

Dybpløjning og kalkning af lagdelt klægjord med sur undergrund

Deep-ploughing and liming on a stratified clay-loam soil

Th. Jessen

Resumé

Der er gennemført forsøg med dybpløjning og kalkning af en lagdelt jordtype beliggende ved Stauning i Skjernådal.

Jordtypen består i en dybde af 0-35 cm af humusblandet klægjord. Klæglaget er aflejret på sur brakvandstørv.

Der er gennemført iagttagelser og undersøgelser over rodvækst og vandkapacitet.

Roddybden har på grund af surhed i undergrunden stort set været begrænset til overjordens klæglag. Under svigtende nedbørsforhold har vandmangel i høj grad været bestemmende for det opnåede dyrkningsresultat.

Ved pløjning til 55 cm dybde er ca. 35 volumenprocent tørvejord blevet blandet med overjordens klæglag. Ved samtidig kalktilførsel er jordens reaktionstal blevet forøget til et for rodvækst acceptabelt niveau. Rodzonekapaciteten og udbyttepotentialer er herved blevet forøget.

På den lagdelte jordtype har dybpløjning medført en øget niveausenkning i forhold til ikke dybpløjet jord.

Nøgleord: Dybpløjning, kalkning, lagdelt jordtype.

Summary

Experiments with deep-ploughing and liming have been carried out on a stratified type of soil.

The top soil to a depth of about 35 cm consisted of a clay-loam, which had been settled on acid peat-bog soil. The pH of the peat-bog soil was about 3.5.

The low pH had an effect on deep root growing in the cultivation of grain.

Deep root growing on the whole was reduced to the top soil, and shortage of water often determined the yield of harvest. By ploughing to 55 cm about 35 volume per cent of the peat soil was mixed into the clay-loam top soil.

By liming the soil pH reaches a level suitable for root growing. The root zone capacity and yield potential are also increased. An increasing mineralisation of organic matter resulting in a lowering of the surface level is caused by deep-ploughing and mixing peat bog soil with the top soil.

Key words: Deep-ploughing, liming stratified soil.

Tidsskr. Planteavl 86 (1982), 119-126

Tabel 1. Fysiske og kemiske jordbundsanalyser, 1962
Physical and chemical soil-analyses

Dybde <i>depth</i>	Volumenvægt <i>volume weight</i>	Jordtype <i>soil</i>	Rt <i>pH</i>	Ler <i>clay</i>	Silt <i>silt</i>	Org. stof <i>org. matter</i>	FeS ₂ <i>pyrite</i>
0–35	0,73	klæg <i>loam</i>	4,8	24	39	13	0,0
35–75	0,20	tørv <i>peat</i>	3,5	–	–	65	5,3
70–100	0,20	tørv <i>peat</i>	4,5	–	–	74	5,7

Indledning

I beretning nr. 1584 (Jessen, 1982) omtales resultater af forsøg med tilførsel af kalk og gødning, et forsøg som i årene 1963–1980 er gennemført på en humusblandet klægjord med undergrund af tørv i Skjernådalen ved Stauning. Der er opnået merudbytter for kalktilførsel. De største merudbytter er opnået i år, hvor nedbørsunderskuddet i vækstperioden har været størst. En opdeling af høstudbytterne i forhold til vækstperiodens nedbørsforhold viser, at de største udbytter er opnået i år, hvor nedbørsunderskuddet har været mindst.

Visuelle observationer over afgrødens rodudvikling har vist – og her drejer det sig især om byg – at den på den aktuelle jordtype generelt har været reduceret i forhold til artens genetiske evne til rodvækst. Rodzonekapaciteten har dermed været reduceret i forhold til den mindre rodgybde. Vandforsyningen har derfor ofte været en begrænsende faktor for det dyrkningsresultat, som er nået.

I nærværende beretning skal redegøres for resultater af forsøg med dybpløjning og kalkiblanding, et forsøg som i årene 1976–1980 er gennemført på samme areal, og dermed på samme jordtype, som det i beretning nr. 1584 omtalte forsøg med kalk og gødning. Forud skal redegøres for de nævnte observationer over vandforsyning og rodgybde, observationer hvis resultater i høj grad har tilskyndet, at forsøgsopgaven med dybpløjning og kalkiblanding blev iværksat.

