

## Produktiviteten af elefantgræs, *Miscanthus sinensis* 'Giganteus' på forskellige jordtyper

*The productivity of Miscanthus sinensis 'Giganteus' on different soil types*

Peder Nygaard Nielsen

### Resumé

Tre jordtypers indflydelse på tørstofproduktionen hos elefantgræs, *Miscanthus sinensis* Anderss. 'Giganteus' blev undersøgt i rammeforsøg i 1984–1986.

Humusjord gav størst udbytte, når den var veldrænet, mens udbyttet på sandmuldet jord og lerjord var henholdsvis 60% og 50% af udbyttet på humusjord.

Tilvækstraten var væsentlig lavere for sandmuldet jord end for humus- eller lerjord. Væksten begyndte væsentligt senere på lerjord end på humus- eller sandmuldet jord.

Der var et lidt højere tørstofudbytte ved dyrkning ved Rt 5,0, end ved Rt 6,3 og Rt 8,0.

Vinterdødelighed ved og vækstreduktion efter hård nattefrost var størst på lerjord. Vandmættet jord gav ligeledes større dødelighed end veldrænet jord.

**Nøgleord:** *Miscanthus sinensis* 'Giganteus', elefantgræs, jordtype, lerjord, sandmuldet jord, humusjord, Rt, tørstofproduktion, tilvækstrate, vinterdødelighed, dræning.

### Summary

Examinations of the influence of different soil types on the dry matter production of *Miscanthus sinensis* 'Giganteus' took place in frame experiments in 1984–1986. Three soil types were examined.

The highest yields were observed on well-drained humic soils, while yields on sandy loam and clay were 60% and 50% respectively of the yields on humus.

The growth rate on sandy loam was considerably lower than on humus or clay.

The growth on clay was initiated considerably later than on humus or sandy loam.

Dry matter production at pH 5.0 seemed to be higher than at pH 6.3 or pH 8.0.

Winter mortality and growth reduction after severe frost were highest on clay soils. Humus soils must be well drained prior to establishment of *Miscanthus*.

**Key words:** *Miscanthus sinensis* 'Giganteus', soil type, clay, sandy loam, humus, pH, dry matter production, growth rate, winter mortality, drainage.

### Indledning

Elefantgræs, *Miscanthus sinensis* 'Giganteus' er interessant som råstofplante til cellulose- og papirproduktion. Det skyldes den store årlige tørstofproduktion på 25–30 t pr. ha.

Orienterende analyser på Fredericia Cellulosefabrik (*S. Kjærsgaard*, pers. medd.) viser, at elefantgræsfibrene er af høj kvalitet som råstof til fremstilling af cellulose. Fibrene har samme egenskaber som nåle- og løvtræs fibre, og en elefantgræs-baseret celluloseproduktion vil sikkert på længere sigt kunne erstatte importeret nåletræscellulose. Der importeres ca. 75.000 t træcellulose årligt. Der er derfor et samfundsøkonomisk aspekt i at få igangsat en produktion af elefantgræs.

Elefantgræs stammer oprindeligt fra Østasien. Det dominerer oftest de tidlige successionsstadier på jorde med højt humusindhold (1). Der er en tæt korrelation mellem jordens humusindhold og udbyttet af elefantgræs (2). Der er også nær sammenhæng mellem det overjordiske udbyttets størrelse og dybden af den organiske horisont i jorden (1).

På de oprindelige voksesteder foretrækker elefantgræs fugtig, men veldrænet jord, hvorfor den ofte findes på bjergskrånninger i egne med stor nedbørmængde.

I 1983 begyndte et projekt på Institut for Landskabsplanter, Hornum, bl.a. med det formål at belyse betydningen af forskellige dyrkningsfaktorer for elefantgræsproduktion. I den forbindelse blev der i perioden 1984–86 foretaget vækstundersøgelser på forskellige jordtyper.

Vækstforsøgene foregik i rammeforsøg for at få vejledende resultater, før der iværksattes en udstationering i større målestok.

Effekten af jordens Rt på udbyttet af elefantgræs blev analyseret sideløbende med jordtypeforsøgene.

