

Dr inž. Zdenko Vitasović  
Institut za oplemenjivanje i proizvodnju bilja  
Poljoprivrednog fakulteta Sveučilišta, Zagreb

## GNOJIDBA NEKIH KISELIH TALA

### UVOD

U jugoslavenskoj poljoprivrednoj proizvodnji imaju kisela tla veliki značaj. Prema procjenama, preko 60% jugoslavenskih poljoprivrednih površina spada u tu grupu. U planinskim krajevima Jugoslavije taj je procenat znatno viši. Razumljivo je stoga, da problem ispravne gnojidbe kiselih tala ima za nas izuzetnu važnost. Rješavajući taj zadatak, mi smo u samom početku istraživanja na osnovu brojnih analiza kiselih tala izdvojili dva problema, koji su važniji od ostalih. To je u prvom redu problem promjene stupnja kiselosti tih tala, odnosno eventualne primjene kalcifikacije, te pitanje vrste i količine fosfornih gnojiva, jer tim tlima nedostaje mnogo fosfora. Dio tih naših istraživanja je već objavljen (1—7), a ovdje prikazujemo nastavak tih radova.

### OPIS RADOVA I METODIKA POKUSA

Pokuse smo postavili na tri karakteristična mjesta u Hrvatskoj s time, da je svako od izabranih pokusnih mjesta predstavljalo drugačiji varijetet tla i ležalo u drugom rajonu. Pokusno mjesto Sadilovac nalazi se na tromeđi Like, Korduna i Bosanske Krajine. Pokusna parcela ima nadmorsku visinu nešto iznad 400 m, a predstavljala je nekultiviranu bujadnicu. Pokusno mjesto na PD Medak se nalazi u Ličkom Polju na nadmorskoj visini od cca 520 metara i prije početka rada je bila nekultivirana vriština. Brezovo Polje na kojem se nalazilo treće pokusno mjesto je na nadmorskoj visini od cca 750 metara. Prije početka pokusnog rada to je bio tipičan planinski travnjak pokriven nardusom:

Na svakom pokusnom mjestu pokus je bio postavljen po istom principu, tj. imao je četiri parcele po dva hektara. Svaka parcela od 2 ha dijelila se na četiri dijela od po 5000 m<sup>2</sup>. Ta četiri dijela bila su različito kalcificirana: sa 10 t vapnenca na 1 ha, sa 5 t vapnenca na 1 ha, sa 2 t vapnenca na 1 ha te konačno bez dodatka vapnenca. U svakoj varijanti kalcifikacije primijenjeno je 10 različitih kombinacija gnojenja s fosfornim gnojivima. Svaka od tih kombinacija je imala četiri repeticije s osnovnom veličinom parcelice od 125 m<sup>2</sup>.

Prije početka radova izvršene su detaljne pedološke analize pokusnog polja (vidi tabele br. Ia, Ib i Ic), tako da se mogu pratiti promjene u tlu. Sve pedološke analize navedene u ovom radu izvršene su u Zavodu za agroekologiju, Zagreb.

Tlo na kojem su postavljeni pokusi predstavlja vrištinsko bujadični podzol sa slijedećim fizikalno-kemijskim osebina.

Tabela I.a) Mehanički sastav

	Mehanički sastav po Kopeckom u % čestica			Surova glina > 0,0002 m/m	
0— 15	59,72	30,92	6,68	2,68	12,05
15— 38	54,84	35,16	7,60	2,40	17,70
38— 65	67,60	28,16	2,80	1,44	20,00
65—145	57,68	26,08	9,20	7,04	33,10
145—180	68,20	20,32	7,76	3,72	63,85

Tabela I.b) Fizikalna svojstva

Dubina u cm	Specifična težina		Porozitet volum. %	Apsolutni kapacitet za	
	volumna	faktična		vodu vol. %	zrak vol. %
2—5	1,25	2,64	52,47	48,45	10,12
12—15	1,21	2,67	54,64	40,40	14,24
22—25	1,15	2,68	57,02	38,84	18,18
35—38	1,31	2,63	50,08	38,50	11,58
52—55	1,50	2,75	45,34	38,68	6,66
72—75	1,40	2,73	48,48	40,35	8,13
92—95	1,47	2,80	47,41	40,00	7,41

Tabela I.c)

Dubina	pH		Deficit vapna izražen u mtc 100% CaCo po ha	Humus %	N %	U 100 g tla fiziol. aktivno po Egneru	
	nKCl	H <sub>2</sub> O				mg K <sub>2</sub> O	mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
0—25	4,19	5,70	131	4,49	0,23	8,96	prosjek
25—50	3,98	5,67	193	2,44	0,18	1,40	prosjek

### REZULTATI POKUSA

Radi obilja materijala sakupljenog kroz četiri godine na tim pokusima, odlučio sam, da ovdje prikazem rezultate samo jednog pokusnog mjesta (Sadilovac) s time, da se ostala pokusna mjesta obrade kasnije. U nizu tabela, koje slijede, prikazana je svaka od pokusnih parcela u dvije tabele (osim parcele broj 2, za koju nije data tabela za posljednju godinu rada) i to tako, da je na jednoj prikazan sumarni relativni prinos kroz sve četiri godine rada, a na drugoj rezultati u posljednjoj godini rada. Iz tih tabela je vidljivo, kako je svaka pojedina gnojidba djelovala u toku trajanja pokusa, te koja je vrijednost njenog melioracionog produžnog djelovanja bila u posljednjoj godini rada, kada je čitava parcela bila jednolično gnojena. Premda na prvi pogled ima mnogo tabela, treba naglasiti, da bi svako dalje skraćivanje onemogućilo pravilan uvid u rezultate rada, te da se ne može provesti.

Na kraju je dan sumarni za sve četiri parcele. Kod toga sumara treba upozoriti, da se gnojidba fosforom na sve četiri parcele u potpunosti podudara u 8 varijanata, dok u dvije postoji razlika. Tako je npr. u varijanti osnovne gnojidbe 10 q surovih fosfata više 4 q superfosfata u drugoj godini rada dodano na tri parcele po 4 q superfosfata, a na jednoj parceli nije dodano ništa. Nadalje u varijanti gdje smo u prvoj godini rada imali 6 q superfosfata više 4 q superfosfata u nadoknadanju je dodano u drugoj godini rada u dvije varijante po 10 q superfosfata, u jednoj 6 q, te u jednoj 4 q superfosfata.

Svi ostali detalji vidljivi su na tabelama pokusa.

**Pokusno mjesto: Sadilovac — Parcela br. I** **Sumar rezultata 1957—1960. god.**

Gnojeno s fosforim gnojivima u 1957. godini	Surovi fosfati		Mješav. Superfosfat			Thomasova drozga							
	25	15	6	10Sr+4Sp	12	6+4	6	3	12	6			
u 1958.	×	×	×	4Sp	12	10	6	3	12	6			
u 1959.	×	×	×	×	4	4	4	4	4	4			
Dodavanje vapnenca izvršeno u 1957. g.										Ukupan zbroj	Prosjeck		
<b>Sumar rezultata prinosa tokom svih pokusnih godina</b>													
×	t/ha	107,4	97,6	77,3	102,7	115,1	95,6	94,6	90,6	114,6	102,2	997,7	99,7
2	t/ha	108,7	106,5	89,5	109,1	113,8	122,2	109,2	100,3	119,0	108,2	1086,5	108,6
5	t/ha	98,1	92,1	86,6	94,3	97,6	96,4	102,3	87,4	103,0	94,3	952,1	95,2
10	t/ha	99,3	91,9	85,3	90,8	108,7	96,5	106,2	93,5	107,1	88,8	968,1	96,8
<b>Ukupno</b>		413,5	388,1	338,7	396,9	435,2	410,7	412,3	371,8	443,7	393,5	—	—
<b>Prosjeck</b>		103,4	97,0	84,7	99,2	108,8	102,7	103,1	92,9	110,9	98,3	—	—

× označuje prosjek

Svi podaci o prinosima izraženi su u relativnim brojevima (indeks).

Brojevi za fosforina gnojiva označuju mtc/ha. Miješana kombinacija bila je 10 mtc surovih fosfata i 4 mtc superfosfata. U 1958. godini je toj kombinaciji dodan superfosfat.

