

Fosforsyre og kali

Forsøg, jordbundsanalyser og gødningsvejledning

Af KARSTEN IVERSEN

Lige siden den moderne agrikulturkemis barndom for omkring 100 år siden har det været en ønskedrøm blandt jordbundskemikerne at finde frem til kemiske analyser, der kunne give vejledning med hensyn til rationel gødskning. Vanskelighederne ved at finde overensstemmelse mellem analyseresultaterne og forsøgsresultaterne (planternes reaktion) har imidlertid været store, og har derfor stedse beskæftiget og beskæftiger stadig vore forskere på dette område.

Jordbundsanalyser og forsøg

I det følgende forelægges resultaterne til belysning af forholdet mellem jordbundsanalysen og forsøgsresultaterne. Jordbundsanalyserne omfatter en bestemmelse af jordens »fosforsyretal« (Ft) og »kaliumtal« (T_K) efter de på Statens Planteavlslaboratorium udarbejdede metoder. Disse er velkendte, og velkendt er også den smukke overensstemmelse mellem analyserne og de lokale forsøgs *middeltal*.

Her er et eksempel:

Gennemsnitligt merudbytte for 200 kg superfosfat						
Fosforsyretal:	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12
Vårsæd, kg kærne. . . .	161	114	84	65	52	42
Kålroer, hkg roer	39	28	21	17	13	11

Gennemsnitlig merudbytte for 200 kg kaligødning						
Kaliumtal:	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12
Runkelroer, hkg roer .	50	40	32	26	23	22
Kålroer, » » .	50	32	21	14	10	8

Det bedes bemærket, at der selv ved så høje Ft som 10-12, der svarer til indholdet af fosforsyre i 10-12 000 kg 18 % superfosfat i

pløjelaget på 1 ha, er et merudbytte pr. 200 kg superfosfat på 42 kg kærne pr. ha.

Disse resultater, der er middeltal for mange forsøg, viser, at jo lavere analysetallene er, desto større er det gennemsnitlige merudbytte for anvendelse af superfosfat eller kaligødning.

Det bør her ikke glemmes, at der indenfor hver klasse er store variationer fra forsøg til forsøg. Årsagen hertil er ligetil, idet såvel udbyttet som merudbyttet ikke alene er afhængig af jordens indhold af fosforsyre, men også af samtlige de øvrige vækstfaktorer, der blandt andet er bestemt af klima, jordbunds- og driftsforholdene, og at disse veksler fra egn til egn og fra ejendom til ejendom.

Som eksempel på denne variation anføres resultater fra en inddeling af 1 317 lokale etårige forsøg i grupper efter merudbyttes størrelse. Der er i forsøgene anvendt 200 kg superfosfat pr. ha.

Fosforsyretal	% af forsøgene gav merudbytte i kg kærne			Gennemsnit,
	under 0	0—200	200—600 kg	merudbytte i kg kærne
0—2	12	57	31	152
3—4	20	59	21	113
6—8	27	60	13	62
Gens.....	21	59	20	94

Indenfor alle tre klasser har omkring 60 % af forsøgene givet et merudbytte på 0-200 kg kærne. Det bemærkes også, at 13 % af forsøgene med Ft 6-8 har givet et meget stort merudbytte.

Indenfor hver klasse kan analysen for en given ejendom ikke give oplysning, om denne giver et lille, middel eller stort merudbytte.

Ifølge *minimumsloven* er udbyttets størrelse begrænset af den vækstfaktor, der er tilstede i forholdsvis mindst mængde. På jorder, hvor fosforsyren er i minimum, vil det være jordens indhold af fosforsyre, der begrænser afgrøden. Tilføres fosforsyre, stiger udbyttet, indtil dette begrænses af en af de andre vækstfaktorer.

Som eksempel på variationen, der omfatter såvel *udbyttet som merudbyttet*, anføres resultater fra en forsøgsrække, der i 1948-52 er udført på forskellige ejendomme landet over. Der er gennemført 33 2-årige forsøg – og hvor der for at sikre udslag er gødet

med 2 000 kg superfosfat pr. ha. Resultatet fremgår af følgende oversigt:

Variation i udbyttet og merudbyttet								
Fosforsyretal			Udbytte			Merudbytte		
			i 100 f.e. pr. ha			i 100 f.e. pr. ha		
gens.	fra	til	gens.	fra	til	gens.	fra	til
2.3	0.7	3.3	48.9	24.9	63.2	7.6	0.8	25.1
4.0	3.5	4.5	60.0	43.8	85.3	3.7	0.8	10.3
6.8	4.0	14.0	62.2	45.0	75.3	2.0	0.1	4.7

I middeltal for hver af de tre grupper er der smuk overensstemmelse: med stigende tal stiger udbyttet, og merudbyttet falder. Men af talrækkerne »fra« og »til« ses det, at der kan fås både små og store udbytter ved såvel lave som høje tal.

Det siges ofte, at hvis man har *flerårige forsøg*, bliver overensstemmelsen mellem forsøg og analyser bedre.

Til illustration af disse forhold meddeles resultater fra de såkaldte kontrolforsøg, der har haft til opgave at belyse, *hvor meget superfosfat og kaligødning, det er rentabelt at anvende, når der i sædskiftet anvendes staldgødning og ajle*. Forsøgene er fastliggende og gennemført i et 4-årigt sædskifte, hvor der hvert 4. år til rodfrugt er gødet med 30 t staldgødning og 12 t ajle pr. ha.

