

Statens Planteavlsvforsøg  
 Landbrugscentret  
 Statens Forsøgsstation, Borris  
 6900 Skjern

## Éngangskalkning og årlig kalkning

*Liming, one rate, divided rate*

Th. Jessen

### Resumé

På en let sandjord af marin oprindelse, som ikke før har været udnyttet som landbrugsjord, er gennemført et 8-årigt forsøg med kalk. Der er tildelt 2, 4 og 8 t kalk pr. ha på én gang ved forsøgets anlæg kombineret med samme mængde udbragt i ottendedele med én del hvert år.

Der er opnået store merudbytter for kalkning til byg. Ca. 90% af kalkvirkningen ligger inden for tildelingsrammen 2 t pr. ha. Ca. 90% af den tilførte kalkmængde er i løbet af den 8-årige forsøgsperiode nedvasket til undergrunden.

Årlig udbringning i ottendedele har, sammenlignet med tilførsel af hele kalkmængden ved forsøgets start, givet samme nedvaskningstab, men et mindre udbytte.

**Nøgleord:** Kalk, éngangstilførsel, årlige rater, korn.

### Summary

A lime experiment lasting over a period of 8 years was carried out on a sandy soil of marine origin.

Lime was given in amounts of 2, 4 and 8 t per hectare. In one case the total quantity of the lime was given at the start of the experiment. In another case the lime was divided into 8 parts one part being given each year.

The yield from barley was greatly increased with the addition of lime. C. 90% of the effect of liming is due to the ratio of 2 t lime per hectare. Divided liming leads to decreased yields.

During the 8 years about 90% of the given lime was leached into the ground.

**Key words:** Lime, one rate, divided rate, grain.

### Indledning

Kalkning praktiseres normalt ved kalkning med års mellemrum. Herved tilstræbes at vedligeholde eller genoprette et ønsket pH-niveau og en ønsket kalktilstand i jorden. Uanset, om en sådan kalkning så gennemgøres efter mere eller mindre faste retningslinier i et sædskifte eller gennemfø-

res i relation til Rt-bestemmelser, så kan det næppe undgås, at der ved denne kalkningspraktik forekommer situationer og tidsintervaller, hvor en underforsyning af kalk gør sig gældende og tilsvarende situationer og tidsintervaller, hvor en overkalkning finder sted.

Ud over at opretholde et passende pH-niveau i

jorden er calcium også et uundværligt plantenæringsstof. Med en kløvergræsafgrøde fjernes 50–130 kg og med korn 10–30 kg calcium pr. ha årligt.

Kalk opløses i jorden af det kulsyreholdige vand. Den del af det opløste kalk, der ikke optages af planterne, transporteres som  $\text{Ca}^{++}$  ioner med overskudsnedbøren bort fra rodzonen, enten til bortledning med drænvandet eller til deponering i dybere liggende jordlag. Der sker en udludning af overjorden og en ophobning af kalk i undergrunden.

Størrelsen af den mængde, som årligt fjernes fra overjorden uden direkte nytte for planteproduktionen og med en kun kortvarig nytte som jordforbedringsmiddel, er især afhængig af jordens kalktilstand, mængden af det nedsivende vand og vandets kulsyreindhold. Under Danmarks klimaforhold kan ad denne vej ved fuld mætning af det nedsivende vand fjernes 1000–2000 kg  $\text{CaCO}_3$  pr. ha fra overjorden årligt (*Tovborg Jensen*, 1936). På landbrugsjord er nedvaskningstabene dog betydeligt mindre. Tab på 400–800 kg pr. ha vil her være almindeligt forekommende.

Næringsstofferne optages i opløst form i jordvæsken i et afbalanceret forhold mellem kationer og anioner. Ved en ophobning af Ca i jorden forstærkes tilbuddet af  $\text{Ca}^{++}$  ioner til planterne. Herved forstyrres periodevis en afbalanceret forsyning af næringsstoffer (*Jacobsen*, 1974).

Det har derfor interesse at undersøge, om årlig kalkning, ved tilførsel i mindre rater, sammenlignet med den vante kalkningsteknik tilsikrer planterne en mere harmonisk forsyning med næringsstoffer, og om nedvaskningstabene samtidig

kan reduceres. Til formålet er gennemført et 8-årigt faktorielt forsøg på let sandjord af marin oprindelse, hvor kalkning ved anlæg er kombineret med årlig tilførsel af kalk i rater svarende til en ottendedel af de éngangstilførte mængder ved forsøgets anlæg.

