

Forsøg på lavbundsjord med fosfor og kalium 1956-59 og 1960-68

Ved *Th. Jessen* og *Kr. G. Mølle*

918. beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur

Nærværende beretning redegør for resultater fra fastliggende forsøg udstationeret på vestjydske lavbundsarealer. Forsøgene er gennemført fra Borris forsøgsstation undtagen Sdr. Farup forsøget, der er gennemført fra Statens Marskforsøg, Ribe. De udgør et led i det løbende statslige forsøgsarbejde, som siden 1956 er blevet gennemført i områderne omkring Ringkøbing, Stadil og Nissum fjorde. Et særligt forsøgsudvalg med lokale repræsentanter har medvirket ved planlægning m.v.

Beretningen er udarbejdet af videnskabelig assistent *Th. Jessen*, Borris forsøgsstation og forstander *Kr. G. Mølle*, Ødum forsøgsstation. Førstnævnte forfatter har i meget betydeligt omfang ledet det praktiske arbejde med de forsøg, der er blevet gennemført fra Borris forsøgsstation.

Forstanderne ved Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur

I. Indledning

Lavbundsarealerne omkring de vestjydske fjorde udgøres oftest af jorder, der i fysisk og kemisk henseende er ret specielle. Af ekstremerne kan nævnes *de svære klægjorder*, der i mange forhold minder om marsken i sydjydske områder, og de udprægede *lavmosejorder* med højt indhold af organisk stof. I øvrigt forekommer ofte overgangstyper med klæg- og tørvelag af varierende tykkelse. Dyrkningssikkerheden afhænger under disse omstændigheder stærk af, i hvilken grad varierende krav med hensyn til afvanding, kalkning og gødskning er opfyldt.

Kalkning af sure jorder kan under visse omstændigheder medføre, at jordens fosforforbindelser bliver tilgængelige for planterne (*Dorph-Petersen* 1953), og i overensstemmelse hermed er der på marsk og andre lavbundsjorder i flere tilfælde observeret aftagende merudbytter for fosfor, når kalktilstanden forbedres (*Tind-Christensen* 1936 og 1939, 821. meddelelse fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur 1967).

I ældre gødningsforsøg på lavmose måltet merudbytter for tilførsel af fosfor og kalium hver for sig, og der synes tillige at have været tale om en positiv vekselvirkning mellem fosfor og kalium (*Tind-Christensen* 1923). Små kaliumtilførsler gav i nyere faktorielle gødningsforsøg på lavmose betydelige merudbytter i de fleste afgrøder, men der

kunne ikke spores vekselvirkning mellem kalium og fosfor. Dette skyldes formentlig, at der blev grundgødet med så store fosformængder, at planternes fosforbehov var dækket. (816. meddelelse fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur).

II. Forsøgene 1956-59

I 1956 blev anlagt en serie forsøg med stigende tilførsel af fosfor og kalium på 5 lokaliteter repræsenterende forskellige jordtyper.

A. Jordtyper, forsøgsplaner og forsøgenes gennemførelse 1. Jordtyper

I nogen grad kan de i tabel 1 anførte resultater af jordbundsanalyser og profilbeskrivelser gennemført før forsøgenes anlæg tjene til karakterisering af jordtyperne på forsøgsarealerne.

Jordbundsreaktionen angivet ved $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$ viser, at alle forsøgsarealer undtagen klægjorden i Sdr. Farup og eventuelt lavmosejorden i Nr. Nebel kan betegnes som stærkt kalktrængende.

2. Forsøgsplaner og forsøgenes gennemførelse

Der er anlagt forsøg efter to planer, én for klægjorder og én for lavmosejorder, begge vist i tabel 2.

Planerne giver mulighed for at dele forsøgsledene i 2 grupper. Den ene gruppe viser virkningen af fosfor, når der grundgødes med kalium,

Tabel 1. Jordanalyser og profilbeskrivelser

Lokalitet	Jordanalysetal			Profilbeskrivelse
	pH (H ₂ O)	Ft	Kt	
1. Halkjær	5,7	4,6	15,0	80 cm ret stiv klæg lejret på tørv
2. Sdr. Nisum	6,3	4,9	10,9	60 cm ret stiv klæg lejret på tørv
3. Sdr. Farup	7,4	7,8	9,2	25 cm klæg lejret på sand
4. Vedersø	4,8	1,2	5,8	35 cm tørvebl. klæg lejret på tørv
5. Nr. Nebel	5,7	1,2	5,0	Lavmose
6. Tim	4,8	1,3	5,5	Lavmose

Tabel 2. Forsøgsplaner

Forsøgsled	kg pr. ha årligt			
	klægjorder		lavmosejorder	
	fosfor	kalium	fosfor	kalium
1.	0	80	23	0
2.	23	80	23	80
3.	46	80	23	160
4.	46	0	0	160

den anden viser virkningen af kalium, når der grundgødes med fosfor. Derimod muliggør forsøgsplanerne ikke måling af en eventuel vekselvirkning mellem fosfor og kalium.

Forsøgene blev anlagt som rækkeforsøg med 4 parcelrækker á 3-4 fællesparceller på hver lokalitet. Hver parcelrække udgjorde dyrkningsmæssigt en mark i et sædskifte med 4 afgrøder pr. år (i Sdr. Farup kun 2 afgrøder pr. år). Kvælstofgødskningen søgtes tilpasset efter jordtyperne og har varieret inden for de grænser, der er angivet i nedenstående oversigt.