I tabellen er anført fosforsyretal og kaliumtal ved forsøgenes anlæg og 10 år efter samt udbytte og merudbytte for hhv. 200 kg superfosfat eller 100 kg kaligødning årlig pr. ha. Der foreligger resultater fra 9 forsøg, der er gennemført i 16 år. Forsøgene er op-

	Fosforsyreforsøg				Kaliforsøg				
	Ft ved forsøgets				T _K ved forsøgets				
	anlæg	10 år efter	Udbytte 100 f. e.	Mer-udbytte	anlæg	10 år efter	Udbytte 100 f. e.	Mer-udbytte	
Frederikshøj	2.1	3.8	42.9	2.5	Frederikshøj	2.4	2.6	43.2	2.7
Rønhave....	3.3	2.6	47.2	5.3	Tårup.....	3.8	2.9	45.8	2.7
Volling.....	5.3	6.3	59.3	1.4	Stokkemarke	4.2	3.7	57.6	1.1
Asnæs.....	6.3	7.2	48.4	5.6	Hornum.....	4.5	1.8	47.1	3.2
Tårup.....	6.3	6.1	47.1	1.7	Jullerup.....	5.1	3.1	60.2	3.5
Jullerup....	6.3	5.8	59.6	1.7	Asnæs.....	5.2	4.0	52.2	0.7
Hornum....	7.1	4.9	48.0	2.1	Rønhave....	5.6	2.8	51.1	2.0
Stokkemarke	10.2	9.4	60.1	0.7	Volling.....	6.9	4.8	57.9	2.6
Møgeltønder	28.5	26.8	56.7	0.6	Møgeltønder	14.6	6.0	56.3	0.4
Gens. 1- 8 år			51.7	2.0	Gens. 1- 8 år			52.3	1.7
» 9-16 »			52.7	2.3	» 9-16 »			52.5	2.4

ført efter fosforsyre- og kaliumtal ved forsøgets anlæg. Udbytte og merudbytte er anført i 100 f.e. (= 1 a.e.) pr. ha.

Alle forsøg viser, at der kan være en stor og varig forskel mellem forskellige jorders fosforsyretræng.

Her træffer man *samme variation efter jordbunds- og driftsforhold som i de før omtalte resultater fra et- og to-årige forsøg*. Rønhave og Asnæs står absolut højest med merudbytte for superfosfat, og dette gælder alle år med et gennemsnitligt merudbytte på over 500 f. e., men med et fosforsyretal (salpetersyremetoden) på henholdsvis 3,3 og 6,3 ved forsøgets anlæg.

Det bemærkes, at når det gens. merudbytte ligger lidt højere end i de alm. eetårige forsøg er årsagen, at dette her er målt mod »ugødede« parceller, der ikke er tilført superfosfat eller kaligødning i de 16 år. Til trods herfor er udbyttet på de grundgødede parceller meget nær ens i de to 8-årige perioder.

Det fremgår af disse opgørelser, at der ikke er og ikke skal være nogen overensstemmelse mellem jordbundsanalysen og det enkelte forsøg.

Dette er i god overensstemmelse med beretningerne fra Statens Planteavlslaboratorium, hvor professor K. A. BONDORFF gennem mange år har forsøgt at fremhæve, at »fosforsyretallene er udtryk for jordens indhold af tilgængelig fosforsyre, men – som resultat af en kemisk analyse – og ikke kan angive hvorledes afgrøden i det enkelte tilfælde vil reagere overfor superfosfattilførsel, thi afgrødens reaktion afhænger også af de andre vækstfaktorer«. (Tolvmandsbladet nr. 2 1958).

Afgrødernes årlige bortførsel svarer kun til 2-4 % af den mængde fosforsyre, der ifølge Ft findes i pløjelaget. *Fosforsyretallet fortæller intet om, hvor meget af jordens fosforsyre, der er eller bliver tilgængelig for afgrøden i vækstperioden.*

Men det må ikke glemmes, at *fosforsyretallenes værdi som vejledning i anvendelse af superfosfat gang på gang i jordbundsanalysens tidsalder netop er fastslået og fremhævet på grund af den gode overensstemmelse mellem middeltal af analyse og forsøg.*

Nu ved jeg vel, at de lokale forsøg kan kritiseres. Jeg skal være den sidste til at påstå, at forsøgene er fejlfri – det er der ingen forsøg, der er. Men selv om man lavede *komplet fejlfri forsøg og analyser* – så vil man finde uoverensstemmelse mellem tal og

forsøg – netop som følge af forskelligheder i klima, jordbunds- og driftsforholdene.

Middeltal for jordbundsanalyser for de enkelte grupper har nøjagtig samme værdi som middeltal for lokale forsøg – det gælder kun for det sjældne gennemsnit, der aldrig forekommer.

Herefter kan alle vist være enige om, at jordbundsanalysen ikke kan erstatte markforsøget. Men den jord, der har høje fosforsyre-tal, må formodes at have større reserver at tære på end jord med lave tal, og følgelig er der – *alt andet lige* – større sandsynlighed for at få udslag på jord med lave end på jord med høje tal.