Parcela je u toku 1957.—1959. jednolično gnojena sa NK gnojivima i to: (uračunata osnovna gnojidba i nadoknjanjanje)

u 1957. god.: 140 kg/ha N i 120 kg/ha K<sub>2</sub>O

u 1958. god.: 100 kg/ha N i 120 kg/ha K<sub>2</sub>O

u 1959. god.: 120 kg/ha N i 200 kg/ha K<sub>2</sub>O

u 1960. god. je cijela parcela jednolično gnojena sa 5 mtc/ha Thomasove drozge, 3 mtc/ha kalijeve 40% soli i 3 mtc/ha kalkamona.

**Plodored na parceli:** 1957. godina: lupina, 1958. kukuruz, 1959. krumpir, 1960. pšenica.

**Pokusno mjesto Sadilovac — Parcela br. I**

Gnojidba s fosforim gnojivima	Surovi fosfati				Miješana				
	25	15	6	10+4	12	4 Sp	12	4	
u 1957. god.									
u 1958. god.	×	×	×	×	×	×	×	×	
u 1959. god.	×	×	×	×	×	×	×	×	
Dodano vapnenca u 1957. god.	Prinosi u 1960.								
	q/ha	u %	q/ha	u %	q/ha	u %	q/ha	u %	Prinosi q/ha u %
×	32,10	111,9	31,10	108,5	26,60	92,8	30,2	105,3	39,4 137,4
2 t/ha	28,5	99,4	28,2	98,4	25,0	87,2	28,4	99,1	30,8 107,4
5 t/ha	29,8	103,9	26,1	91,0	24,0	83,7	26,1	91,0	27,0 94,2
10 t/ha	30,6	106,7	24,0	83,7	23,10	80,6	27,10	94,5	35,0 122,1
<b>Ukupno</b>	121,0		109,4		98,7		111,8		132,2
<b>Prosjeck</b>	30,2	105,3	27,35	95,4	24,67	86,0	27,95	97,5	33,05 115,3

Parcela je jednolično gnojena u jesen 1959. sa 500 kg/ha Thomasove drozge, 300 kg/ha kalijeve

× označuje prosjek

**Pokusno mjesto: Sadilovac — Parcela br. II**

**Sumar rezultata 1957—1960. god.**

Gnojeno s fosforim gnojivima													
u 1957. godini	Surovi fosfati			Mješav. Superfosfat			Thomasova drozga						
	25	15	6	10Sr+4Sp	12	6+4	6	3	12	6			
u 1958.	×	×	×	4Sp	12	10	6	3	12	6			
u 1959.	×	×	×	×	4	4	4	4	4	4			
Dodavanje vapnenca izvršeno u 1957. g.											Ukupan zbroj	Prosjeak	
<b>Sumar rezultata prinosa tokom svih pokusnih godina</b>													
×	t/ha	108,7	99,5	69,6	111,4	117,4	109,0	105,4	86,0	126,2	111,1	1044,2	104,4
2	t/ha	113,6	98,5	65,2	97,3	109,8	100,8	88,3	73,0	114,5	90,4	951,4	95,1
5	t/ha	114,0	86,7	66,6	104,1	113,0	114,4	90,6	74,6	123,8	105,2	993,0	99,3
10	t/ha	112,9	98,8	72,2	106,7	117,4	116,7	104,6	82,2	108,8	89,9	1010,1	101,0
<b>Ukupno</b>		449,2	383,5	273,6	419,5	457,6	440,9	388,9	315,8	473,3	396,5	—	—
<b>Prosjeak</b>		112,3	95,9	68,4	104,9	114,4	110,2	97,2	78,9	118,3	99,1	—	—

× označuje prosjeak

Svi prinosi izraženi su u relativnim brojevima (indeks).

Brojevi za fosforna gnojiva označuju mtc/ha. Miješana kombinacija je bila 10 mtc/ha surovih fosfata i 4 mtc/ha superfosfata.

U toku 1957. do 1959. parcela je jednolično gnojena sa NK gnojivima i to: (uračunata osnovna gnojdba i nadohranjivanje)

u 1957. godini: 140 kg/ha N i 120 kg/ha K<sub>2</sub>O

u 1958. godini: 100 kg/ha N i 240 kg/ha K<sub>2</sub>O

u 1959. godini: 100 kg/ha N i 120 kg/ha K<sub>2</sub>O

u 1960. godini je cijela parcela jednolično gnojena sa 5 mtc/ha Thomasove drozge, 3 mtc/ha kalijeve soli 40%, te 3 mtc/ha kalkamona.

**Plodored na parceli:** 1957. god. vestervaldski ljulj, 1958. krumpir, 1959. kukuruz, 1960. pšenica.

**Prinosi pšenice u 1960. godini — sorta Fiorello**

Superfosfat			Thomasova drozga						Ukupan zbroj		
6 + 4			3			12			6		
10			3			12			6		
4			4			4			4		
u 1960.											
q/ha u %		q/ha u %		q/ha u %		q/ha u %		q/ha u %		Ukupno q/ha u %	
29,4	102,5	27,6	96,3	26,0	90,7	36,0	125,6	32,8	114,4	311,2	31,12 108,5
29,5	102,9	25,1	87,5	19,1	66,6	31,9	111,3	31,8	110,9	278,3	27,83 97,1
27,6	96,3	24,7	86,1	24,2	84,4	29,1	101,5	27,5	95,9	266,1	26,61 92,8
31,2	108,8	30,2	105,3	24,2	84,4	40,0	139,5	25,9	90,3	291,3	29,13 101,6
117,7		107,6		93,5		137,0		118,0		1146,9	
29,42	102,6	26,9	93,8	23,37	81,5	34,25	119,5	29,5	102,9	—	28,67 100

40% soli, 300 kg/ha kalkamona.

**Pokusno mjesto: Sadilovac — Parcela br. III**      **Sumar rezultata 1957—1960. god.**

Gnojeno s fosforim gnojivima u 1957. godini	Surovi fosfati			Mješav. Superfosfat			Thomasova drozga			Ukupan zbroj	Prosjeak	
	25	15	6	10Sr+4Sp	12	6+4	6	3	12			6
u 1958.	×	×	×	4Sp	12	4	6	3	12	6		
u 1959.	×	×	×	×	4	4	4	4	4	4		
Dodavanje vapnenca izvršeno u 1957. g.												
<b>Sumar rezultata prinosa tokom svih pokusnih godina</b>												
×	102,6	88,3	68,7	86,7	104,5	87,3	93,6	74,1	117,1	104,7	927,6	92,7
2 t/ha	111,5	98,7	70,2	107,0	111,0	94,4	102,4	74,7	117,5	107,1	994,5	99,4
5 t/ha	108,3	97,1	68,3	104,2	116,5	104,1	94,4	77,1	120,8	94,5	985,3	98,5
10 t/ha	111,6	104,1	94,0	117,9	144,0	106,3	100,7	91,1	122,2	108,2	1100,1	110,0
<b>Ukupno</b>	<b>434,0</b>	<b>388,2</b>	<b>301,2</b>	<b>415,8</b>	<b>476,0</b>	<b>392,1</b>	<b>391,1</b>	<b>317,0</b>	<b>477,6</b>	<b>414,5</b>	—	—
<b>Prosjeak</b>	<b>108,5</b>	<b>97,0</b>	<b>75,3</b>	<b>103,9</b>	<b>119,0</b>	<b>98,0</b>	<b>97,7</b>	<b>79,2</b>	<b>119,4</b>	<b>103,6</b>	—	—

× označuje prosjeak

Svi prinosi izraženi su u relativnim brojevima (indeks).

Projevi za fosforna gnojiva označuju mtc/ha. Miješana kombinacija je bila 10 mtc/ha surovih fosfata i 4 mtc/ha superfosfata. Kasnije je u toj kombinaciji dodano 4 mtc/ha superfosfata.

U toku 1957. do 1959. parcela je jednolično gnojena sa NK gnojivima i to: (uračunata osnovna gnojdba i nadoknjanjanje)

u 1957. godini: 140 kg/ha N i 120 kg/ha K<sub>2</sub>O

u 1958. godini: 80 kg/ha N i 120 kg/ha K<sub>2</sub>O

u 1959. godini: 100 kg/ha N i 120 kg/ha K<sub>2</sub>O

u 1960. godini je cijela parcela jednolično gnojena sa 5 mtc/ha Thomasove drozge, 3 mtc/ha kalijeve soli i 3 mtc/ha kalkamona.

