

Fastliggende forsøg med NPK-gødning, forskellige fosforgødninger og kaliumnitrat

Ved *A. Dam Kofoed* og *P. Søndergård Klausen*

752. beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur

Ved statens forsøgsstationer er i årene 1956-64 udført forsøg med en svensk, en norsk og en tysk NPK-gødning med det formål at belyse gødningsvirkningen i forhold til virkningen af de tilsvarende næringsstoffer i de gængse enkeltgødninger. Foreløbige resultater er givet i 650. meddelelse.

Resultaterne af de gennemførte forsøg er meddelt i nærværende beretning, der også indeholder resultatet af forsøg med forskellige fosforgødninger og kaliumnitrat. Beretningen er udarbejdet af forstander *A. Dam Kofoed* og assistent *P. Søndergård Klausen*.

Forstanderne ved Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur

Forsøg med NPK-gødning

Indenfor dansk landbrug er anvendelsen af NPK-gødninger ret ny, idet disse gødninger hidtil næsten udelukkende har været anvendt i havebrug og gartneri. I de seneste år har landbruget imidlertid vist stigende interesse for NPK-gødningerne, ligesom gødningsindustrien er begyndt at fremstille dem med varierende indhold af kvælstof, fosfor og kalium og har tilsat forskellige mikronæringsstoffer samt magnesium.

Ved anvendelse af NPK-gødninger udbringes de tre hovednæringsstoffer i en arbejds-gang, men derved begrænses samtidig mulighederne for særlig hensyntagen til forhold som afgrøder, jordbund og forfrugt.

Den voksende interesse hidrører dels fra ønsket om at forenkle arbejdet ved gødningsudbringning, men også fra en prisudvikling til gunst for disse gødninger.

I forsøgene er virkningen af NPK-gødningerne sammenlignet med 20,5-26 pct. kalkammonsalpeter (der har omtrent samme forhold mellem ammoniakkvælstof og nitratkvælstof som disse), 18 pct. superfosfat og 50-60 pct. kaligødning. I beretningen benyttes de anerkendte symboler for NPK-gødningernes betegnelse. Således betegnes den svenske NPK-Köping som NPK-13-5-11, den norske NPK-gødning som

NPK 13-6-16 og Nitrophoska som NPK 13-6-17, hvilket vil sige de ved analysen fundne og afrundede procentiske mængder af indhold af kvælstof (N), fosfor (P) og kalium (K) i den nævnte rækkefølge. Den til en NPK-gødning svarende blanding betegnes for eks. blanding 13-5-11.

Forsøgsplan og forsøgenes gennemførelse

Forsøgene er gennemført som fastliggende forsøg ved Aarslev, Askov, Jyndevad, Studsgaard og Tystofte fra 1956 og ved Tylstrup og Ødum fra 1957, efter følgende plan:

1. Grundgødning.
2. NPK-Köping, svensk.
3. Blanding svarende til NPK-Köping.
4. NPK-gødning, norsk.
5. Blanding svarende til norsk NPK-gødning.
6. Nitrophoska, rød, tysk.
7. Blanding svarende til Nitrophoska.

I den til en NPK-gødning svarende blanding blev anvendt tilsvarende mængder af N, P og K i henholdsvis kalkammonsalpeter, superfosfat og kaligødning, medens der ikke blev taget hensyn til eventuelle andre næringsstoffer.

Den tilførte mængde forsøgsgødning var 60 kg N pr. ha til rodfrugt, 45 kg N til korn og 30 kg N til kløvergræs, medens mængden af P og K bestemtes af NPK-gødningens indhold.

Til rodfrugt blev grundgødet med 40 t staldgødning pr. ha med undtagelse af forsøget ved Aarslev i 1956, hvor der i stedet for blev grundgødet med 30 t ajle og ved Tystofte i 1960, hvor der ikke blev grundgødet. Mængden af forsøgs-gødning ved Tystofte blev hævet til 109 kg N pr. ha.

Da der i 1956 kun var en begrænset mængde af de enkelte NPK-gødninger, blev der foretaget en reduktion i gødningstilførselen. Til rodfrugt blev der ved Aarslev gødet med 48 kg N/ha, medens de øvrige forsøg blev gødet med 30 kg N/ha.

Det blev nødvendigt at kassere 3 forsøg henholdsvis på grund af misvækst (tørke) og dårlig plantebestand.

Forsøgene udførtes i et for jordtypen passende sædskifte og varierede derfor fra sted til sted.

Gøds-kning

Til fastsættelse af, hvor meget der skulle tilføres af de enkelte gødninger, er der hvert år udført kemiske analyser af gødningerne. I tabel 1 er vist en oversigt over indholdet af hovednæringsstofferne.

Tabel 1. Gødningsanalyser

	Indhold i pct.						
	kvælstof		ialt	fosfor		kalium	chlor
	NH ₃ -N	NO ₃ -N		total P	vandopl. P	K	Cl
NPK-Köping, svensk	6,22	6,81	13,03	4,73	0,08	10,84	10,49
NPK-gødning, norsk	6,94	6,48	13,42	6,13	1,40	15,92	15,36
Nitrophoska, rød, tysk	7,24	5,37	12,61	5,52	2,48	16,98	16,48
Kalkammonsalp. 1956-61	10,37	10,59	20,96				
Kalkammonsalp. 1962-64	13,35	13,36	26,71				
Superfosfat				8,39	7,99		
Kaligødning 1956-61						42,41	46,62
Kaligødning 1962-64						48,90	46,65

Tabel 2. Gødningstilførsel i kg pr. ha, gens.