Afgrøde i sædskiftet	kg N pr. ha
Havre	15-45
Bederøer eller kålroer	150
Byg med udlæg	0-22
Kløvergræs	0

Forud for hver roeafgrøde blev der tilført 3 tons jordbrugskalk pr. ha.

B. Forsøgsresultater

1. Afgrøder og udbytteneiveau

I tabel 3 er for hver lokalitet og afgrøde anført det gennemsnitlige udbytte af grundgødet samt de tilsvarende merudbytter i henholdsvis fosforforsøget og kaliumforsøget. Mere detaljerede resultater, herunder udbytte af halm og bederoetop findes i hovedtabel I og II, der kan lånes på Statens Planteavlkontor eller på Borris forsøgsstation.

Det ses af tabel 3, at udbytteneiveauet gennemgående er lavt. Kløvergræs på klægjorderne i Halkjær og Sdr. Nisum samt havre i Vedersø har dog givet nogenlunde tilfredsstillende gennemsnitsudbytter. Havren har på alle lokaliteter undtagen Sdr. Farup, hvor pH(H₂O) var 7,4 ved forsøgets anlæg, givet større kærneudbytte end byg, men det må tillige i denne forbindelse erindres, at byggen af hensyn til udlægget har været ret svagt gødet med kvælstof. Rodfrugtafgrøderne har på alle lokaliteter undtagen Sdr. Farup givet små eller ret små udbytter, hvilket til dels skyldes vanskeligheder med at holde ukrudtet i ave under de herskende jordbundsforhold.

Årsvariationen har været meget stor. Som eksempel kan nævnes, at udbyttet af byg i Vedersø har varieret fra 4,0 til 41,9 hkg pr. ha i forsøgsled gødet med største mængde af både fosfor og kalium. Variationsbredder af lignende størrelsesorden kan findes inden for andre afgrøder og på andre lokaliteter. I kløvergræs er årsvariationen relativt mindst.

I forbindelse med en omtale af udbytteneiveau og årsvariation kan nævnes, at forsøgsarealerne repræsenterer lokaliteter, hvor det tilstræbte mål med hensyn til afvanding ikke altid er nået, og i særlig vanskelige år har afvandingsforholdene ikke været tilfredsstillende.

2. Virkningen af fosfor

På de fleste lokaliteter og i de fleste afgrøder er der i gennemsnit opnået ret store merudbytter ved tilførsel af fosfor. Sammenlignes merudbytterne på de forskellige lokaliteter (tabel 3 øverste del), vil der kunne konstateres en tendens til, at fosforvirkningen er størst, hvor der ved forsøgenes anlæg var mest udpræget kalktrang (klægjor-

Tabel 3. Udbytte af grundgødet og merudbytte for tilført fosfor og kalium 1956-59, hkg pr. ha
Korn: kærne m. 15% vand, rodfrugt: rodtørstof, kløvergræs: tørstof

Afgørde		Fosforforsøg								
		Halkjær (80 K) pH(H ₂ O) 5,7			Sdr. Nissum (80 K) pH(H ₂ O) 6,3			Sdr. Farup (80 K) pH(H ₂ O) 7,4		
Art	Antal	Ud bytte	Merudbytte 23 P	46 P	Ud bytte	23 P	46 P	Ud- bytte	Merudbytte 23 P	46 P
Byg m. udlæg	4	25,2	÷0,8	0,9	30,9	2,9	3,1	36,5	0,4	3,0
Havre	4	29,8	1,3	2,2	33,5	5,6	7,3	34,1	÷0,7	0,0
Kløvergræs	3	118,2	1,4	5,3	123,3	4,8	11,3	91,0	4,2	6,8
Bederoer	3	75,1	9,4	15,0	62,3	10,3	18,7	103,4	3,5	÷0,1
Kålroer	1	72,7	23,9	26,3	—	—	—	—	—	—

Afgørde		Vedersø (80 K) pH(H ₂ O) 4,8			Nr. Nebel (160 K) pH(H ₂ O) 5,7			Tim (160 K) pH(H ₂ O) 4,8		
		Ud- bytte	Merudbytte 80 K	160 K	Ud- bytte	Merudbytte 80 K	160 K	Ud- bytte	Merudbytte 80 K	160 K
Byg m. udlæg	4	15,5	4,2	3,4	21,0	3,2	—	22,3	11,6	—
Havre	4	44,3	2,2	1,8	30,0	11,8	—	28,5	15,6	—
Kløvergræs	3	95,8	2,0	4,5	54,1	34,3	—	60,9	53,3	—
Bederoer	3	57,5	÷3,1	÷2,8	24,5	36,8	—	23,2	40,5	—
Kålroer	1	—	—	—	—	—	—	30,4	28,3	—

Afgørde		Kaliumforsøg								
		Halkjær (46 P)			Sdr. Nissum (46 P)			Sdr. Farup*) (46 P)		
Art	Antal	Ud- bytte	Merudbytte 80 K	160 K	Ud- bytte	80 K	160 K	Ud- bytte	80 K	160 K
Byg m. udlæg	4	25,5	0,6	—	35,7	÷1,7	—	38,9	0,6	—
Havre	4	32,1	÷0,1	—	39,8	1,0	—	32,8	1,3	—
Kløvergræs	3	124,4	÷0,9	—	132,3	2,3	—	91,9	5,9	—
Bederoer	3	87,0	3,1	—	74,2	6,8	—	103,1	0,2	—
Kålroer	1	97,3	1,7	—	—	—	—	—	—	—