**Plodored na parceli:** u 1957, 1958. i 1959. god. djetelinsko-travna smjesa, u 1960. pšenica.

**Pokusno mjesto: Sadilovac — Parcela br. III**

Gnojdba s fosforim gnojivima u 1957. god.	Surovi fosfati				Miješana				Prinosi q/ha u %	
	25	15	6	10+4	12	4 Sp	×	4		
u 1958. god.	×	×	×	×	×	×	×	×		
u 1959. god.	×	×	×	×	×	×	×	×		
Dodano vapnenca u 1957. god.	Prinosi u 1960.									
×	q/ha	u %	q/ha	u %	q/ha	u %	q/ha	u %	q/ha	u %
2 t/ha	29,2	89,1	28,7	87,6	25,6	76,3	25,6	78,1	27,0	82,4
5 t/ha	35,9	109,5	34,3	105,2	32,0	97,6	34,7	105,9	40,8	124,5
10 t/ha	35,5	108,3	35,9	109,5	34,6	105,5	36,6	111,6	48,0	146,4
<b>Ukupno</b>	<b>136,8</b>		<b>130,2</b>		<b>117,3</b>		<b>127,0</b>		<b>148,8</b>	
<b>Prosjeak</b>	<b>34,05</b>	<b>103,9</b>	<b>32,55</b>	<b>99,3</b>	<b>29,32</b>	<b>99,4</b>	<b>31,75</b>	<b>96,9</b>	<b>37,20</b>	<b>113,5</b>

Parcela je cijela jednolično gnojena u jesen 1959. sa 500 kg/ha Thomasove drozge, 300 kg/ha 40% × označuje prosjeak

**Pokusno mjesto: Sadilovac — Parcela br. IV**

**Sumar rezultata 1957—1960. god.**

Gnojeno s fosforinim gnojivima													
u 1957. godini	Surovi fosfati			Mješav.		Superfosfat			Thomasova drozga				
	25	15	6	10Sr+4Sp	12	6+4	6	6	3	12	6		
u 1958.	×	×	×	×	12	6	6	6	3	12	6		
u 1959.	×	×	×	×	4	4	4	4	4	4	4		
Dcdavanje vapnenca izvršeno u 1957. g.											Ukupan zbroj		
<b>Sumar rezultata prinosa tokom svih pokusnih godina</b>											<b>Prosjek</b>		
×	t/ha	111,6	96,5	79,4	96,9	139,5	122,5	114,0	99,7	125,1	110,0	1095,2	109,5
2	t/ha	107,6	98,8	75,3	108,1	120,7	112,2	114,3	103,5	109,6	94,5	1044,6	104,5
5	t/ha	99,2	79,7	65,4	85,0	107,1	97,2	107,0	88,4	107,2	100,6	936,8	93,7
10	t/ha	98,5	83,8	71,2	81,5	117,9	104,7	96,5	87,2	101,8	80,5	923,6	92,4
<b>Ukupno</b>		416,9	358,8	291,3	371,5	485,2	436,6	431,8	378,8	443,7	385,6	—	—
<b>Prosjek</b>		104,2	89,7	72,8	92,9	121,3	109,1	107,9	94,7	110,9	96,4	—	—

× označuje prosjek

Svi prinosi izraženi su u relativnim brojevima (indeks).

Brojevi za fosforina gnojiva označuju mtc/ha. Miješana kombinacija bila je 10 mtc surovih fosfata i 4 mtc superfosfata.

Parcela je u toku 1957.—1959. jednolično gnojena sa NK-gnojivima i to: (uračunata osnovna gnojdba i nadohranjivanje)

u 1957. godini: 120 kg/ha N i 160 kg/ha K<sub>2</sub>O

u 1958. godini: 80 kg/ha N i 120 kg/ha K<sub>2</sub>O

u 1959. godini: 80 kg/ha N i 120 kg/ha K<sub>2</sub>O

u 1960. godini: Cijela parcela jednolično gnojena sa 5 mtc/ha nitrofoskala (10:16:20), a u nadohrani 200 kg/ha kalkamona.

**Plodored na parceli:** 1957. godina: krumpir, 1958, 1959. i 1960. dijetelinsko-travna smjesa.

**Prinosi pšenice u 1960. godini — sorta Fiorello**

Superfosfat				Thomasova drozga				Ukupan zbroj				
6+4		6		3		12		6		ukupno		
10		6		3		12		6		q/ha u %		
4		4		4		4		4		q/ha u %		
u 1960.												
q/ha u %		q/ha u %		q/ha u %		q/ha u %		q/ha u %		q/ha u %		
32,76	99,9	25,5	77,8	24	73,2	41,7	127,2	33,5	102,2	313,56	31,35	95,6
24,6	75,0	24,5	74,7	18,7	57,0	36,3	110,7	30,0	91,5	269,60	26,96	82,2
38,8	118,4	29,6	90,3	29,0	88,5	43,0	131,2	37,7	115,0	356,00	35,60	108,6
39,0	118,9	37,8	115,3	37,4	114,1	34,2	104,3	33,0	100,7	372,00	37,20	113,5
135,16		117,4		109,1		155,2		134,2		1311,16		
33,79	103,1	29,35	89,5	27,27	83,2	38,8	118,4	35,55	102,3	—	32,78	100

kalijeve soli, 300 kg/ha kalkamona.

**Pokusno mjesto Sadilovac, parcela br. IV.**  
1960. godina — zbroj I i II otkosa djetelinsko-travne smjese

Gnojidba s fosforim gnojivima	Surovi fosfati						Miješana sur. + sup.			
	25		15		6		10 + 4		12	
u 1957. god.	x		x		x		x		x	
u 1958. god.	x		x		x		x		x	
u 1959. god.	x		x		x		x		x	
Dodano vapnenca u 1957. god.	Prinosi u 1960.									
	q/ha u %		q/ha u %		q/ha u %		q/ha u %		Prinosi q/ha u %	
x	208,5	106,9	185,5	95,1	176,2	90,3	198,2	101,6	211,5	108,4
2 t/ha	219,7	112,5	217,7	111,6	201,5	103,3	206,8	105,9	205,6	105,4
5 t/ha	203,3	104,2	192,5	98,7	180,3	92,4	183,0	93,8	199,0	101,9
10 t/ha	195,2	100,1	192,8	98,8	179,7	92,1	172,7	88,5	231,0	118,4
Ukupno	826,7		788,5		737,7		760,7		847,1	
<b>Prosjeck</b>	206,6	105,9	197,1	101,0	184,4	94,5	190,2	97,5	211,8	108,6

U toku 1960. godine izvršeno je rano proljetno gnojenje sa 500 kg nitrofoskala (10:16:20) po ha.  
x označuje prosjek

**Pokusno mjesto: Sadilovac**      **Sumar rezultata 1957—1960. god. za sve 4 parcele**

Gnojeno s fosforim gnojivima u 1957. godini	Surovi fosfati		Mješav.		Superfosfat		Thomasova drozga					
	25	15	6	10Sr+4Sp	12	6+4	6	3	12	6		
u 1958.	x	x	x	4Sp ili	x	12	2x10	1x6	6	3	12	6
							1x4					
u 1959.	x	x	x	x	4	4	4	4	4	4		
Dodavanje vapnenca izvršeno u 1957. g.	Sumar rezultata prinosa tokom svih pokusnih godina										Ukupan zbroj Prosjeck	
x t/ha	107,6	95,5	73,7	99,4	119,1	103,6	101,9	87,6	120,7	107,0	1016,1	101,6
2 t/ha	110,3	100,6	75,0	105,4	113,8	101,4	103,5	87,8	115,1	100,0	1018,9	101,9
5 t/ha	104,9	88,9	71,7	96,9	108,5	103,0	98,5	81,9	113,7	98,6	966,6	96,7
10 t/ha	105,6	94,6	80,7	99,2	122,0	106,0	102,0	88,5	109,9	91,8	1000,3	100,0
Ukupno	428,4	379,6	301,1	400,9	463,4	420,0	405,9	345,8	459,4	387,4	—	—
<b>Prosjeck</b>	107,1	94,9	75,3	100,2	115,8	105,0	101,5	86,4	114,8	99,3	—	—

x označuje prosjek

**RAZMATRANJA I ZAKLJUCCI**  
**PRINOSI POLJOPRIVREDNIH KULTURA**

**1. Problem gnojidbe s fosforim gnojivima**

Prikazani rezultati ponovo potvrđuju naš prijašnji zaključak (5, 6), da je na tim tlima moguće gnojiti sa svim vrstama fosforim gnojiva koja su kod nas u prometu s tom razlikom da je u ovom pokusu zahvaljujući većim količinama upotrebljenog superfosfata i Thomasove drozge jače došla do izražaja njihova brzina djelovanja u odnosu prema surovim fosfatima. Ovdje treba istaknuti, da je naknadnim analizama utvrđeno, da je surovi fosfat koji smo dobili za pokuse bio slabo topiv odnosno da ga se može ubrojiti u tvrde surove fosfate. Prema Hofmannu i Mageru mogu se mekani surovi fosfati razlikovati od tvrdih prema topivosti u dvopostotnoj mravljoj kiselini. Topivost kod mekanih surovih fosfata iznosi 50—70% od ukupne količine P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, dok topivost tvrdih surovih fosfata iznaša oko 25% od ukupne količine P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Surovi fosfati s kojima smo mi radili u pokusu imali su 31% topivosti u dvopostotnoj mravljoj kiselini.