Jordtype og rodgybde

Overjorden består ned til 30–35 cm dybde af humusblandet klæg. Klæglaget er aflejret på brakvandstørv, som uden skarpe grænser nedefter går over i skovtørv, hvori findes rester af el og birk. I ca. 130 cm dybde findes sandbund.

Kemiske og fysiske data over jordtypens tilstand og egenskaber på grundlag af en jordbundsundersøgelse, som blev gennemført i 1962 i forbindelse med forsøgsarealets etablering, fremgår af tabel 1 (Larsen & Andersen, 1977).

Supplerende undersøgelser er efter 15 års dyrkning, dvs. i 1978, gennemført af Statens Marskforsøg. Resultaterne er vist i tabel 2.

Efter 15 års dyrkning er der sket en kendelig ændring af overjordens fysiske tilstand. Volumenvægten er forøget med ca. 36% og denne forøgelse modsvares af en nogenlunde tilsvarende formindskelse af overjordens dybde målt i cm.

I brakvandstørv, dvs. i en dybde, som for de fleste afgrøder må henregnes til normal rodzoneområde, fandtes ved afvandingen 5,5% pyrit.

Tabel 2. Jordbundsphysiske analyser efter 15 års dyrkning, 1978

Physical analyses of soil after 15 years culture

Dybde <i>depth</i>	Volumenvægt <i>volume weight</i>	Volumen %		
		Porer <i>pore</i>	Vand <i>water</i>	Luft <i>air</i>
0–23	1,06	55,1	48,4	6,7
23–43	0,22	86,6	75,8	10,8
43–63	0,18	88,5	84,6	3,9
ov. 63	0,13	91,9	83,7	8,2

Med velvillig bistand af lic. agro. V. Haahr, Atomenergikommissionens Forsøgsanlæg, Risø er i 1965 på kalket jord gennemført undersøgelser over rodvækst i byg ved injektion af radioaktivt fosfor, P³² (Haahr et al., 1966).

Undersøgelsen er gennemført dels ved lodret injektion fra jordoverfladen og dels ved vandret

injektion fra en udgravning. Den vandrette injektion blev foretaget i ca. 30 cm dybde og altid lige under overgangen fra overjordens klæglag til den sure brakvandstørv, uanset om man derved afveg fra den angivne omtrentlige dybde. Den lodrette injektion skete uden visuel kontakt med tørvelaget.

Der er i vækstperioden gennemført aktivitetsmålinger på afgrøden, hvor øget aktivitet indikerer for rodkontakt med røbestoffet i den pågældende dybde. Et gennemsnit af måleresultaterne er vist i tabel 3.

Selv om der er nogen forskel i resultaterne efter de to injektionsformer, kan heraf udledes, at bygens rodvækst stort set har været begrænset til overjordens klæglag.

Tabel 3. Aktivitetsmålinger i byg efter injektion af P^{32} , 1966

Activity measurement in barley after injection of P^{32}

	Dybde, cm	Netto counts pr. minut				
		26.5.	2.6.	10.6.	24.6.	30.6.
Lodret injektion	20	2287	4047	4160	4567	3918
	30	312	339	2275	3509	3897
	40	266	138	38	50	59
	50	39	73	35	+3	4
Vandret injektion	20	16	121	1982	4761	5179
ca.	30	+1	+1	11	54	37
	40	+9	14	+20	+4	+13
	50	+13	+2	+14	+4	+3

Jordens vandkapacitet

I etablerede lysimeterlignende småparceller på 4 m² er jordens vandkapacitet ved dyrkning af byg i det aktuelle rodzoneområde søgt belyst. Ved nedlægning af en svær plasticfolie i overgangen mellem overjordens klægjord og den sure tørvejord er der afskærmet for tilgang af kapillært vand fra undergrunden. Tilsvarende er afskærmet mod nedbør ved opsætning af et plasticlag over parcellen efter afgrødens såning.

Kerneudbyttet er bestemt ved høstning af 1 m² pr. parcel. Forsøget er gennemført i årene 1966, 1967 og 1968 med 4 fællesparceller i hvert for-

søgsled. En oversigt over de opnåede resultater er vist i tabel 4.