Afgørde		Vedersø (46 P)			Nr. Nebel (23 P)			Tim (23 P)		
		Ud- bytte	Merudbytte 80 K	160 K	Ud- bytte	Merudbytte 80 K	160 K	Ud- bytte	Merudbytte 80 K	160 K
Byg m. udlæg	4	16,6	2,3	—	25,5	÷0,4	÷1,3	26,7	6,0	7,2
Havre	4	43,7	2,4	—	42,7	÷0,2	÷0,9	42,3	1,5	1,8
Kløvergræs	3	96,9	3,4	—	81,9	8,2	6,5	87,9	20,6	26,3
Bederoer	3	59,7	10,4	—	50,1	4,1	11,2	46,3	9,9	17,6
Kålroer	1	—	—	—	—	—	—	41,1	15,0	17,6

*) Kun 2 afgrøder af hver art

derne i Halkjær, Sdr. Nissum og Vedersø, lavmosejorden i Tim).

Denne tendens, der er mest udtalt for lavmosejordernes vedkommende, kunne ventes (*Dorph-Petersen* 1953). Forsøgene er imidlertid ikke anlagt med det formål at belyse fosforvirkning i relation til jordernes kalktilstand, hvorfor forsøgsresultaterne heller ikke kan danne grundlag for videregående slutninger herom.

3. Virkningen af kalium

Kaliumtilførsel har ikke eller kun i ringe grad påvirket udbyttets størrelse på de kaliumrige klægjorder i Halkjær, Sdr. Nissum og Sdr. Farup, men på den tørveblandede klægjord i Vedersø er der merudbytte i alle afgrøder, og merudbyttet er størst i bederoer (tabel 3, nederste del).

På lavmosearealet i Nr. Nebel er der kun opnået merudbytte i kløvergræs og bederoer, og

merudbytterne er ret små. Derimod er der på lavmosearealet i Tim opnået merudbytter i alle afgrøder, og merudbytterne er ret store for det første tillæg på 80 kg kalium, især i kløvergræs og rodfrugt.

4. Jordbundskemiske forhold

En oversigt over resultater fra analyser af de i forsøgsperioden udtagne jordprøver er givet i tabel 4.

jorden i Tim har dette bevirket en stigning $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$ gennem forsøgsperioden. I Vedersø er stigningen dog kun ret svagt udtalt. På lavmosearealet i Nr. Nebel synes kalktilførslen overhovedet ikke at have ændret jordbundsreaktionen. Undergrunden i 20-40 cm dybde er her meget sur. Har der i perioder været vandbevægelse i opadgående retning, og har det opadstigende vand indeholdt sure forbindelser, f. eks. svovlsyre, kan forklaringen på, at kalktilførsel ikke har æn-

Tabel 4. Resultater fra jordbundsanalyser 1956-59

Lokalitet	År	Dybde i cm	$\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$	Ft i fosforsøg			Kt i kaliumforsøg		
				0 P	23 P	46 P	0 K	80 K	160 K
Halkjær	56	0-20	5,7	4,6	4,6	4,6	15,0	15,0	—
	57	0-20	6,4	—	—	—	—	—	—
	58	0-20	6,4	4,5	5,2	5,5	11,5	12,9	—
	59	0-20	6,4	4,5	5,6	5,5	13,3	17,0	—
	59	20-40	6,0	5,3	5,2	5,1	20,7	18,3	—
Sdr. Nissum	56	0-20	6,3	4,9	4,9	4,9	10,9	10,9	—
	57	0-20	6,6	—	—	—	—	—	—
	58	0-20	6,5	4,9	4,8	5,2	9,3	10,6	—
	59	0-20	6,6	4,4	4,8	5,6	11,0	12,0	—
	59	20-40	6,2	2,4	2,4	2,4	13,6	13,4	—
Sdr. Farup*)	56	0-20	7,4	7,8	7,8	7,8	9,2	9,2	9,2
Vedersø	56	0-20	4,8	1,2	1,2	1,2	5,8	5,8	—
	57	0-20	5,0	—	—	—	—	—	—
	58	0-20	5,1	1,6	1,7	2,1	3,7	4,8	—
	59	0-20	4,9	1,3	1,6	2,0	3,7	5,0	—
	59	20-40	4,8	1,0	1,4	1,4	4,7	5,1	—
Nr. Nebel	56	0-20	5,7	1,2	1,2	—	5,0	5,0	5,0
	57	0-20	5,4	—	—	—	—	—	—
	58	0-20	5,7	0,9	1,0	—	3,7	3,9	5,0
	59	0-20	5,7	0,9	0,9	—	3,9	4,8	6,4
	59	20-40	3,9	0,3	0,3	—	2,0	2,5	3,1
Tim	56	0-20	4,8	1,3	1,3	—	5,5	5,5	5,5
	57	0-20	5,2	—	—	—	—	—	—
	58	0-20	5,5	1,1	1,2	—	1,6	1,7	1,4
	59	0-20	5,3	0,9	0,9	—	1,2	1,2	1,2
	59	20-40	5,0	0,6	0,7	—	0,8	0,9	0,8

*) Der blev ikke udtaget jordprøver i forsøgsperioden

Som tidligere nævnt blev der forud for rodfrugtafgrøderne udbragt 3 tons jordbrugskalk på alle forsøgsarealerne. På klægjorderne i Halkjær, Sdr. Nissum og Vedersø samt på lavmose-

dret reaktionen i pløjelaget, ligge i dette forhold.

