry ešte zvyšuje.

V nasledujúcom uvádzame niektoré výsledky prof. N. S. Avdonina:

Tabuľka I.

Č.	Kultúra	Miesto pokusu	Výnos zrna v q na 1 hektáru		
			kontrola bez. fosf. hnojenia	Upotrebením superfos. Práškovitý superfosfát na široko	Granul. superfosfát do riadkov
1.	Pšenica ozimná	Omská oblasť	11,4 q/ha	—	16,2 q/ha
2.	Pšenica ozimná	Omská oblasť	11,8 q/ha	—	20,7 q/ha
3.	Pšenica ozimná	Kamenná step (obl. Voronež)	18,6 q/ha	21,4 q/ha	22,8 q/ha
4.	Raž ozimná	Moskovská obl.	12,0 q/ha	13,97 q/ha	14,63 q/ha
5.	Pšenica jarná	Moskovská obl.	9,7 q/ha	10,8 q/ha	13,6 q/ha
6.	Pšenica jarná	Omská oblasť	11,58 q/ha	—	19,25 q/ha
7.	Pšenica jarná	Tambovská obl.	21,60 q/ha	22,40 q/ha	22,90 q/ha
8.	Ovos	Sandogorsk (obl. Vladimír)	16,00 q/ha	18,00 q/ha	19,50 q/ha

Z uvedených výsledkov pokusov vidno, že upotrebenie granulovaného superfosfátu je výhodné z týchto príčin:

1. Granulovaný superfosfát zvyšuje výnosy.
2. Vysoké výnosy možno doceliť aj podstatne nižšou dávkou granulovaného superfosfátu v porovnaní so superfosfátom práškovitým.
3. Granulovaný superfosfát pri upotrebení do riadkov umožňuje využiť strojovú techniku, čím sa šetrí práca.

Z práce A v d o m i n a (2), ktorá najnovšie vyšla tiež v slovenskom preklade v nakladateľstve Oráč, sme citovali iba to najpotrebnejšie.

## B. Časť experimentálna. Pokusy v r. 1951.

V predchádzajúcej práci L. P a s t ý r i k, P. N e m e c, J. M o r a v č í k, J. S t e i n h ü b e l. Výsledky pokusov so superfosfátom granulovaným sulfitovým výluhom, Chem. zvesti 9/10 (1951) sme ukázali, že upotrebenie sulfitového výluhu ako granuláčného spojiva je výhodnejšie ako upotrebenie práškovitého superfosfátu. Ďalej sme ukázali, že granuláty so sulfitovými výluhmi (GSS) sú výhodnejšie najmä s hľadiska hektárového výnosu zrna, ako granuláty s nosičom (GSM).

Tchoročné pokusy mali jednak overiť pokusy vlnajšie, jednak ich porovnať s granulátmi vyrobenými bez nosičov a spojív, takými aké sa užívajú v anglosaských zemiach. Aj tu sme ukázali, že granuláty vyrobené kolektívom objaveným spôsobom sú výhodnejšie a že dávajú zo všetkých doteraz známych typov superfosfátu najvyššie výnosy.

Pre prehľadnosť treba zopakovať formy a hektárové dávky superfosfátov, ktoré boli predmetom vlnajších aj tohoročných pokusov. V pokusoch sme upotrebili:

1. Normálny práškovitý superfosfát užívaný v obvyklom množstve (cca 45 kg  $P_2O_5$ /ha) na ha označovaný ako Spf 1/1.

2. Superfosfát granulovaný nosičom (vyluhovaná makovinová drviina) v množstve:

- a) 45 kg  $P_2O_5$ /ha označený ako GSM 1/1,
- b) 22,5 kg  $P_2O_5$ /ha označený ako GSM 1/2.

3. Čistý superfosfát granulovaný mechanicky (spôsob upotrebenia v anglosaských zemiach):

22,5 kg  $P_2O_5$ /ha označený ako GSP 1/2.

4. Superfosfát granulovaný prídavkom sulf. odpadového výluhu ako spojiva:

- a) 22,5 kg  $P_2O_5$ /ha označený ako GSS 1/2,
- b) 11,25 kg  $P_2O_5$ /ha označený ako GSS 1/4.

Granuláty GSS obsahovali 3 váhové % sulfitového odpadového výluhu odpareného do sucha.

