

Kaliumgødning til klægholdig lavbundsjord

Potassium on clay-loam soil

Th. Jessen

Resumé

Kaliumbalancen er svagt positiv ved årlig tilførsel af 75 kg kalium pr. ha på klægholdig lavbundsjord.

Samtidig er der opnået merudbytter i såvel kløvergræs som korn, men ved tilførsel ud over 75 kg kalium pr. ha er der kun opnået ubetydelige merudbytter i kløvergræs og slet intet i korn.

I ugødet er der sket en frigørelse af fikseret kalium på gennemsnitlig 48 kg pr. ha årligt.

På grund af det høje udbyttensniveau i ugødet er der ingen rimelig grund til at søge jordens kaliumreserver øget ved overdosering med kalium.

Ovennævnte resultater er baseret på 3 års forsøg i kløvergræs og 16 års forsøg i korn. Den klægholdige lavbundsjord, hvor disse forsøg er gennemført, indeholder 38% ler i 0–40 cm dybde og har et kaliumtal (Kt) på 11,7.

Nøgleord: Kalium, lavbundsjord, lerindhold, korn, kløvergræs.

Summary

The balance of potassium was faint positive by giving 75 kg potassium per hectare every year.

At the same time increased yields were obtained in clover grass and grain. By giving more than 75 kg potassium only small increases in yields were obtained in clover grass, and none at all in grain.

By giving no potassium the plant-uptake of fixed potassium in the mean of the period was about 48 kg per hectare every year.

On account of the high level of yield from not fertilizing there is no reason to try to increase the soil-reserve of potassium by overdosing with potassium.

The mentioned results are based on 3 years of experiments with clover grass and 16 years of grain. The soil, where the experiments were carried out, was a type of marsh soil with a content of 38% clay in a depth of 40 cm.

Key words: Potassium, marsh, clay, clover grass, grain.

Indledning

Marskjord og de dermed beslægtede klægholdige lavbundslande, som findes på sedimentflader i kystnære områder, er fra naturens hånd kaliumrige. Det skyldes den marine oprindelse og jordtypens relativt store lerindhold.

Der er erfaring for, og forsøgsresultater som viser, at en tilstrækkelig forsyning med kalium til afgrøderne på sådanne jordtyper overvejende i lang tid vil kunne ske fra jordens reserver (Nielsen *et al.*, 1962; Jørgensen, 1976; Jessen *et al.*, 1970). Der nævnes endog for marskens vedkommende, at der i marskområder forekommer jordtyper, som er så kaliumrige, at kaliumgødskning direkte kan være skadelig (Hansen, 1967).

Modsat angives, at man på andre lokaliteter i marsken ved lang tids dyrkning uden kaliumtilførsel og ved bortførsel af afgrøderne bør være opmærksom på en mulig kaliumudpining og dermed risiko for, at jordens kaliumreserver efterhånden ikke fortsat vil kunne dække afgrødernes behov (Nielsen *et al.*, 1962).

En jords kaliumindhold er især afhængig af jordens lerindhold og af lermineralernes sammensætning. På marine sedimenter er det totale kaliumindhold desuden afhængig af sedimenternes lagtykkelse og i relation til plantevækst af aktiv roddybde.

På omhandlede jordtyper forekommer ofte sure jordlag i dybder, som på andre jordtyper tilhører normal rodzoneområde. Herved hæmmes rodvæksten i dybden, og det jordvolumen, som bl.a. også tjener som depot for plantenæringsstoffer, formindskes tilsvarende i forhold til jordtyper med normal rodvækst.

I forbindelse med afvandingsprojekter i det vestjyske fjordområde er af Statens Planteavl-

forsøg gennemført en række forsøg til indkredsning og belysning af dyrkningsproblemer på disse ofte ret specielle jordtyper. Som et led i dette arbejde blev i 1961 anlagt et forsøg med tilførsel af kalium på en klægholdig jord. Vurderet ud fra jordens lerindhold og kaliumtal burde en rimelig forsyning af kalium på jordtypen være tilgodeset fra jordens beholdning. Symptomer i de dyrkede afgrøder tydede dog på det modsatte.

Jordtype og arealets beliggenhed

Arealet er beliggende på en sedimentflade i Åbjerg Enge i det vestjyske fjordområde mellem Stadil og Nissum Fjorde. Overjorden, som har en dybde på ca. 40 cm, består af humusblandet klæg. Underjorden består af sur lavmosetørv.

I tabel 1 er for overjordens vedkommende givet en oversigt over jordens tekstur og jordbundske-miske forhold i 0–40 cm dybde.