Fosforsyretallene (Ft) var ved forsøgenes anlæg ekstremt lave på lavmosejorden i Nr. Nebel

og Tim samt på den tørveblandede klæg i Vedersø.

Tilførsel af 23 kg fosfor har ikke påvirket Ft undtagen ved Halkjær og Vedersø. Ved tilførsel af den dobbelte mængde (kun på klægjorderne) er Ft steget med ca. 1 enhed.

Kaliumtallene (Kt) var ved forsøgenes anlæg ret lave, undtagen på klægjorderne i Halkjær og Sdr. Nissum. På disse lokaliteter har en årlig tilførsel på 80 kg kalium bevirket en svag stigning i Kt-niveauet. Derimod er Kt faldet relativt meget på andre lokaliteter og især på lavmosen i Tim. Den eneste undtagelse forekommer på lavmosen i Nr. Nebel, hvor den største af de anvendte kaliummængder, 160 kg årligt pr. ha, har ført til stigning i Kt.

III. Forsøgene 1960-68

A. Forsøgsareal, forsøgsplan og forsøgenes gennemførelse

1. Forsøgsareal

Forsøgsarbejdet blev fortsat på det i årene 1956-59 anvendte klægjordsareal, efter at en fornyet jordbundsundersøgelse var blevet gennemført.

De i tabel 5 meddelte resultater fra jordbundsundersøgelser viser, at jordtypen kan betegnes som en ret svær, kalktrængende klæg. Profilen under pløjelaget har således et for strukturen uheldigt højt indhold af natrium og magnesium i forhold til indholdet af calcium (*Aslyng* 1955, *Hansen* 1967).

drejer sig om en jordtype, der kun kan bringes i en rimelig kulturtilstand ved intensiv dræning og samtidig tilførsel af ret store kalkmængder.

Arealet blev derfor drænet i foråret 1960 med 2 langsgående drænedninger, den ene forløbende i skellet mellem parcelrække 1 og 2, den anden mellem parcelrække 3 og 4. Trods dræningen har vandafledningen ikke altid været tilfredsstillende, idet der i særlig regnrige perioder har været tendens til stagnerende overfladevand med deraf følgende dårlig jordstruktur og arbejds-mæssige ulemper.

2. Forsøgsplan og forsøgenes gennemførelse

Forsøgsplanen fra perioden 1956-59 blev fastholdt med hensyn til fosfor og kalium, men planen udvidedes til også at omfatte 2 kalkniveauer, I og II, således som det fremgår af tabel 7.

Tabel 7. Forsøgsplan

Forsøgsled	kg pr. ha årligt	
	fosfor	kalium
1	0	80
2	23	80
3	46	80
4	46	0

I. 10 t CaCO₃ pr. ha ved anlæg

II. 30 t CaCO₃ pr. ha ved anlæg

Kalkniveau I omfattede parcelrækkerne 1 og 3, og kalkniveau II parcelrækkerne 2 og 4 fra forsøget i 1956-59.

Tabel 5. Jordbunds-kemiske forhold, Halkjær 1959

Dybde cm	pH (H ₂ O)	Klægens kationbelægning milliækvivalenter/100 g jord					pct. af sum			
		Na ⁺	K ⁺	Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺	sum	Na ⁺	K ⁺	Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺
0-20	6,3	1,1	1,8	5,4	13,4	21,7	5,1	8,3	24,9	61,7
20-40	6,0	2,5	1,7	8,4	7,2	19,8	12,6	8,6	42,4	36,4

Af teksturanalysens resultater anført i tabel 6 ses, at klægens indhold af grove partikler er ringe, hvilket forstærker indtrykket af, at det

Dyrkningsmæssigt deltes forsøget i 2 marker, hvoraf den ene omfattede parcelrække 1 og 2, og den anden parcelrække 3 og 4. Herved op-

Tabel 6. Klægens tekstur. Halkjær 1959

Dybde, cm	Fordeling efter vægt-pct. af fraktionerne				
	ler u. 0,002 mm	silt 0,02-0,002 mm	finsand 0,2-0,02 mm	grovsand 2,0-0,2 mm	humus (glødetab)
0-20	33	34	20	4	9
20-40	41	38	12	3	6

nåedes, at der i regelen kunne dyrkes 2 forskellige afgrøder hvert år på hvert af de 2 kalkniveauer. Denne mark- og parcelinddeling medfører, at der ikke er forsøgsræssigt grundlag for at måle mulige merudbytter for kalk, idet en eventuel udbyttmæssig forskel mellem kalkniveauerne I og II er koblet til eventuelle forskelle mellem parcelrækkerne.

Antallet af forsøgsræssigt høstede afgrøder er anført i følgende opstilling, hvori også er medtaget oplysninger om de anvendte kvælstofmængder, der er søgt afpasset efter de enkelte afgrøder og vækstbetingelserne i det enkelte år.

Afgrøde	Antal	kg N pr. ha
Byg	5	50-90
Havre	3	60-90
Hvede	5	90-105
Gul sennep	2	120
Kløvergræs	3	0-78

I afgrøderne korn og gul sennep er bestemt udbytte af kærne eller frø samt halm eller strå, og i kornafgrøderne er kærnens liter- og kornvægt bestemt. Før høst er der målt strå længde i alle parceller samt givet karakter for lejesæd efter en skala fra 0-10 (0 = ingen lejesæd 10 = helt i leje). I kløvergræsset er foruden udbyttebestemmelse givet karakter for kløverbestand, ligeledes efter en 0-10 skala (0 = ingen kløver, 10 = fuld bestand).