Výsledky poľných pokusov r. 1950 a 1951 na rôznych obilninách a rôznych stanoviskách predkladáme v tabuľke II.

Tabuľka

Kultúra	Miesto pokusu	Rok pokusu	Výmera parc.	Iné hnojenie na 1 ha	Kontrola		Spf. 1/1	
					Bez PS		45,0 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha prášok na šírku	
					zrno q/ha	hl. v.	zrno q/ha	hl. v.
Pšenica ozimná	Arboretum Mlyňany	1950	2.000 m <sup>2</sup>		22,62	83,5	25,54	84,2
Pšenica jarná	Arboretum Mlyňany	1950	2.000 m <sup>2</sup>		17,46	82,3	18,59	80,5
Jačmeň jarný	Arboretum Mlyňany	1950	2.000 m <sup>2</sup>		15,86	69,7	17,71	69,8
Ovos	Arboretum Mlyňany	1950	2.000 m <sup>2</sup>		9,55	39,0	8,10	34,0
						abs. váha		abs. váha
Pšenica ozimná	Čsl. št. maj. Nové sady okr. Nitro	1951	5.000 m <sup>2</sup>	150 kg 40% K-soli 100 kg síran amonný 100 kg liadok vápenatý	22,0	41,568	25,60	36,270
Pšenica ozimná	Čsl. št. maj. Hubice okr. Šamorín	1951	10.000 m <sup>2</sup>	150 kg 40% K-soli 100 kg síran amonný	11,60	34,246	14,50	33,700
Pšenica ozimná	Čsl. št. maj. Kobylany okr. Skalica	1951	5.000 m <sup>2</sup>	150 kg 40% K-soli 200 kg síran amonný	31,00	33,005	26,00	31,998
Raž	Čsl. št. maj. Klúčové okr. Trenčín	1951	5.000 m <sup>2</sup>	200 kg 40% K-soli 150 kg síran amonný 100 kg liadok vápenatý	14,25		13,50	
Ovos	Čsl. št. maj. Chalmová okr. Prievidza	1951	5.000 m <sup>2</sup>	150 kg 40% K-soli 150 kg síran amonný	15,05	29,828	19,80	27,706

## II.

Spf. 1/2		GSM 1/1		GSM 1/2		GSP 1 2		GSS 1/2		GSS 1/4	
22,5 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha prášok na šírku		45,0 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha gran. s nosič. do riadkov		22,5 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha gran. s nosič. do riadkov		22,5 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha čistý gran. do riadkov		22,5 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha gran. s SOV do riadkov		11,25 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha gran. s SOV do riadkov	
zrno q/ha	hl. v.	zrno q/ha	hl. v.	zrno q/ha	hl. v.	zrno q/ha	hl. v.	zrno q/ha	hl. v.	zrno q/ha	hl. v.
		26,55	83,8	26,34	83,2			18,2	84,7		
		19,04	82,0	18,79	81,0			19,04	80,5		
		18,20	71,3	15,38	71,1			17,15	71,8		
		10,75	41,0	11,85	40,0			14,15	52,5		
	abs. váha						abs. váha		abs. váha		abs. váha
23,90	42,210					23,50	40,398	23,50	38,914	26,40	37,506
13,40	32,904					12,80	33,056	14,40	31,902	15,40	30,878
29,00	33,297					30,36	32,893	31,68	38,302	31,10	34,741
12,30						14,60		16,40		17,10	
17,20	26,410					18,20	24,148	19,00	26,428	19,30	25,374

Z tabuľky vidno že:

1. Fosforečné hnojenie všeobecne zvyšuje výnosy zrna.

2. Normálne užívaná dávka fosforečného hnojiva, t. j. 45 kg  $P_2O_5$  na jeden hektár je zbytočne vysoká a nehospodárna: Pozri pokus 1, 2, 3, 4 v tab. II.

3. Ak je superfosfát granulovaný, možno s nižšími dávkami, t. j. s 22,5 kg  $P_2O_5$  a 11,25  $P_2O_5$  na jeden hektár doceliť rovnako vysoké, prípadne ešte vyššie výnosy zrna. Pozri pokus: 1, 2, 3, 4 v tab. II.

4. Zo snížených dávok superfosfátu v granulovanej forme najvyššie výnosy poskytujú superfosfáty granulované sulfitovým odpadovým výluhom. Pozri pokus 1, 2, 3, 4, 5 v tab. II.