			P			K		
Antal forsøg	N		NPK eller bland.	NPK eller bland.	NPK eller bland.	NPK eller bland.	NPK eller bland.	NPK eller bland.
			13-5-11	13-6-16	13-6-17	13-5-11	13-6-16	13-6-17
Aarslev	9	45	16,5	20,4	19,9	37,8	54,0	61,1
Askov	9	43	15,8	20,6	19,0	36,1	51,5	58,2
Jyndevad ...	9	45	16,4	20,6	19,7	37,2	53,7	60,5
Studsgaard .	9	50	18,1	22,8	21,9	41,8	59,8	67,6
Tylstrup ...	8	49	17,6	22,3	21,4	40,5	58,3	66,0
Tystofte	9	51	18,4	23,1	22,1	42,2	60,2	68,0
Ødum	8	49	17,6	22,3	21,4	40,5	58,3	66,0
Bederoer ...	12	61	21,1	26,5	25,3	48,6	68,8	78,2
Kålroer	2	60	21,7	27,3	26,4	53,4	72,5	82,5
Kartofler ...	3	60	21,5	27,1	26,4	46,5	73,3	79,6
Byg	22	45	16,3	20,6	19,8	38,1	53,9	61,2
Havre	6	40	14,7	18,3	17,4	32,4	46,5	52,8
Vårhvede ...	1	45	15,8	20,5	19,3	36,3	52,7	58,1
Hvede	2	45	16,2	20,5	19,5	37,6	53,5	60,7
Rug	4	45	16,4	20,7	19,9	36,8	53,6	60,3
Kløvergræs .	6	30	10,8	13,9	13,2	24,2	36,4	40,6
Gens	58	47,5	17,0	21,4	20,6	39,1	56,0	63,3

Det fremgår heraf, at der fra 1962 er benyttet en mere højprocentig vare af kalkammonsalpeter og kaligødning end i årene forud. Kvælstoffet (N) i NPK-gødningerne består ligesom i kalkammonsalpeter af omtrent halvt ammoniak og halvt nitrat. Der er betydelig forskel på mængden af vandopløseligt fosfor (P) i de anvendte gødninger. I den svenske NPK-gødning er 1,7 pct. af fosforet vandopløseligt, i den norske NPK-gødning 22,8 pct. og i nitrophoska 44,9 pct. I superfosfat er 95 pct. af det totale fosforindhold vandopløseligt.

Da kvælstofindholdet har været bestemmende for den tilførte mængde NPK-gødning, er der tilført forskellig mængde P og K, idet forholdet

mellem disse tre næringsstoffer ikke er ens i de 3 NPK-gødninger, men i en NPK-gødning og den tilsvarende blanding er tilført samme mængde N, P og K.

Som følge af varierende sædskifte fra sted til sted har der også været variation i mængden af tilført næringsstof, som det ses i tabel 2.

I tabellen er kun angivet tilførsel i forsøgs-gødning, men til rodfrugt er der grundgødet med staldgødning 2-3 gange hvert sted i de 8-9 år, forsøgene har ligget.

Udbytteresultater

Der er gennemført 35 kornforsøg ialt, og resultaterne herfra ses i tabel 3.

Tabel 3. Udbytte og merudbytte i hkg pr. ha

Byg	Antal forsøg	grund-gødet	Kærne						Halm						
			NPK 13-5-11	Bl. 10,1	NPK 13-6-16	Bl. 11,4	NPK 13-6-17	Bl. 11,2	grund-gødet	NPK 13-5-11	Bl. 12,2	NPK 13-6-16	Bl. 15,7	NPK 13-6-17	Bl. 13,8
Aarslev	3	30,8	4,7	5,0	5,9	5,2	5,5	5,5	23,3	3,7	6,2	6,3	6,8	7,5	7,3
Askov	2	26,1	10,4	10,1	12,3	11,4	11,2	12,6	19,7	10,1	11,7	12,2	15,7	13,8	14,4
Jyndevad	3	14,0	11,7	14,1	13,9	14,6	13,7	13,7	9,9	7,6	8,9	8,5	9,9	8,5	8,9
Studsgaard	3	20,8	13,9	14,2	13,2	13,7	12,9	13,0	19,9	19,4	20,4	21,4	20,7	20,9	20,2
Tylstrup	2	18,8	11,6	11,2	10,0	10,9	12,4	13,7	17,5	13,9	12,8	11,1	13,2	16,4	16,9
Tystofte	3	19,1	4,2	4,3	5,6	6,2	4,8	4,3	16,5	3,3	4,8	5,7	7,6	6,7	6,6
Ødum	6	33,4	9,4	8,7	9,5	9,2	7,3	9,0	26,3	12,3	13,8	14,1	14,8	15,5	15,8
Gens.	22	24,7	9,3	9,4	9,9	9,9	9,2	9,8	20,0	10,2	11,5	11,7	12,8	12,9	13,0
LSD 95%			0,55		0,42		0,56								
Havre															
Aarslev	1	44,6	6,4	6,7	6,3	6,7	7,1	7,4	46,0	12,8	13,7	14,4	13,7	13,8	12,6
Studsgaard	2	16,1	12,4	13,0	11,8	13,5	13,7	12,6	18,0	16,0	15,8	15,8	18,7	18,0	16,4
Tylstrup	1	17,0	12,8	13,7	12,6	14,4	15,4	13,6	14,6	12,6	14,3	11,0	15,1	17,6	14,9
Tystofte	2	32,9	6,9	7,4	8,3	10,4	7,4	7,0	27,8	6,0	7,2	7,0	9,9	7,1	6,4
Gens.	6	26,6	9,6	10,2	9,8	11,5	10,8	10,0	25,4	11,6	12,3	11,8	14,3	13,6	12,2
LSD 95%			1,63		0,68		1,25								
Hvede															
Askov	2	24,9	9,1	10,3	10,1	8,2	9,8	9,1	33,5	16,7	19,4	18,6	16,1	19,2	18,9
Rug															
Jyndevad	1	19,4	4,9	4,1	3,7	3,1	2,4 ÷ 2,0		30,6	18,3	13,9	14,0	12,6	13,3	15,3
Tylstrup	3	8,5	11,5	12,0	11,2	11,6	11,5	11,7	23,2	23,2	26,0	23,6	23,8	24,3	24,1
Gens.	4	11,2	9,8	10,0	9,4	9,5	9,3	8,3	25,1	22,0	23,0	21,2	21,0	21,5	21,9
Vårhvede															
Tystofte	1	37,6	2,1	3,1	3,2	4,2	2,1	2,4	32,6	1,2	2,4	2,6	4,3	1,9	2,4

I 22 bygforsøg er der for NPK-gødning 13-5-11 (svensk) og 13-6-16 (norsk) opnået meget nær samme eller samme gennemsnitlige merudbytte, som efter den tilsvarende blanding, medens NPK-gødning 13-6-17 (tysk) gav 0,6 hkg kærne mindre pr. ha. Halmudbyttet var størst efter blandingen i de to første par forsøgsled, medens der ikke var forskel i det tredje.