Forsøgene blev udført i rammer for at få et så kontrollabelt vækstbed som muligt. Resultaterne kan anvendes som en strømpil for elefantgræs' vækst på forskellige jorde, men egentlige udstationeringer skal udføres for at få helt klare retninglinier for udvælgelsen af egnede jorde.

### Materialer og metoder

Elefantgræs' krav til jordbundstyper blev analyseret for tre jordtyper. Der blev benyttet en lerjord fra Silstrup, JB7, en sandmuldet jord fra Hor-

num, JB4, og en porøs humusjord fra Louns, JB11 (tabel 1).

Forsøgene blev udført som rammeforsøg i finérammer 1,2 m × 1,2 m, ca. 1 m dybe uden bund.

De øverste 30 cm i hver ramme var forsøgsjord, mens underjorden bestod af lokal sandmuldet jord.

**Tabel 1.** Gennemsnitsværdier for seks målinger af reaktionstal, fosforsyretil, kaliumtal, nitrat-N og ammonium-N for de tre benyttede jordtyper.

*Mean values of six replicate measurements of pH, phosphoric acid figures (Ft), potassium figures (Kt), nitrate-N and ammonium-N of the three soil types used.*

	Rt	Ft	Kt	NO <sub>3</sub> -N ppm	NH <sub>4</sub> -N ppm
Ler	6,85	10,51	15,63	4,03	0,66
Clay					
Sandmuld	6,33	9,02	10,89	1,73	0,86
Sandy loam					
Humus	6,11	3,61	4,62	2,10	2,40
Humus					

Effekten af vandstress undersøgtes sideløbende. Halvdelen af rammerne blev kun tilført naturlig nedbør. De øvrige blev vandet op, hver gang fordampningsunderskuddet nåede 20 mm.

I forsøget blev der benyttet 30 rammer, hvilket betød fem gentagelser af:

1. Lerjord, ikke vandet, L –
2. Sandmuldet jord, ikke vandet, S –
3. Humusjord, ikke vandet, H –
4. Lerjord, vandet, L +
5. Sandmuldet jord, vandet, S +
6. Humusjord, vandet, H +

Der blev udplantet fire småplanter pr. ramme, 4.–6. juni 1984. Hver småplante havde 2–5 skud. Den følgende måned vandedes alle parceller regelmæssigt for at sikre en ensartet planteetablering.

Alle parceller blev gødsket med 14-4-17, svarende til 50 kg N pr. ha i etableringsåret 1984 og 100 kg N pr. ha de følgende 2 år. Gødskningen blev foretaget i april/maj. Planternes højde blev målt fire gange i 1984 i perioden 6. august – 7. no-

vember og ti gange i 1985 i perioden 6. juni – 22. oktober, samt seks gange i 1986 i perioden 30. juni – 17. oktober.

Antallet af skud pr. plante blev optalt fire gange i 1984 i perioden 6. august – 7. november, ti gange i 1985 i perioden 31. maj – 23. oktober og otte gange i 1986 i perioden 30. maj – 27. oktober. Nye skud blev medregnet, når knopperne i jordskorpen blev grønne.

Stråtykkelsen blev i vinteren 1985–86 målt på ti strå pr. parcel ved tilfældig udvælgelse. Med fem gentagelser pr. behandling omfattede undersøgelserne 50 strå pr. behandling. Strådiameteren beregnedes som gennemsnittet af største og mindste diameter, da stråene i tværsnit oftest er ovale. Strådiameteren blev målt under nederste knæ (nodium).

Tørstofudbyttet blev bestemt ved afklipping af stråene i 10 cm højde. Høsten blev tørret ved 80°C til konstant vægt. Produktionen fra 1985 blev af-

klippet 16. januar 1986, da bladmassen allerede var blæst af.

Produktionen fra 1986 er ikke blevet målt på grund af dårlig vækst og afmodning som følge af frostskaerne i vinteren 1985–86.

Som et indirekte mål for udbyttet blev plante-højde og antal skud fra efteråret 1986 benyttet og sammenholdt med tilsvarende værdier fra efteråret 1985.