5. Anglosaský spôsob granulovania bez spojiva a bez nosiča ostáva v ždý za spôsobom užívaným v SSSR (s nosičom), alebo za našim spôsobom so spojivom (sulf. odp. výluhom).

Pokusy v r. 1950 ukazujú, že granuláty so sulfitovým výluhom dávajú absolútne najlepšie výnosy u pšenice ozimnej, jarnej a u ovsu. U jačmeňa je výnos s granulátmi so sulfitovým výluhom vzhľadom na množstvo upotrebeného fosforu taktiež najlepší.

Granuly s nosičom (makovinová drvina po vyluhovaní alkaloidov) pri rovnakej dávke fosforu ostávajú v ždý za granulami so sulfitovým odp. výluhom. Pri rovnakej dávke fosforu 22,50 kg  $P_2O_5$  na 1 ha je výnos zrna na 1 ha jarnej pšenice:

u GSS (granuly so sulfitovým odp. výluhom)	28,29 q/ha
u GSM 1/2 (granuly s makovinou)	26,34 q/ha
Rezultuje rozdiel v prospech granúl so sulf. výluhom	1,95 q/ha

u ovsu:

GSS 1/2	14,15 q zrna/ha
GSM 1/2	11,85 q zrna/ha
V prospech granúl so spojivom sulfitového odpadového výluhu je rozdiel	2,30 q zrna/ha
u jarného jačmeňa:	
GSS 1/2	17,15 q zrna/ha
GSM 1/2	15,38 q zrna/ha
V prospech granúl so spojivom sulfitového odpadového výluhu je rozdiel	1,77 q zrna/ha

S toho možno uzavrieť, že granuláty so sulfitovým odpadovým výluhom sa ukázali najlepším nami skúšaným spôsobom fosforečného hnojenia.

Upozornení vývodmi prof. N. S. Advonina sme sa zaujímali o osud  $P_2O_5$  v pôde. Rastlina ho zužitkuje ak je podaný v práškovitej forme na 10—30%. Zvyšok až 85% prejde, ako to uvádza Adonin (2), do formy pre rastliny prakticky neprístupnej — stane sa „mŕtvym kapitálom“

Aký je naproti tomu osud  $P_2O_5$  dodaný do pôdy granulami GSS?

Pokúsili sme sa nájsť na túto otázku aspoň čiastočnú odpoveď pokusom. Jeden mesiac po zapravení granúl s osivom do pôdy sme gra-

nuly vybrali a podrobili chemickej analýze. Každá granula bola obalená shlukom korenkov obilniny, ktoré ju zo všetkých strán svieraly, takže granula ležala ako v košíčku utvorenom korenkami obilniny. Koriienky boli zrejme lákané látkami, ktoré do pôdy prenikly (difundovaly) z granulky, rástly smerom k nej zatiaľ, kým ju obalily. Takéto zjavy sú známe a volajú sa chemotropizmus. Na korenkoch košíčkov okolo granulky sme nepozorovali žiadne chorobné zmeny.

Zaujímavé boli výsledky presnej chemickej analýzy. Granulky „vysaté“ korenkami obilniny takmer už nemaly vodorozpustný  $P_2O_5$  a obsah nerozpustného  $P_2O_5$  stúpol len veľmi nepatrne, a to v jednotlivých prípadoch od 0,45 % do 2,21 %. Proti číslam, ktoré pre práškovitý superfosfát na široko rozhodovaný udáva Avdonin a ktoré prekrávajú 50%, je to ohromný rozdiel. To znamená, že GSS granulky svoj fosfor neodkladajú do „mŕtveho kapitálu“ a keď, tak len vo veľmi nepatrnej miere.

O pomere obsahu  $P_2O_5$  rozpustného a nerozpustného v granulkách sulfitovým odpadovým výluhom nás informuje tabuľka III.

Tabuľka III.