### Forsøgsplan og jordbund

Forsøgsplanen fremgår af tabel 1 og resultater af jordbundsanalyser af tabel 2. Forsøget er gennemført som et faktorielt forsøg med 2 fællesparceller pr. kombination og med én byg- og én havreafgrøde hvert år. Forsøgsarealet er beliggende i Skjernådalen, og jorden har ikke været udnyttet som landbrugsjord før forsøgets anlæg.

### Forsøgsresultater

#### Udbytter

Fra den 8-årige forsøgsperiode foreligger 7 års resultater med byg og 6 års resultater med havre. 3 afgrøder måtte kasseres på grund af misvækst, dels på grund af sandflugtskade om foråret og dels på grund af stormskade i havre ved høst. Enkelte parceller af de øvrige årsresultater måtte desuden udelades på grund af vandskade i afgrøden.

Hovedresultater over de opnåede udbytter af kerne og halm er vist i tabellerne 3 og 4. I kerne og halm er bestemt indhold af calcium og fosfor. I tabel 5 er i isolerede kalkled uden faktoriel påvirkning givet en oversigt over det gennemsnitlige indhold og den gennemsnitlige bortførsel.

Tabel 1. Forsøgsplan  
*Experimental design*

	$\text{CaCO}_3$							
	t ved anlæg by start				kg årligt yearly			
	0	2	4	8	0	250	500	1000
I alt, 8 år	0	2	4	8	0	2	4	8

Tabel 2. Jordbundsanalyser  
*Soil analyses*

Dybde, cm <i>Depth, cm</i>	% fordeling					
	ler <i>clay</i>	silt <i>silt</i>	finsand <i>fine sand</i>	grovsand <i>coarse sand</i>		
0–25	2,5	1,5	60,8	35,2		
25–50	2,5	1,5	64,3	31,7		
Ved anlæg By start	Rt	Ft	Kt	Mgt	Nat	Cat
0–20	4,3	1,0	4,3	1,9	1,0	37
20–40	4,0	0,9	4,6	1,4	0,7	15

**Tabel 3. Kerneudbytter, hkg pr. ha. Gennemsnit af år**  
*Yields of grain, hkg per hectare. Mean of year*

kg CaCO <sub>3</sub> årl. yearly	t CaCO <sub>3</sub> ved anlæg, by start					
	0	2	4	8	gns.	
Byg, <i>barley</i>	0	3,7	45,2	51,1	50,8	37,7
	250	36,8	47,8	46,0	49,4	45,0
	500	38,0	49,3	50,6	49,4	46,8
	1000	47,5	50,2	46,7	48,3	48,2
Gns.		31,5	48,1	48,6	49,5	
Havre, <i>oats</i>	0	29,5	37,6	37,5	38,5	35,8
	250	37,8	38,7	36,9	35,5	37,2
	500	36,3	38,4	39,6	36,4	37,7
	1000	41,4	41,4	37,6	34,5	38,7
Gns.		36,3	39,0	37,9	36,2	

**Tabel 4. Halmudbytter, hkg pr. ha. Gennemsnit af år**  
*Yields of straw, hkg per hectare. Mean of year*

kg CaCO <sub>3</sub> årl. yearly	t CaCO <sub>3</sub> ved anlæg, by start					
	0	2	4	8	gns.	
Byg, <i>barley</i>	0	9,9	32,7	39,6	41,6	31,0
	250	29,2	37,4	31,6	36,3	33,6
	500	28,0	37,0	39,5	35,8	35,1
	1000	36,9	38,5	36,2	38,9	37,6
Gns.		26,0	34,6	36,7	38,2	
Havre, <i>oats</i>	0	35,9	47,0	41,3	45,2	42,4
	250	44,9	47,6	45,1	42,2	45,0
	500	46,9	38,2	45,5	41,2	43,0
	1000	46,8	36,7	39,3	37,7	40,1
Gns.		43,6	42,4	42,8	41,6	

**Tabel 5. Afgrødens indhold af P og Ca i % og bortførsel i kg pr. ha**  
*Content of P and Ca in per cent and leaching in kg per hectare*