Indflydelsen af jordens Rt på udbyttet blev undersøgt ved brug af tre Rt-værdier på sandmuldet jord. Det oprindelige Rt på 6,3 blev benyttet. Ved hjælp af henholdsvis svovlblomme og kalk justeredes Rt til 5,0 og 8,0.

## Resultater og diskussion

Højdetilvæksten var betydeligt mindre på sandmuldet jord end på humus- eller lerjord, som det fremgår af fig. 1.

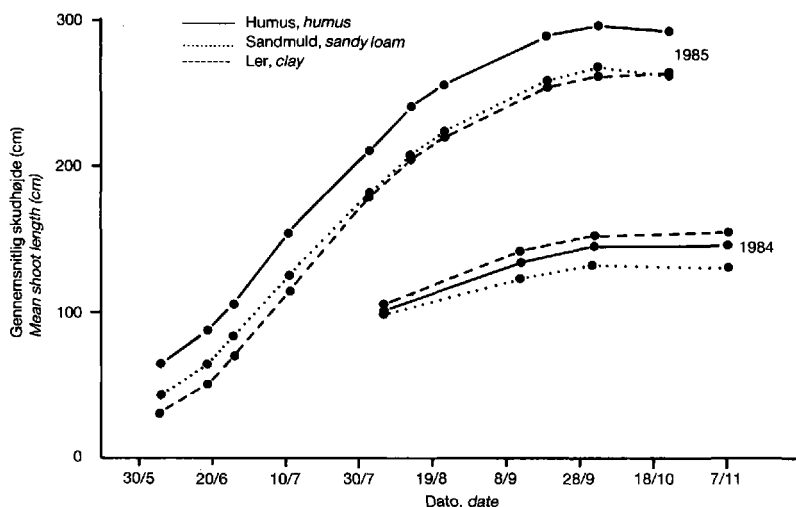


Fig. 1. Vækstforløbet i 1984 og 1985 på humusjord, sandmuldet jord og lerjord for 1. års (1984) og 2. års (1985) planter.

*Growth progress in 1984 and 1985 on humic soil, sandy loam, and clay for one-year-old (1984) and two-year-old (1985) plants.*

I perioden 19. juni – 13. august 1985, hvor der var en konstant tilvækst i plantehøjden, blev der på humusjord beregnet en gennemsnitlig tilvækst på 2,80 cm pr. døgn. Planter på lerjord havde en

tilvækst på 2,84 cm pr. døgn, mens planter på sandmuldet jord voksede 2,61 cm pr. døgn.

Planter på lerjord brød betydeligt senere end planter på de andre jordtyper (tabel 2).

**Table 2.** Antal % parceller den 24. maj 1985 med fremspirede blade fra udløbere fra foregående sæson og gennemsnitlig tidspunkt for registrering af første grønne skud.

*Percentage of plots by 24 May 1985 with fresh shoots from rhizomes of the previous season, and mean day of appearance of the first shoot.*

	% parceller med grønne skud <i>% of plots with recently developed shoots</i>	Gennemsnitligt tidspunkt for det første grønne skud <i>Mean day of appearance of the first shoot</i>
Ler	10	28. maj (May)
Clay		
Sandmuld	80	21. maj (May)
Sandy loam		
Humus	100	16. maj (May)
Humus		

Grunden til den sene vækststart på lerjord er sandsynligvis enten langsommere opvarmning eller forringet  $O_2$ - $CO_2$ -udveksling mellem jordluft og atmosfære. Begge dele forårsaget af den tættere struktur i lerjorden.

Der blev i 1985 konstateret en klart større skudsætning på planter fra humusjord end på planter fra lerjord eller sandmuldet jord (fig. 2).