B. Forsøgsresultater

1. Afgrøder og udbytteneiveau

Tabel 8 giver en oversigt over udbytter og merudbytter af kærne, frø og kløvergræstørstof, dels ved opgørelse som *fosforsøg*, dels ved opgørelse som *kaliumforsøg*. Desuden er anført litervægt, kornvægt og karakter for kløverbestand.

Halmudbytter, strå længder og lejesædskarakterer er belyst ved gennemsnitstallene i tabel 9, men giver ikke anledning til særlige kommentarer.

Det fremgår af tabel 8, at årsvariationen med hensyn til udbytteneiveau har været betydelig i alle korn- og frøafgrøder. For kornarternes vedkommende har variationen været større i vårsæd end i vintersæd. Dette skyldes i væsentlig grad,

at det på klægjorder ofte er vanskeligere at opnå rettidig såning og et tilfredsstillende såbed om foråret end om efteråret. Hertil kommer yderligere, at vårsædens spiring og udvikling i langt højere grad end vintersædens afhænger af nedbørsforholdene den første måneds tid efter såning.

2. Virkningen af fosfor

I de fleste afgrøder er der opnået merudbytter ved tilførsel af fosfor (tabel 8). Gennemsnitsmerudbytterne er signifikante i byg, og på nær 2 tilfælde også i hvede og kløvergræs (23 P, 30 CaCO₃).

For havrens vedkommende forekommer signifikans kun ved højeste kalkniveau (30 CaCO₃).

Sammenlignes merudbytterne i afdeling I (10 t CaCO₃) med merudbytterne i afdeling II (30 t CaCO₃) indenfor de enkelte forsøgsår og -afgrøder, kan det konstateres, at der i 31 ud af 36 mulige sammenligninger er målt størst merudbytte for fosfor i afdeling I. Dette er i overensstemmelse med det tidligere omtalte forhold, at kalkning undertiden forbedrer sure jorders fosfortilstand og derved — i hvert fald gennem nogen tid — bevirker en formindskelse af udslagene for tilført fosfor. Forsøgsresultaterne understreger således bl.a., at det er særdeles vigtigt at vurdere fosforvirkning på lavbundsjorder på baggrund af jordernes kalktilstand, og at det ved vejledning af praksis bør overvejes, om kalktilførsel kan få en særlig betydning ved at medvirke til afhjælpning af fosfortrang.

3. Virkningen af kalium

Tilførsel af 80 kg kalium pr. ha årligt har muligvis haft en svag, positiv virkning på udbyttet i kløvergræsset i afdeling I, men ikke i afdeling II. I de øvrige afgrøder er der åbenbart ikke betydende udslag. Forudsat at det ikke drejer sig om særligt kaliumkrævende afgrøder, synes tilførsel af kalium på Halkjærklægen ikke at være rentabel (tabel 8).

4. Jordbundskemiske forhold

I årligt udtagne jordprøver, 1 fællesprøve pr. led pr. mark i henholdsvis 0-20 cm og 20-40 cm dybde, er ved Statens Planteavlslaboratorium be-

Tabel 8. Udbytte og merudbytte i hkg pr. ha, liter- og kornvægt samt karaktertal for kløverbestand, Halkjær 1960-68

Korn: kærne m. 15% vand, gul sennep: frø m. 10% vand, kløvergræs: tørstof

Fosforforsøg (80 K)

Kaliumforsøg (46 P)