Tabel 4. Dyrkning af byg i lysimeterparceller. Udbytte i hkg, ha

Growing of barley in lysimetre plots

	1966	1967	1968	Gns.
1. Kontrol	44,3	38,5	51,1	44,6
2. ÷ nedbør	35,0	21,1	38,7	31,6
3. ÷ kapillært vand	38,7	31,7	40,6	36,9
4. ÷ 2 og 3	23,8	16,2	32,1	24,0

Under forudsætning af, at der medgår 5 mm nedbør til produktion af et hkg bygkerne pr. ha kan heraf udledes, at overjorden har en vandkapacitet på ca. 120 mm, og at der er tilgået afgrøden ca. 40 mm kapillært vand fra den sure undergrund.

Hertil må i praksis lægges den nedbørsmængde, som falder i den aktuelle vækstperiode. Nyten af denne nedbør er i høj grad afhængig af den tidsmæssige placering i forhold til øvrige klimafaktorer og afgrødens udvikling.

I gennemsnit af dyrkningsperioden 1963–1980 har vandbalancen på det omhandlede areal som sum for månederne maj, juni og juli været i alt ÷144 mm. En opdeling af udbyttenevauerne i byg i samme tidsrum på optimalt kalket jord er i forhold til vandbalancen vist i nedenstående oversigt:

	Vandbalance, mm		
	< ÷100	÷100–200	> ÷200
hkg byg, ha	51,0	47,3	42,5

Dybpløjning og kalkiblanding

Motivering

Enhver dybpløjning må have et bestemt sigte. Som oftest vil det være fysiske forhold i jordbunden, som taler for en dybdebehandling.

I dette tilfælde har sigtet alene været at fjerne surheden i en del af afgrødens normale rodzoneområde ved tilførsel af kalk for derved at opnå en

større roddybde og kontakt med den fugtige undergrund. Fra 30 cm dybde og nedefter fandtes i 1975 – trods kalkning i 1963 og 15 års dyrkning – i de jordlag, hvor pyritomsætningen i forbindelse med afvandingen har fundet sted, stadig meget sur jord. Det fremgår af følgende oversigt, som viser Rt i forskellig dybde i relation til to kalkmængder:

Dybde, cm	t CaCO ₃ i 1963	
	22	68
	Rt i 1975	
0–30	5,9	7,4
30–40	3,9	3,8
40–50	3,3	3,4

Det oprindelige pyritindhold på 5,5 vægtprocent var i 1975 reduceret til en ubetydelig rest på 0,07%.

Dybdebehandlingsforsøg er i Danmark især gennemført af Det Danske Hedeselskab. I beretning nr. 10 (*Jensen, 1964*) omtales resultater af dybdebehandlingsforsøg på overvejende albundne sandjorde. I beretning nr. 11 (*Andersen, 1965*) omtales resultater af tilsvarende forsøg, som er gennemført på sulfidholdig lavbundsjord. Resultater af forsøg med dybpløjning og kalkning af lagdelt klægjord er omtalt af *Jessen (1979)*.

Forsøgsplan og metodik

Forsøget er anlagt ved Stauning i 1976 på samme areal som forsøg med forskellige kalk- og kvælstofmængder, der er omtalt i ovennævnte beretning. Pløjedybden er valgt under hensyntagen til den sure fronts beliggenhed i jordbunden. Ved pløjning til 55 cm dybde er ca. 35 volumenprocent tørvejord blandet op i overjordens klægslag.

Kalkningen er, ved udstrøning af kalk i hver fure på fureside og bund, gennemført i forbindelse med dybpløjningen. Herved er tilstræbt den bedste mulige iblanding af kalken i hele pløjelagets dybde.

Der er ved dybpløjningen tilført følgende kalkmængder:

1. 15 t CaCO₃ pr. ha
2. 45 t CaCO₃ pr. ha
3. 75 t CaCO₃ pr. ha

Til sammenligning med dyrkning på dybpløjet jord og den dermed forbundne kalkning er gennemført dyrkning på ikke dybpløjet jord i en parcelrække ved siden af dybpløjningen.

Der er i begge parcelrækker dvs. i ikke dybpløjet og i dybpløjet tilført ens kalkmængder i 1963.