Herom kan der vist ikke være diskussion. Jeg vil dog gerne her i parentes stærkt fremhæve, at kravet om – *alt andet lige* – reelt kun forekommer i det *enkelte* forsøg, hvor man ved forskellig tilførsel af gødning alene ændrer jordens indhold af fosforsyre, samt i *middeltal* for mange forsøg, når disse inddeles i grupper efter jordens indhold, og der er tilstrækkelig mange forsøg i hver gruppe til at alle øvrige forhold kan udlignes.

Dette forhold, der her er demonstreret for fosforsyre, gælder i princippet for alle plantenæringsstoffer.

Til belysning af, om man ved at udtage *jordprøver med års mellemrum* kan få oplysning om jordens gødningskraft er gået frem eller tilbage, anføres fosforsyretal og kaliumtal fra de ugødede og kunstgødede parceller ved Askov lermark.

	Ugødet		Kunstgødning	
	Ft	T _K	Ft	T _K
1923	0.7	2.3	3.0	4.3
1930	0.5	1.4	2.1	2.6
1938	0.3	2.0	1.7	3.8
1942	1.0	2.2	3.0	4.4
1945	0.9	2.5	2.6	5.0

Fejlkilderne ved prøveudtagning og analyse synes at være alt for store til at afgøre om jordens gødningskraft m. h. t. fosforsyre eller kali er gået tilbage i årenes løb.

Her er prøverne udtaget i forsøgsparceller og i marker, der er gødet ensartet gennem den lange årrække – og hvert tal er gennemsnit for 4 marker. Hvor meget mere vil de da ikke fra år til år variere, når de skal tages i en stor mark.

At en gentagen prøveudtagning kan have anden – også psykologisk – værdi er en anden sag.

Det er afgrødernes størrelse, der giver det bedste bevis på, om jorden er gået frem eller tilbage i gødningskraft. Vi gøder for at vedligeholde eller øge vore afgrøder og ikke for at holde nogle tal i jorden.

Der er i de senere år gennemført en mængde jordbundsanalyser, og de har i større udstrækning end de relativt få lokale forsøg bidraget til at fremme kontakten mellem landmændene og deres vejledere. Denne *kontakt må ikke undervurderes* – men man må heller *ikke overvurdere* den vejledning, som tallene yder for den enkelte ejendom, som bliver undersøgt.

Erstatningsdrift

Siden århundredskiftet har vi tilført vore jorder ca. 16.000 mill. kg superfosfat og 5 000 mill. kg kaligødning – eller 4-5 000 kg superfosfat og 1½-2 000 kg kaligødning pr. ha af Danmarks samlede landbrugsareal.

Hvor er disse mængder blevet af?

Fra forsøg ved landbohøjskolen – som senere er bekræftet ved Askov – ved vi, at der i middel for 6 år kun er udvasket fosforsyre og kali svarende til 0,5 kg fosforsyre og 5 kg kali pr. ha – og lige meget, enten der har været en afgrøde eller ej på jorden. Disse små mængder skal endda ses i belysning af, at den samme jord uden tilskud af gødning i middel for de 6 år til afgrøderne har afgivet 47 kg fosforsyre og 84 kg kali pr. ha.

Vi må derfor antage, at de store mængder fosforsyre og kali ligger som investeret kapital i jorden – som en reservefond.

Hvis vi undersøger det udbytte, som vi i lokale forsøg har fået gennem den lange årrække, disse er gennemført, viser en opgørelse af A. DAM KOFOED, at der i alle de jydsk forsøg er høstet meget nær samme merudbytte pr. 100 kg superfosfat eller kaligødning i 1950-55 som i 1901-1905.

Man burde vel egentlig have håbet på, at denne store tilførsel gennem årene havde givet sig udslag i en mindre fosforsyre- og kalitrang – eller skal vi sige et mindre merudbytte for superfosfat og kaligødning.

Årsagen til, at dette ikke er tilfældet, kan jo lægges således ud, at Danmarks høstudbytte i årenes løb er fordoblet, og derfor er trangen lige stor. Men man vil komme til samme resultat, hvis restlageret af det tilførte fosfor hvert år gik over i en uopløselig form om ikke til den »evige hvile«, så dog i en tungt opløselig form, som ikke opløses hurtigt nok til at dække afgrødens behov – det er denne dækning, man sikrer sig ved at tilføre superfosfat.

I en anden opgørelse fra den jydsk beretning har A. DAM KOFOED for de senere år 1948-55 inddelt forsøgene i grupper efter merudbyttets størrelse – og finder her, at i 20-35 pct. af alle kornforsøg og i 40-60 pct. af alle roeforsøg har der været intet eller negativt udslag for at anvende superfosfat eller kaligødning.

Hvordan skal vi da tage hensyn til de lokale forhold.

Når vi i dag skal lægge gødningsplan for en ejendom, bør den ikke lægges på grundlag af middeltal for lokale forsøg – eller middeltal for jordbundsanalyser – men på grundlag af ejendommens udbyttensniveau, jordbunds- og besætningsforhold.

Vi bør ved gødningsplanens lægning for fosforsyre og kali gå ind for en *erstatningsdrift* – d.v.s. tilføre jorden lige så meget fosforsyre og kali (måske lidt til), som afgrøderne bortfører. Danmarks jord er fra naturens side så næringsfattig, at vi ikke i dag kan dyrke den rentabelt, medmindre vi følger dette princip.