6 forsøg i havre viste ringere virkning af de

NPK-gødning og tilsvarende blanding er dog ikke signifikant. I vinterhvede og vårhvede er der kun resultater af 2 og 1 forsøg.

Resultatet af 17 forsøg i rodfrugt fremgår af tabel 4.

I 12 forsøg i bederoer har ingen af de prøvede NPK-gødninger kunnet måle sig med den tilsvarende blanding, hvad angår tørstofudbyttet i rod. Udbyttet i toptørstof har derimod varieret lidt mere og der er ikke målt signifikante ud-

Tabel 4. Udbytte og merudbytte i hkg tørstof pr. ha

	Antal forsøg	Grund- gødet	NPK 13-5-11	Bl. 20,7	NPK 13-6-16	Bl. 24,2	NPK 13-6-17	Bl. 24,7	Grund- gødet	NPK 13-5-11	Bl. 8,4	NPK 13-6-16	Bl. 8,0	NPK 13-6-17	Bl. 7,2
Bederoer			rod								sandfri top				
Aarslev	3	80,5	14,0	20,7	20,1	24,2	18,7	24,7	35,0	6,8	6,8	8,4	8,0	7,6	7,2
Askov	2	101,1	7,2	5,7	6,6	9,4	5,1	11,1	32,2	5,9	5,4	4,4	5,1	4,1	5,5
Jynde vad	1	72,0	3,3	5,0	8,6	5,9	6,8	3,5	21,9	6,3	8,2	9,1	7,5	7,8	6,7
Studsgaard ...	2	55,9	25,7	25,5	21,5	25,4	21,7	24,4	16,6	6,7	6,3	6,1	4,5	5,0	5,0
Tystofte	2	77,3	21,7	24,5	23,1	25,6	24,8	27,6	19,5	7,8	8,2	8,0	9,0	8,6	8,3
Ødum	2	78,2	9,6	8,0	7,6	8,5	11,0	14,5	30,7	5,7	7,7	5,9	3,9	5,6	7,8
Gens.	12	78,2	14,4	16,2	15,5	18,0	15,7	19,4	27,1	6,6	7,0	6,9	6,4	6,4	6,8
LSD 95 %			2,84		2,04		2,17			0,85		1,14		0,95	
Kålroer			rod								sandfri top				
Askov	1	115,5	3,3	2,9	5,5	5,1	6,5	7,6	12,4	2,6	2,9	1,7	2,1	1,8	2,7
Studsgaard ...	1	81,2	7,1	9,7	8,2	6,1	9,8	7,8	5,0	1,0	1,5	0,3	1,2	0,2	0,6
Gens.	2	98,4	5,2	6,3	6,9	5,6	8,2	7,7	8,7	1,8	2,2	1,0	1,7	1,0	1,7
Kartofler			knolde												
Jynde vad	1	67,5	8,9	11,9	11,8	13,5	16,5	9,5							
Studsgaard ...	1	103,6	5,9	8,9	1,0	8,5	÷ 0,9	÷ 1,6							
Tylstrup	1	94,6	6,0	2,4	1,2	5,6	2,8	1,5							
Gens.	3	88,6	6,9	7,7	4,7	9,2	6,1	3,1							
Kløvergræs															
Aarslev	2	89,7	3,8	7,8	8,4	7,8	7,9	6,7							
Askov	2	80,2	11,4	9,3	8,9	10,6	18,1	10,8							
Jynde vad	1	82,6	÷ 5,2	÷ 0,7	5,5	0,1	1,7	÷ 2,4							
Tystofte	1	136,5	1,3	5,8	6,3	0,1	1,0	3,9							
Gens.	6	93,1	4,4	6,6	7,7	6,2	9,1	6,1							

to første NPK-gødninger end af den tilsvarende blanding. Det omvendte var tilfældet for den tredje. For halmudbyttet var resultaterne tilsvarende. I de 4 forsøg i rug finder man samme gennemsnitlige linje, forskellen mellem en

byttforskelle mellem de enkelte forsøgsled.

For kålroernes vedkommende er der kun 2 forsøg, og ligesom i bederoerne har NPK 13-5-11 givet det mindste og NPK 13-6-17 det største udbytte.

Tabel 5. Udbytte og merudbytte i 100 f.e.¹ pr. ha. Gens. af sædskiftet

	Antal forsøg	Grund- gødet	NPK 13-5-11	Bl. 13-5-11	NPK 13-6-16	Bl. 13-6-16	NPK 13-6-17	Bl. 13-6-17	LSD 95 %
Aarslev	9	60,3	9,1	12,0	12,5	13,4	11,9	13,4	2,02
Askov	9	61,0	9,8	9,6	10,2	10,5	10,8	11,8	1,97
Jyndevad	7	37,0	8,9	11,0	11,8	11,4	11,5	9,2	1,77
Studsgaard	9	45,6	17,1	17,8	15,5	17,2	15,7	15,6	1,78
Tylstrup	7	27,1	14,0	13,9	12,5	14,0	14,5	14,5	1,41
Tystofte	9	46,6	9,2	10,6	11,0	12,3	10,6	11,1	1,31 ²
Ødum	8	53,2	12,6	12,3	12,6	12,3	11,9	14,4	1,25
Rodfrugt									
Bederøer	12	90,4	17,8	19,7	19,1	20,9	18,8	22,5	2,20
Kålroer	2	95,7	6,1	7,3	7,0	6,3	8,2	8,2	
Kartofler	3	80,5	6,3	7,0	4,2	8,4	5,6	2,8	
Korn									
Byg	22	29,8	11,8	12,3	12,8	13,1	12,4	13,1	0,54
Havre	6	28,5	10,9	11,6	11,1	13,1	12,4	11,4	0,79 ³
Vårhvede	1	44,1	2,4	3,6	3,7	4,9	2,5	2,9	
Vinterhvede	2	31,6	12,4	14,2	13,8	11,5	13,6	12,9	
Rug	4	16,2	14,3	14,6	13,6	13,7	13,6	12,6	2,43
Kløvergræs	6	46,6	2,2	3,3	3,9	3,1	4,6	3,1	1,64
Gens.	58	48,2	11,5	12,5	12,3	13,1	12,4	12,9	

LSD = lavest sikre differens mellem en NPK-gødning og den tilsvarende blanding.