prinosi izraženi u mtc zelene mase po 1 ha

Superfosfat				3		12		6			
6 + 4		6		3		12		6			
6		6		3		12		6			
4		4		4		4		4			
u 1960.											
q/ha u %		q/ha u %		q/ha u %		q/ha u %		q/ha u %		Ukupan zbroj ukupno q/ha u %	
208,5	106,9	200,5	102,8	176,0	90,2	178,2	101,6	192,2	98,5	1955,3	195,5 100,2
202,9	103,9	198,5	101,7	197,9	101,4	197,7	101,3	185,2	94,9	2033,5	203,3 104,2
185,7	95,2	184,0	94,3	182,2	93,4	200,6	102,8	184,0	94,3	1894,6	189,5 97,1
200,1	102,6	186,4	95,5	174,0	89,2	201,5	103,3	186,8	95,7	1920,2	192,0 98,4
797,2		769,4		730,1		798,0		748,2		7803,6	
199,3	102,2	192,3	98,6	182,5	93,5	199,5	102,3	187,0	95,8	—	195,1 100

Poslije otkosa dodano je 200 kg kalkamona. Cijela parcela je jednolično gnojena.

Iz rezultata pokusa je vidljivo da je jednom dodana količina od 25 q surovih fosfata dala u relativnom prosjeku veći prinos — 107,1 — nego 16 q superfosfata — 101,5 — (dodano: 6 q u 1957., 6 q u 1958. i 4 q u 1959.), odnosno 16 q Thomasove drozge — 99,3. Međutim ta najveća količina upotrebljenih surovih fosfata dala je u prosjeku manji prinos nego veća dozacija superfosfata odnosno Thomasove drozge, kada su ta gnojiva dodana u količini od 28 q (12 q u 1957., 12 q u 1958. i 4 q u 1959.). Količina od 15 q surovih fosfata — prosjek relativnih prinosa 94,9 — povoljnija je od 10 q superfosfata (danog u 3 godine) — 86,4, ali slabija od 16 q superfosfata odnosno 16 q Thomasove drozge. Količina od 6 q surovih fosfata je očito malena i prinosi su znatno najniži.

Vjerojatno bi rezultati bili još povoljniji za surove fosfate, da su oni bili bolje kvalitete, tj. da nisu bili tvrdi surovi fosfati, nego mekani surovi fosfati, koji se i preporučuju za direktnu upotrebu.

Veoma je zanimljiva usporedba između prinosa kod istih količina superfosfata i Thomasove drozge. Oni su praktično uzevši isti, jer iznose kod jače dozacije (28 q u tri godine) 115,8 za superfosfat a 114,8 za Thomasovu drozgu, kod manje dozacije (16 q u 3 godine) iznose 101,5 za superfosfat odnosno 99,3 za Thomasovu drozgu. Uspoređujući prinose kod raznih dozacija superfosfata vidimo, da oni od najmanje dozacije (10 q u tri godine) do srednje dozacije (16 q u tri godine) rastu za 14,1%, a od srednje do najveće dozacije (28 q u tri godine) za 14,3%. Ti su porasti napadno slični, samo dok je za prvi porast bilo dovoljno ukupno povećanje od svega 6 q superfosfata, dotle je za drugi — isto takav porast — bilo potrebno povećanje od 12 q superfosfata. Razlike u djelovanju između superfosfata i Thomasove drozge su očito u korist superfosfata na parceli gdje je bio prvo krumpir a onda kroz tri godine djetelinsko-travna smjesa, jer tamo iznose za veću dozaciju 121,3 : 110,9 te za manju dozaciju 107,9 + 96,4. Međutim na parcelama gdje je u 1960. bila pšenica (to su čak tri parcele) je taj omjer u korist Thomasove drozge i iznosi: za veću dozaciju 114,0 : 116,2 te za manju dozaciju 99,3 : 100,3 (prvi broj je prosjek relativnih prinosa za superfosfat a drugi za Thomasovu drozgu).

Na osnovu svega toga smatram, da se mogu izvući slijedeći zaključci:

— Uspješna gnojidba moguća je sa svim upotrebljenim fosfornim gnojivima, te vrsta gnojiva ovisi o cijeni. Treba nastojati proširiti upotrebu mekanih surovih fosfata.

— Nema bitne razlike u postignutim prinosima između kombinacija gdje je upotrebljen superfosfat prema kombinacijama, gdje je upotrebljena Thomasova drozga.



- Ukoliko upotrebljavamo za početnu osnovnu gnojidbu surovi fosfat onda moramo upotrebiti najmanje 15 q na ha. Prijašnji naši rezultati govorili su da taj broj treba biti 12 q na 1 ha. Do povećanja je došlo radi već navedene slabije topivosti surovih fosfata, koji su bili upotrebljeni u ovom pokusu.
- Kod upotrebe superfosfata ili Thomasove drozge minimalne količine u toku prve dvije godine rada su 6 q godišnje odnosno 12 q u dvije godine. Manje količine daju osjetljivo niže prinose.

## 2. Problemi kalcifikacije

Rezultati primjene kalcifikacije prikazani u sumarnoj tabeli za sve parcele odlično pokazuju stanje na pokusnom polju, budući da u toku pokusa onaj tko nije znao koji je dio parcele kalcificiran nije bio u stanju da vidi bilo kakvu razliku u cijeloj parceli. Te razlike su, naime, toliko malene, da praktično ne samo da se nalaze unutar dozvoljenih statističkih grešaka, nego uopće ne dolaze u obzir za razmatranje. Najpovoljniji rezultat je pokazala varijanta sa 2 tone vapnenca (ukupan relativan prosjek prinosa — 101,9); poslije nje dolazi varijanta bez vapnenca (prosjek — 101,6); na trećem mjestu je varijanta sa 10 tona vapnenca (čiji je prosjek — 100,0) te konačno varijanta sa 5 tona vapnenca (prosjek — 96,7).

Na osnovu tih brojnih podataka smatram, da se s obzirom na visinu postignutog prinosa treba zaključiti slijedeće:

- Dodavanje vapnenca (kalcifikacija) u uslovima našeg pokusa nije našlo svoje ekonomsko opravdanje s obzirom na visinu prinosa. Ono istina nije smanjilo prinose ali ih nije ni povišilo i svi se rezultati kreću unutar dozvoljenih grešaka. Prema tome obaveznu kalcifikaciju na svim tipovima kiselih tala, kao neophodnu mjeru za njihovu melioraciju treba odbaciti i tek na osnovu višegodišnjih poljskih pokusa utvrditi, da li ju treba primijeniti ili ne. U našem slučaju se kalcifikacija nije pokazala kao neophodno potrebna, a pogotovu ne kao ekonomski rentabilna mjera, pa radi toga je ne treba preporučivati. U tome se naša zapažanja slažu s novijim rezultatima iz inostranstva koja govore da kod pravilne gnojidbe kiselost tla unutar pH (H<sub>2</sub>O) između 4—8 nema utjecaja na prinose. (8, 9, 10).