			Kalkning, <i>liming</i>						
			t ved anlæg, <i>by start</i>				kg årl. <i>yearly</i>		
			ukalket <i>without lime</i>	2	4	8	250	500	1000
				0 kalk årlig			0 kalk v. anl.		
P, %	Byg	kerne	0,27	0,27	0,29	0,30	0,28	0,28	0,28
		halm	0,08	0,04	0,04	0,05	0,06	0,04	0,04
	opt. kg ha	kerne	0,9	10,3	12,7	12,8	8,8	9,1	11,2
		halm	0,8	1,1	1,4	1,7	1,4	1,0	1,3
	i alt	1,7	11,4	14,1	14,5	10,2	10,1	12,5	
P, %	Havre	kerne	0,28	0,28	0,30	0,29	0,28	0,27	0,27
		halm	0,06	0,05	0,06	0,06	0,05	0,06	0,05
	opt. kg ha	kerne	7,3	9,2	9,7	9,4	9,0	8,6	10,0
		halm	1,9	2,2	2,4	2,4	2,1	2,1	2,2
	i alt	9,2	11,4	12,1	11,8	11,1	10,7	12,2	
Ca, %	Byg	kerne	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04
		halm	0,17	0,20	0,24	0,24	0,18	0,19	0,20
	opt. kg ha	kerne	0,1	1,7	1,9	2,1	1,3	1,3	1,7
		halm	4,7	8,0	9,4	10,0	7,8	7,5	9,5
	i alt	4,8	9,7	11,3	12,1	9,1	8,8	11,2	
Ca, %	Havre	kerne	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
		halm	0,15	0,20	0,22	0,25	0,19	0,20	0,24
	opt. kg ha	kerne	1,5	2,3	2,4	2,4	2,2	2,3	2,6
		halm	4,7	8,0	9,4	10,0	7,8	7,5	9,5
	i alt	6,2	10,3	11,8	12,4	10,0	9,8	12,1	

Der er i begge afgrøder, dog især i byg, opnået store merudbytter for tilførsel af kalk, og der behøves på den ler- og humusfattige sandjord kun små kalkmængder for at opnå fuld virkning. Der er kun opnået små og beskedne merudbytter ved at øge kalkmængden fra 2 til 4 og 8 t pr. ha.

Afgrødens indhold af fosfor og calcium er ret lavt i forhold til samme arts gennemsnitlige indhold dyrket under danske forhold. Der kan spores en svag antydning af, at kalkning har øget optagelsen af fosfor og calcium.

Kalk nedvaskes med overskudsnedbøren. Nedvaskningen er især afhængig af jordens kalkindhold og dermed af den mængde kalk, som tilføres ved en kalkning. Det har derfor interesse gen-

nem forsøgsperioden at følge enkeltvirkningen af isoleret tilførsel af éngangskalk sammenlignet med enkeltvirkningen af tilsvarende mængde tildelt i årlige ottendedels rater. Det er for kerneudbytterne vist i tabel 6, hvor udbytterne ved årlig kalkning er vist som forholdstal i relation til udbytterne i de tilsvarende kalkled ved éngangskalkning.

Kalkning har været en nødvendig forudsætning for i det hele taget at opnå dyrkningsmuligheder for byg. I enkelte år har der i ukalket været små og ubetydelige afgrøder. I andre og i de fleste år har der været total misvækst. Modsat skal der kun små kalkmængder til for at opnå fuld kalkvirkning. Ca. 90% af det opnåede merudbytte for

**Tabel 6.** Kerneudbytter og forholdstal gennem forsøgsperioden  
*Yield of grain and relatives*

	År	Udbytte i hkg kerne pr. ha <i>Yield hkg grain/hectare</i>					Forh.tal, kalk v. anl. = 100 <i>proportional, lime by start = 100</i>			
		ukalket <i>without lime</i>	ingen årlig kalkning, <i>without lime yearly</i>			gns.	ukalket ved anlæg, <i>without lime by start</i>			gns.
			t kalk v. anlæg, <i>lime by start</i>				kg kalk årlig, <i>lime, yearly</i>			
			2	4	8		250	500	1000	
Vårhvede <i>Spring Wheat</i>	1.	21,0	21,3	28,9	25,8	25,3	136	81	67	92
Byg	2.	0,0	17,9	23,3	28,3	23,2	69	76	77	75
Barley	3.	0,0	49,4	52,8	57,1	53,1	60	51	79	64
	4.	8,1	55,4	61,3	57,7	58,1	83	70	99	84
	5.	11,8	49,7	54,4	53,7	52,6	82	93	99	91
	6.	0,0	53,1	58,1	57,5	56,2	79	76	95	84
	7.	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	8.	2,2	45,7	56,7	50,6	51,0	109	81	106	98
Byg	Gns.	3,7	45,2	51,1	50,8		81	74	94	
Havre	1.	26,1	32,8	34,0	37,7	34,8	108	85	79	90
Oats	2.	23,0	24,4	25,4	28,3	26,0	107	97	91	98
	3.	15,8	53,4	47,2	48,6	49,7	90	98	108	98
	4.	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	5.	41,4	48,9	47,8	49,1	48,6	107	111	101	107
	6.	38,6	27,2	28,8	31,0	29,0	98	93	124	106
	7.	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	8.	32,3	39,1	41,8	36,0	39,0	98	91	147	111
Havre	Gns.	29,5	37,6	37,5	38,5		101	97	108	

kalkning ligger ved bygdyrkning inden for tilde-  
lingsrammen 2 t kalk pr. ha.