1. Ved omregning til f.e. er regnet med 1 f.e. = 1 kg kærne i byg, hvede og rug, 1,2 kg kærne i havre, 4 kg halm i byg og havre, 5 kg halm i hvede og rug, 1,1 kg tørstof i rod eller knolde, 1,4 kg sandfrit toptørstof og 2 kg tørstof i kløvergræs.
2. Differens mellem NPK 13-5-11 og tilsvarende blanding er dog ikke signifikant.
3. Gælder ikke for NPK 13-5-11 og tilsvarende blanding, der skal forskellen være 1,82 for at være signifikant.

3 forsøg i kartofler viser størst virkning af blandingerne i de to første par forsøgsled, d.v.s. den svenske 13-5-11 og den norske 13-6-16, medens den tyske 13-6-17 har givet større merudbytte end blandingen.

Der er gennemført 6 forsøg i kløvergræs. NPK 13-5-11 gav mindre merudbytte end den tilsvarende blanding, medens NPK 13-6-16 og 13-6-17 gav mere, forskellene er dog ikke signifikante.

I tabel 5 er vist det samlede resultat fra de enkelte stationer og afgrøder og et samlet gennemsnit i f.e.

I gennemsnit af alle afgrøder har blandingerne, samme mængde N, P og K som de tilsvarende NPK-gødninger, i alle tre tilfælde givet det største merudbytte.

Jordbundsanalyser

Ved forsøgets anlæg og hvert år efter høst blev der udtaget jordprøver. Ved forsøgets anlæg viste jordbundsanalyserne følgende resultater, der er anført efter reglerne af 1964:

	Rt	Ft	Kt	Nat	Mgt
	(pH (KCl) + 0,9)				
Aarslev	6,7	4,1	9,2	2,3	4,2
Askov	6,5	3,4	4,8	2,7	4,6
Jyndevad ...	6,4	5,0	6,7	1,1	3,8
Studsgaard..	6,0	5,1	8,4	1,4	2,7
Tylstrup	5,9	9,2	9,2	1,1	3,0
Tystofte	6,7	5,0	15,1	1,8	5,2
Ødum	6,9	5,9	9,2	3,0	2,5

Hvorledes de forskellige gødninger har påvirket jordens indhold af de enkelte næringsstoffer fremgår af tabel 6.

Tabel 6. Jordbundsanalyser

Gens. 7 steder							
Grund-	NPK	Bl.	NPK	Bl.	NPK	Bl.	
gødet	13-5-11	13-6-16	13-6-17				
Rt = pH (KCl) + 0,9							
Forsøgsår	1	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4
	2	6,5	6,4	6,5	6,4	6,5	6,4
	3	6,5	6,5	6,4	6,4	6,4	6,4
	4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4
	5	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,5
	6	6,5	6,5	6,5	6,4	6,5	6,4
	7	6,4	6,4	6,4	6,3	6,4	6,3
	8	6,6	6,5	6,6	6,6	6,6	6,6

Ft.							
Forsøgsår	1	5,8	6,0	5,9	5,9	5,9	5,9
	2	5,7	6,0	6,0	6,0	6,2	6,0
	3	5,9	6,2	6,2	6,4	6,5	6,5
	4	5,8	6,3	6,3	6,5	6,6	6,4
	5	5,8	6,7	6,5	6,7	6,7	6,7
	6	5,9	6,7	6,7	7,0	6,8	6,9
	7	6,1	6,7	6,8	7,1	7,0	6,9
	8	6,0	6,5	6,8	7,0	7,1	7,0

Kt.							
Forsøgsår	1	8,3	8,6	8,6	8,5	8,8	9,2
	2	7,2	7,8	7,6	8,1	8,5	8,6
	3	7,9	8,5	8,2	8,9	8,7	9,5
	4	7,0	8,5	8,3	9,2	9,3	9,9
	5	6,0	7,9	7,5	8,2	8,2	9,0
	6	5,9	7,4	7,4	7,9	7,9	8,4
	7	6,2	7,2	7,8	8,4	8,5	8,8
	8	6,0	7,1	7,2	8,0	8,2	8,6

Der kan af de foreliggende resultater ikke påvises nogen forskel i jordens reaktion, natrium- eller magnesiumindhold ved anvendelse af de prøvede NPK-gødninger, ligesom det ikke gav nogen forskel, om der er benyttet NPK-gødning eller kalkammonsalpeter, superfosfat og kaligødning.

Ft og Kt ændres forskelligt ved anvendelse af NPK-gødninger med forskelligt indhold, men med samme mængde P og K i NPK-gødning og tilsvarende blanding følges variationerne i Ft og Kt nøje ad.

Gens. 7 steder							
Grund-	NPK	Bl.	NPK	Bl.	NPK	Bl.	
gødet	13-5-11	13-6-16	13-6-17				
Rt = pH (KCl) + 0,9							
Nat.							
Forsøgsår	1	1,7	1,8	1,7	1,6	1,9	1,7
	2	2,0	1,8	1,8	1,7	1,9	1,7
	3	1,7	1,9	1,8	1,6	1,7	1,7
	4	1,7	1,6	1,6	1,6	1,6	1,7
	5	1,3	1,3	1,5	1,3	1,5	1,3
	6	1,3	1,3	1,4	1,3	1,3	1,3
	7	1,6	1,7	1,7	1,7	1,6	1,6
	8	1,7	1,6	1,7	1,6	1,7	1,5

Mgt.							
Forsøgsår	1	3,8	3,6	3,6	3,6	3,7	3,9
	2	4,7	4,8	4,6	4,5	4,7	4,5
	3	4,6	4,6	4,5	4,4	4,4	4,5
	4	4,8	4,7	4,7	4,7	4,6	4,6
	5	4,3	4,1	4,3	4,0	4,2	4,1
	6	5,2	5,2	4,9	4,8	4,6	4,7
	7	4,6	4,5	4,5	4,5	4,4	4,3
	8	4,6	4,8	4,8	4,6	4,6	4,5

Sammendrag

Med det formål at sammenligne gødningsvirkningen af en svensk NPK-gødning 13-5-11, en norsk 13-6-16 og en tysk 13-6-17 med tilsvarende mængde næringsstoffer i de gængse enkeltgødninger, er der ved statens forsøgsstationer udført 58 forsøg i korn, rodfrugt og kløvergræs.

I gennemsnit af 35 forsøg i korn, 17 i rodfrugt og 6 i kløvergræs er der opnået de på side 62 øverst anførte resultater.