Med de store høstudbytter og den stærke gødskning, som vi gennemfører her i landet – må vi ikke lægge for megen vægt på eftervirkningen. Vi bør også her erindre loven om det aftagende merudbytte. Eftervirkningen kan der tæres på, når vi holder op med at gøde. Men når vi gøder og lægger eftervirkningen op på toppen af udbyttekurven bliver den samme eftervirkning næppe målelig.

Et par tal fra Studsgård illustrerer dette:

		Udbytte i hkg knolde eller kærne pr. ha		
		ugødet	staldgødet	kunstgødn.
1918-26	Kartofler	108	230	250
	Havre	9.8	14.4	18.7
		Ensgødet med staldg. + ajle		
1927	Kartofler	239	253	253
		Ensgødet med kunstgødning		
1928	Havre	30.0	31.3	31.4

Selv efter 8 års udpining har der ikke – når marken gødes ordentlig – været væsentlig forskel på udbyttet, enten marken har været ugødet, staldgødet eller kunstgødet 8 år forud. Vi har tilsvarende resultater fra Askov lermark.

Det er den årlige eller den regelmæssige gødskning, der i langt højere grad end jordens tidligere gødskning (jordens indhold), der er afgørende for udbyttets størrelse.

Den reserve, vi har i jorden, har det ligesom guldet i nationalbanken. Den virker alene ved sin tilstedeværelse – vi ved, det er der – vi tager det kun frem, når vi gør status – men vi bruger den helst ikke.

For at lægge en gødningsplan for en ejendom må vi da beregne, hvor meget en god gennemsnitsafgrøde fjerner fra marken.

I et alm. 8-årigt sædskifte (4 ha korn, 2 ha rodfrugt og 2 ha græs) bortfører afgrøderne gennemsnitlig følgende mængder fosforsyre og kali, dels beregnet efter at hele avlen sælges, og dels efter at $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ eller hele avlen opfodres.

Afgrødernes forbrug af fosforsyre og kali

Avlen	kg 18% superfosfat af avlen opfodres				kg 50% kaligødning af avlen opfodres			
	0	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	1	0	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	1
4000 f.e.....	200	160	120	40	200	160	120	40
6000 »	300	240	180	60	300	240	180	60
8000 »	400	320	240	80	400	320	240	80
10000 »	500	400	300	100	500	400	300	100

Med stigende afgrødestørrelse stiger bortførslen – men samtidig stiger den mængde fosforsyre og kali, der gennem staldgødning og ajle vender tilbage til marken. Forsøg viser, at ca. 80 % af afgrødernes indhold af fosforsyre og kali efter opfodring og opbevaring genfindes i staldgødningen og ajlen.

Når hele avlen sælges (= 0 opfodring), skal der således ved en gennemsnitsavl af sædskifter på 4 000 f. e. tilføres 200 kg superf., ved 6 000 f. e. 300 kg o.s.v., ved en avl på 10 000 f. e. endog 500 kg superfosfat pr. ha. Jo mere af avlen, der opfodres, desto mindre skal der tilføres til erstatning. Opfodres hele avlen, er de tilsvarende værdier for 4 000 f. e. 40 kg og for 10 000 f. e. 100 kg superfosfat pr. ha.

For kali omregnet til 50 % kaligødning er forholdet det samme.

Disse tal skal jo kun tages som en norm eller et skema, hvor man i det enkelte tilfælde alt efter forholdene og temperament kan forhøje mængderne med 50 eller 100 %.

Det må bemærkes, at superfosfat og kaligødning her er betragtet som en *sædskiftegødning* – en gødskning til sædskiftet. Da fosforsyre og kali i modsætning til kvælstof ikke udvaskes i nævneværdig grad, kan disse gødninger med års mellemrum gives som tilskud til de afgrøder i sædskiftet, der kvitterer bedst for disse: superfosfat til kålroer, foderbeder og kartofler, kaligødning til kløvergræs, foderbeder og kartofler.

For at *vedligeholde jordens gødningskraft* bør der tilføres mindst lige så meget fosforsyre og kali, som afgrøderne bortfører, og i denne forbindelse spiller staldgødningen en betydelig rolle.

Fastliggende gødningsforsøg

De foran beregnede mængder af superfosfat og kaligødning kan synes forholdsvis små i forhold til de mængder, der sædvanlig anvendes i Danmark. Til sammenligning kan anføres, *hvor store mængder superfosfat og kaligødning, der årlig er anvendt på de alene kunstgødede parceller i de fastliggende, mangeårige forsøg ved forsøgsstationerne.*

Fuld kunstgødning (ingen staldgødning)

	Årlig tilførsel		Udbytte i 100 f.e.	Bortførsel omregnet i		Jordbundsanalyser	
	supf. kg	kalig. kg		sup. kg	kalig. kg	fosfor- syretal	kalium- tal
Askov lermark...	220	170	46.9	195	210	2.6	5.0
» sandmark.	220	170	43.4	205	200	4.9	4.9
Lyngby.....	210	200	47.2	150	220	3.9	5.4
Studsgård.....	180	125	32.9	150	180	1.3	3.2
Lundgård.....	225	175	33.6	140	190	3.3	3.9
Tylstrup.....	225	175	43.9	205	210	8.1	2.4

I disse mangeårige gødningsforsøg er der således ved anvendelse af kunstgødning alene kun tilført 180-225 kg superfosfat og 125-200 kg 50 pct. kaligødning pr. ha årlig – og dog er der ved alle forsøgssteder høstet store afgrøder – ved Askov Lermark gennem mere end 60 år 4 690 f.e. pr. ha.

