

Korrelationer mellem vækstmåde og tidlighed hos majssorter

Correlations between growth performance and degree of maturity in maize varieties

R. Salvó*)

Resumé

2 års markforsøg har belyst variationen i modningsforløb og udbyttekapacitet i majssorter af en modningsgrad mellem 190 og 290 efter FAO-skala (5 til 9 efter dansk skala). Indflydelsen af NP-gødning, placeret eller udstrøet, blev ligeledes målt.

Blomstringen begyndte en uge før i tidlige sorter end i mellemtidlige. Der var en positiv korrelation mellem sorterens tørstofproduktion om foråret, forårsvigør, og ved modningen. Tidlige sorter og planter fra parceller med placeret NP-gødning viste den højeste forårsvigør. Placeringen af NP-gødning øgede buskning, fremmede blomstring og øgede tørstofproduktion og -indhold betydeligt. To tredjedele af det totale tørstof blev produceret efter blomstring, dvs. i august-oktober. De tidlige sorter producerede mere kolbe og mindre strå end de mellemtidlige. De havde et højere tørstofindhold end de mellemtidlige, og de ydede lige så meget tørstof som de mellemtidlige og sene.

Kolbens udviklingsrytme afgjorde procenten og mængden af tørstof i afgrøden. Blomstringsdatoen er den vigtigste parameter til forhåndsbedømmelse af kolbeandel og tørstofprocent, samt forventet kvalitet og kvalitet af majsensilage.

Nøgleord: Majsvekst i Danmark, placering af NP-gødning, tidlige og mellemtidlige sorter, antal blade, stængellængde, buskning, blomstring, akkumulation af grønmasse og tørstof, indlejringsaktivitet, kolbe, strå.

Summary

The morphology of a forage-maize crop affects its quality as a source of roughage for cattle and sheep. The non-ear parts are the least digestible portion of the crop. The proportions of the various plant parts in the crop when harvested can be affected by harvest date, climate, cultural practice, and genotype.

This paper gives the results from two years of experiments with a series of maize genotypes of a maturity degree between 190 and 290 from the scale FAO (5 to 9 from Danish scale). The influence was studied of 30 Kg N and 60 Kg P fertilizer applied at sowing time in two different ways: placing and broadcasting.

Flowering appeared a week earlier in early genotypes than in the medium earlies. A close relation between dry-matter production in the early summer, spring vigour, and at the harvest time was reported. The early genotypes and the plants grown in plots with NP-fertilizer showed the best spring vigour.

*) Afd. for Landbrugets Planteavl, Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, 1871 København V.

Nuværende adresse: De Europæiske Fællesskabers Statistiske Kontor, Boîte postale 1907, Luxembourg.

Two thirds of the total dry matter was accumulated after flowering, i.e. August–October. NP-fertilizer placement improved dry-matter yield significantly. No relation between total dry-matter yield and genotypes' maturity degree could be registered. The early genotypes produced more cob and less stover than the medium-earlies, and since the former had a higher dry-matter content, they yielded as much as the medium-earlies.

Thus, the rate of ear development and not the rate of development of the main shoot determined the course of the dry-matter content and total crop. These experiments cause the silking date to be the most important parameter for evaluating ear yield, ear proportion, dry-matter content, crop yield and quality of forage maize in a country with a short summer.

Key words: *Zea mays* L., corn, growth rate in Northern Europe, NP-fertilizer placement, early and medium-early genotypes, leaf emergence, stalk development, tillering, tasseling, fresh- and dry-matter accumulation, sink activity, ear, stover.

Indledning

Allerede i 1928 konkluderede forsøgsleder R. K. Kristensen, at sildige majssorters store grønmasse reduceredes til samme tørstofmængde som de tidlige, da tørstofindholdet var lavere end hos de tidlige. Udbytniveaue af majssorterne Quebec 28 (tidlig), Western Dent (mellemtidig) og Hvid Hestetand (sildig) dyrket i Danmark kunne dermed stilles lige.