Hver enkelt af de 3 NPK-gødninger har givet 50-100 f.e. mindre pr. ha end en blanding indeholdende de samme næringsstoffer fremgået af 20,5-26 pct. kalkammonsalpeter, 18 pct. superfosfat og 50-60 pct. kaligødning.

Der er ikke påvist nogen forskel i jordens pH, natrium- eller magnesiumindhold efter anvendelse af de forskellige NPK-gødninger eller blandinger. Med samme mængde P og K i NPK-gødning og tilsvarende blanding følges variationerne i Ft og Kt nøje ad.

Udbytte og merudbytte i 100 f.e. pr. ha

	Antal forsøg	Grund- gødet	Svensk		Norsk		Tysk		LSD 95 %
			NPK	Bland.	NPK	Bland.	NPK	Bland.	
			13-5-11		13-6-16		13-6-17		
Korn	35	28,5	11,7	12,3	12,4	12,8	12,3	12,4	0,50
Bederøer	12	90,4	17,8	19,7	19,1	20,9	18,8	22,5	2,20
Kålroer	2	95,7	6,1	7,3	7,0	6,3	8,2	8,2	
Kartofler	3	80,5	6,3	7,0	4,2	8,4	5,6	2,8	
Kløvergræs	6	46,6	2,2	3,3	3,9	3,2	4,6	3,1	1,64
Gens.	58	48,2	11,5	12,5	12,3	13,1	12,4	12,9	

LSD angiver den laveste sikre differens mellem en NPK-gødning og den tilsvarende blanding ved 95 pct. niveauet.

Fosforgødninger

I årene 1956-61 er på statens forsøgsstationer ved Askov, Lundgaard og Studsgaard gennemført 3 forsøgsserier med forskellige fosforgødninger efter følgende planer:

Thomasfosfat og Phospal:

0 P

$\frac{1}{2}$ » i superfosfat

1 » » »

1 » » thomasfosfat

1 » » phospal

Højprocentig superfosfat:

0 P

$\frac{1}{2}$ » i superfosfat

1 » » »

1 » » højprocentig superfosfat

1 » » » » + gips, så svovltilførselen svarer til svovlmængden i 1 superfosfat.

Ammoniumfosfat:

0 P + 0 N

$\frac{1}{2}$ » i superfosfat + $\frac{1}{2}$ N

1 » » » + 1 N

1 » » ammoniumfosfat + supplement til 1 N

1 » » » » + » » » 1 N + gips, så svovltilførselen er som i 1 P i superf.

Gødskning og afgrøde

Den tilførte P-mængde er beregnet på grundlag af indhold af total P, og 1 P var 31,45 kg pr. ha.

Til korn og kålroer er kvælstof givet i form af kalksalpeter, til bederøer i chilesalpeter og til kartofler i svovlsur ammoniak. Der er ikke anvendt staldgødning eller ajle i forsøgene. Fordelingen af kvælstof til de forskellige afgrøder var følgende:

1 N = 46½- 62 kg N/ha til byg, havre og rug

= 93 » » » hvede

= 124-155 » » » kålroer

= 160 » » » bederøer

= 84 » » » kartofler

Af de i forsøgene benyttede gødninger er superfosfat hjemkøbt hvert år, medens de øvrige gødninger er hjemtaget før forsøgenes anlæg og stammer således fra samme parti i alle forsøgene.

Citronsyreopløseligt P er bestemt ved ekstraktion med 2 pct. citronsyre og citratopløseligt P ved ekstraktion med ammoniumcitrat (*Petermann*).

P-indhold i pct.

	total	citron- syreop- løselig	citrat- opløse- lig	vand- opløse- lig	pct. N	pct. S
Superfosfat	8,45	8,12		7,95		12,8
Thomasfosfat	7,81	6,59	3,45			
Phospal	14,94	1,05	9,90			
Høj pct. sup.	19,56			18,09		2,4
Ammoniumfosfat	22,64			22,60	20,33	
Gips						17,9

Superfosfat er en blanding af calciumfosfat og calciumsulfat og fremstilles ved behandling af råfosfat med svovlsyre. Omkring 95 pct. af gødningens fosforindhold er vandopløseligt.

Thomasfosfat er et tungt, mørkt og finmalet affaldsprodukt fra stålfremstilling. Kun ubetydelige mængder af fosforet i thomasfosfat er vandopløseligt, men ca. 85 pct. er citronsyreopløseligt og ca. 45 pct. af fosforet er opløseligt i citrat.

Phospal er et let, rød-brunt pulver af calcium-aluminium-fosfat. Fosforet i phospal er ligesom i thomasfosfat næsten uopløseligt i vand, kun ca. 7 pct. af fosforet er opløseligt i citronsyre, medens 66 er citratopløseligt.

Det i forsøgene anvendte højprocentige superfosfat er et dobbeltfosfat, der fremstilles ved behandling af råfosfat med fosforsyre og derved indeholder mere fosfor og mindre svovl end superfosfat. Fosforet i dobbeltfosfat er omtrent lige så letopløseligt som i superfosfat.

Sekundært ammoniumfosfat er et krystallinsk salt, hvori såvel kvælstof som fosfor let lader sig opløse i vand.

De gennemførte forsøg er udført som fastliggende forsøg med følgende sædskifte afpasset efter jordbunden:

Askov: byg-kløvergræs-hvede-bederoer.

Lundgaard: byg-rug-kålroer.

Studsgaard: byg-kålroer-byg-bederoer-havrekartofler.

Ved Lundgaard og Studsgaard er forsøgene udført i samme afgrøde de enkelte år, medens der ved Askov har været forskellige afgrøder det enkelte år.

a. Thomasfosfat og phospal

Med thomasfosfat og phospal er gennemført 15 forsøg. Oversigt over resultaterne er vist i tabel 7.

Der er merudbytte for stigende fosfortilførsel og dette gælder for alle forsøgssteder og afgrøder med undtagelse af forsøget i kløvergræs.

Thomasfosfat har virket bedst i forsøgene ved Askov, medens superfosfat har givet størst udbytte i forsøgene ved Lundgaard og Studsgaard.

Virkningen af phospal har været meget dårlig, idet der i gennemsnit ikke er opnået større udbytte end uden fosfortilførsel. Den dårlige virkning skyldes utvivlsomt, at fosforindholdet i phospal er meget tungtopløseligt. Ligesom i thomasfosfat kunne der ved analysering af phospal ikke påvises målelige mængder af vandopløseligt fosfor.