Ved årlig kalkning har der været betydelige  
udbyttedepressioner især i de første år af forsøgs-  
perioden og ved de mindste kalkmængder. Ud-  
byttforskellene har dog været aftagende gennem  
forsøgsperioden sammenlignet med de tilsvaren-  
de kalkmængder ved éngangskalkning, mest ud-  
talt ved den største kalkmængde, hvor udbyttet i  
de sidste år af perioden har ligget tilnærmet på  
samme niveau som ved tilsvarende éngangskalk-  
ning.

I havre har udbyttene været betydeligt  
mindre og virkningen af kalk mindre udtalt. Det  
vigende udbyttene i forhold til byg skyldes  
især større usikkerhed i dyrkningen på grund af  
det blæsende klima langs kysten. Under fremspi-  
ringen er havre et par dage senere end byg, nok til  
at en forårsstorm kan have katastrofale følger i  
havre, medens byg på samme tid har så meget  
rodfæste, at følgerne her ikke bliver så voldsomme.  
Samme sårbarhed med hensyn til kernespid  
gør sig gældende under modningen.

Ved vurdering af de opnåede udbytteresultater  
skal fremhæves, at forsøget er gennemført på en  
jord og under forhold, hvor enhver dyrkning  
normalt vil blive indledt med en grundkalkning  
for i det hele taget at opnå rimelige dyrkningsbe-  
tingelser. Den omtalte kalkning må derfor betragtes  
som en sådan og ikke som en vedligeholdelses-  
kalkning, hvor problemerne er afvigende i  
forhold til problemerne i en grundkalkning.

#### Jordbundsanalyser

Der er hvert år udtaget jordprøver til bestemmelse  
af Rt, Ft, Kt, Mgt, Nat og Cat. Et sammendrag  
af analyseresultaterne er vist i tabel 7.

Kalkningen har ikke haft nogen indflydelse på  
analysetallene for jordens indhold af fosfor, kali-  
um, magnesium og natrium. Kalkningen har  
derimod medført en betydelig stigning af jordens  
Rt og Ca-indhold. I figur 1 er vist Rt gennem  
forsøgsperioden fremstillet som gennemsnit af  
isoleret éngangstilførsel af 2, 4 og 8 t kalk pr. ha og  
tilsvarende som gennemsnit af isoleret årlig tilførsel  
i ottendedele af samme mængde.

Årsvariationen har på den lette sandjord været

ret stor. Éngangskalkning har i første år medført  
en stigning på ca. 2 Rt-enheder. Herefter har ten-  
densen været faldende. Ved årlig kalkning er i  
første år opnået en stigning på ca. 1 enhed. Der  
har derefter været nogen stigning gennem perio-  
den, således at Rt i 7. år omtrent har nået samme  
niveau som ved éngangskalkning i første år.

Tabel 7. Jordbundsanalyser i gennemsnit af forsøgspe-  
rioden  
*Soil analyses*

	kg kalk årl. <i>yearly</i>	t kalk ved anlæg, <i>by start</i>				Gns.
		0	2	4	8	
Rt	0	4,3	5,1	5,7	6,5	5,4
	250	5,1	5,7	6,0	6,7	5,9
	500	5,2	6,2	6,2	6,7	6,1
	1000	5,9	5,9	6,8	7,0	6,7
	Gns.	5,1	5,7	6,2	6,7	
Cat	0	17	35	54	94	50
	250	35	50	58	90	58
	500	32	32	72	97	58
	1000	54	61	86	101	76
	Gns.	35	45	68	96	
Ft	0	1,5	1,3	1,3	1,5	1,4
	250	1,1	1,4	1,6	1,4	1,4
	500	1,3	1,1	1,5	1,7	1,4
	1000	1,4	1,6	1,4	1,3	1,4
	Gns.	1,3	1,4	1,5	1,5	
Kt	0	5,0	5,0	5,5	4,9	5,1
	250	5,4	4,9	5,9	5,6	5,5
	500	4,4	5,9	6,9	5,7	5,7
	1000	6,6	6,1	4,7	6,1	5,9
	Gns.	5,4	5,5	5,8	5,6	
Mgt	0	1,4	1,6	1,4	1,6	1,5
	250	1,3	1,4	1,4	1,5	1,4
	500	1,3	1,3	1,5	1,6	1,4
	1000	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
	Gns.	1,4	1,5	1,5	1,6	
Nat	0	1,8	1,5	1,9	1,6	1,7
	250	2,1	1,5	2,0	2,2	2,0
	500	1,2	2,6	2,9	2,1	2,2
	1000	2,3	2,1	1,6	2,4	2,1
	Gns.	1,9	1,9	2,1	2,1	