Resultater

I forsøgsperioden, som omfatter årene 1976–1980 er der hvert år dyrket havre og byg. I tabel 5 er

Tabel 5. Udbytte af byg og havre, hkg kerne pr. ha. Gns. 1976–1980
Yield of barley and oats, hkg grain per ha

		t CaCO ₃					Gns. rel.
		1976	1963			56	
Pløjedybde cm		ved dybpl.	22	22 + 20 t gips	37	56	
		Byg	Normal	–	45,8	45,1	48,9
55	15		57,5	59,4	62,4	63,3	127
55	45		62,9	63,7	64,2	64,6	134
55	75		64,2	63,5	65,9	64,7	135
Gns. 55 cm relativ			100	101	104	104	
Havre	Normal	–	52,2	52,8	50,8	49,8	100
	55	15	55,7	54,4	56,2	54,4	107
	55	45	55,7	55,9	55,2	54,9	108
	55	75	53,3	56,7	56,4	53,3	107
	Gns. 55 cm relativ		100	102	102	99	

vist de opnåede udbytter i hkg kerne pr. ha. I tabel 6 er vist afgrødens strållængde og karakterer for lejesæd. I tabel 7 er vist jordens pH(H₂O) ved forsøgets afslutning i 1980, dels i forhold til kalkning i 1963 og i forhold til supplerende kalkning i forbindelse med dybpløjning i 1976.

De tilførte kalkmængder har i forbindelse med dybpløjningen medført en ønskelig stigning af jordbundsreaktionen ned til plovfureddybden i 55 cm. Der er opnået større udbytter, som især er markant i byg. Den øgede produktivitet har medført øgede strållængder og dermed forstærkede tendenser til lejesæd.

Tabel 6. Strållængde og karakter for lejesæd
Length of straw and marks for lodging

	Pløje- dybde	t CaCO ₃ v. dybpløjn.	Strå- længde cm	Karakter for lejesæd
Byg	normal	–	56	1
	55 cm	15	69	3
	55 cm	45	76	5
	55 cm	75	80	6
	Gns. dybpløjn.		75	5
Havre	normal	–	82	2
	55 cm	15	97	3
	55 cm	45	101	4
	55 cm	75	101	5
	Gns. dybpløjn.		100	4

Tabel 7. Jordens pH(H₂O) ved forsøgets afslutning i 1980
Soil-pH at the end of the experiment in 1980

Dybde, cm	Ikke dybpløjet jord			Dybpløjet jord		
	t CaCO ₃ i 1963			t CaCO ₃ i 1976		
	22	40	68	15	45	75
0–20	5,9	6,7	7,3	6,7	7,1	7,0
20–35	5,5	6,4	6,8	5,9	6,7	7,1
35–55	4,1	4,4	4,3	5,5	6,9	7,0

Roddybde og vandforbrug

I vækstperioden 1976, 1977 og 1978 er gennemført tensiometermålinger til indirekte bestemmelse af roddybden (Bennetzen, 1978). Der er målt i byg i