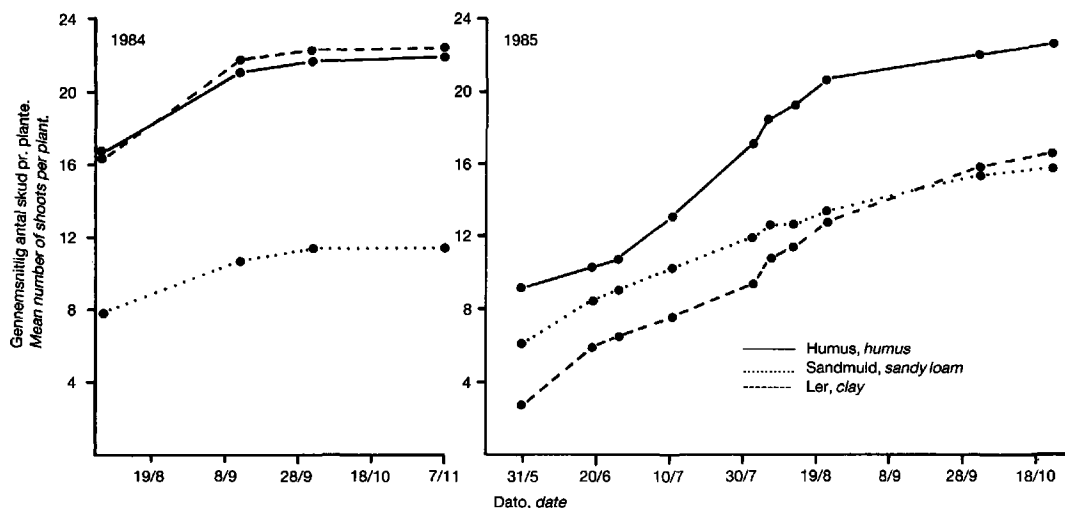
Skudproduktionen pr. plante på humusjord blev beregnet til 0,170 skud pr. døgn i perioden 19. juni – 22. august, hvor tilvæksten var tilnærmelsesvis lineær. På lerjord var skudproduktionen 0,104 skud pr. døgn, mens den på sandmuldet jord var 0,077 skud pr. døgn.

Ud over den senere brydning var skudproduktionen på lerjord forringet i 1985, sammenlignet med planter på humusjord, til trods for nærmest identisk etablering i 1984 (fig. 2). I etableringsåret var der uden tvivl den forsøgsfejl, at lerjorden endnu ikke havde lejret sig fuldstændigt.

I sæsonen 1986 sås på grund af den forudgående, meget strenge vinter en vis dødelighed hos planter på lerjord, en lavere dødelighed hos planter på sandmuldet jord, men ingen dødelighed hos planter på humusjord (tabel 3).

Der var på alle jordtyper en reduktion i væksten, sammenlignet med væksten i 1985. Den største reduktion fandtes på lerjord med 10–12% lavere stråhøjde og 34% færre skud. De færreste vinterskader blev iagttaget på humusjord.

Den store reduktion i antallet af årsskud blev forårsaget af frostskafer på primærknopperne, som om efteråret dannes i jordskorpen. Årsskud-



**Fig. 2.** Gennemsnitlig antal skud pr. plante gennem vækstsæsonen 1984 og 1985 på humusjord, sandmuldet jord og lerjord for 1. års (1984) og 2. års (1985) planter.

*Mean number of shoots per plant during the growth seasons of 1984 and 1985 on humus, sandy loam, and clay for one-year-old (1984) and two-year-old (1985) plants.*

**Tabel 3.** Vinterdødelighed og tilvækstreduktion i 1986 sammenlignet med 1985 på humusjord, lerjord og sandmuldet jord som følge af stærk frost i vinteren 1985–86. + betyder at arealet er vandet, – betyder at arealet ikke er blevet vandet.

*Winter mortality and growth reduction in 1986, compared with 1985 on humic, clayey and sandy loam soils due to severe frost during the winter of 1985–86. + indicates watering of the area, – indicates that the area has not been watered.*

	Vinterdødelighed (%) <i>Winter mortality (%)</i>	Tilvækstreduktion (%) <i>Reduction in growth (%)</i>	
		Plante højde <i>Shoot length</i>	Antal skud <i>Number of shoots</i>
Humus +	0	8,6	28,1
Humus +			
Humus –	0	6,9	23,8
Humus –			
Ler +	10	11,8	34,0
Clay +			
Ler –	30	10,4	34,3
Clay –			
Sandmuld +	0	8,8	31,6
Sandy loam +			
Sandmuld –	15	9,9	31,8
Sandy loam –			

dene dannedes derfor fra sideknopper, som gav langsommere vækst og ringere udvikling af nye sideskud.