J. Stale og E. Bovay, Lausanne nævner i Schweiz. Landw. Forsch. Vol. IV 1965, side 36-43, at phospal kan have praktisk interesse på meget kalkrige jorder, og har i forsøg på jord med pH 7,7 opnået samme udbytte som med thomasfosfat, medens udbyttet ved pH 5,5-5,8 har været væsentlig lavere ved gødskning med phospal end med thomasfosfat.

Tabel 7. Udbytte i 100 f.e. pr. ha

	Antal forsøg	0 P	15,7 kg P/ha i superfosfat	31,5 kg P/ha	31,5 kg P/ha thomasf.	31,5 kg P/ha phospal
Byg.....	4	23,8	25,0	26,5	24,9	24,3
Havre.....	2	35,1	37,8	38,0	35,9	35,4
Hvede	2	51,1	52,0	53,2	54,9	52,3
Rug	2	25,4	26,6	26,5	27,2	25,0
Kålroer	3	75,5	79,5	79,9	78,1	74,4
Kartofler	1	45,8	50,1	54,7	49,6	46,9
Kløvergræs ...	1	37,6	36,7	36,1	39,7	35,4
Askov	4	40,1	40,3	41,4	42,8	40,5
Lundgaard ...	6	44,2	47,1	47,8	46,4	43,6
Studsgaard ...	5	40,6	42,9	43,9	42,0	40,9
Gens.	15	41,9	43,9	44,8	43,9	41,9

		0 P	15,7 kg P/ha	31,5 kg P/ha	31,5 kg P/ha	
			i superfosfat		thomasf.	phospal
				Rt.		
Askov	1955.....	5,8	5,7	5,7	5,7	5,7
	1961.....	6,8	6,6	6,7	6,9	6,7
Lundgaard	1955.....	5,9	6,0	6,0	6,0	6,0
	1960.....	6,5	6,6	6,7	6,8	6,6
Studsgaard	1955.....	6,1	5,9	6,2	6,0	6,1
	1959.....	5,9	5,8	5,9	6,1	5,9
				Ft.		
Askov	1955.....	3,6	3,7	3,4	3,5	3,7
	1961.....	3,1	3,8	4,2	4,4	4,2
Lundgaard	1955.....	9,7	10,7	9,8	9,4	9,3
	1960.....	9,0	9,9	10,5	11,3	10,0
Studsgaard	1955.....	5,8	5,4	5,6	5,7	5,7
	1959.....	4,9	5,4	5,7	6,2	5,6

I jordprøver udtaget før forsøgets anlæg samt nogle år senere blev Rt og Ft bestemt, og resultaterne var som vist ovenstående, anført efter reglerne af 1964.

Stigning eller fald i Ft følger ret nøje de tilførte gødningsmængder.

b. Højprocentig superfosfat

Højprocentig superfosfat er sammenlignet med alm. granuleret superfosfat i 18 forsøg. Oversigt over resultaterne fremgår af tabel 8.

Der har også i disse forsøg været udslag for stigende tilførsel af superfosfat. Det højpro-

centige superfosfat har ved Askov givet samme udbytte som alm. superfosfat, lidt mindre ved de to andre stationer.

I gennemsnit af 18 forsøg har der været et lille merudbytte for tilførsel af gips. Merudbytte for gipstilførsel er målt ved Lundgaard, medens gipstilførsel ved Askov har givet negativt merudbytte.

Hverken forskellene i virkning mellem alm. superfosfat og højprocentig superfosfat eller mellem højprocentig superfosfat med eller uden gipstilførsel er dog signifikante.

Jordbundsanalyser viste omstående resultater.

Tabel 8. Udbytte i 100 f.e. pr. ha

		0 P	15,7 kg P/ha	31,5 kg P/ha	31,5 kg P/ha i	
	Antal		i 7,8 pct. superfosfat		høj pct. sup.	
	forsøg				÷ gips	+ gips
Byg.....	6	36,4	37,7	38,7	38,7	38,3
Havre.....	1	34,7	37,5	38,2	37,7	37,9
Hvede.....	1	47,7	49,5	49,2	50,9	49,3
Rug.....	2	27,7	28,0	27,1	27,2	27,1
Bederoer.....	2	88,2	90,7	92,7	90,2	90,8
Kålroer.....	3	78,4	81,2	82,9	81,0	84,1
Kartofler.....	1	25,3	28,4	33,6	34,4	33,4
Kløvergræs...	2	45,6	49,4	48,6	47,6	47,9
Askov.....	6	55,9	58,0	58,7	58,7	57,7
Lundgaard...	6	45,4	46,7	47,4	46,1	48,1
Studsgaard...	6	46,1	48,9	50,4	49,9	49,9
Gens.....	18	49,1	51,2	52,2	51,5	51,9

		0 P	15,7 kg P/ha i 7,8 pct. superfosfat	31,5 kg P/ha Rt.	31,5 kg P/ha i højprocentig sup. ÷ gips	31,5 kg P/ha + gips
Askov	1951.....	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9
	1961.....	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
Lundgaard	1955.....	5,8	5,8	5,8	5,8	5,7
	1960.....	6,4	6,3	6,3	6,4	6,3
Studsgaard	1955.....	5,9	5,8	6,0	6,0	6,0
	1959.....	5,8	5,8	5,9	5,9	6,0
				Ft.		
Askov	1955.....	6,4	6,2	6,5	6,8	6,5
	1961.....	5,2	6,2	7,1	7,1	7,1
Lundgaard	1955.....	10,4	10,5	10,4	10,3	9,9
	1960.....	10,3	10,8	11,6	11,8	11,5
Studsgaard	1955.....	5,2	5,2	5,4	5,4	5,2
	1959.....	5,6	5,9	6,9	6,8	6,8

De tilførte fosforgødninger har meget nær påvirket jordens Ft ens.

c. Ammoniumfosfat

Ammoniumfosfat er sammenlignet med superfosfat + kvælstof i 17 forsøg. Oversigt over resultaterne ses i tabel 9.

fosfat og kvælstof må sikkert også tillægges kvælstofvirkningen, men da forsøgene har ligget i marker svarende til de to forannævnte forsøgsserier, og da der i disse har været udslag for fosfortilførsel, kan det være rimeligt at tillægge fosfortilførselen i denne forsøgs-serie samme virkning.