## 3. Plodored

Premda plodored ne spada u probleme gnojidbe smatram da bi bilo štetno ne upozoriti na interesantne razlike u prinosisima pšenice u 1960., a koje su očito nastale samo kao posljedica različitog plodoreda. Tako je npr. najviši ukupni prosjek pšenice — 32,78 q na ha dobiven na parceli, koja je imala plodored: 3 godine djetelinsko-travna smjesa a poslije toga pšenica. Nakon toga dolazi parcela s prosjekom od 28,67 q pšenice na hektar i plodoredom: lupina — kukuruz — krumpir — pšenica, te na kraju parcela s prosjekom od 24,69 q pšenice na hektar i plodoredom: vesterwaldski ljuj — krumpir — kukuruz — pšenica. S obzirom da su sve parcele uglavnom identično gnojene te da se radilo o istoj sorti pšenice, smatram da se može zaključiti da je višegodišnji djetelinsko-travni plodored bio onaj odlučujući činilac koji je povišio prosječni prinos, te da na tim terenima treba svakako u plodoredu imati djetelinsko-travnu smjesu.

Tabela II

### Zasićenost adsorpcijskog kompleksa

Kalcificirano	A				B			
	S	T-S	T	V%	S	T-S	T	V%
0	5,5	15,42	20,92	33,11	5,70	15,07	20,77	27,48
20 mtc	7,4	15,60	23,0	32,4	6,5	16,14	22,6	28,71
50 mtc	9,5	13,65	23,15	41,1	7,10	14,0	21,1	33,81
100 mtc	11,60	11,80	23,40	49,55	8,5	11,85	20,3	41,88

Nastavak tabele II

Zasićenost adsorpcijskog kompleksa

Kalcificirano	C				D				H			
	S	T-S	T	V%	S	T-S	T	V%	S	T-S	T	V%
0	4,80	17,95	22,75	21,13	5,6	16,48	22,08	25,47	7,10	15,07	22,17	32,14
20 mtc	6,90	17,22	24,12	27,93	8,1	15,97	24,07	33,7	6,10	12,19	21,13	28,91
50 mtc	8,50	11,12	19,62	43,3	6,70	14,0	20,70	32,36				
100 mtc	11,40	11,12	22,52	50,58	9,90	11,2	21,02	47,10	9,80	12,56	22,36	43,95

Tabela III

Fiziološki aktivno hranivo po Egneru mg po 100 g/tla

Kalcificirano	A		B		C		D		H	
	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
0	5,0	1,0	9,5	4,1	5,6	3,5	9,3	×	5,3	×
20 mtc	6,6	1,4	11,0	1,3	6,0	0,9	5,3	×	3,5	×
50 mtc	6,7	0,8	6,7	1,0	12,2	0,4	4,7	0,9	11,5	×
100 mtc	9,6	1,5	9,6	1,1	7,5	1,0	10,7	×	10,7	×

× označuje prosjek

PROMJENE U TLU

Efekat kalcifikacije, koja je provedena prije 4 godine, ili tačnije 1956. godine promotrili smo kroz niz pedoloških analiza za koje smo smatrali da su dovoljno tipične i karakteristične da nam mogu pokazati eventualne promjene nastale u tlu.

I. Reakcija tla — određivana je na uzorcima tla koji su uzeti sa svake parcele i to u normalnome KCl. Prema rezultatima analiza prosjek pH čitave tabele jest:

- I nekalcificirano 3,60
- II kalcificirano sa 20 mtc vapnenca 3,90
- III kalcificirano sa 50 mtc vapnenca 4,12
- IV kalcificirano sa 100 mtc vapnenca 4,13

Iako postoji pravilnost da se kiselost sa dodanom količinom vapnenca smanjila, ipak su te razlike tako neznatne da gledajući kroz promjenu reakcije tla ne možemo smatrati da je kalcifikacija igrala znatniju ulogu kod kultiviranja tla.

Gnojdbene kombinacije, gnojidbe izvršene prije 4 godine (A., B., C. itd.) nisu uopće utjecale na promjenu reakcije tla.

II. Hidrolitski aciditet — suma baza u adsorpcijskom kompleksu te zasićenost adsorpcijskog kompleksa bazama — ove kemijske osobine ispitivane su na 4 kombinacije kalcifikacije gore spomenute i 5 kombinacija gnojenja.

- A. gnojeno 1957. sa 25 mtc surovog fosfata
- B. gnojeno 1957. sa 12 mtc superfosfata
- C. gnojeno 1957. sa 12 mtc Thomasove drozge
- D. gnojeno 1957. sa 6 mtc surovog fosfata
- H. gnojeno 1957. sa 3 mtc superfosfata.

Iz tabele II vidi se pravilnost da se s većom dozom vapnenca povećala suma baza u adsorpcijskom kompleksu i smanjio hidrolitski aciditet, a s time u vezi mijenjale se i zasićenost adsorpcijskog kompleksa bazama. Kod upotrebe 100 mtc vapnenca i većih količina bazičnih gnojiva (A. C. D) dosegla je zasićenost adsorpcijskog kompleksa bazama 50%. Nešto nižu zasićenost bazama dobili smo na parcelama gnojenim sa superfosfatom.

III. Iz tabele III vidimo, da kalcifikacija nije utjecala na sadržinu aktivnih hraniva u tlu. Upotreba većih količina bilo kojeg fosfornog gnojiva (kombinacija ABC) pokazuje, da je u tlu ostala izvjesna količina fosfornih gnojiva, dakle je meliorativna gnojidba fosfornim gnojivom opravdana, jer još vidimo ostatke gnojiva danog tlu u 1957. godini.

IV. Promjene fizikalnih svojstava — prikazane su u tabeli br. IV. Ako uzmemo za proučavanje promjene fizikalnih svojstava tla (kapacitet za vlagu, kapacitet za zrak) prosjek svih analiza jedne kombinacije kalcifikacije, onda vidimo da nije bilo uopće nekih promjena na kapacitetu za vodu i zrak.

Tabela IV.

Srednje vrijednosti svih kombinacija kapaciteta za vodu i zrak

Kalcificirano	Kapacitet za vodu KV	Kapacitet za zrak KZ
0 mtc CaCO <sub>3</sub>	48,48%	11,01%
20 mtc CaCO <sub>3</sub>	48,22%	9,99%
50 mtc CaCO <sub>3</sub>	43,43%	11,78%
100 mtc CaCO <sub>3</sub>	51,17%	10,89%

Na osnovu prikazanih analitičkih podataka o promjenama nastalim u tlu smatram, da se može zaključiti slijedeće:

— Usporedimo li potrebu vapna (CaCO<sub>3</sub>) po Schachtschabelu koja iznaša u prosjeku 140 mtc/ha i postignute rezultate koje smo dobili kalcifikacijom uz upotrebu 100 mtc vapnenca, koja se do dana uzimanja uzoraka potpuno rastvorila, možemo zaključiti da se kalcifikacijom nije postigao onaj efekat koji se očekivao. Mi vidimo iz tabela da se pH (u KC1) povisio od 3,60 na samo 4,12, a isto tako se zasićenost adsorpcijskog kompleksa povećala u prosjeku tek za 15 do 20%. Kao razlog tome možemo uzeti da je došlo do ispiranja kalcijeva karbonata, jer je površinski horizont bujadnica vrlo porozan. Razumljivo je da tako malo smanjivanje kiselosti tla nije moglo povoljno utjecati i tamo gdje smo očekivali pozitivne promjene. Nije pojačana mikrobiološka djelatnost, pa prema tome nije došlo ni do mobilizacije dušika iz humusa ni do vezanja atmosferskog dušika.

Pokusom je ustanovljeno, da kalcifikacija nije pozitivno utjecala na povećanje fiziološki aktivnog P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, a da li bi to bilo drugačije da smo postigli pH (KC1) 5,5—6 kako se danas preporuča ne znamo. Sigurno možemo reći da bi za postignuće spomenutog pH bile potrebne tolike količine vapnenca i radne snage da se to ne bi isplatilo. Grubom računom možemo ustanoviti da bi se za tu sumu novaca mogla nabaviti količina od 5 tona surovih fosfata, a to bi sigurno dalo jače povećanje plodnosti tla nego izvršena kalcifikacija.

Isto tako nije došlo ni do kakve promjene u stabilitetu strukturnih agregata i ostalih fizikalnih svojstava.