Desuden kan frostskafer være opstået ved frostpåvirkning langs rammernes sider, da der var problemer med at pakke jorden ordentligt på ydersiden uden at beskadige dem.

Stråtykkelsen var markant større hos planter, dyrket på humusjord end hos planter på sandmuldet jord ( $P < 0,05$ ), mens der ikke er signifikante forskelle mellem dem, der er dyrket på humus og ler eller sandmuld og ler (tabel 4).

Der ses dog en tendens, som sløres af en stor variation i tykkelse af de enkelte strå inden for samme plante.

Høstudbyttet på de tre udvalgte jordtyper fremgår af fig. 3. Der blev udregnet høstudbytte for etableringsåret 1984, hvor en meget stor del af udbyttet bestod af blade. Desuden blev der beregnet høstudbytte for 1985, hvor udbyttet næsten udelukkende bestod af stråmateriale.

Planterne på humusjord gav i 1985 et 2. års udbytte på 10–11 t tørstof pr. ha, mod 6–7 t pr. ha på sandmuld og 4–6 t pr. ha på lerjord. Der var ingen signifikante forskelle på udbyttet i vandede og ikke-vandede rammer i 1984 og 1985.

**Tabel 4.** Gennemsnitlig stråtykkelse (i mm) neden for nederste knæ (nodium) på tre undersøgte jordtyper. + betyder drypvanding ved nedbørsunderskud på 20 mm. – betyder at der ikke er vandet. Værdier med forskellige bogstaver er signifikant forskellige på 95%-niveau.  $N = 50$  pr. behandling. Indsamlet februar 1986.

*Mean straw diameter (in mm) measured below the lowest node at the three soil types examined. + means drip-watering at precipitation deficits of 20 mm. – indicates no watering of the area. Values with different letters are significantly different at 95% level.  $N = 50$  per treatment. Collected in February 1986.*

	Gennemsnitlig strå diameter (mm) <i>mean straw diameter (mm)</i>
Humus + ( <i>Humus +</i> )	10,09 a
Humus – ( <i>Humus –</i> )	9,80 a
Ler + ( <i>Clay +</i> )	9,67 ab
Ler – ( <i>Clay –</i> )	9,65 ab
Sandmuld + ( <i>Sandy loam +</i> )	9,47 b
Sandmuld – ( <i>Sandy loam –</i> )	9,33 b

Som nævnt gav vinteren 1985–86 store vinterskader, hvorfor resultater fra 1986 høsten ikke er medtaget, da denne ikke giver et reelt billede af den normale udbytteudvikling efter 3. vækstsæson.

Rt's indflydelse på udbyttet er lille. Udbyttet

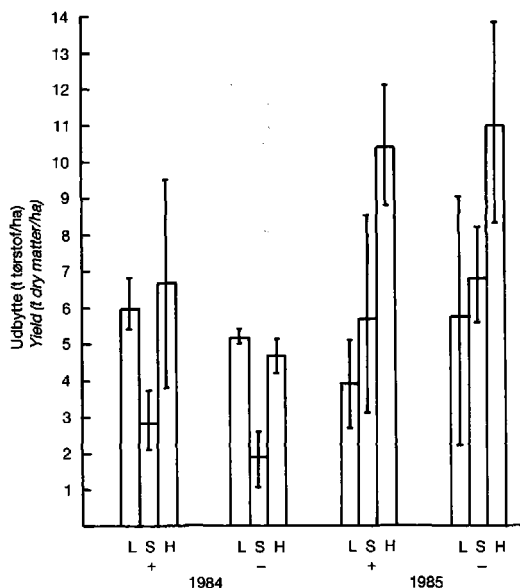


Fig. 3. Tørstofudbytte på 1 år gamle (1984) og 2 år gamle (1985) planter, dyrket på ler (L), sandmuldet jord (S) og humus (H). + betyder vanding ved 20 mm nedbørsunderskud, - betyder ingen vanding. Lodrette bjælker angiver standardafvigelse.