Afgørde	År	I. 10 t CaCO ₃				II. 30 t CaCO ₃				I. 10 t CaCO ₃		II. 30 t CaCO ₃	
		Ud- bytte	Mer- udbytte	23 P	46 P	LSD 95%	Ud- bytte	Mer- udbytte	23 P	46 P	LSD 95%	Ud- bytte	Mer- udb. 80 K
Byg	64	44,6	2,2	2,1	—	44,5	0,9	1,5	—	46,9	÷0,2	44,2	1,8
	65	40,8	5,9	5,0	—	48,7	1,2	1,2	—	48,2	÷2,4	51,4	÷1,5
	66	36,3	4,4	7,3	—	41,8	3,5	4,5	—	40,7	2,9	44,0	2,3
	67	24,6	7,4	9,4	—	29,5	6,0	7,6	—	32,8	1,2	36,0	1,1
	68	39,9	4,7	6,1	—	44,8	1,8	2,8	—	45,4	0,6	46,9	0,6
Gns.		37,2	5,0	6,0	1,7	41,9	2,6	3,5	1,6	42,8	0,4	44,5	0,9
g/liter		649	654	652		644	644	652		646	652	650	652
mg/korn...		36,9	36,8	36,4		36,1	35,9	36,4		36,6	36,5	36,1	36,4
Havre	60	53,1	4,5	6,7	—	56,0	2,1	2,4	—	60,7	÷0,9	57,6	0,8
	61	51,3	5,5	5,3	—	55,0	4,7	4,7	—	55,8	0,8	57,0	2,7
	62	37,4	÷0,4	÷1,4	—	26,7	2,0	3,8	—	36,9	÷0,9	29,6	0,9
Gns.		47,3	3,2	3,5	4,5	45,9	2,9	3,6	2,0	51,1	÷0,3	48,1	1,4
g/liter		554	570	569		552	559	567		559	569	571	567
mg/korn ..		34,8	35,1	35,1		34,4	34,6	34,5		35,0	35,1	35,4	34,5
Hvede	60*)	45,8	1,9	3,7	—	43,7	÷1,4	0,5	—	50,6	÷1,1	46,7	÷2,5
	61	55,5	2,7	2,0	—	47,7	÷1,6	÷2,4	—	58,4	÷0,9	47,0	÷1,7
	62	43,5	2,8	3,2	—	50,4	3,2	4,7	—	49,1	÷2,4	54,2	0,9
	63	50,6	7,5	8,3	—	47,6	2,4	6,4	—	58,4	0,5	54,2	÷0,2
	68	51,1	6,2	8,0	—	54,6	4,0	6,4	—	56,8	2,3	59,6	1,4
Gns.		49,3	4,2	5,0	2,0	48,8	1,3	3,1	2,4	54,7	÷0,4	52,3	÷0,4
g/liter		729	747	751		739	741	735		752	751	738	738
mg/korn...		39,7	40,2	40,4		40,3	40,6	40,7		40,2	40,4	40,5	40,7
Gul sennep	63	11,0	1,1	1,1	—	9,6	0,9	2,8	—	11,4	0,7	12,8	÷0,4
	64	19,5	0,3	1,6	—	20,6	÷0,7	÷0,3	—	22,1	÷1,0	22,1	÷1,8
Gns.		15,3	0,7	1,3	—	15,1	0,1	1,3	—	16,8	÷0,2	17,5	÷1,1
Kløvergræs	65	112,8	11,1	18,0	—	123,3	3,5	6,2	—	124,6	6,2	128,3	1,2
	66	112,9	4,0	16,8	—	96,8	0,8	10,1	—	119,8	9,9	105,6	1,3
	67	105,3	9,1	11,2	—	110,0	1,6	5,0	—	117,0	÷0,5	117,7	÷2,7
Gns.		110,3	8,1	15,4	5,9	110,0	2,0	7,1	3,9	120,5	5,2	117,2	÷0,1

Karakter for kløverbestand

Kløvergræs	65	8,8	8,8	9,1		8,2	8,3	8,7		9,1	9,1	8,9	8,7
	66	8,5	8,6	8,6		6,7	7,1	7,6		8,5	8,6	7,6	7,6
	67	6,8	6,5	6,4		5,9	6,0	6,2		6,4	6,4	6,0	6,2
Gns.		8,0	8,0	8,0		6,9	7,1	7,5		8,0	8,0	7,5	7,5

*) Vårhvede

Tabel 9. Halmudbytte i hkg/ha, strållængde i cm samt karakter for lejesæd

Afgørde	Fosforforsøg (80 K)						Kaliumforsøg (46 P)			
	I. 10 t CaCO ₃			II. 30 t CaCO ₃			I. 10 t CaCO ₃		II. 30 t CaCO ₃	
	Ud- bytte	Merudbytte 23 P	46 P	Ud- bytte	Merudbytte 23 P	46 P	Ud- bytte	Merudb. 80 K	Ud- bytte	Merudb. 80 K
Byg gns. 1964-68										
Halmudbytte.....	42,2	44,5	47,5	41,9	43,9	44,8	45,4	47,5	43,9	44,8
Strållængde.....	62	64	63	62	63	63	62	63	63	63
Lejesæd.....	1,2	1,3	1,4	1,6	2,1	2,1	1,1	1,4	1,9	2,1
Havre gns. 1960-62										
Halmudbytte.....	49,0	53,2	54,7	48,9	52,9	54,6	56,2	54,7	54,3	54,6
Strållængde.....	85	88	90	85	84	88	91	90	87	88
Lejesæd.....	0,8	0,7	1,1	1,0	1,3	1,6	1,1	1,1	1,4	1,6
Hvide gns. 1960-68										
Halmudbytte.....	76,8	80,0	83,6	75,3	78,0	80,7	80,3	83,6	79,4	80,7
Strållængde.....	101	105	106	101	104	104	106	106	105	104
Lejesæd.....	1,3	1,5	2,1	1,0	1,5	1,9	2,1	2,1	2,5	1,9
Gul sennep gns. 1963-64										
Halmudbytte.....	41,7	44,0	46,1	42,9	45,9	48,5	47,7	46,1	49,9	48,4
Strållængde.....	91	108	109	94	102	110	111	109	105	110
Lejesæd.....	5,5	6,2	6,5	4,3	4,7	5,0	6,4	6,5	5,0	5,0

Tabel 10. Jordbundsanalysetal før anlæg og i forsøgsperioden 1960-68

År	pH(H ₂ O)				Ft (0-20 cm)						Kt (0-20 cm)	
	Kalkniveau		Kalkniveau		Kalkniveau I			Kalkniveau II			Gns. I og II	
	I	II	I	II	0 P	23 P	46 P	0 P	23 P	46 P	0 K	80 K
	0-20 cm		20-40 cm									
59	6,3	6,3	6,0	6,0	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	19,5	19,5
60	7,1	7,5	6,7	7,0	6,4	6,9	8,4	6,8	9,6	8,6	16,7	18,6
61	7,3	7,7	6,9	7,1	6,4	7,5	9,4	7,5	8,9	10,0	18,5	21,8
62	6,9	7,5	6,2	6,2	6,7	8,2	9,2	7,4	9,2	10,0	19,7	23,3
63	6,9	7,5	6,1	6,4	6,1	7,2	8,4	7,0	8,2	9,4	17,6	22,2
64	6,8	7,6	6,4	7,1	6,4	8,4	9,8	7,5	9,4	11,1	16,3	21,1
65	6,8	7,6	6,4	7,0	5,9	7,7	10,0	6,7	9,1	10,7	15,7	19,2
66	7,0	7,8	6,5	7,0	6,2	8,4	9,8	6,8	9,3	10,9	15,3	18,7
67	6,8	7,8	6,3	6,9	5,3	7,7	10,4	6,3	8,5	12,2	15,5	19,8
68	6,8	7,8	6,2	6,8	6,5	8,4	10,6	7,5	9,4	11,8	17,4	22,8