	$P_2O_5$ v %				
	Celkový	Vodorozpustný	Nerozpustný	Celkový úbytok po 1 mes. v pôde	Vodorozp. úbytok po 1 mes. v pôde
Kontrolné granulky ktoré neboly v pôde	20,55	19,42	1,13	—	—
Granulky, ktoré byly 1 mes. v pôde pri jačmeni	3,01	0,34	2,67	17,43	19,07
	3,69	0,34	3,34	16,86	19,08
Granulky, ktoré byly 1 mes. v pôde pri pšenici	3,06	0,30	2,75	17,49	19,12
	2,05	0,36	1,68	19,5	19,06

(Analyt. odd. Úst. pre techn. chémiu)

Stúpnutie % nerozpustného  $P_2O_5$  po pobyte v pôde je meradlom pre stratu fosforečnej živiny chemickým znehodnotením. Z tabuľky vidno, že táto strata je u GSS nepatrná (0,45—2,21 %) a nie je v nijakom pomere k vyše 50 % strate petrifikáciou, ktorú uvádza Avdonin pre práškovitý superfosfát.

V prechádzajúcej práci (1) sa ukázalo, že sulfitový odpadový výluh v koncentráciách, ktoré prichádzajú do úvahy pre granuláciu, nepôsobí na kľúčiace rastliny toxicky, ale naopak význačne podporuje vzrast.

Ďalej predkladáme rozbor účinku sulfitového odpadového výluhu na vývoj obilnej rastliny v prvých fázach jej vývoja, v počiatočnom štádiu svetelnom. Rastové pomery byly v tejto súvislosti referované v predchádzajúcej práci.

Okrem dĺžky a vzhľadu rastlín je pre posúdenie biologického účinku nejakej látky pre rastlinu dôležité aj percento sušiny v surovej váhe



rastliny a % popola v sušine. Pre rastliny pestované pri nedostatočnom svetle, tzv. rastliny etiolizované, zrejme trpiace podvýživou je napríklad charakteristické, že % obsah sušiny v živej rastline je nízky. Možno povedať, že takáto rastlina je vodnatá. Podobne je to aj s obsahom minerálnych látok (popola). Až do istej hranice je % popola úmerné vhodnosti výživy. V tabuľke IV. uvádzame čerstvú váhu rovnakého počtu priemerných rastlín, % sušiny z čerstvej váhy rastliny a % popola zo sušiny. Vážené a analyzované boli rastliny 1 mesiac staré, rôzne hnojené:

Tabuľka IV.

J a ě m e ň	Čerstvá váha	% sušiny	% popola v sušine
Nehnojená kontrola	44,50 g	15,7	23,42
GSS 1/1	53,95 g	16,62	31,10
GSS 1/2	41,75 g	18,13	24,08
Sulf. odp. výluh 35 mg/m <sup>2</sup>	51,61 g	15,11	31,10
Sulf. odp. výluh 700 mg/m <sup>2</sup>	44,01 g	15,90	28,80
<b>P š e n i c a</b>			
Nehnojená kontrola	34,84 g	21,00	33,40
GSS 1/1	36,72 g	19,50	22,22
GSS 1/2	23,54 g	27,70	29,30
Sulf. odp. výluh 35 mg/m <sup>2</sup>	32,10 g	29,80	42,70
Sulf. odp. výluh 700 mg/m <sup>2</sup>	13,05 g	41,50	19,30
<b>O v o s</b>			
Nehnojená kontrola	35,32 g	23,60	33,90
GSS 1/1	38,30 g	21,05	39,40
GSS 1/2	30,49 g	33,20	43,70
Sulf. odp. výluh 35 mg/m <sup>2</sup>	30,88 g	30,40	34,00
Sulf. odp. výluh 700 mg/m <sup>2</sup>	36,49 g	17,70	30,40

(Analyt. odd. Úst. pre techn. chémiu).

Podrobný rozbor produkcie čerstvej váhy kľúčnych rastlín, % sušiny a % popola v sušine ukazuje, že sulf. výluhom granulovaný superfosfát zreteľne zvyšuje váhu surovej hmoty rastliny a že samotný sulfitový odpadový výluh v množstvách 35 mg na 1 m<sup>2</sup> (čo odpovedá asi jeho množstvu v granulátoch GSS) nie je škodlivý, ale naopak, aj sám o sebe robí na vývoj mladej rastliny priaznivý vplyv.

## Z á v e r

Vedení sovietskymi skúsenosťami v teórii techniky výživy kultúrnych rastlín sme previedli viac sérií pokusov s granulovanými hnojivami.