Trods en stor forædlingsindsats ser det ud til, at ovennævnte forhold stadig gør sig gældende for de majssorter, der findes på det danske marked. En samlet oversigt over nyere sorter viser, at de målte forskelle i afkastning i højere grad skyldes specifikke sorters variationer end den variation, der kan opstå pga. forskel i modningsgraden (Jacobsen & Bentholt, 1983; Pedersen, 1982).

Vækstmåden i majssorter af forskellig modningsgrad må forventes at være forskellig, og det er heller ikke givet, at tidlige og sene sorter reagerer ens på dyrkningsmetoder og gødningstilførsel. En undersøgelse af disse faktorer vil være en hjælp for forældre og dyrkere.

Kvaliteten af majsensilage som grovfoder til drøvtyggere afhænger af forholdet mellem de forskellige plantedele. Det gælder først og fremmest om at få sorter med størst mulig kolbeandel, da kolben er den mest fordøjelige del af planten til trods for, at fordøjeligheden af stængler og blade til en vis grad falder samtidig med kolbeudviklingen.

Litteraturoversigt

Tidlig såning er afgørende for at få en høj tørstofprocent i kolben. Danske forsøg viste, at den bedste såtid var første halvdel af maj (Lyngby, 1980). Såning i april, som resulterede i en større kolbeandel end såning i maj, gav et mindre udbytte pga. dårlig spiring og planteetablering, fordi jordtemperaturen var for lav. Ifølge litteraturen anses 8–12°C for at være minimum temperatur for, at spiringen kan foregå rimeligt hurtigt. Temperaturbehovet varierer bl.a. fra sort til sort. Tidlige sorter kunne i England spire under lavere temperatur end sildige, og europæiske bedre end amerikanske (Bunting, 1968). I den forbindelse skal det fremhæves, at mikroklimatiske variationer, som f.eks. markernes beliggenhed, dræningstilstand, jordstruktur, vindforhold, m.m., kan spille en væsentlig rolle for hurtigt at opnå en tilstrækkelig høj temperatur om foråret (Carr, 1977; Carr & Hough, 1978; Ludwig *et al.*, 1957; Ludwig & Harper, 1958; Köller, 1980). Majsforældre har været stærkt optaget af at udnytte artens genetiske egenskaber for tolerance mod kulde eller lave temperaturer (se bl.a. Mock & Skridla, 1978; Mock & McNeill, 1979; Smith & Owens, 1964; Burris & Navratil, 1979). Der er opnået resultater på dette felt, men spiringen kræver stadig en høj temperatur. God markspiring i ret kold jord er et vigtig kendetegn for forårsvigør af majsudsæd. Jo lavere temperaturen

er, desto større betydning har kvaliteten af udsæden (*Derieux, 1978*).

Konstant temperaturstigning især i juni og juli er nødvendig, for at udviklingen af majs kan holdes i gang. *Alberda (1969)* rapporterede, at temperaturen på under 15°C forårsagede en misfarvning af blade og en standsning af væksten af de unge planter. Den typiske gulfarvning af bladene skyldes mangel på produktion af fotosyntetiske pigmenter, en reduktion af enzymatisk aktivitet, en afbrydelse af protein- og fosfor metabolisme m.m. (*Stamp, 1979; Mishustina & Petrova, 1978*).

En fyldig litteratur omhandler erfaringer fra forsøg med placering af gødning, især fosfor, ved kernerne. Det antages, at denne udbringningsteknik fremmer røddernes optagelse af næringsstoffer i kold og fugtig jord (*Russell, 1973; Pain, 1978; Möhr & Dickinson, 1979; Carson, 1974*). Nogle forsøgsresultater viser imidlertid, at placeringen ingen betydning har. Fra sydlige egne i USA (*Barber, 1977; Fox & Kang, 1978*) og fra England (*Tiley, 1979; M.A.F.F., 1978*) rapporteres, at placering af gødning giver et positivt udslag på planternes vækst, men kun i jord med et gødningsniveau under det optimale. Trods disse modsatte resultater anbefales det generelt at placere nogen gødning, især N og P ved såning af majs. Disse råd kommer bl.a. fra USA (*Schulte, 1982; Aldrich et al., 1975*), Tyskland (*Kali, 1972*), Frankrig (*Pain, 1978*), Danmark (*Højmark, 1977*).