I tabel 8 er fremstillet et balanceregnskab over  
jordens kalkindhold. Beregningen er gennemført  
på grundlag af Ca-bestemmelser i jorden ved for-  
søgets anlæg og afslutning og er meddelt som kg  
calcium pr. ha i 0-40 cm dybde.

**Tabel 8.** Calciumbalance i kg calcium pr. ha i 0–40 cm dybde  
*Calcium balance in kg calcium per hectare in 0–40 cm depth*

	ukalket <i>without lime</i>	Kalkning, <i>liming</i>					
		t ved anlæg, <i>by start</i>			kg årligt, <i>yearly</i>		
		2	4	8	2	4	8
Indhold ved anlæg .....	1236	1236	1236	1236	1236	1236	1236
Tilført med kalk .....	0	800	1600	3200	800	1600	3200
Indhold i alt .....	1236	2036	2836	4436	2036	2836	4436
Indhold ved afslutning .....	527	936	1248	1680	1176	840	1920
Tab i alt .....	708	1100	1588	2756	860	1996	2516
heraf bortført med							
1. afgrøden .....	29	70	87	94	63	62	81
2. nedvaskning .....	679	1030	1501	2662	797	1934	2435
i % af tilført .....	–	128	94	83	100	121	76
Årlig nedvaskning, kg CaCO <sub>3</sub> .....	212	322	469	832	249	605	761

Ved beregningen er ikke taget hensyn til ændringer i calciumindholdet, som er sket ved ombytning med natrium og magnesium. De er på den lette sandjord med en lille ombytningskapacitet ubetydelige og er for magnesium lig nul og for natrium 1–3 kg ekvivalent pr. ha.

Selv om beregningen er behæftet med en del usikkerhed, dels på grund af usikkerheden ved prøveudtagninger, og dels fordi en del halmafgrøder ikke er fjernet fra marken hvert år, så viser

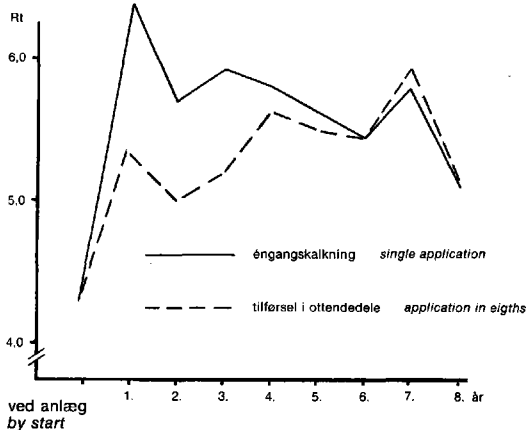
tallene, at der sker en betydelig nedvaskning af kalk. Beregningen viser også, at nedvaskningen er en alafgørende tabsfaktor med hensyn til en jords kalktilstand.

### Konklusion

Kalkning er uomgængelig nødvendig på let, lerfattig sandjord, men kravet til doseringsmængde er beskedent.

Årlig kalkning, ved deling af totalmængden i mindre årlige rater, har ikke medført nogen fordele i forhold til den vante kalkningspraktik med tilførsel af en større mængde på én gang med års mellemrum.

Årlig kalkning har medført udbyttetab og har ikke kunnet reducere nedvaskningstabene.



**Fig. 1.** Rt i forsøgsperioden.  
*pH in the period of experiment.*

### Litteratur

- Jacobsen, S. T. (1974): Planternes optagelse af P og Ca i vækstperioden. Festskrift for F. Steenbjerg. Den kongelige Veterinær- og Landbohøjskole, Planternes ernæring, København.
- Jensen, Tovborg, S. (1936): Kalkens omsætning i jorden, teoretisk og eksperimentelt belyst. Tidsskr. Planteavl 41, 571–649.

Manuskript modtaget den 24. marts 1983.