Der blev ved forsøgets anlæg tilført 30 t kalk, ha. Reaktionstallet var herefter i gennemsnit af forsøgsperioden 6,6 og 6,3 i henholdsvis 0–20 og 20–40 cm dybde. I undergrunden var Rt ca. 4,2.

Forsøgsplan og forsøgsbetingelser

Forsøgsplanen omfatter følgende kaliummængder:

1. 0 kg kalium, ha/år
2. 75 kg kalium, ha/år
3. 150 kg kalium, ha/år

Kaligødningen er udbragt om foråret før jordbehandling. Kvælstof og superfosfat er tilført i passende mængder i henhold til udbyttensniveau og jordtype. Som engangstilførsel er ved forsøgets anlæg tilført 2000 kg superfosfat/ha.

Tabel 1. Tekstur og jordbundsanalyser
Soil analyses

Dybde cm	%					Rel. fordeling						
	ler	silt	fin- grovsand	org. stof	Rt	Ft	Kt	K	Na	Mg	Ca	
0–20.....	38	28	16	2	16	6,0	4,1	11,7	1	2	14	83
20–40.....	37	28	17	2	16	5,9	2,7	12,4	1	3	31	65

Resultater

Udbytter

I tabel 2 er givet en oversigt over de dyrkede afgrøder og de opnåede udbytter. En afgrøde med vårraps i 1963 måtte kasseres på grund af misvækst. Hovedtabeller over de enkelte års resultater fås ved henvendelse til Statens Forsøgsstation, Siltoftvej 2, 6280 Højer.

Tabel 2. Udbytter i gennemsnit af periode, hkg pr. ha
Average yields of the period

Afgrøder	Antal	kg kalium					
		0	75	150	0	75	150
		kerne, græstørstof			halm		
Byg	12	48,7	55,5	55,0	54,1	58,8	62,0
Havre	2	56,2	58,0	57,2	94,5	92,2	100,6
Hvede	2	43,2	47,4	48,4	67,2	78,1	80,9
Gns. korn		49,0	54,8	54,4	60,8	65,4	69,1
Kløvergræs	3	106,2	119,3	123,0	-	-	-

Der er målt strållængde og givet karakter for lejesæd i alle kornarter. Et sammendrag er vist i tabel 3.

Tabel 3. Strållængde og karakter for lejesæd i korn
Length of straw and points for lodging

	kg kalium					
	0	75	150	0	75	150
	Strållængde, cm			Kar. f. lejesæd		
Byg	67	72	73	4,3	4,0	3,9
Havre	104	107	106	6,0	6,7	6,4
Hvede	88	91	92	2,0	1,0	0,5

Tabel 5. Udbytte og merudbytte i hkg pr. ha sammenlignet med Kt i samme periode
Yield and increased yield, compared with units of K

Afgrøde	År	Udbytte			LSD	Kt i 0-20 cm		
		0	75 K	150 K		0	75 K	150 K
Hvede/havre	1961-62	37,2	0,7	0,5	2,0	11,6	11,6	13,8
Byg	1964-66	49,5	1,6	0,4	2,5	8,3	9,0	9,8
Byg	1968	35,4	14,1	17,0	3,9	7,3	10,4	12,5
Byg	1969-70	43,2	3,7	3,7	1,8	6,8	8,2	10,6
Byg	1973-74	50,6	12,9	12,6	5,2	9,5	10,8	13,9
Hvede/havre	1975-76	62,5	5,1	5,6	3,1	9,0	11,7	14,1
Byg	1977-80	53,3	7,4	6,1	1,6	9,0	11,4	15,4
Korn	16 år	49,0	5,8	5,4	1,3			
Kløvergræs	1967, 1971-72	106,2	13,1	16,8	4,3	8,3	9,3	12,5

Kaliumtal (Kt)

Med enkelte undtagelser er hvert år udtaget jordprøver til bestemmelse af Kt. I årene 1961, 1964, 1966 og 1970 er prøverne udtaget om foråret før udstrøning af kalium. I de øvrige år er prøverne udtaget om efteråret i september-oktober måned. I tabel 4 er vist et sammendrag på grundlag af et 4-årigt gennemsnit. Hovedtabel med analyseresultater for alle år fås ved henvendelse til Statens Forsøgsstation, Siltoftvej 2, 6280 Højer.