En høj kolbeandel og en høj tørstofprocent i kolben er en forudsætning for, at afgrøden kan give et tilfredsstillende udbytte kvantitativt og kvalitativt. *Huber et al. (1963)* viste, at en forøgelse af tørstofprocenten i majsensilagen fra 25 til 30 resulterede i en betydelig forbedring i såvel tørstofoptagelsen som mælkeydelsen hos malkekøer (se i øvrigt *McCullough, 1966; McAllan & Phipps, 1977; Verité & Journet, 1975; Byers et al., 1965; Huffmann & Duncan, 1956; Cummins & Burns, 1969; Fischer et al., 1968; Hemken et al., 1971; Stake et al., 1973; Struik, 1983a, 1983b*). Danske forsøg er gennemført af *Møller og Augustinussen (1976)* og *Møller et al. (1980)*.

Aldrich (1943) viste, at én enhed lavere tørstofprocent i kerner gav 2% lavere tørstofudbytte. Hans resultater viste, at en majsafgrødes udbytte først nåede sit maksimum, når tørstofprocenten i kernerne nåede 65. Ved 40% tørstof i kernerne havde afgrøden kun opnået 50% af sit maksimale udbytte. Til de samme konklusioner nåede *Møller et al. (1980)* ved at beregne majsafgrøders udbyttekapacitet i sydlige og nordlige dele af Danmark. Udbyttefaldet skyldtes især et aftagende udbytte af kolbe med svøb. Flerårige forsøg udført i England, bekræfter til fulde *Aldrichs* resultater. I de engelske forsøg kunne majsudbyttet udregnes med matematisk præcision og stor statistisk sikkerhed ud fra tørstofprocenten i kolben (*Phipps, 1980*). I Holland fandt *Struik (1983a)* samme afhængighed. Lignende kalkuler, men med lidt mindre held, blev i Danmark foretaget af *Thomsen (1977)*.

Forholdet mellem tidlige og sildige sorter er ofte genstand for megen diskussion. *Arnon (1975)* angiver, at tidlige sorter generelt er mindre end sene, har færre antal blade, lavere og tyndere stængler og kortere og smallere kolber. *Arnon* fandt et lavere udbytte pr. ha hos de tidlige sorter, og det kunne kun i mindre grad højnes ved en forøgelse af bestandens tæthed. Disse kendsgerninger gør sig dog mindre og mindre gældende, jo længere nordpå majsene bliver dyrket. I Nordfrankrig, ved Paris, erfarede *Derieux (1978)*, trods den korte sommerperiode, at mellemtidlige sorter producerede mere end de helt tidlige. I England, ved Reading, rapporterede *Phipps (1980)* en lignende tendens, men især i de varme år. Engelske landmænd blev alligevel advaret mod at dyrke mellemtidlige sorter, da den ensilage, de producerede, var af for ringe kvalitet. *Bunting (1978)* fremhæver i denne forbindelse nødvendigheden af i Nordeuropa at dyrke sorter, der indlejrer hurtigt efter blomstring, og at benytte sig af agronomiske foranstaltninger, der kan være medvirkende til, at denne proces kan afsluttes før frosten indtræder (se i øvrigt *Gregersen, 1982; Nordestgaard, 1980; White et al., 1976; Wiseman et al., 1938; Mürdock et al., 1962; Phipps, 1980*).

Materialer og metoder

Forsøgene blev gennemført på Landbohøjskolen's forsøgsgård, Højbakkegård, i årene 1979 og 1980. Sommeren 1979 var lidt varmere og tørrere end sommeren 1980, som i øvrigt var præget af udsædvanlig megen nedbør. For begge år var der tale om forholdsvis kølige somre. Undersøgelserne blev udført som markforsøg i en sandblandet lerjord, forfrugt var engrapgræs i 1979 og rødkløver i 1980. Som grundgødning blev markerne tilført 500 kg 16-5-12 pr. ha om foråret. Ved majsens 5.-6. bladstadium, blev der gødet med 300 kg 26-0-0 pr. ha. Ukrudtsbekæmpelsen blev i 1979 foretaget mekanisk, mens der i 1980 blev sprøjtet med 2 l atrazin pr. ha i slutningen af maj og 4 l i slutningen af juni (50% virksomt stof). Udsæden blev sået med en mekanisk enkornsåmaskine forsynet med et specielt apparat til placering af startgødning. Majsens blev sået den 13. maj i 1979 og den 8. maj i 1980. Der blev tilstræbt en plantetæthed på 10 planter pr. m².