Srovnávali sme účinky rôzne upravených superfosfátov na obilniny pšenicu ozimnú a jarnú, jačmeň, raž a ovos. Srovnávali sme potrebné dávky superfosfátu (prepočítané na P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) na dosiahnutie vysokej úrody u jednotlivých druhov superfosfátov. V poľných pokusoch v r. 1951 sme užili týchto typov a dávok:

Spf. 1/1: Práškovitý superfosfát upotrebený v množstve odpovedajúcom 45,0 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na 1 ha. Hnojivo bolo rozmetané na široko (po celej ploche pokusnej parcely).

Spf. 1/2: Práškovitý superfosfát upotrebený v množstve odpovedajúcom 22,5 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na 1 ha. Rozmetané na široko.

GSP 1/2: Superfosfát granulovaný len mechanicky, bez nosiča alebo spojiva. Upotrebený v množstve odpovedajúcom 22,5 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na 1 ha. Granuly boli do pôdy zapravené spolu s osivom, sejacím strojom bežnej konštrukcie, priam k zrnu do riadkov.

GSS 1/2: Superfosfát granulovaný prídavkom 3 % do sucha odpadového sulfitového výluhu (odpadok pri výrobe celulózy z ihličnatého dreva sulfitovým varením) v dávke odpovedajúcej 22,5 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na 1 ha. Zapravenie spolu s osivom, strojom, do riadkov.

GSS 1/4: Superfosfát granulovaný prídavkom 3 % sulf. odp. výluhu v množstve odpovedajúcom 11,25 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na 1 ha. Do riadkov, strojom, spolu s osivom.

Poľné pokusy potvrdili, ako ukazuje tabuľka II., v celom rozsahu výsledky a závery sovietskych pokusov, najmä prof. N. S. Avdonina. Práca prof. Avdonina (2) mala pre náš tím väčší význam, že aj nám potvrdila výsledky z r. 1950 už uverejnené (1) a inštruovala nás, aby sme skúšali ešte nižšie dávky P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ako v r. 1950.

Vo všetkých našich poľných pokusoch sa dokázalo a znovu potvrdilo, že dnes v praxi užívaná dávka 45 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na 1 hektár je zbytočne vysoká a nerentabilná. Pri upotrebení granulovaných superfosfátov sa nám potvrdilo, že množstvo P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> možno znížiť na 25 %, prípadne aj menej tejto tzv. „normálnej“ dávky, t. j. zo 45 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha na 11,25 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na ha.

Tento fakt, ktorý sa nám opätovne potvrdil, dáva možnosť nášmu hospodárstvu ušetriť ročne niekoľko tisíc vagónov kyseliny sírovej a fosfátov.

Zo skúšaných typov granulátov prejavil sa ako najlepší náš granulát so sulfitovým odpadovým výluhom. V jednotlivých pokusoch dával výsledky v úrode zrna 10—17 % lepší ako najlepší granulát ináč složený pri rovnakej hladine  $P_2O_5$ , alebo dokonca ešte nižšej.

V teoretickom rozbere pôsobenia granulátov so sulf. odpadovým výluhom sme ďalej zaznamenali, že u granulátov za 1 mesiac prechádza z rozpustného stavu do nerozpustného iba nepatrná čiastka, ktorá v jednotlivých pokusoch kolísala od 0,45 — 2,21%. Je teda presun do „mŕtveho kapitálu“, ako to nazýva Avdonin, u granulátov so SOV v srovnaní so superfosfátom práškovitým nepatrný, tento sa stráca z 50—70 % do nerozpustnej formy tzv. mŕtveho kapitálu (pozri tab. III).

V počiatočných štádiách vzrastu sulfitový odpadový výluh sám. ale aj v granulách (GSS) pôsobí význačné zvýšenie produkcie zelenej hmoty rastliny, sušiny aj % popola (tab. IV).

Metóda granulácie superfosfátu sulfitovým odpadovým výluhom umožňuje veľmi rentabilné využitie odpadu, ktorý ináč je z najväčšej časti vypúšťaný bez úžitku do riek.

Granuláty, vyrobené podľa spôsobu v anglosaských zemiach (GSP). bez nosičov a spojív zaostávajú vo výsledkoch úrody zrna za granulátmi ako sovietskeho typu, a tým viac aj za našimi granulátmi so sulf. odpad. výluhmi.

Granulované superfosfáty sú vhodné pre strojné upotrebenia, siatie do riadkov spolu s osivom. Ich povaha strojové upotrebenie dokonca vyžaduje. Tento fakt spolu s tým, čo bolo už prv povedané o úspornosti ich upotrebenia a o schopnosti niektorých granulátov zvyšovať výnosy zrna, predurčuje granulované superfosfáty na masové užitie v socialistickom pôdohospodárstve.