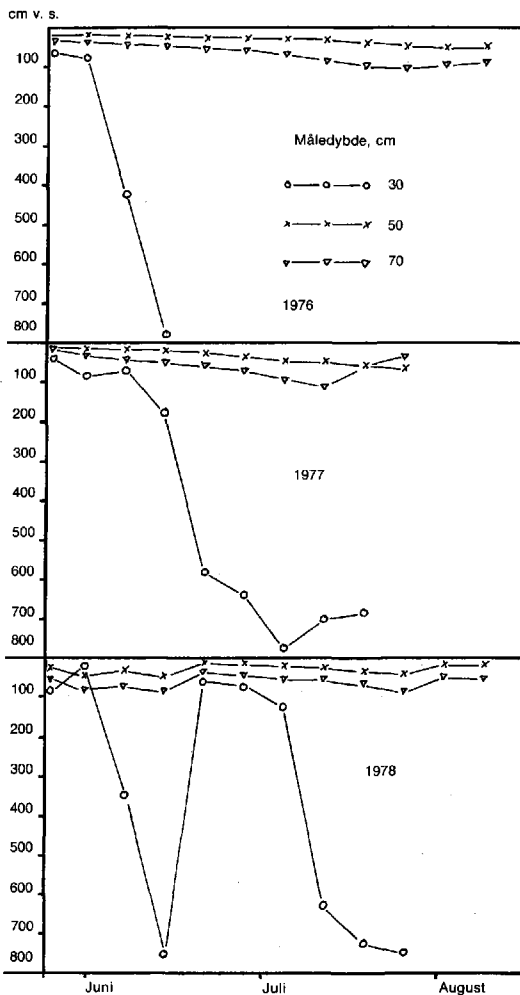


Fig. 1. Tension i byg, ikke dybpløjet jord.
Tension in barley, no deep ploughing.

dybderne 30, 50 og 70 cm, i 1978 dog i dybderne 30, 40, 50 og 60 cm.

Dybden 30 cm refererer på ikke dybpløjet jord til nederste horisont i overjordens klæglag. Dybderne 40, 50 og 70 cm refererer tilsvarende til det øverste og de følgende dybder i den underliggende tørvejord. På dybpløjet jord refererer dybderne 40 og 50 cm til kalkblandingsdybder og 60 og 70 cm – som på ikke dybpløjet jord – til uberørt tørvejord. Måleresultaterne er vist i fig. 1 og 2.

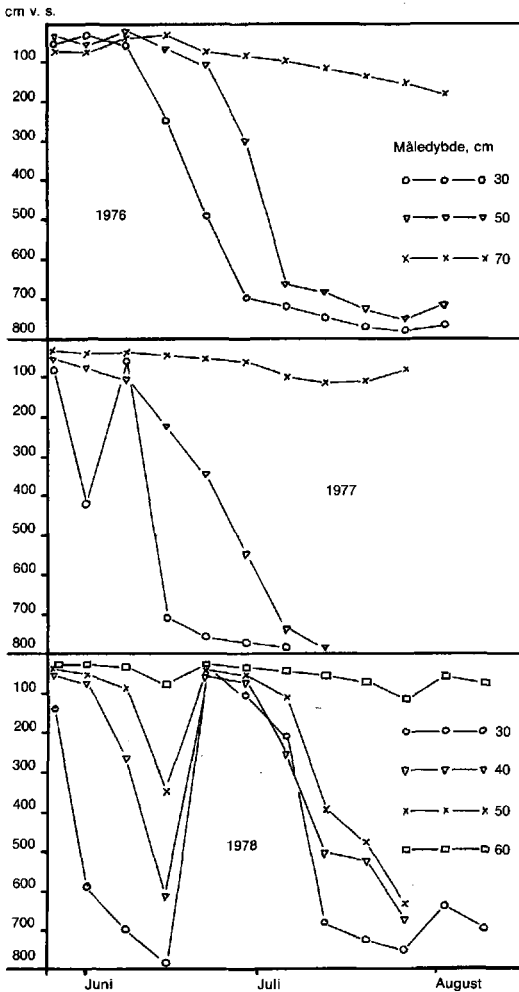


Fig. 2. Tension i dybpløjet jord, byg.
Tension by deep ploughing, barley.

Tensiometermålingerne har ved begge pløjeformer vist en kraftig tension i 30 cm dybde med opnåelige maksimumværdier medio juni. Samme værdier er opnået 2–3 uger senere i dybpløjet jord i dybderne 40 og 50 cm, dvs. i de dybder, hvor der er sket en blanding af jorden, og hvortil der er sket en iblanding af kalk.

Visuelt er i dybpløjet jord iagttaget rodudvikling til bunden af plovfuren i 55 cm dybde. I ikke dybpløjet jord, hvor der årligt pløjes til ca. 18 cm, fandtes tæt rodudvikling til bunden af klæglaget

med enkelte svage rødder i kontakt med den underliggende sure tørvejord.

Ved måling af neutronspredding er i byg i vækstperioden 1976 målt ændringer i jordens vandindhold. Måleresultaterne er vist i tabel 8.