Forsøgene blev anlagt efter et split-plot design, hvor startgødningen indgik i hovedparcellerne og majssorterne i de sekundære parceller. 3 gentagelser.

I 1979 blev effekten af startgødningen undersøgt ved at sammenligne placeringen af 30 N og 60 P med ubehandlet dvs. uden nogen tilsvarende form for N- og P-tilførsel. Sorternes udbytte og modningsforløb blev i samme år undersøgt på flg. hybrider.

Sorternes navn	FAO-klasse	Dansk-klasse (Flengmark, 1982)
Edo	190	9
Borée	200	8
Hit	200	8
KX 802 A	200	—
Primeur	200	6
Tau	220	—
Epona	240	5
KX 752 A	240	5
Silac 233	250	5
LG 11	270	5
ML 011	270	—
Brutus	290	5
Fronica	290	5

I 1980 blev effekten af startgødningen vurderet såvel i forhold til ubehandlet som i forhold til en behandling, hvor 30 N og 60 P blev strøet på jordens overflade, og nedfræset. Antallet af sorter blev i 1980 reduceret til Edo og Hit (tidlige), og Fronica og Brutus (mellemtidlige). I løbet af vækstperioden blev flg. parametre målt ugentligt: 1) Bladenes tilsynekomst, 2) Stængelstrækning, 3) Buskning, 4) Blomstringsforløb, 5) Stofakkumulationsrytme (grøn- og tørstofmasse) i hele planten, i strået og i kolben uden svøbblade. 20 planter pr. forsøgsled var som stikprøve grundlag for bestemmelse af stofindlejringen. De statistiske analyser blev opgjort efter SAS (Statistical Analysis System) programmeringsmetode (1979).

Resultater

Majsudvikling og stofakkumulationsrytme

— Majstilvækst i almindelighed

Et typisk mønster på, hvorledes majsafgrøden udvikler sig i Danmark og i områder med en kort vækstperiode, vises i fig. 1. Ud fra de viste kurver, kan det fremhæves at:

1) I tidsrummet fra blomstring til høst dvs. august, september og oktober, produceredes der over ¾ af det totale tørstof.

2) Fra midten af september, hvor væksten af strået ophørte, forøgedes tørstoffet alene pga. kulhydraternes indlejring i kolbe.

3) Tørstofprocenten steg i takt med kolbens udvikling. Jo længere indlejringsprocessen varede, desto højere blev tørstofprocenten i hele planten.

4) Stråets tørstofprocent lå konstant på omkring 20% i perioden efter blomstring.

5) Efter frosten steg tørstofprocenten udelukkende, fordi bladene og stænglerne visnede. En bevægelse af kulhydrater til kolben efter frosten kunne dermed udelukkes. På grund af længere indlejringsstid voksede majsens i 1980 lidt mere end i 1979. Dette kunne registreres såvel på planternes morfologiske udvikling som på stofakkumulationen.