#### Выводы.

Руководясь советскими опытами по теории технического питания культурных растений мы произвели несколько серий опытов по гранулированным удобрениям.

Мы сопоставили действие разнообразно оформленных сортов суперфосфата на хлебные растения, именно на пшеницу озимую и весеннюю, ячмень, рожь и овёс. Мы сравнивали необходимые дозы суперфосфата (перечисленные на  $P_2O_5$ ) для достижения высокого урожая у отдельных сортов суперфосфата. В полевых опытах г. 1951 мы пользовались этими типами и дозами

Spt.  $1/1$  Пороховой суперфосфат употреблённый в количестве, соответствующем 45.0 кг на 1 гектар. Удобрение разбросано широко (по всей площади опытного участка земли).

Spt.  $1/2$ ; Пороховой суперфосфат употреблённый в количестве соответствующем 22,5 кг  $P_2O_5$  на 1 гектар. Удобрение разбросано широко;

GSP  $1/2$  Суперфосфат гранулированный только механическим путём, без носителя или связывающего вещества, употреблённый в количестве соответствующем 22,5 кг  $P_2O_5$  на 1 гектар. Гранулы вправлены в почву совместно с посевным зерном в ряды прямо к зерну, сеялкой обычной конструкции.

GSS  $1/2$  Суперфосфат гранулированный с прибавкой 3<sup>0</sup>/<sub>0</sub> до сухого остатка выпаренного сульфатного щёлка (отброс после производства целлюлозы из хвойного дерева сульфитным варением) в дозе соответствующей 22,5 кг  $P_2O_5$  на 1 гектар. Вправлено вместе с посевным зерном, сеялкой, в ряды.

GSS  $1/4$ : Суперфосфат гранулированный с добавкой 3<sup>0</sup>/<sub>0</sub> сульфитного отбросного щёлка в количестве соответствующем 11,25 кг на 1 гектар. В ряды, сеялкой, вместе с посевным зерном.

Полевые опыты вполне подтвердили, как показывает таб. II., результаты советских учёных, особенно проф. Н. С. Авдони́на. Значение работы проф. Авдони́на (2) для нас тем больше, что в ней подтверждены нами уже опубликованные (1) результаты из г. 1950.

С другой стороны эта работа нас инструктировала, чтобы применять ещё меньшие дозы  $P_2O_5$  чем в г. 1950.

В всех наших полевых опытах доказано и снова подтверждено, что в настоящее время в практике употребляемая доза 45 кг  $P_2O_5$  на 1 гектар является излишне высокой и нерентабельной. Мы подтвердили, что пользуясь гранулированным суперфосфатом, является возможным понижение количества  $P_2O_5$  до 25<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, или ещё меньше этой так называемой „нормальной“ дозы, т. е. из 45 кг  $P_2O_5$ /гектар до 11,25 кг  $P_2O_5$ /гектар.

Этот факт, который был снова подтверждён, делает возможным сберечь *ежегодно несколько тысяч вагонов* серной кислоты и фосфатного сырья.

Из исследованных типов гранулированных продуктов самым лучшим оказался гранулированный продукт с сульфитным отбросным щёлком. В отдельных опытах он оказывал результаты в урожае зерна на 10—17<sup>0</sup>/<sub>0</sub> лучше, чем наилучший гранулированный продукт другой состава при одинаковом или даже ещё низшем уровне  $P_2O_5$ .

В теоретическом рассмотрении действия гранулированных продуктов с сульфитным отбросным щёлком мы заметили, что у гранулированных продуктов в течении 1 месяца переходит из растворимого состояния в нерастворимое только незначительная часть, которая в отдельных опытах колебалась от 0,45 до 2,21<sup>0</sup>/<sub>0</sub>. Таким образом передвижка в „мертвый капитал“, как это назвал Авдонин, явля-

ется у гранулированных продуктов с сульфитным отбросным щёлком в сравнении с пороховым суперфосфатом ничтожной (таб. III.)

В начальных стади х роста сульфитный отбросный щёлок сам, но и в гранулах (GSS) вызывает значительное повышение продукции зеле ого вещества растения, сухого вещества и  $\%$  золы (таб. IV.)