stemt jordbundsreaktion samt Ft og Kt. Gennemsnitsresultater af disse undersøgelser er meddelt i tabel 10. Udførlige tabeller med enkeltdata foreligger på Statens Planteavlkontor og Borris forsøgsstation.

Forsøgsbehandlingerne har i betydelig grad medført ændringer i de jordbundskemiske forhold. I tabel 11 er sammenstillet resultater fra analyser i jordprøver udtaget før forsøgets an-

læg i 1959 og jordprøver udtaget ved forsøgets afslutning i 1968.

Tilførsel af kalk og af fosfor har hver for sig forårsaget en stigning af Ft i pløjelaget. Uanset fosfortilførsel har 20 tons CaCO₃ ekstra således bevirket, at Ft er steget ca. 1 enhed, og uanset kalktilførsel har en årlig anvendelse af 23 og 46 kg fosfor medført, at Ft er steget med henholdsvis ca. 2 og ca. 4 enheder.

Tabel 11. Jordanalysetal før anlæg og ved afslutning af forsøget i Halkjær

År	Kalk-niveau	Dybde i cm	Ft			Kt		pH (H ₂ O)	Relativ kationbelægning			
			0 P	23 P	46 P	0 K	80 K		Na ⁺	K ⁺	Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺
59	—	0-20	6,6	6,6	6,6	19,5	19,5	6,3	5,1	8,3	24,9	61,7
68	I	0-20	6,5	8,4	10,6	17,2	20,8	6,8	3,4	2,0	20,4	74,2
68	II	0-20	7,5	9,4	11,8	17,5	24,2	7,8	2,5	1,5	14,5	81,5
59	—	20-40	6,5	6,5	6,5	25,1	25,1	6,0	12,6	8,6	42,4	36,4
68	I	20-40	6,4	7,1	6,1	25,7	28,7	6,2	9,0	3,4	41,3	46,3
68	II	20-40	7,2	7,3	8,3	28,5	32,4	6,8	7,5	3,0	37,5	52,0

I løbet af de 9 forsøgsår vil der i det ikke-fosforgødede led med afgrøderne være blevet fjernet i alt 150-220 kg fosfor pr. ha forudsat normalt indhold i afgrøderne. I tidligere forsøg på marskjord (Nielsen, Kjellerup og Dorph-Petersen 1962) og almindelig agerjord (Iversen 1954) er der efter henholdsvis 8 og 10 års dyrkning uden tilførsel af kalk og superfosfat registreret et fald i Ft. I det her omhandlede forsøg er det oprindelige Ft-niveau omtrent fastholdt uden fosfortilførsel, hvor der er tilført 10 tons CaCO₃ ved forsøgets anlæg, medens Ft som før nævnt er steget med ca. 1 enhed, når kalktilførslen er øget med 20 tons CaCO₃ pr. ha.

Man må herefter slutte, at kalkning i det foreliggende tilfælde har bevirket en for planterne betydningsfuld frigørelse af jordfosfor, og at i hvert fald en del af dette fosfor ikke blev registreret ved Ft-bestemmelsen før kalkning. På Halkjærklægen har kalktilførsel således i et vist omfang modvirket fosfortrang, såvel vurderet ud fra udbytteforhold som ud fra jordbundskemiske forhold.

Kalkens indflydelse på pH(H₂O) og klægens kationbelægning illustreres også af tabel 11. Hvad angår pH(H₂O), kan de tilførte kalkmængder formodentlig ikke bevirke yderligere stigning (se tabel 10). Den samlede virkning af kalken er dog næppe udtømt. Tabel 11 viser, at kalktilførsel har fremmet udbytning af natrium og magnesium med calcium i både 0-20 og 20-40 cm dybde. Dette indebærer, at en strukturforbedring er blevet indledt. Da bedre struktur generelt fremmer nedsivning af calciumioner og fører til bedre afgrøder, der yderligere forbedrer strukturen, vil

det sige, at en strukturforbedringsproces med en vis selvforstærkende tendens er indledt.

Tilførsel af 80 kg kalium pr. ha årligt har i henhold til tabel 10 og tabel 11 medført en svag stigning i Kt i pløjelaget, medens et fald iagtages, hvor der ikke er gødet med kalium. Efter 9 års dyrkning uden kaliumgødskning ligger Kt dog stadig på et meget højt niveau.

I dybden 20-40 cm har der ikke kunnet påvises fald i Kt, selv om der ikke er tilført kalium.

IV. Konklusion

På ukalkede eller svagt kalkede lavbunds-jorder i det vestjydske område ligger Ft ofte mellem 1 og 5. På lavmose kan ekstremt lave Kt på 1-2 forekomme, men på de klægprægede jorder er Kt ofte 15-20.