Tabel 9. Udbytte i 100 f.e. pr. ha

Antal forsøg	0 P og 0 N	15,7 kg P/ha i sup. + ½ N		31,5 kg P/ha i sup. + 1 N		31,5 kg P/ha i am- moniumfosfat + N til 1 N
						÷ gips + gips
Byg.....	6	18,3	29,3	36,8	36,0	36,3
Havre.....	1	13,9	25,9	35,4	35,5	38,1
Hvede.....	1	23,6	36,0	42,8	43,1	42,3
Rug.....	2	10,2	20,4	27,9	26,8	27,0
Bederøer.....	2	28,0	75,9	108,0	101,6	103,6
Kålroer.....	3	30,4	61,7	78,8	74,3	77,1
Kartofler.....	1	29,5	41,7	62,4	63,2	62,5
Kløvergræs...	1	47,9	49,8	47,5	48,1	47,6
Askov.....	6	28,0	50,4	64,8	62,3	62,2
Lundgaard...	6	18,9	36,8	47,0	44,6	47,2
Studsgaard...	5	20,1	36,7	49,3	48,8	48,8
Gens.....	17	22,5	41,6	53,9	52,1	53,0

1. 1 N = de side 62 nævnte mængder.

Tilførsel af kvælstof øger normalt afgrøder-nes udbytte, og hovedparten af stigningen i ud- byttet i disse forsøg ved øget tilførsel af super-

Betragtes de tre forsøgssled, som er tilført samme gødningsmængde, ses, at i gennemsnit har superfosfat givet det største udbytte og am-

moniumfosfat uden gipstilsførsel det laveste. Forskellene er dog ikke signifikante.

Resultaterne af jordbundsanalysen var følgende:

Kaliumchlorid og svovlsur kali er indkøbt hvert år, medens den til forsøgene nødvendige mængde kaliumnitrat stammer fra et parti, der blev hjemtaget ved forsøgenes anlæg.

		0 P og 0 N	15,7 kg P/ha i sup. + $\frac{1}{2}$ N	31,5 kg P/ha i sup. + 1 N	31,5 kg P/ha i am- moniumfosfat + N til 1 N ÷ gips + gips	
		Rt				
Askov	1955.....	5,9	5,8	5,7	5,7	5,8
	1961.....	6,4	6,5	6,6	6,5	6,5
Lundgaard	1955.....	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7
	1960.....	6,3	6,4	6,4	6,5	6,2
Studsgaard	1955.....	5,8	5,7	5,7	5,8	5,8
	1959.....	5,6	5,7	5,7	5,6	5,7
		Ft				
Askov	1955.....	4,1	3,8	3,8	4,0	3,8
	1961.....	3,7	3,8	4,8	4,3	4,4
Lundgaard	1955.....	8,2	8,4	8,2	8,3	8,2
	1960.....	7,7	8,4	9,6	9,6	9,7
Studsgaard	1955.....	4,2	3,8	4,1	4,2	4,1
	1959.....	4,4	4,9	5,4	5,6	5,6

Med tilførsel af 1 P er Ft steget.

Kaliumnitrat

I årene 1956-61 er ved Askov, Lundgaard og Studsgaard gennemført 15 forsøg, hvor kaliumnitrat er sammenlignet med kaliumchlorid og svovlsur kali efter følgende plan:

- 0 K og 0 N
- $\frac{1}{2}$ K i kaliumchlorid + $\frac{1}{2}$ N
- 1 » » + 1 »
- 1 » » kaliumnitrat + supplement til 1 N
- 1 » » svovlsur kali + 1 N

Forsøgene har ligget i samme marker som de forannævnte 3 forsøgsserier med fosforgødning og i samme sædskifte, 1 K = 83 kg K pr. ha til korn og det dobbelte til roer, 1 N = samme mængder som nævnt under fosforforsøgene.

Analyseresultater af de benyttede forsøgsgødninger

	Indhold i pct.			
	NO ₃ -N	K	Cl	S
Kaliumnitrat...	13,75	38,44		
Kaliumchlorid.		42,41	46,62	
Svovlsur kali..		41,49		17,5

I tabel 10 er vist en oversigt over resultaterne af de 15 forsøg.

Kvælstof er tilført forsøgene som nitratgødning.

Kaliumnitrat har i gennemsnit givet mindre udbytte end kaliumchlorid og svovlsur kali, dette gælder ved alle forsøgssteder, men betragtes de enkelte afgrøder, ses, at det er i roer, kaliumnitratet har klaret sig dårligt, medens forskellene mellem de tre kaligødninger er små og usikre i kornafgrøderne.

Om det er kvælstof eller kalium i kaliumnitrat, der har virket for dårligt, eller even-

Tabel 10. Udbytte i 100 f.e. pr. ha

	Antal forsøg	41½ kg K/ha		83 kg K/ha		sv. kali
		0 K og 0 N	kaliumchlorid + ½ N	+ 1 N	kaliumnitrat + N til 1 N	
Byg.....	5	14,5	26,2	33,9	32,4	33,0
Havre.....	1	14,1	27,8	35,2	35,9	38,8
Hvede.....	2	28,4	39,4	44,2	44,2	45,8
Rug.....	2	9,7	19,3	27,1	27,3	28,2
Bederoer.....	2	65,3	109,1	126,1	122,1	128,4
Kålroer.....	3	33,5	64,2	76,4	68,0	72,1
Askov.....	5	41,2	64,8	74,6	73,3	76,6
Lundgaard...	6	18,1	36,1	44,7	41,1	43,5
Studsgaard...	4	19,7	36,5	46,9	44,1	45,4
Gens.....	15	26,2	45,8	55,2	52,6	55,0

Til roer er anvendt den dobbelte kalimængde.

tuelt et samspil af disse stoffer sammen med indhold af eller mangel på sekundære næringsstoffer, kan ikke ses af disse forsøg.

Resultater af jordbundsanalyser i forbindelse med forsøgene gav følgende resultater:

I fosforforsøgene som har været delt i 3 serier er thomasfosfat, phospal, højprocentig superfosfat og ammoniumfosfat sammenlignet med superfosfat.