Tabel 4. Kaliumtal (Kt), 4-årigt gennemsnit
Potassium index, 4 years average

	kg kalium								
	0			75 K			150 K		
	0-20 cm			20-40 cm					
Ved anlæg	11,7					12,4			
1961-64	10,8	10,9	12,8	11,1	10,8	11,3			
1965-68	7,4	9,4	10,7	7,6	9,1	9,7			
1969-72	7,3	8,5	11,2	7,2	8,5	10,9			
1973-76	9,1	11,4	14,1	9,4	11,9	16,2			
1977-80	9,0	11,4	15,4	9,4	10,4	12,1			

Merudbytter og Kt

Der er i alle årene opnået merudbytter for tilførsel af kalium. I tabel 5 er vist udbytte og merudbytter for forskellige perioder gennem 20 år.

I forsøgsperiodens første 6 år indtil 1966 er kun opnået små og ikke signifikante merudbytter for kaliumtilførsel, og Kt er faldet ved alle gødningsmængder - dog mest i ugødet.

To gange i forsøgsperioden (1967 samt 1971-72) er dyrket den kaliumkrævende afgrøde kløvergræs, der har givet merudbytter for såvel

75 som 150 kg kalium. Kløvergræsset har tilsyneladende opbrugt en stor del af jordens tilgængelige kalium. I de efterfølgende år, henholdsvis 1968 og 1973-74, er opnået meget store merudbytter for tilførsel af kalium til byg.

I den sidste del af forsøgsperioden, 1975-80, er opnået 5-7 hkg kerne i merudbytte for 75 kg K, men ikke en yderligere stigning for 150 kg K.

I ugødet er Kt stabiliseret omkring 9,0, og ved tilførsel af 75 kg K på Kt 11-12. Ved tilførsel af 150 kg K er Kt steget til 14-15. Dette tyder på, at Kt på denne svære lerjord skal være større end ca. 12 for at kaliumtilførsel kan udelades.

Kaliumbalance

Der er i et år med kløvergræs og tilsvarende med byg foretaget bestemmelse af afgrødens indhold af kalium. En oversigt over analyseresultaterne er vist i tabel 6.

Tabel 6. Kaliumindhold i kløvergræs og byg, %
Content of potassium in clover grass and barley

	kg kalium		
	0	75	150
Kløvergræs, 1972	1,00	1,53	2,06
Byg, kerne, 1980	0,38	0,43	0,43
Byg, halm	0,13	0,35	0,51

Indsættes disse værdier i en kalkule over en mulig bortførsel af kalium fra jorden ved dyrkning af kløvergræs og korn fås følgende mængder i kg kalium pr. ha/år:

	0	75 K	150 K
Kløvergræs	106	182	253
Korn, kerne + halm	27	47	59

Ud fra de bortførte mængder og på grundlag af de gennemsnitlige udbytter og det gødningstilførte kalium er i tabel 7 opstillet et balanceregnskab for den 20 årige forsøgsperiode.

Tabel 7. Jordens kaliumbalance i kg pr. ha
Potassium-balance, kg per hectare

	0	75 K	150 K
Tilført med gødning	0	1500	3000
Bortført med afgrøden	769	1328	1662
Balance for 20 år	+769	172	1338
Balance, kg kalium årligt ÷ 38	÷ 38	9	70
Svarende til Kt-enheder ÷ 1,5	÷ 1,5	0,4	2,8

Trods en betydelig usikkerhed i balanceberegningen viser tallene, at der i det ugødede led er sket et fald på knap 2 enheder, hvilket passer ret godt med oplysningerne i tabel 4, hvor Kt er faldet fra ca. 11 til ca. 9 ved 0 kalium. Med en årlig tilførsel af 75 kg K er Kt nogenlunde opretholdt omkring 11, og ved 150 kg K stiger Kt med ca. 4 enheder fra 11-15.

Diskussion

Kalium findes i jorden i en vandopløselig, i en ombyttelig og i en fikseret form. Hovedparten findes som gitterbundet K i feldspat.

Den ombyttelige og lettligængelige andel bestemmes som jordens kaliumtal, Kt. Mængden af fikseret kalium bestemmes normalt ikke, men denne mængde viser en høj korrelation til jordens lerindhold (*Dissing Nielsen, 1970*).

Der foreligger ingen analyser af den foreliggende jords indhold af totalt kalium. Jorden indeholder 38% ler (tabel 1) og kan sammenlignes med marskjorden ved Ribe. Undersøgelser af *Dissing Nielsen (1970)* viser, at Ribejorden i 0-20 cm dybde har 33-34% ler med Kt 15-17 og et syreopløseligt kaliumindhold på ca. 280 mg K/100 g jord.

Ældre forsøg (1939-46) med kaliumgødning på Ribemarsken viser, at kaliumgødning er unødvendig på denne jord, (*Nielsen et al., 1962*).