Метод гранулирования суперфосфата сульфитным отбросным щёлком делает возможным очень рентабельное использование отброса, который по большей части выпускают бесполезно в реку.

Гранулированные продукты, полученные способом обычным в Англии (GSP) без носителей и связывающих веществ являются по результатам урожая хуже гранулированных продуктов с сульфитным отбросным щёлком.

Гранулированный суперфосфат является пригодным для машинного употребления, для посева в гряды вместе с посевным зерном. По своей природе он даже требует машинного употребления. Этот факт, вместе с тем, что уже раньше сказано о экономии его применения и о способности некоторых гранулированных продуктов повышать урожайность зерна, предназначает гранулированный суперфосфат для массового использования в социалистическом сельском хозяйстве.

### Zusammenfassung.

Geleitet von sowjetischen Erfahrungen in der Theorie und Technik der Kulturpflanzen, haben wir einige Serien Versuche mit granulierten Düngemitteln durchgeführt.

Wir haben die Wirkungen verschiedenartig zubereiteter Superphosphate auf Winter — und Sommerweizen, Gerste, Roggen und Hafer, sowie die erforderlichen Mengen von Superphosphat (auf  $P_2O_5$  umgerechnet) zur Erzielung von hohen Erträgen bei den einzelnen Superphosphattypen verglichen. In Feldversuchen im Jahre 1951 haben wir folgende Typen und Dosierungen angewendet:

Spt. 1/1: Pulverförmiges Superphosphat in einer 45,0 kg  $P_2O_5$  pro ha entsprechenden Menge. Das Düngemittel wurde breitwürfig (über die ganze Fläche der Versuchsparzelle) gestreut.

Spt 1/2: Pulverförmiges Superphosphat in einer 22,5 kg  $P_2O_5$  pro ha entsprechenden Menge. Breitwürfig gestreut.

GSP 1/2: Nur mechanisch granuliertes Superphosphat, ohne Träger oder Bindemittel, in einer 22,5 kg  $P_2O_5$  pro ha entsprechenden Menge. Die Granulen wurden mittels einer Sämaschine gagnbarer Konstruktion zusammen mit dem Saatgut direkt in die Reihen eingebracht.

GSS 1/4: Durch Beimengung von 3 % trocken eingedampfter Sulfitablauge (Abfall der Celluloseherzeugung aus Nadelholz bei Sulfitkochen) granuliertes Superphosphat in einer 22,5 kg  $P_2O_5$  pro ha ent-

sprechenden Menge. Einbringung zusammen mit dem Saatgut mittels Sämaschine in die Reihen.

GSS 1/4: Durch Beimengung von 3 % eingedampfter Sulfitablauge in einer 11,25 kg  $P_2O_5$  pro ha entsprechenden Menge. Einbringung mittels Sämaschine zusammen mit dem Saatgut direkt in die Reihen.

Die Feldversuche haben, wie Tafel II zeigt, in vollen Ausmasse die Ergebnisse und Folgerungen der sowjetischen Versuche, besonders von Prof. N. S. Avdonin bestätigt. Die Arbeit von Prof. Avdonin hatte für uns eine um so grössere Bedeutung, da sie unsere schon veröffentlichten (1) Ergebnisse aus dem Jahre 1950 bestätigte und uns instruierte, noch kleinere Dosierungen von  $P_2O_5$  als im Jahre 1951 zu prüfen.

In allen unseren Feldversuchen ist es bewiesen und von neuem bestätigt worden, dass die heute in der Praxis angewendete Menge von 45 kg  $P_2O_5$  pro ha überflüssig hoch und unrentabil ist. Bei Anwendung von granulierten Superphosphaten bestätigte es sich, dass die Menge von  $P_2O_5$  pro ha auf 25 %, eventuell auch auf eine kleinere Menge dieser sogenannten Normaldosis, d. h. von 45 kg auf 11,25 kg  $P_2O_5$  pro ha erniedrigt werden kann.

Diese Tatsache, welche wiederholt bestätigt wurde, gibt unserer Wirtschaft die Möglichkeit, jährlich einige Tausend Eisenbahnwägen Schwefelsäure und Phosphate zu ersparen.

Unter den untersuchten Granulattypen hat sich als bestes unser Granulat mit Sulfitablauge erwiesen. In den einzelnen Versuchen gab es um 10—17 % bessere Ernteergebnisse, als das beste Granulat anderer Zusammensetzung bei gleichem oder sogar tieferem Niveau von  $P_2O_5$ .