Dry matter yield from one-year-old (1984) and two years old (1985) plants grown on clay (L), sandy loam (S), and humus (H). + means artificial precipitation at 20 mm precipitation deficit. - means no artificial precipitation. Vertical bars indicate standard deviation.

synes højest ved Rt 5,0 ( $p < 0,05$ ), mens der ingen forskelle findes mellem udbyttet ved Rt 6,3 og Rt 8,0 (tabel 5).

**Tabel 5.** Gennemsnitlig høstudbytte ved naturligt, sænket og hævet Rt i sandmuldet jord. 5 gentagelser. Forskellige bogstaver udtrykker signifikant forskellige værdier på 95%-niveau.

Mean yield at natural, lowered, and raised pH on sandy loam. 5 replications. Different letters express significantly different values at 95%-level.

Rt	Udbytte (t/ha)	
	gennemsnit	st. dev.
5,0	10,14 a	1,44
6,3	8,16 b	1,00
8,0	8,33 b	0,95

Generelt må siges, at elefantgræs er næsten indifferent over for Rt inden for agerjordens normale Rt-niveau.

På baggrund af rammeforsøgenes resultater var det nærliggende at anbefale dyrkning af elefantgræs på humusjord. Der var meget god afdræning fra nævnte rammeforsøg, hvorfor etableringen blev god.

Grunden til den gode afdræning var, at underjorden i alle tilfælde var sandmuldet jord fra prøvearealet, samt at lejringen næppe var tilendebragt, mens forsøget stod på.

En god etablering vil dog kun blive en realitet, hvis humusjorden er veldrænet.

Udstationeringsforsøg har vist en kraftig vinterdødelighed på humøse og lerrige jorde med dårlige dræningsforhold i vintre med hård frost. Desuden vil færdsel med tungt høstudstyr i marts/april besværliggøres eller umuliggøres, hvor jorden er dårligt drænet eller har en meget dyb organisk profil.

Derfor kan det slås fast, at elefantgræs ikke egner sig til våde engarealer, men bør dyrkes på lettere jorde og på meget veldrænedede humusjorde.

### Konklusion

På veldrænedede forsøgsbede opnåedes de bedste dyrkningsresultater med elefantgræs på humusjord, både hvad angik højdetilvækst, skudtilvækst og udbytte. Beskadigelser efter frost var mindst på humusjord.

Resultaterne på sandmuldet jord var ringere, mens dyrkning på lerjord var utilfredsstillende.

Der blev i undersøgelsesperioden ikke konstateret udbytteforskelle mellem vandede og ikke-vandede parceller.

Forskelle i Rt syntes at have en lille effekt på udbyttet.

På det foreliggende grundlag må det anbefales at dyrke elefantgræs på sandmuldede og muldede jorde, evt. på meget veldrænedede humusjorde, hvor trafik med høstudstyr forventes at kunne foregå i marts-april.

Dyrkning på jorde med højt lerindhold og på vandlidende jorde må frarådes pga. problemer med etablering, vinterdødelighed og høst. Udsta-

tioneringsforsøg skal endeligt fastslå, hvilke jorde som egner sig bedst til dyrkning af elefantgræs.

### **Erkendtlighed**

Dette arbejde er en del af et projekt, som økonomisk er støttet af Statens Jordbrugs- og Veterinærvidenskabelige Forskningsråd (SJVF). *Anne Sloth* takkes for et udbytterigt samarbejde under udførelsen af undersøgelserne.

### **Litteratur**

1. *Kayama, R, Yano, N & Fujimoto, M.* 1972. Studies on the relationship between *Miscanthus sinensis* community and soil. (4) Relationship between humus and productivity of *Miscanthus sinensis* grassland. *Jap. J. Ecol.* 22, 195–204.
2. *Yamane, I. & Naito, T.* 1973. Soil-plant relationships in Kawatabi grassland. *Sci. Rep. Res. Inst. Tohoku Univ.* 24, 43–57.

Manuskript modtaget den 23. juni 1987.