Tabel 8. Vandforbrug, mm
Use of water, mm

Dybde, cm	Ikke dybpløjet	Dybpløjet
10	16,4	17,0
20	17,0	15,2
30	9,4	16,8
40	1,0	21,6
50	–	10,0
60	–	8,0
70	–	5,6
80	–	4,4
90	–	6,0
100	–	4,6
I alt	43,8	109,2

På grundlag af det målte vandforbrug og den i den pågældende vækstperiode målte nedbørsmængde og det opnåede høstudbytte kan opstilles et tilnærmet regnskab over afgrødens totale vandforbrug. Et sådant er for året 1976 vist for byg i følgende opstilling:

	Ikke dybpløjet	Dybpløjet
	mm vand	
Vandforbrug, målt med neutronsonde	44	109
Nedbør, sum maj, juni og juli	114	114
I alt mm	158	223
Høstudb. 36 og 59 hkg kerne pr. 5 mm	180	295
Difference, mm	22	72

Differencen må henregnes til kapillært vand fra undergrunden.

Niveausænkning

Det er kendt, at der ved afvanding og dyrkning af organogene jordtyper sker en niveausænkning

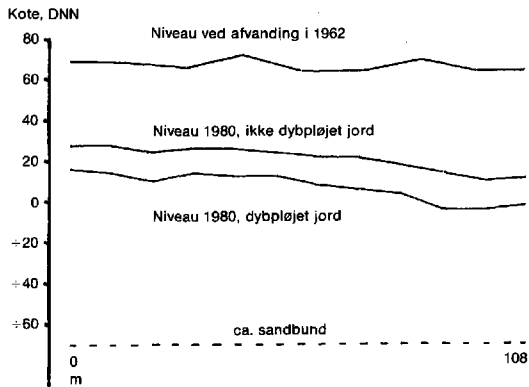


Fig. 3. Overfladenivellement, Stauning 1962 og 1980. *Surface levelling.*

(Pedersen, 1978). Ved etablering af forsøgsarealet i 1962 er i forbindelse med arealets dræning gennemført et overfladenivellement. Et tilsvarende er, efter 18 års dyrkning, heraf 5 år efter dybpløjning, gennemført i 1980. Begge målinger er relateret til Dansk Normal Nul. En oversigt over måleresultaterne er vist i fig. 3.

Med udgangspunkt i ca. kote 60 ved arealets afvanding i 1962 er niveauet efter afvanding og hvor der er gennemført almindelig dyrkning i 18 år sunket ca. 40 cm til ca. kote 20 i 1980. Hvor der er

gennemført dybpløjning til 55 cm med opblanding af ca. 35 volumenprocent tørvejord i overjordens klæglag er niveauet i løbet af 5 år sunket yderligere ca. 15 cm til ca. kote 5. Kalkningen synes ikke entydigt at have påvirket sænkningen. Der er derimod en tendens til, at sænkningen er størst, hvor arealet grænser op mod en afvandingskanal.

Diskussion

Udbyttensniveauet har i begge dyrkede kornarter havre og byg i gennemsnit været større på dybpløjet jord end på ikke dybpløjet jord. Der er for kalkning opnået merudbytter i byg, såvel efter den i 1963 gennemførte kalkning som efter den supplerende kalkning, som blev gennemført i forbindelse med dybpløjningen i 1976 (tabel 5).

En oversigt over forskellen mellem udbyttensniveauerne i relation til dybpløjning og ikke dybpløjning er i forhold til vækstperiodens vandbalance som sum for månederne maj, juni og juli vist i tabel 9. Samtidig er givet en oversigt over merudbytterne for supplerende kalkning i forbindelse med den gennemførte dybpløjning.

Forskellen mellem udbyttensniveauerne er fremkommet som difference mellem det gennemsnitlige udbytte af alle i 1963 kalkede forsøgsled på ikke kalket jord og tilsvarende det gennemsnitlige udbytte af alle kalkled på dybpløjet jord.