Navedeni podaci pokazuju, da je na tim površinama došlo — vjerojatno uslijed velikih oborina — do tako velikih promjena da se one ne mogu izmijeniti jednostavnom kalcifikacijom, nego da je za to potreban čitav sistem gospodarenja u kojemu fosfatizacija i djetelinsko-travne smjese imaju odlučujuću ulogu.

#### DUENGUNG EINIGER SAUEREN BOEDEN EINLEITUNG

Die saueren Böden haben für die jugoslawische landwirtschaftliche Produktion eine sehr grosse Bedeutung. Gemäss der Abschätzung, gehören über 60% der jugoslawischen landwirtschaftlichen Oberflächen in diese Gruppe. In den Gebirgsgegenden Jugoslawiens ist dieser Prozentsatz bedeutend grösser. Es ist deshalb verständlich, dass das Problem der regelmässigen Düngung saurerer Böden für uns eine ausserordentliche Bedeutung hat. In Erledigung dieser Aufgabe haben wir bereits am Anfang unserer Forschungen, auf Grund zahlreicher Analysen saurerer Böden, zwei Probleme ausgeschieden, welche sich durch ihre Zusammengehörigkeit von den übrigen ausnehmen. Dies ist in erster Reihe das Problem der Veränderlichkeit des Säuregrades dieser Böden, bzw. der eventuellen Anwendung der Kalzifikation, sowie die Frage der Art und Anzahl der Phosphatdüngemittel, nachdem diese Böden einen grossen Phosphormangel aufweisen. Ein Teil dieser Forschungen wurde bereits veröffentlicht (1—7) und wir möchten hier die Fortsetzung dieser Forschungen darstellen.

#### BESCHREIBUNG DER ARBEITEN UND DIE FORSCHUNGSMETHODIK

Die Prüfungen haben wir auf drei charakteristischen Stellen in Kroatien aufgestellt, und zwar so, dass jede von den gewählten Prüfungsstellen eine andere Bodenvariante darstellte und in einem anderen Gebiete lag. Der Prüfungsort Sadr-

lovac befindet sich auf dem Dreigrenzenpunkt Lika — Kordun und Bosanska Krajina. Die Prüfungsparzelle hat etwas mehr von 400 mm Höhe über dem Meeresspiegel und war ein unkultivierter stark podsolierter Boden mit Farnwuchs.

Der Prüfungsort auf dem landwirtschaftlichen Gut Medak befindet sich in Ličko Polje, (Höhe über dem Meeresspiegel bei 520 m). Vor Beginn der Arbeiten war es ein unkultivierter Heideboden.

Der dritte Prüfungsort — Brezovo Polje — hat eine Höhe über dem Meeresspiegel bei 750 m. Vor Beginn der Arbeiten war es eine typische mit Nardus bewachsene Gebirgsweide.

Jeder Prüfungsstelle wurde dasselbe Prüfungsprinzip zugrundegelegt, d. h. jede hatte vier Parzellen je 2 ha. Jede Parzelle von 2 ha wurde in vier Teile von je 5000 m<sup>2</sup> geteilt. Jeder von diesen vier Teilen wurde verschieden kalzifiziert: mit 10 t Kalkstein je 1 ha; mit 5 t Kalkstein je ha; mit 2 t Kalkstein je ha und schliesslich ohne Zugabe von Kalkstein. Bei jeder Kalzifikationsvariante wurden 10 verschiedene Düngungskombinationen mit Phosphatdüngemittel in Anwendung gebracht. Jede einzelne dieser Kombinationen hatte vier Wiederholungen bei einer Grundparzellengrösse von 125 m<sup>2</sup>.

Vor Beginn der Arbeiten wurden eingehende pedologische Analysen der Versuchsfelder vorgenommen (siehe Tabellen Nr. Ia, Ib und Ic) um die Veränderungen im Boden verfolgen zu können. Die gesamten bei der Beschreibung dieser Arbeit erwähnten pedologischen Analysen wurden im Institute für die Agroökologie in Zagreb durchgeführt.

## PRUEFUNGSRESULTATE

Nachdem das während der vierjährigen Versuche eingesammelte Material sehr umfangreich ist, habe ich mich entschlossen, hier die Resultate nur einer Versuchsstelle (Sadilovac) darzustellen und die Bearbeitung der restlichen Prüfungsstellen später vorzunehmen.

In der nachfolgenden Tabellen-Reihe wurde jede der Versuchspartellen in zwei Tabellen dargestellt, u. zw. auf die Weise, dass eine die summarische Darstellung der relativen Erträge, während vierjähriger Prüfungsarbeiten und die andere die Resultate in dem letzten Arbeitsjahr, darstellte. Aus diesen Tabellen ist es ersichtlich, auf welche Weise jede einzelne Düngung im Laufe der ganzen Prüfungsdauer gewirkt hat, sowie der Wert ihrer Meliorationsnachwirkung in dem letzten Prüfungsjahr, als die ganze Parzelle gleichförmig gedüngt war. Trotzdem die Tabellenanzahl auf den ersten Blick gross scheint, ist es notwendig zu betonen, dass eine jede weitere Abkürzung die Unmöglichkeit einer regelmässigen Einsicht in die Arbeitsresultate zur Folge hätte und nicht durchführbar ist.

Am Ende wurde die summarische Darstellung für alle vier Parzellen dargestellt. Dabei mache ich darauf aufmerksam, dass die Phosphordüngung auf allen vier Parzellen in acht Varianten vollkommen übereinstimmt, während zwei Unterschiede aufwies. So wurden z. B. bei der Variante der Grunddüngung 10 dz Rohphosphate und 4 dz Superphosphat in dem zweiten Arbeitsjahr drei Parzellen Superphosphat beigegeben, während einer Parzelle nichts beigegeben wurde; weiters, bei der Variante bei welcher im ersten Arbeitsjahr mit 6 dz Superphosphat und 4 dz Superphosphat in Nachdüngung gedüngt wurde, wurde im zweiten Arbeitsjahr in zwei Varianten je 10 dz Superphosphat in einer 6 dz und in der anderen 4 dz Superphosphat, beigegeben.

Die restlichen Einzelheiten sind aus den Prüfungstabellen ersichtlich.

## EROERTERUNGEN UND BESCHLUSSE ERTRÄGE LANDWIRTSCHAFTLICHER KULTUREN

### 1. Düngungsproblem mittels Phosphordüngemittel

Die dargestellten Resultate bestätigen abermals unseren vorhergehenden Beschluss (5, 6), dass es möglich ist, auf diesen Böden die Düngung mit allen bei uns im Verkehr befindlichen Arten von Phosphordüngemittel durchzuführen,

jedoch mit dem Unterschied, dass bei dieser Prüfung — dank den grösseren Mengen des verwendeten Superphosphats und des Thomasmehls, — ihre Wirkungsschnelligkeit mit Bezug auf die Rohphosphate stärker zum Ausdruck gekommen ist. Dabei muss betont werden, dass durch nachträgliche Analysen festgelegt wurde, dass der zu Prüfungszwecken erhaltene Rohphosphat schwach zergehbar war, bzw. dass er zu den harten Rohphosphaten gezählt werden kann. Nach Hofmann und Mager können die weichen Rohphosphate von den harten je nach der Zergehungsfähigkeit in zweiprozentiger Ameisensäure unterschieden werden. Der Zergehungsgrad der weichen Rohphosphate beträgt 50—70% von der Gesamtmenge des  $P_2O_5$ , während der Zergehungsgrad der harten Rohphosphate 25% der gesamten  $P_2O_5$  — Menge beträgt. Die von uns für die Prüfungen verwendeten Rohphosphate hatten 31% Zergehungsgrad in 2-prozentiger Ameisensäure.

Aus dem Versuchsergebnissen ist es ersichtlich, dass die einmal beigegebene Menge von 25 dz Rohphosphate im relativen Durchschnitt einen grösseren Ertrag — 107,1 — als 16 q Superphosphat — 101,5 — (beigegeben: 6 dz im Jahre 1957, 6 dz im Jahre 1958 und 4 dz im Jahre 1959), bzw. 16 dz Thomasmehl — 99,3 — brachte. Diese grösste Menge der verwendeten Rohphosphate brachte jedoch durchschnittlich einen kleineren Ertrag als die grössere Dosierung von Superphosphat bzw. Thomasmehl, wann diese Düngemittel in der Menge von 28 dz (12 dz im J. 1957, 12 dz im J. 1958 und 4 dz im J. 1959) beigegeben wurden. Die Menge von 15 dz Rohphosphate — Durchschnitt der Relativerträge 94,9 — ist günstiger als 10 dz Superphosphat (beigegeben im Laufe von drei Jahren) — 86,4 — jedoch schwächer als 16 dz Superphosphat, bzw. 16 dz Thomasmehl. Die Menge von 6 dz Rohphosphate ist offenbar klein und die erzielten Erträge sind bedeutend die kleinsten.