Denne avl svarer således nær til de her anførte kalkulationer

mellem 4 000 og 6 000 f. e. pr. ha, når hele avlen sælges (= 0 opfødres). I forsøgene er der ikke tilført staldgødning, og dog har de 220 kg superfosfat + 170 kg kaligødning pr. ha årligt været tilstrækkelig til ved Askov at sikre samme afgrøde gennem 60 år. Hvis der ikke var tilført tilstrækkelig fosforsyre og kali, ville udbyttet være dalet.

Afgrødernes *bortførelse af fosforsyre og kali* – beregnet på grundlag af afgrødeanalyser – viser, at bortførelsen af fosforsyre ved alle forsøgssteder har været *mindre* end tilførelsen, således at jordens *indhold af fosforsyre ikke er forringet i årenes løb. Af kali er der gennemgående bortført lidt mere end der er tilført.*

Forsøgene kan ikke oplyse, hvor stor en del af afgrødernes indhold, der er taget fra den årlige tilførte gødning og hvor meget der tages fra jordens beholdninger.

Lidt oplysning om, hvor meget jorden *kan* afgive, fås bl. a. gennem analyser af afgrøder fra de *ugødede parceller* i forsøgene. For at lette oversigten er fosforsyre og kali omregnet i hhv. 18 pct. superfosfat og 50 pct. kaligødning.

Afgrødernes bortførelse fra ugødede parceller

	Fosforsyre			Kali
	Ft	kg superf.	Tκ	kg kalig.
Askov lermark	0.7	58	2.2	42
» sandmark	3.4	72	1.9	42
Lyngby	2.6	77	2.7	61
Studsgård	0.9	51	1.8	43
Lundgård	1.3	52	1.3	54
Tylstrup	7.3	111	1.4	76
Gennemsnit		71 kg		53 kg

Det kan tilføjes, at ved gødskning alene med kvælstof og kali, stiger bortførelsen af fosforsyre, og ved tilførelse af kvælstof og fosforsyre stiger bortførelsen af kali.

Som det fremgår af tallene, har de *ugødede* jorder gennemsnitlig pr. år afgivet 71 kg superfosfat og 53 kg kaligødning til afgrøderne.

Når jorden uden gødning kan afgive disse mængder, og der ved gødskning meget nær er tilført lige så meget fosforsyre og kali, som afgrøderne har bortført, viser dette, at afgrøderne på de *alene kunstgødede parceller* i disse forsøg ikke har været begrænset af mangel på fosforsyre eller kali.

Forsøg med store mængder gødning

De foran anførte beregninger over »erstatningsdrift« gælder alene, hvor talen er om at *vedligeholde jordens gødningskraft*.

Man kan herefter stille spørgsmålet:

Kan man øge afgrødernes størrelse ved at tilføre store mængder fosforsyre eller kaligødning? Til belysning heraf er gennemført en række forsøg med tilførsel af 2 000 og 4 000 kg superfosfat og kaligødning pr. ha.

FOSFORSYRE

Resultater fra disse forsøg viser, at jorder, der er fattige på fosforsyre, skal tilføres 1 000-2 000 kg superfosfat svarende til halvdelen af den mængde, som findes i »middeljord«, for at kunne give fuld afgrøde straks – og derefter tilføres en årlig vedligeholdelsesgødning.

Som eksempel herpå anføres resultater fra det ofte omtalte forsøg på meget fosforsyrefattig nyopdyrket hedejord ved Borris.

Tabel 8. Superfosfat på Borris Nørrehede

Tilførsel 1940:	Udbytte i hkg kartofler pr. ha					
	0 superf.		2000 kg superf.		4000 kg superf.	
Årlig tilførsel	0	200	0	200	0	200
1940	19	76	277	285	274	288
1943	77	180	222	225	220	228
1946	94	240	224	289	307	314
Gens. 1940—46	58	148	214	237	239	250
Fosforsyretal 1943	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
» 1946	0.9	1.3	1.6	2.5	2.8	3.9
<i>Eftervirkning:</i>						
Uden superf. 1947—49	69	133	158	194	315	315
200 kg superf. årlig						
1950—53	172	185	198	214	225	225

I de første år er der uden superfosfat kun avlet 19 hkg, medens 200 kg årlig har givet 76, og ved tilførsel af 2 000 og 4 000 kg er der allerede i første år avlet 274-288 hkg kartofler pr. ha.

Fosforsyretallene, der ved forsøgets anlæg var meget lave, er

ved 4 000 kg steget til 2,8 og ved 4 000 + 200 kg til 3,9, uden at dette sidste tillæg har givet sig udslag i en stigning i udbyttet.

Det bemærkes tillige, at de store mængder har haft en betydelig eftervirkning. I 1947-49 er der ikke tilført superfosfat, men fra 1950-53 er der tilført 200 kg superfosfat årlig over hele arealet.

De 4 000 kg tilført i 1940 har således – uden årligt tilskud – meget nær givet samme udbytte som 4 000 + 200 årlig såvel i forsøgsårene som i eftervirkningsårene. De 2 000 kg uden årligt tilskud har derimod ikke kunnet holde trit med 2 000 + 200 i eftervirkningsårene.