Tabel 9. Merudbytte for kalkning i forhold til vandbalance *Surplus yield with liming in proportion to the water-balance*

År	Vandbalance, mm sum 1.5.-31.7.	t CaCO ₃			Udbytte- niveau	forskell	
		15 udbytte	45 merudbytte	75			
dybpløjet jord							
Byg	1976	÷216	54,0	6,5	8,2	35,7	23,5
	77	÷188	66,9	7,7	10,5	47,8	25,1
	78	÷162	58,0	4,2	3,0	43,8	16,6
	79	÷ 72	63,3	0,4	2,5	61,8	2,5
	80	50	60,2	÷1,4	÷3,2	49,7	8,7
Havre	76	÷216	53,7	2,4	7,3	48,2	8,7
	77	÷188	65,6	0,8	0	56,2	9,7
	78	÷162	36,7	5,8	6,6	34,2	6,6
	79	÷ 72	61,5	÷2,3	÷6,3	59,1	÷0,4
	80	50	58,4	÷5,4	÷8,8	59,5	÷5,8

Med stigende nedbørsunderskud stiger forskellen mellem udbyttene på de forskellige niveauer. Samme tendens gør sig gældende med hensyn til kalkning. Modsat indsnevres forskellen mellem udbyttene ved aftagende nedbørsunderskud og merudbytte for supplerende kalkning for slutteligt at vise negative værdier. Denne tendens skyldes især uens lejesædstærskel i forhold til nedbør og jordbehandling/kalkning med tendens til udbyttedepressioner i dybpløjet jord ved øgede nedbørsmængder, hvor de samme øgede nedbørsmængder medfører udbyttefremgang på ikke dybpløjet jord.

Konklusion

Ved kombinationen dybpløjning og kalkiblanding er surheden blevet fjernet i jordlagene 30–55 cm, hvor lave pH værdier har virket som barriere for en dybere rodudvikling. Der er i de dyrkede afgrøder havre og byg opnået større roddybde, og der er opnået rodkontakt med den fugtige undergrund.

Større roddybde har medført en øget dyrkningssikkerhed. Udbyttene har været større i dybpløjet jord end i ikke dybpløjet jord.

Forskellen er afhængig af vækstperiodens nedbørsforhold med størst forskel under relativt tørre vækstvilkår, hvor der på ikke dybpløjet jord er en udpræget tendens til udbyttedepressioner på grund af vandmangel.

Ved øgede nedbørsmængder mindskes udbytteforskellene, dels på grund af øget produktivitet på ikke dybpløjet jord og dels forstærket af tendenser til depressioner i dybpløjet jord ved øget lejesæd.

Vurderet over en 18 års dyrkningsperiode, hvor vandbalancen på lokaliteten har været $\div 144$ mm, er der på ikke dybpløjet jord produceret 45 hkg byg pr. ha. Ved dybpløjning/kalkning er der vurderet over en 5 års periode – ved en gennemsnitlig vandbalance på $\div 118$ mm i gennemsnit produceret 60 hkg byg pr. ha.

Dybpløjning har i løbet af 5 år medført en øget niveausenkning på ca. 15 cm, hvor arealets totale sænkning i forbindelse med afvandingen og en dyrkningsperiode på 18 år har været ca. 40 cm.

Litteratur

- Andersen, Sv. Aa.* (1965): Dybdebehandlingsforsøg i Bjerre. Det Danske Hedeselskab, Forsøgsvirksomhedens ber. nr. 9, 12 pp.
- Haahr, V., Knudsen, H., Nielsen, G. & Sandfær, J.* (1966): Nogle kulturplanters rodudvikling på let sandjord. Orienterende undersøgelser under anvendelse af radioaktive stoffer. Tidsskr. Planteavl 69, 554–567.
- Jensen, N. K.* (1964): Dybdebearbejdningsforsøg. Det Danske Hedeselskab, Forsøgsvirksomhedens ber. nr. 10, 138 pp.
- Jessen, Th.* (1979): Dybpløjning og kalkning af lagdelt klægjord. Tidsskr. Planteavl 83, 123–128.
- Jessen, Th.* (1982): Kalk, gips, superfosfat og kvælstof til lavbundsjord i Skjernådalene og i det vestjyske fjordområde. Tidsskr. Planteavl 86, 107–118.
- Larsen, V. & Andersen, Sv. Aa.* (1977): Afvanding af pyritholdig jord og drænvandets kvalitet. Det Danske Hedeselskab, Forsøgsvirksomhedens ber. nr. 17, 69 pp.
- Pedersen, F. E.* (1978): Tørvelagets sammensyning og mineralisering i Store Vildmose. Tidsskr. Planteavl 82, 509–520.

Manuskript modtaget den 18. november 1981.