I superfosfat, højprocentig superfosfat og

		0 K og 0 N	½ K i kaliumchlorid + ½ N	1 K i + 1 N	1 K i kaliumnitrat + N til 1 N	1 K i svovlsur kali + 1 N
		Rt				
Askov	1955.....	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
	1961.....	6,5	6,6	6,6	6,6	6,6
Lundgaard	1955.....	5,7	5,6	5,6	5,6	5,7
	1960.....	6,4	6,5	6,2	6,7	6,3
Studsgaard	1955.....	6,0	5,8	5,9	5,9	5,9
	1959.....	5,6	5,7	5,8	5,8	5,8
		Ft				
Askov	1955.....	5,6	5,5	5,5	5,3	5,9
	1961.....	4,1	4,7	6,9	6,9	5,8
Lundgaard	1955.....	7,2	7,0	9,4	6,9	7,2
	1960.....	10,6	12,2	14,4	18,3	13,7
Studsgaard	1955.....	3,3	3,1	3,3	3,0	3,3
	1959.....	4,2	6,7	10,1	10,5	8,1

Der kan ikke gives nogen forklaring på det overraskende faktum, at Kt er steget ved såvel Lundgaard som Studsgaard i forsøgsleddet uden kaliumtilførsel.

Sammendrag

I årene 1956-61 er på tre af statens forsøgsstationer udført fastliggende forsøg med forskellige fosforgødninger samt kaligødninger.

ammoniumfosfat er hovedparten af fosforet vandopløseligt, medens fosfor i thomasfosfat og phospal ikke opløses i vand.

Thomasfosfat har i de fleste af forsøgene givet mindre udbytte end fosfor i superfosfat.

Virkningen af phospal har været meget dårlig. Det bemærkes, at jordens Rt i forsøgene har varieret fra 5,7-6,9.

Ifølge undersøgelser i Schweiz 1960-64 vir-

ker phospal lige så godt som thomasfosfat på meget kalkrige jorder (pH 7,7), medens virkningen af phospal er dårlig på kalkfattige jorder (pH 5,5-5,8).

Højprocentig superfosfat har i gennemsnit virket lidt dårligere end alm. superfosfat, de målte forskelle er dog ikke signifikante.

Ammoniumfosfat har til roer givet et lidt lavere udbytte end superfosfat + salpeter, medens der i kornafgrøder ikke er målt forskelle.

Tilskud af svovl i form af gips til højprocentig superfosfat, som indeholder væsentlig mindre svovl end alm. superfosfat, og til ammoniumfosfat, har givet et lille merudbytte i roer, forskellen er dog ikke statistisk sikker.

Kaliumnitrat er sammenlignet med kaliumchlorid og kaliumsulfat.

Kaliumnitrat har givet lidt lavere udbytte end svovlsur kali eller kaliumchlorid. Det lavere gennemsnitsudbytte skyldes hovedsagelig roeafgrøderne, idet forskellene mellem de tre kaliumgødninger har været små i korn.

Summary

Permanent field experiments with NPK-fertilizers, different phosphatic fertilizers and potassium nitrate

I. Fifty-eight experiments in cereals, root crops and pasture crops were conducted at the government experiment stations for the purpose of comparing the effect of a Swedish (13-5-11), a Norwegian (13-6-16) and a German (13-6-17) NPK-fertilizer with the effect of the same amounts of plant nu-

trients in conventional fertilizers. (The figures in brackets indicate the percentages of N, P and K, respectively).

The following results were found as average of 35 experiments in cereals, 17 in root crops and 6 in clover-grass fields:

Each of the three NPK-fertilizers gave 50 to 100 f.u. per hectare less than a combination of the same nutrients represented by a mixture of 20,5 % calcium ammonium nitrate, 18 % superphosphate and 50-60 % potassic salts.

No difference in the pH, sodium content or magnesium content of soil could be shown to result from the application of the different NPK-fertilizers or equivalent mixtures. Equal amounts of phosphorus and potassium in NPK-fertilizers and in corresponding mixtures led to closely correlated variations in content of sulphuric acid-soluble phosphorus (Ft) and exchangeable potassium (Kt).

II. Permanent experiments with different phosphatic and potassic fertilizers were conducted from 1956 to 1961 incl. at three experimental stations.

The phosphorus experiments were divided into three series where Thomas-phosphate, Phosphal (Ca-Al-phosphate), high-percentage superphosphate and ammonium phosphate were compared with normal superphosphate. Most of the phosphorus in the two superphosphates and ammonium phosphate is soluble in water, whereas Thomas-phosphate and Phosphal contain very little or no water-soluble phosphorus.

Thomasphosphate was inferior to superphosphate in most experiments. Phosphal had a very poor effect, possibly due to the reaction condition of the soil where pH varied from 5.7 to 6.9. Experi-

100 f.u. per hectare basal and excess yield

	Number of expt.	Basal dressing	Swedish		Norwegian		German		LSD 95
			NPK	Mixture	NPK	Mixture	NPK	Mixture	
			13-5-11		13-6-16		13-6-17		
Cereals.....	35	28,5	11,7	12,3	12,4	12,8	12,3	12,4	0,50
Beets	12	90,4	17,8	19,7	19,1	20,9	18,8	22,5	2,20
Swedes.....	2	95,7	6,1	7,3	7,0	6,3	8,2	8,2	
Potatoes.....	3	80,5	6,3	7,0	4,2	8,4	5,6	2,8	
Clover-grass ..	6	46,6	2,2	3,3	3,9	3,2	4,6	3,1	1,64
Average.....	58	48,2	11,5	12,5	12,3	13,1	12,4	12,9	

LSD: Least significant difference between the effect of each NPK-fertilizer and its corresponding mixture at the 95 pct. level.

ments in Switzerland 1960-64 indicate that Phosphal is equal to Thomas-phosphate in calcareous soils of pH 7.7 but has a poor effect in soils deficient in lime and of pH 5.5-5.8. High-percentage superphosphate was on the average slightly inferior to normal superphosphate, the observed differences were, however, not statistically valid. Ammonium-phosphate gave a slightly lower yield of root crops than superphosphate plus nitrate of lime, no differences were observed in grain crops.

A supplement of sulphur (as gypsum) to ammonium phosphate and to the high-percentage superphosphate which is relatively poor in sulphur, gave a small and not statistically valid surplus yield in root crops.

Potassium nitrate gave slightly lower yield than potassium sulphate and chloride. This difference was more pronounced in the root crops than in the grain crops.