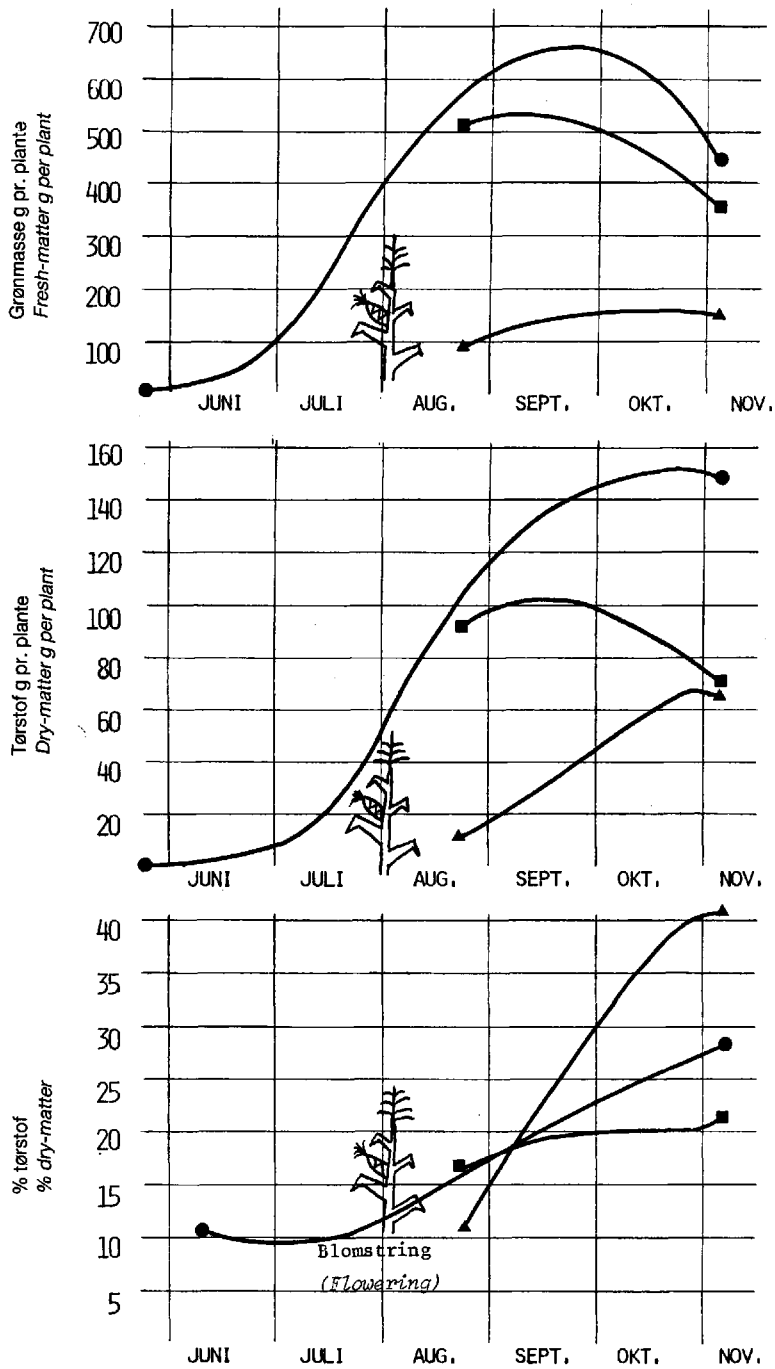


Fig. 1. Typisk vækstmønster for majsafgrøden i forsøgene 1979-80. ● = hele planten ■ = strå ▲ = kolbe uden svøblade.

Typical growth pattern for maize crop in the experiments 1979-80. ● whole plant ■ stover ▲ cob without husks.

– Indflydelse af sorterens modningsgrad på majsudvikling

Tabel 1 viser en række korrelationskoefficienter mellem planternes grønmasse, tørstof, % tørstof og sorterens stigende sildighedsgrad ifølge FAO-skalatallet.

Som senere omtalt under forårsvigøren kunne det ved begyndelsen af vækstsæsonen erfares, at de sildige sorter havde en lavere stofakkumulation og langsommere bladudvikling end de tidlige. For grønmassens vedkommende var f.eks. korrelationskoefficienterne mellem plantevægten og sildighedsgraden negativ i juni og i juli. Ved blomstringen, sidst i juli – begyndelsen af august, indhentede de sildige sorter væksten af de tidlige, således at ingen entydig korrelation fremkom. Ved modningen »overhalede« de sildige sorter derimod de tidlige for grønmassens vedkommende (se koefficienterne under søjlen for grønmasse i tabel 1). De sildige sorters store produktionsapparat, hvilket grønmassen i sidste ende er udtryk for, blev desværre aldrig til nogen nytte for udbyttets vedkommende, da sorterne på

et alt for tidligt tidspunkt blev bremset i deres modning. Det blev med andre ord aldrig konstateret, at sildige sorter havde en højere tørstofproduktion end tidlige (se de lave koefficienter under søjlen for tørstof i tabel 1).