Når en jord som denne er meget fosforsyrefattig, skal den således have en stor mængde, 1 000-2 000 kg superfosfat for at give fuld afgrøde straks – og derefter en årlig vedligeholdelse.

På de gamle dyrkede jorder ved Lundgård, Studsgård og Askov lermark, hvor mangelen på fosforsyre ikke har været så fremtrædende, noteres der ved alle forsøgssteder et mindre merudbytte for de store tilførsler. Det må her erindres, at der *ikke er tilført staldgødning* – og at udbyttet på de »ugødede« parceller i disse forsøg daler gennem årene.

Afgrødeanalyser viser på alle forsøgssteder, at *jo større forråds-gødning og jo større årlige tilskud, desto større mængder fosforsyre bortføres med afgrøderne.*

Forsøgene viser, at det er jordbundsforholdene (heri indbefattet jordens gødskning) og dermed *afgrødestørrelsen*, der er afgørende for, hvor meget fosforsyre jorden kan afgive til afgrøderne.

Jo stærkere der er gødet eller gødes med fosforsyre, desto mere fosforsyre medgår til produktion af en afgrødeenhed – og desto mindre bliver merudbyttet pr. tilført gødningsenhed.

Afgrødernes indhold har vel betydning for husdyrenes fodring – men besvarelsen af spørgsmålet, om det er mere rentabelt at erstatte eventuel mangel i husdyrenes foder ved direkte tilskud end ved at gøde afgrøderne ligger udenfor denne afhandlings rammer.

I nær forbindelse hermed står spørgsmålet, om man i praksis skal *fordele den nødvendige fosforsyre een gang i rotationen* eller til de enkelte afgrøder.

I fællesberetninger for 1954 foreligger resultater fra 76 lokale forsøg med at anvende 1 000 kg superfosfat 1. år eller give 200 kg hvert år i 5 år.

Resultater som gennemsnit af 76 forsøg fremgår af nedenstående:

76 forsøg	Udbytte og merudbytte i 100 f.e. pr. ha		
	0	200 kg årlig	1000 kg 1. år
1. år	62.9	3.9	<u>6.9</u>
2. »	47.3	3.0	<u>3.9</u>
3. »	52.6	<u>3.0</u>	2.8
4. »	53.3	<u>2.6</u>	1.6
5. »	50.0	<u>4.1</u>	2.5
Gens....	52.3	3.3	3.5

Selvom det gennemsnitlige merudbytte er ens, fremgår det tydeligt, at 1 000 kg givet på een gang har givet størst merudbytte i 1. og 2. år, medens 200 kg årlig har givet mest i 3., 4. og 5. år.

Forklaringen herpå kan måske findes deri, at der ved tilførsel af store mængder optages mere i de første år, således at der bliver mindre mængder optagelig fosforsyre til de følgende afgrøder.

KALI

For fosforsyregødningens vedkommende viser forsøgene således, at der – ligesom ved kalkning – skal være et vist fond i jorden, hvis størrelse er afhængig af jordbunds- og driftsforholdene – og derefter skal der tilføres en årlig vedligeholdelsesgødning.

I modstæning hertil viser forsøg med store mængder kali, at der ikke er nogen som helst fordel ved at øge jordens beholdninger af kali. »Reservebeholdningen« er her gennemgående meget større end for fosforsyrens vedkommende.

Som eksempel på kaligødningens virkning gennem en årrække anføres resultater fra forsøg i kálroer på sandjord (ikke staldgødet) ved Lundgård.

Ved forsøgets anlæg	0 kaligødning		4000 kg kaligødning	
	0	200 K	0	200 K
Årlig tilførsel....				
1940	82.4	82.6	79.7	78.1
1943	44.3	63.9	61.5	64.0
1946	25.0	93.0	87.3	94.6
Gens. 1942–46....	36.4	66.6	62.6	65.7
Kaliumtal 1943...	2.3	2.7	14.3	15.7
» 1946...	1.4	3.0	3.0	5.1
<i>Eftervirkning:</i>				
Uden kalig. 1947-49	17.0	46.6	56.5	70.8
Med kalig. 1950-53	36.7	91.3	91.4	91.8

Det store udbytte, der første år iagttages på de ikke-kaligødede parceller viser, at jorden ved forsøgets anlæg har været rig på kali – trods det lave kaliumtal i pløjelaget. Når der ikke tilføres kali, udpines jorden hurtigt, og udbyttet falder stærkt. I første år iagttages nogen skadevirkning af de store tilførsler, men i gennemsnit for 1942-46 ses det, at 200 kg kaligødning årlig uden grundgødskning i alle år har givet samme udbytte som de parceller, der har fået tilført 4 000 kg kaligødning ved forsøgets anlæg og dertil et tilskud på 200 kg kaligødning årlig.

De ved de store tilførsler frembragte høje kaliumtal falder stærkt gennem årene som følge af afgrødernes store optagelse, men forsøgene viser, at der dog efter 4-5 år er nogen reserve i jorden.

I eftervirkningsårene 1947-49 er der ikke tilført kali. Der iagttages her størst eftervirkning efter de største tilførsler af kali 4 000 + 200 årlig. 70,8 hkg tørstof – og udbyttet er meget lavt 17,0 hkg, hvor der ikke er tilført kaligødning i 10 år.