For marskjord nævnes, at jord med Kt på 20 og derover er så kaliumrig, at tilførsel af kalium er unødvendig og at jorde med Kt under 7,5 må anses for at være kaliumfattige (*Hansen, 1967*). Ved Kt over 10-12 vil dyrkning af marskjord normalt kunne ske uden tilførsel af kalium.

Jorden på nærværende forsøgsareal havde ved forsøgets anlæg et Kt på 11,7 og måtte forventes at have en stor kaliumreserve fikseret til lerpar-

tiklerne. Der kunne derfor på forhånd ikke forventes væsentlige merudbytter for kaliumgødskning.

Den store kaliumvirkning, som ikke desto mindre er opnået på den lerholdige jord, synes at kunne forklares ud fra 2 muligheder:

1. At der i grænseområdet mellem fikseret kalium og ombytteligt kalium indgår kalium i Kt-bestemmelsen, som ikke umiddelbart kan udnyttes af planterne, dvs. at jordens indhold af ombytteligt kalium ikke er så stort, som Kt giver udtryk for.
2. At efterlevering af kalium fra den ombyttelige fraktion til opløst kalium ikke sker i samme omfang og tempo, som jorden ved plantevækst bliver tømt for opløst kalium.

Uanset årsagsforholdene har planterne vist, at jorden var kaliumtrængende. I kornafgrøder viste manglen sig synligt ved ret kraftige mangelsymptomer især og kun i kornets udviklingsperiode fra fremspiring og til begyndende buskning. Med tiltagende vækst fortrængtes symptomerne af en normal udvikling af afgrøden i den afsluttede del af vækstperioden.

Ved udtørring af en lerjord sker en kontraktion af lerminerale, hvorved frigørelse af fikseret kalium vanskeliggøres. En sådan overfladisk udtørring af klægjord iagttages ofte i forbindelse med forårstilberedning af såbed og under den første del af en vækstperiode, hvor der samtidig er en svag rodudvikling og ringe rodtybde. Med stigende temperatur øges frigørelse af fikseret kalium (*Dissing Nielsen*, 1970) i det gennemførte forsøg samstemmende med overgang til en normal vækst og udvikling af afgrøden.

Da behovet for kalium tidsmæssigt synes at være lokaliseret til den første del af vækstperioden – indtil efterlevering af frigjort kalium kan ske fra jordens reserver – og da øget kaliumtilførsel ud over 75 kg (tabel 5) ikke har medført nogen udbyttefremskridt, er det nærliggende at antage, at

en tilstrækkelig forsyning af kalium til korn på den omhandlede jordtype vil kunne opnås ved tilførsel af en mindre mængde end 75 kg pr. ha.

Konklusion

Der er på den lerrige jordtype opnået store merudbytter for tilførsel af kalium. Kaliumvirkningen er bemærkelsesværdig i betragtning af jordens marine dannelse og det store lerindhold.

Der er over en 20 årig periode ved overvejende korndyrkning opnået en svag positiv kaliumbalance i jorden ved tilførsel af 75 kg kalium årlig.

Tilførsel af kalium ud over 75 kg/ha har medført et lille merudbytte i kløvergræs men ikke i kornafgrøder.

I praksis bør kalium tilføres i samme mængder, som der bortføres med afgrøderne. Der er på grund af det høje udbyttensniveau i ugødet ingen rimelig grund til at søge jordens kaliumreserver øget ved en overdosering med kalium.

Litteratur

- Hansen, L.* (1976): Jordtyper ved Statens forsøgsstationer. Tidsskr. Planteavl 80, 742–758.
- Hansen, L.* (1967): Jordbundsanalyser i marsken. Tidsskr. Planteavl 71, 70–89.
- Jessen, Th. & Mølle, Kr. G.* (1970): Forsøg på lavbundsjord med fosfor og kalium 1956–59 og 1960–68. Tidsskr. Planteavl 74, 461–470.
- Jørgensen, I.* (1976): Kvælstof, fosfor, kalium og magnesium til Lammefjordens inddæmmede arealer. Tidsskr. Planteavl 80, 713–741.
- Nielsen, J. Dissing* (1970): Fiksering og frigørelse af kalium. Tidsskr. Planteavl 74, 24–44.
- Nielsen, J. Dissing* (1979): Sammenhæng mellem jordanalysetal for K og optagelse hos alm. rajgræs af ombytteligt og ikke ombytteligt K. Tidsskr. Planteavl 83, 161–174.
- Nielsen, V., Kjellerup, C. M. & Dorph-Petersen, K.* (1962): Gødningsforsøg på marskjord. Tidsskr. Planteavl 65, 640–670.

Manuskript modtaget den 14. maj 1982.