Die Resultate wären wahrscheinlich noch günstiger für die Rohphosphate ausgefallen, wenn sie besserer Qualität gewesen wären, d. h. wenn es sich nicht um harte Rohphosphate sondern um weiche Rohphosphate gehandelt hätte, welche für die direkte Anwendung auch empfohlen werden.

Sehr interessant ist der Vergleich zwischen den Erträgen bei gleicher Menge von Superphosphat und Thomasmehl. Sie sind praktisch genommen dieselben, nachdem sie bei stärkerer Dosierung (28 dz in drei Jahren) 115,8 für das Superphosphat und 114,8 für das Thomasmehl, betragen; bei kleinerer Dosierung (16 dz in drei Jahren) betragen sie 101,5 für Superphosphat bzw. 99,3 für das Thomasmehl. Wenn wir die Erträge bei verschiedener Dosierung des Superphosphats vergleichen, bemerken wir, dass diejenigen von der kleinsten Dosierung (10 dz in 3 Jahren) bis zum mittleren Dosieren (16 dz in drei Jahren) um 14,1% steigen; von der mittleren bis zur grössten Dosierung (28 dz in drei Jahren) jedoch um 14,3%. Diese Aufstiege sind auffallend ähnlich, nur indem für den ersten Aufstieg eine gesamte Erhöhung von nur 6 dz Superphosphat genügte, war für den zweiten ebensolchen Aufstieg — eine Erhöhung von 12 q Superphosphat erforderlich. Der Wirkungsunterschied zwischen Superphosphat und Thomasmehl ist entschieden zu Gunsten des Superphosphats auf derjenigen Parzelle, welche erst mit Kartoffeln und dann drei Jahre hindurch mit Kleegrasmischungen bestellt war, weil dort dieser für die grössere Dosierung 121,3 : 110,9 und für die kleinere Dosierung 107,9 : 96,4 beträgt. Jedoch, bei den im Jahre 1960 mit Weizen bestellten Parzellen (es sind sogar drei Parzellen) gilt dieses Verhältnis zu Gunsten des Thomasmehls und beträgt: für die grössere Dosierung 114,0 : 116,2 und für die kleinere Dosierung 99,3 : 100,3 (die erste Zahl stellt die durchschnittlichen relativen Erträge für Superphosphat und die zweite für das Thomasmehl).

Auf Grund des obenerwähnten meine ich, folgende Schlüsse ziehen zu können:

- eine erfolgreiche Düngung ist mit allen verwendeten Phosphordüngemitteln möglich und die Wahl der Düngemittelart ist vom Preise abhängig. Man muss trachten, die Anwendung von weicher Rohphosphate zu verbreiten.
- Es besteht kein wesentlicher Unterschied in den erzielten Erträgen zwischen den Kombinationen, wo das Superphosphat verwendet wurde im Vergleich mit den Kombinationen, wo das Thomasmehl verwendet wurde. Falls wir für die Anfangsgrunddüngung Rohphosphat verwenden, dann

müssen es mindestens 15 dz je ha sein. Aus unseren vorigen Resultaten geht es hervor, dass diese Zahl 12 dz/ha betragen muss. Die Erhöhung resultiert aus der bereits erwähnten schlechteren Zergehungsfähigkeit der bei dieser Prüfung verwendeten Rohphosphate.

- Bei der Verwendung von Superphosphat oder von Thomasmehl sind die minimalen Mengen im Laufe erster zwei Jahren 6 dz jährlich bzw. 12 dz in zwei Jahren. Geringere Mengen geben bedeutend kleinere Erträge.

## 2. Probleme der Kalzifikation

Die in der Sumartabelle für die gesamten Parzellen angeführten Resultate der Kalzifikationsanwendung geben eine ausgezeichnete Darstellung der Situation auf dem Versuchfeld. So konnte im Laufe der Versuche jemand, dem es nicht bekannt war, welcher Parzellenteil kalzifiziert wurde, überhaupt keinen Unterschied auf der ganzen Parzelle bemerken. Die Unterschiede sind nämlich so winzig, dass sie nicht nur die Grenzen der gestatteten statistischen Fehler nicht überschreiten, sondern für die Erörterung überhaupt nicht in Betracht kommen. Die günstigsten Resultate zeigte die Variante mit 2 t Kalkstein (gesamter relativer Ertragsdurchschnitt — 101,9); darnach kommt die Variante ohne Kalkstein (Durchschnitt — 101,6); auf dem dritten Platz ist die Variante mit 10 t Kalkstein (mit einem Durchschnitt von — 100,0) und endlich die Variante mit 5 t Kalkstein (Durchschnitt — 96,7).

Auf Grund dieser zahlreichen Angaben bin ich der Meinung, dass mit Rücksicht auf die Höhe des erreichten Ertrages folgender Schluss zu ziehen wäre:

- Die Beigabe des Kalksteins (Kalzifikation) fand in den Bedingungen unserer Prüfungen mit Rücksicht auf die Höhe des Ertrags nicht seine wirtschaftliche Rechtfertigung. Sie hat die Erträge zwar nicht vermindert, aber auch nicht erhöht und die gesamten Resultate bewegen sich innerhalb der gestatteten Fehlergrenzen. Demgemäss wäre die verbindliche

Kalzifikation auf allen Arten (Typen) saurerer Böden als unerlässliche Massnahme für ihre Melioration zu verwerfen und erst auf Grund mehrjähriger Feldversuche festzustellen, ob sie in Anwendung gebracht werden muss oder nicht. In unserem Falle zeigte sich die Kalzifikation nicht als unterlässlich, besonders aber nicht als wirtschaftlich rentable Massnahme und sie ist deshalb nicht empfehlenswert. In dieser Hinsicht stimmen unsere Bemerkungen mit den neuesten Resultaten aus dem Ausland überein, welche darüber sprechen, dass bei regelmässiger Düngung der Sauergehalt des Bodens innerhalb pH (H<sub>2</sub>O) zwischen 4—8 keine Auswirkung auf die Erträge hat, (8, 9, 10).

## 3. Fruchtfolge

Trotzdem die Fruchtfolge zu den Düngungsproblemen nicht gehört, meine ich, dass es schädlich wäre, auf die interessanten Unterschiede in dem Weizenerträgen im Jahre 1960, welche offenbar nur auf die verschiedenen Fruchtfolgen zurückzuführen sind, nicht zu verweisen. So wurde z. B. der grösste Gesamtdurchschnitt — 32,78 dz/ha Weizens auf der Parzelle mit nachstehender Fruchtfolge, erzielt:

3 Jahre Kleeegrasmischung, nacher Weizen. Darauf folgt die Parzelle mit dem Durchschnitt von 28,67 dz Weizen/ha und der Fruchtfolge: Lupine, Kartoffel, Weizen; schliesslich die Parzellen mit dem Durchschnitt von 24,69 dz Weizen/ha und der Fruchtfolge: Westerwoldische Raigrass, Kartoffel — Weizen. Mit Rücksicht darauf, dass alle Parzellen hauptsächlich identisch gedüngt wurden und dass es sich um dieselbe Weizensorte handelte, meine ich, dass der Schluss gefasst werden kann, dass der mehrjährige Graskleegemisch als der für die Erhöhung des durchschnittlichen Ertrages entscheidende Faktor betrachtet werden kann und dass auf diesen Böden in der Fruchtfolge die Kleeegrasmischung unbedingt enthalten sein muss.

## VERÄNDERUNGEN IM BODEN

Den Effekt der vor vier Jahren oder genauer im Jahre 1956 durchgeführten Kalzifikation betrachteten wir durch eine Reihe pedologischer Analysen, welche wir als genügend typisch und charakteristisch betrachtet haben, um uns die eventuellen im Boden entstandenen Aenderung zu zeigen.