Der kan i regelen opnås rimelige merudbytter ved tilførsel af 20-30 kg fosfor pr. ha årligt, og på sure lavmosearealer kan fosforvirkningen undertiden være usædvanlig stor. Generelt må der regnes med, at udslagene for fosfor aftager, når der tilføres væsentlige mængder kalk.

Såfremt fosfortrang ikke begrænser udbyttet, vil anvendelse af ca. 80 kg kalium pr. ha årligt ofte lønne sig på vestjydske lavmosejorder, især i afgrøderne kløvergræs og byg. Derimod kan der ikke ventes udslag for kalium på klægjorderne, der ofte er rige på dette næringsstof.

Lavbundsjordernes dyrkningssikkerhed er i meget væsentlig grad afhængig af afvanding- og kalktilstanden. Resultaterne fra jordbundsundersøgelserne på klægjordsarealet i Halkjær viser, at der under de etablerede dræningsforhold med kalktilførslen er indledt sådanne kemisk-fysiske ændringer i de dybere klægag, at klægens struk-

tur vil blive yderligere forbedret, såfremt dræn-systemets funktion sikres, og en god kalktilstand fastholdes. I forbindelse med sidstnævnte forhold synes det rimeligt at antage, at der med fordel kunne udbringes 5-10 tons CaCO_3 pr. ha som vedligeholdelseskalkning indtil videre på den del af forsøgsarealet, som i 1960 fik tilført 10 tons CaCO_3 .

Forsøgsresultaterne fra Halkjærarealet har endvidere bekræftet, at kalkning undertiden kan medføre en væsentlig forbedring af sure jorders fosfortilstand, og at der i forsøgs- og vejledningsarbejdet bør tages hensyn til dette forhold.

V. Summary

Experiments with phosphorus and potassium on low areas 1956-59 and 1960-68.

In order to elucidate the effect of phosphorus and potassium on low, reclaimed land in Western Jutland, more or less deficient in lime, experiments were carried out on six localities, three representing march soils with a high content of clay, one representing a mixed type, the top soil being rich in clay as well as in organic matter, and two representing low moor peat soils very rich in organic matter.

The plan for the years 1956-59 was the following:

Treatment number	kgs per hectare per year			
	march soils		peat soils	
	P	K	P	K
1	0	80	23	0
2	23	80	23	80
3	46	80	23	160
4	46	0	0	160

According to the experimental design it is possible to measure the effect of phosphorus on a fixed level of potassium application and vice versa.

In 1960-68 the work was continued on one locality only, this being of the march type. The experimental plots then were divided into two groups, one of which received 10 tons CaCO_3 , the other one 30 tons CaCO_3 . The aim was to check the effect of phosphorus in relation to the lime level, a matter of special interest on low areas, where the acidity of the soil often is very pronounced.

From the experimental results (table 3 and table 8) it is concluded, that acceptable effect may be expected when 20-30 kgs of P are applied per year, and that the effect may be remarkable on low moor peat soils. The effect of P generally declines with increasing lime level.

When P deficiency does not limit yield the application of about 80 kgs of potassium per hectare per year often pays on the low moor peat soils, especially in crops as clovergrass and barley. On the contrary no significant effect of K may be expected on the march soils rich in clay.

The results also show, that lime may play important rôle on the considered soil types, not solely concerning neutralization of acidity and, in the long run, improvement of soil structure, but also concerning the availability of soil phosphorus (table 10). This complex effect have to be taken into consideration in experimental and practical cultivation of those soils.

VI. Litteratur

- Aslyng, H. C.*: Marskjordens fysiske og kemiske tilstand. Tidsskr. f. Planteavl 59:2 (1955) 328-344.
- Dorph-Petersen, K.*: Kalkningens virkning på sure jorders fosfattilstand. 463. beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plankultur. Tidsskr. f. Planteavl 56:2 (1953) 177-221.
- Hansen, L.*: Jordbundsundersøgelser i marsken. Tidsskr. f. Planteavl 71:1 (1967) 70-89.
- Iversen, K.*: Kontrollforsøg med fosforsyre og kali 1935-1950. 478. beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plankultur. Tidsskr. f. Planteavl 57:3 (1954) 369-457.
- Nielsen, Viggo, C. M. Kjellerup og K. Dorph-Petersen*: Gødningsforsøg på marskjord. 630. beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plankultur. Tidsskr. f. Planteavl 65:4 (1962) 640-670.
- Tind-Christensen, C. J.*: Forsøg med kunstgødning, kalk og mergel til marskjord. 286. beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plankultur. Tidsskr. f. Planteavl 41:1 (1936) 1-64.
- Tind-Christensen, C. J.*: Forsøg med kunstgødning og staldgødning til agerkultur på merglet marskjord. 329. beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plankultur. Tidsskr. f. Planteavl 44:2 (1939) 224-272.
- Tind-Christensen, C. J.*: Fortsatte forsøg med kvælstof, fosforsyre og kali uden og med kalktilførsel til marskjord 1924-1947. 413. beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plankultur. Tidsskr. f. Planteavl 52:2 (1948) 189-222.
- Tidsskr. f. Planteavl: Fastliggende forsøg med kalk og gødning på mosejord i Skjernådalen 1963-66. 816. meddelelse. 71:3 (1967) 425-428.
- Tidsskr. f. Planteavl: Fastliggende forsøg med kalk og superfosfat på lavbundsjord 1960-66. 821. meddelelse. 72:1 (1968) 135-138.