I eftervirkningsårene 1950-53 er hele forsøgsarealet ensgødet med 200 kg 50 % kaligødning til kornafgrøder og 300 kg kaligødning til rodfrugt. I disse år er der avlet meget nær samme udbytte, enten der i forsøgsårene 1941-46 er givet 200 kg kaligødning hvert år – eller der er tilført 4 000 kg ved forsøgets anlæg + 200 kg årlig.

For de øvrige forsøgssteder fremgår hovedresultatet af følgende sammenligning mellem udbytte efter 0 + 200 og 4 000 + 200 kg kaligødning i forsøgsperioden.

Tabel 11.

	Udbytte i hkg kærne eller tørstof					
	kaliumtal 1940		kornafgrøder		rodfrugtafgrøder	
	0	4000 kg	0 + 200	4000 kg	0 + 200	4000 kg
1941-46			kg	+ 200 kg	kg	+ 200 kg
Borris Nørrehede	3.1	16.0	31.4	31.7	48.1	51.0
Lundgård.	2.2	14.2	24.5	25.2	66.5	65.7
Studsgård.	6.4	21.8	26.6	26.5	79.7	77.5
Tylstrup.	4.1	14.4	30.6	31.0	100.2	99.8
Borris.	5.8	25.0	39.8	39.6	77.4	80.1
Gens.	—	—	30.6	30.8	74.4	74.8
Eftervirkning 1950-53			30.1	30.1	76.3	78.0

Der har således ikke været nogen reel forskel på udbyttet i forsøgsårene 1941-46 eller i eftervirkningsårene 1950-53, enten der er givet 0 eller 4 000 kg kaligødning som forråds-gødning ved forsøgenes anlæg.

Afgrødeanalyser viser, at jo stærkere, der gødes med kali, desto mere kali optages eller bortføres med afgrøderne.

Det bør erindres, at en enhed i kaliumtallet kun svarer til ca. 50 kg kaligødning, medens en enhed i fosforsyretallet svarer til ca. 1 000 kg superfosfat.

Den kalimængde som kaliumtallet er udtryk for må antages umiddelbart at være tilgængeligt, men man har ingen garanti for, at kalitallet giver udtryk for hele den kalimængde, som afgrøden formår af udnytte i vækstperioden.

Det store overskud, der er tilført jorden ved forråds-gødning med kali, må antages at være bundet i en form, der ikke påvirker kaliumtallet, der ved forsøgenes slutning er ret ens uanset forråds-gødningen.

Forsøgene tyder på, at jordens beholdning af kali er af meget ringe værdi i forhold til den årlige tilførsel.

Vi kan da også her stille spørgsmålet:

Hvor store mængder fosforsyre og kali har de igennem 6-7 år ikke-fosforsyregødede og ikke-kaligødede jorder kunnet stille til afgrødernes rådighed.

Resultater af afgrødeanalyserne fremgår af nedenstående oversigt:

	Afgødernes bortførsel			
	ikke-fosforsyregødede		ikke-kaligødede	
Borris Nørrehede ...	Ft 0.7	17 kg supf.	T _K 2.7	88 kg kalig.
Lundgård.	» 3.0	148 » »	» 1.9	136 » »
Askov Iermark.	» 4.0	171 » »	» —	—
Tylstrup.	—	—	» 2.6	164 » »

Det ses heraf, at den nyopdyrkede Borris Nørrehede kun har kunnet stille meget små mængder fosforsyre til afgrødernes rådighed – i gennemsnit for 6 år 17 kg superfosfat pr. ha.

De ældre gødede marker ved Lundgård og Askov med Ft 3,0 og 4,0 har derimod stillet fosforsyre svarende til 148 og 171 kg superfosfat til rådighed.

M. h. t. kali har *Borris Nørrehede* – uden tilskud af kali – gennem 6 år kunnet afgive kali svarende til 88 kg kaligødning pr. ha årlig – og de gamle marker ved *Lundgård og Tylstrup* med T_K 1,9 og 2,6 endog 136 og 164 kg kaligødning årlig.

Med hensyn til den store bortførsel fra *Borris Nørrehede* må det bemærkes, at selv klitsand indeholder i reglen mindst 1 % totalkali svarende til ca. 20 000 kg pr. ha. Hvis blot 1 promille af denne mængde frigøres ved forvitring fra år til år – kan dette forklare den store bortførsel på hedejorden ved *Borris*.

I de her omtalte forsøg med store mængder forforsyre og kaligødning er der ikke tilført staldgødning og ajle.

Til sammenligning skal der her foretages en kalkule over tilførsel og bortførsel af fosforsyre og kali i de foran omtalte kontrolforsøg med fosforsyre og kali.

I *staldgødning og ajle* er der i disse forsøg kun tilført fosforsyre og kali svarende til 150 kg superfosfat og 150 kg kaligødning årlig pr. ha, og dette har været tilstrækkeligt til igennem 16 år at opretholde et udbytte på godt 5 000 f.e. pr. ha gennem de to 8-årige perioder.