I. Die Reaktion des Bodens wurde auf Grund der von jeder Parzelle entnommenen Bodenmuster bestimmt, u. zw. in normalen KCl. Entsprechend den Analysenergebnissen ist der pH Durchschnitt der ganzen Tabelle:

I. unkalzifiziert	3,60
II. kalzifiziert mit 20 mtc Kalkstein	3,90
III. kalzifiziert mit 50 mtc Kalkstein	4,12
IV. kalzifiziert mit 100 mtc Kalkstein	4,13

Obwohl eine regelmässige Verminderung des Säuregehaltes durch die Zugabe des Kalksteines besteht, sind die Unterschiede so unbedeutend, dass man — betrachtend die Aenderung der Reaktion des Bodens — nicht behaupten kann, dass die Kalzifikation bei der Bodenkultivierung eine bedeutendere Rolle gespielt hat.

Die Düngungskombinationen und Düngungen welche vor vier Jahren vorgenommen wurden (A., B., C. usw.), hatten überhaupt keinen Einfluss auf die Aenderung der Reaktion des Bodens.

II. **Hydrolitische Acidität** — die Summe der Basen im Adsorptionskomplex und die Sättigung des Adsorptionskomplexes mit Basen — diese chemische Eigenschaften wurden auf vier obenerwähnten Kalzifikationskombinationen und 5 Düngungskombination geprüft.

A. gedüngt im J. 1957 mit 25 mtc Rohphosphate
B. gedüngt im J. 1957 mit 12 mtc Superphosphat
C. gedüngt im J. 1957 mit 12 mtc Thomasmehl
D. gedüngt im J. 1957 mit 6 mtc Rohphosphate
H. gedüngt im J. 1957 mit 3 mtc Superphosphat

Aus der Tabelle II ist die Regelmässigkeit der Vergrösserung der Basensummen in dem Adsorptionskomplex mit grösserer Dose Kalstein und die Verminderung der hydrolitischen Acidität ersichtlich und damit in Verbindung hat auch die Sättigung des Adsorptionskomplexes mit Basen variiert. Bei Anwendung von 100 mtc Kalkstein und grösserer Mengen basischer Düngemittel (A., C., D.) erlangte die Sättigung des Adsorptionskomplexes an Basen 50%. Eine etwas kleinere Sättigung an Basen erhielten wir an den mit Superphosphat gedüngten Parzellen.

III. Aus der Tabelle III. ist es ersichtlich, dass die Kalzifikation auf den Gehalt aktiver Nahrhafter Elemente im Boden keinen Einfluss ausübte. Die Anwendung grösserer Mengen jedes beliebigen Phosphordüngers (Kombination A., B., C.) zeigt, dass in dem Boden eine gewisse Menge Phosphordüngemitteln geblieben ist. Die meliorative Düngung mit Phosphordüngemitteln ist deshalb rechtfertigt, nachdem in dem Boden noch Ueberreste des im Jahre 1957. beigegebenen Düngemittels ersichtlich sind.

IV. Die Aenderungen der physikalischen Eigenschaften sind in der Tabelle Nr. IV. dargestellt. Nehmen wir für die Prüfung der Aenderung der physikalischen Eigenschaften des Bodens (Feuchtigkeitskapazität, Luftkapazität) den Durchschnitt der gesammten Analysen einer Kalzifikationskombination, dann sehen wir, dass es überhaupt keine Aenderungen der Kapazität für das Wasser und die Luft gegeben hat.

Tabelle IV.

**Mittlere Werte aller kombinationen der Kapazität für Wasser und Luft**

Kalzifiziert	Kapazität für Wasser KW	Kapazität für Luft KL
0 mtc CaCO <sub>3</sub>	48,48%	11,01%
20 mtc CaCO <sub>3</sub>	48,22%	9,99%
50 mtc CaCO <sub>3</sub>	43,43%	11,78%
100 mtc CaCO <sub>3</sub>	51,17%	10,89%

Auf Grund der dargestellten analytischen Angaben über die in dem Boden entstandenen Aenderungen meine ich, dass folgender Schluss gefasst werden kann:

— Wenn wir den Kalkbedarf ( $\text{CaCO}_3$ ) nach Schahtschabel, welcher im Durchschnitt 140 mtc/ha beträgt, und die erzielten Resultate, welche wir durch die Kalzifikation mit Anwendung 100 mtc Kalkstein bekommen haben, welche Menge bis zum Tag der Musterentnahme vollkommen aufgegangen ist, vergleichen, können wir schliessen, dass mit der Kalzifikation der erwartete Effekt nicht erzielt wurde. Aus den Tabellen ist es ersichtlich, dass sich der pH Gehalt (in KCl) von 3,60 nur auf 4,12 erhöht hat und ebenso hat sich die Sättigkeit des Adsorptionskomplexes im Durchschnitt erhöht erst um 15—20%. Als Grund dafür kann angenommen werden, dass es zur Ausspülung des Kalzium — Karbonats gekommen ist, nachdem der Oberflächenhorizont der stark podsolierter Böden mit Farngewächs sehr porös ist. Es ist verständlich, dass eine so geringe Verminderung des Bodensäuregehaltes keinen günstigen Einfluss haben konnte auch dort wo wir positive Aenderungen erwartet haben. Die mykrobiologische Tätigkeit wurde nicht verstärkt, weshalb es weder zum Mobilisieren des Stickstoffes aus dem Humus noch zur Verbindung mit dem Stickstoff aus der Atmosphäre gekommen ist.

Durch Prüfung wurde festgestellt, dass sich die Kalzifikation auf die Erhöhung des physisch aktiven  $\text{P}_2\text{O}_5$  nicht positiv auswirkte, ob es aber anders wäre, wenn wir pH (KCl) 5,5—6 wie man es heute empfiehlt, erzielt hätten, wissen wir nicht. Mit Sicherheit können wir aber behaupten, dass zur Erlangung des erwähnten pH so grosse Kalksteinmengen und Arbeitsaufwand erforderlich wären, dass es sich nicht auszahlen würde.

Mit grober Kalkulation können wir feststellen, dass mit dieser Geldsumme eine Menge von 5 t Rohphosphate angeschafft werden könnte, mit welchen bestimmt eine grössere Erhöhung der Fruchtbarkeit des Bodens erzielt werden könnte als mit der durchgeführten Kalzifikation.

Ebenso kam es zu keiner Aenderung im Stabilität der Strukturaggregate und übriger physikalischer Eigenschaften.

Die angeführten Daten zeigen, dass es bei diesen Oberflächen — wahrscheinlich infolge häufiger Niederschläge — zu so grossen Aenderungen gekommen ist, dass sie durch einfache Kalzifikation nicht geändert werden können, sondern wäre dafür ein ganzes Wirtschaftssystem in welchem die Phosphatisierung und die Kleegrasmischungen eine entscheidende Rolle spielen, erforderlich.

#### LITERATURA

1. Vitasović: Privođenje bujadnica poljoprivrednoj kulturi, Gosp. kal. 1953.
2. Vitasović: O melioraciji bujadnica i vriština. Agr. glansik 4—5, 1957.
3. Vitasović: Ogladi sa hibridnim kukuruzom na bujadnicama. Hibridni kukuruz Jugoslavije, br. 3/1958.
4. Vitasović — Kolaković: Problemi poljoprivrednih melioracija bujadnica i vriština. — Zemljište i biljka, br. 1—3, 1958, str. 483—506.
5. Kolaković — Vitasović: Rezultati petogodišnjih pokusa sa sirovim fosfatima. — Savremena poljoprivreda, br. 7—8/1959, str. 569—579.
6. Vitasović: Kalzifikacija i problemi agrotehničkih melioracija, bujadnica i vriština. — Agrohemija, br. 7/1959., str. 23—32.
7. Kurtagić — Racz — Kolaković — Perić: Osobine vrištinskih tala na pokusnom polju Oštarije i neki rezultati promjena osobina kod primjene različitih agrotehničkih mjera. — Agrohemija, br. 7/1959., str. 33—68.
8. Arnon — Johnson: Influence of hydrogen-ion concentration on the growth of higher plants under controlled conditions Plant Physiol. 17, 515—524, 1942.
9. Ellenberg: Bodenreaktion (einschliesslich Kalkfrage). Hand. der Pflanzenphysiologie. Bd. IV., 638—708., 1958.
10. Aslander: Nutritional requirements of crop plants H. d. Pflanzenphysiologie. Bd. IV., S. 977—1025., 1958.