In der theoretischen Analyse der Einwirkung von Sulfitablaugengranulaten stellten wir weiter fest, dass im Laufe eines Monats bei den Granulaten nur ein geringfügiger Teil, welcher sich bei den einzelnen Versuchen zwischen 0,45—2,21 % bewegte, aus dem löslichen in den unlöslichen Zustand überging.

Im Vergleich mit Superphosphat in Pulverform ist die nach Avdonin benannte Verlagerung in das „tote Kapital“ bei Granulaten mit Sulfitablauge geringfügig, denn das Superphosphat in Pulverform verliert sich in die unlösliche Form des sog. „toten Kapitals“ bis zu einer Menge von 50—70 % (siehe Tafel III.).

In den Anfangsstadien des Wachstums verursacht die Sulfitablauge sowohl allein als auch in Granülen (GSS) eine bedeutende Erhöhung der Grünmasse der Pflanzen, der Trockensubstanz und auch der Aschenperzente (siehe Tafel IV.).

Die Granulationsmethode von Superphosphat durch Sulfitablauge ermöglicht eine sehr rentable Ausnützung eines Abfalles, welcher sonst grösstenteils ohne Nutzen in die Flüsse abgelassen wird.

Die nach englischen Methoden (GSP) ohne Träger und Bindemittel hergestellten Granulate bleiben in den Ernteerträgen weit hinter den sowjetischen Granulattypen und noch bedeutend weiter hinter unseren Granulaten mit Sulfitablauge zurück.

Die granulierten Superphosphate sind für mechanisierten Reihenanbau gemeinsam mit dem Saatgut geeignet. Ihre Eigenschaften erfordern sogar mechanisierte Anwendung. Diese Tatsache und die schon vorher erwähnte Ersparnis bei ihrer Anwendung, sowie die Eigenschaft einiger Granulate, die Ernteerträge von Getreide zu erhöhen, hat die granulierten Superphosphate zur Massenanwendung in der sozialistischen Wirtschaft vorbestimmt.

#### Literatúra:

1. Pastýrik L., Nemeč P., Moravčík J., Steinhübel J., Chemické zvesti 9,10. (1951).
2. Avdonin N. S., Granulinovanie udobrenija i ich primenenije v sefskom chazijstve. Moskva 1950.
3. Mišustin E. N., Vest' ČAZ. roč. XXIII, 5 (1949).
4. Lysenko T. D., Agrobiologie. Praha 1950.

## Pokroky v cementárstve a vápeníctve v posledných rokoch\*)

VILIAM FIGUŠ

(Dokoučenie).

Belgické sadrotroskové cementy zn. „Sealithor“ a „Bellor“, ktoré sú vysokohodnotné, dosahujú pri jemnosti mletia 2,0, resp. 2,2% na site s 10.000 očkami na  $\text{cm}^2$  po 28 dňoch vodného uloženia až  $784 \text{ kg/cm}^2$  a u striedavého uloženia až  $843 \text{ kg/cm}^2$  (Sealithor), v prípade druhého preparátu (Bellor)  $863 \text{ kg/cm}^2$ , resp.  $913 \text{ kg/cm}^2$  podľa starých belgických noriem. Podobnými vysokými pevnosťami sa vyznačujú aj francúzske sadrotroskové cementy zn. „Supersilor“ a „Cilor“. Na výrobu uvedených cementov sa používajú trosky, bohaté na hlinitaný.

V Nemecku sú normované tieto cementy: Portlandský cement, železoportlandský cement, vysokopecný cement, u každého s tromi akostnými triedami, trasový cement, smesné cementy, biely cement a ruďný cement. Nie sú normované: hlinitanový cement (ktorý je však prípustelný) a sadrotroskový cement (ktorý je však povolený dávať na trh), prírodný cement, zvláštne cementy, ako živičné s voskom, mydlom a s inými látkami, dodatočne upravované cementy.

Sadrotroskový cement má podľa policajnej vyhlášky dňa 25. II. 1944 dve akostné triedy, a to do 225 a 325.

---

\*) Prednesené na pracovnej konferencii chemických výskumníkov, technikov, zlepšovateľov a novátorov v Banskej Štiavnici v júli 1951.