Beregnes afgrødernes bortførsel efter middelanalyser har

Bortførselen andraget.....	250 kg supf. og 250 kg kalig.
Tilførselen var.....	150 » » og 150 » »

Under disse forhold har jorden på disse ved forsøgenes anlæg normalt gødede marker ud over tilførselen kunnet afgive fosforsyre og kali svarende til omkring 100 kg superfosfat og kaligødning årlig pr. ha i gennemsnit for 16 år.

I god overensstemmelse hermed er såvel fosforsyretal og kali-umtal på de ikke-fosforsyregødede eller ikke-kaligødede parceller dalet noget gennem disse år – men hvor der er tilført superfosfat, er F_t gennemsnitlig steget. T_K er derimod faldet fra 5,9-3,6, men her må det erindres, at disse tal er meget variable.

Dette nævnes som eksempel på, at man på disse alm. gødede marker gennem 16 år har kunnet vedligeholde jordens ydeevne med en tilførsel af fosforsyre og kali, der endog er omkring 100 kg mindre end tilførslen vil være i en erstatningsdrift.

Vejledning for praksis

Når man ud fra disse mere *teoretiske betragtninger* skal vejlede den enkelte, må man – som det nu også er tilfældet – først se på *ejendommenes jordbunds- og driftsforhold*. Disse belyses bedst ved en vurdering af ejendommenes *udbyttensiveau og besættningens størrelse*.

Det fremgår af alle de omtalte forsøg, at der *årlig frigøres fosforsyre og kali i jorden, således at disse kan komme afgrøderne til gode*.

Disse mængder er navnlig for fosforsyre mindst på de nyopdyrkede hedejorder, men ret store svarende til 100-200 kg superfosfat og 100-200 kg kaligødning på de ældre dyrkede agerjorder.

Når afgrøderne herudover får fuld *erstatning* for den mængde fosforsyre og kali, som afgrøderne bortfører, vil man herigennem kunne *sikre sig, at jordens gødningskraft vedligeholdes – og eventuelt øges*.

Det bedste tegn på, at jorden er i god gødningskraft, har man i, at marken *giver gode afgrøder, der svarer til de pågældende jordbunds- og driftsforhold*.

I denne forbindelse må det ikke glemmes, at det langt de fleste steder er *kvælstoftilførselen*, der er afgørende for udbyttens størrelse.

For fosforsyregødsning viser forsøgene, at der ligesom ved kalkning skal være et vist fond i jorden, hvis størrelse er afhængig af jordbunds- og driftsforholdene.

På *fosforsyrefattige* jorder vil det således i de fleste tilfælde være en fordel at give et engangstilskud på 1 000-2 000 kg superfosfat pr. ha – og derefter vedligeholdelsesgødning.

Fosforsyre er ret stabilt i jorden og har en betydelig eftervirkning, således at den nødvendige mængde med års mellemrum kan fordeles til de afgrøder, der betaler bedst derfor: Kartofler, kålroer og bederoer.

For at vedligeholde jordens gødningskraft, bør der også på jord med høje *fosforsyretal* anvendes *vedligeholdelsesgødning*.

For *kaligødningens* vedkommende viser forsøgene, at der *ikke er nogen som helst fordel ved at øge jordens beholdninger – selvom kalitalle er lave*.

Kali i jorden er let *bevægelig*, og jorden *udpines langt hurtigere for kali end for fosforsyre*. Kali har vel nogen *eftervirkning*, men det kan aldrig betale sig at tære på denne, da udbyttet meget hurtigt daler.

Det nødvendige tilskud af kali tilføres fortrinsvis til kløvergræs, bederoer og kartofler.

For danske landbrug som helhed har forbruget af superfosfat i de sidste fem år været mere end 5 gange så stort, og af kaligødning 3 gange så stort, som den mængde, der skal tilføres for at give fuld erstatning for den mængde fosforsyre og kali, som afgrøderne bortfører. Disse beregninger må selvfølgelig kun tages som kalkulationer, men de kan godt give anledning til overvejelser.

Den mængde fosforsyre og kali, som afgrøderne ikke har optaget, må antages at være gået til de »skjulte« reserver. Disse reserver må nærmest betragtes som en »tvangsopsparing«, der kun giver lave renter – og hvis hovedbeløb måske aldrig kommer til udbetaling.

For den landmand, der alene har jordbundsanalysen at rette sig efter, er det rigtigt, at der er større sandsynlighed for at få et merudbytte, når tallene er lave, end når de er høje.

Det bør bemærkes, at den oplysning disse tal yder den enkelte landmand, kan sammenlignes med den oplysning han får, når han køber en lodseddelt i et lotteri, hvor der spilles i flere trækninger.

For at holde spillerne til at spille i alle trækninger, er der flere og større gevinster i 6. end i 1. trækning. Der er større sandsynlighed for at få en gevinst i 6. end i 1. trækning på samme måde som der i jordbundslotteriet er større sandsynlighed for at opnå et merudbytte i marken, når tallene er lave, end når de er høje.

I alle serier og i alle analyseklasser har køberen mulighed for at en nitte eller en gevinst. Der er dog den forskel på lotteriet og jordbundsanalysen, at i lotteriet får man en trækingsliste, der viser, om man har fået en nitte eller en gevinst, det får man ikke, når man alene får resultatet af jordbundsanalysen; det er alene forsøget, der kan give oplysning herom.

Jo flere forsøg man har på en egn, desto bedre er det grundlag, man har for at give vejledning i gødningsanvendelsen.