Det endelige resultat af disse beregninger bliver, at sildige sorter havde anlæg til at opnå en større vækst og dermed give et større udbytte end de tidlige, men da deres blomstring startede senere (5-6 dage) end de tidlige, blev deres modning afkortet således, at deres potentielle udbyttevne ikke kunne udnyttes under de gældende klimatiske betingelser.

Sildige sorter producerede meget strå og kun lidt kolbe og havde et lavt tørstofindhold i planten (tabel 1 og tabel 2). Trods den snævre variation i modningsgraden af de anvendte sorter, viste det sig imidlertid, at middeltidlige sorter gav et udbytte, som kvalitetsmæssigt ikke alene var dårligt (meget strå, lidt kolbe og lav tørstofprocent), men som kvantitetsmæssigt heller ikke var større end udbyttet af de tidlige sorter.

Tabel 1. Korrelation mellem grønmasse, tørstof, % tørstof og sorterens modningsgrad, (FAO-skalatal mellem 190 og 290).

Correlation between fresh-, dry-matter, % dry-matter and maize genotypes' maturity class, (FAO-scaleclass 190–290).

Bestemmelses- dato <i>Measurements- date</i>	Grønmasse <i>Fresh-matter</i>			Tørstof <i>Dry-matter</i>			% tørstof <i>% dry-matter</i>		
	hele planten <i>whole plant</i>	strå <i>stover</i>	kolbe ⁽¹⁾ <i>cob⁽¹⁾</i>	hele planten <i>whole plant</i>	strå <i>stover</i>	kolbe ⁽¹⁾ <i>cob⁽¹⁾</i>	ele planten <i>whole plant</i>	strå <i>stover</i>	kolbe ⁽¹⁾ <i>cob⁽¹⁾</i>
13. 6.1979	-0,30**			-0,18			0,54**		
24. 6.1979	-0,07			0,01			0,35**		
26. 6.1980	-0,04			0,01			0,36*		
3. 7.1979	-0,10			-0,06			0,16		
2. 7.1980	-0,06			-0,01			0,52**		
3. 8.1979	0,12			0,01			-0,21		
6. 8.1980	0,28			0,18			-0,05		
22. 9.1979	0,47**	0,53**	0,06**	0,43**	0,67**	-0,49**	-0,20	0,36**	-0,65**
22. 9.1980	0,45**	0,42**	0,39*	0,18	0,53**	-0,71**	-0,35*	0,55**	-0,89**
6.10.1979	0,34**	0,55**	0,08	0,11	0,55**	-0,50**	-0,42**	0,33**	-0,65**
4.10.1980	0,65**	0,64**	0,45**	0,11	0,24	-0,68**	-0,70**	0,47**	-0,90**
19.10.1979	0,55**	0,64**	0,01	0,20	0,64**	-0,55**	-0,61**	-0,22	-0,64**
18.10.1980	0,75**	0,77**	0,38*	0,09	0,56**	-0,55**	-0,81**	-0,54**	-0,88**

⁽¹⁾ = Kerner + stilk *Kernel + shank*

* = Signifikansniveau på over 95% *Significant at 0,05% probability*

** = Signifikansniveau på over 99% *Significant at 0,01% probability*

Table 2. Vækstvariation mellem sorterens modningsgrupper ved modning, udbyttestørrelse, (g pr. plante).
Growth variation between the genotypes' maturity class at the ripening period, yield capacity, (g per plant).

Modnings- grupper <i>Maturity- class</i>	Grønmasse <i>Fresh-matter</i>			Tørstof <i>Dry-matter</i>			% tørstof <i>%dry-matter</i>		
	hele planten <i>whole plant</i>	strå <i>stover</i>	kolbe ⁽¹⁾ <i>cob⁽¹⁾</i>	hele planten <i>whole plant</i>	strå <i>stover</i>	kolbe ⁽¹⁾ <i>cob⁽¹⁾</i>	hele planten <i>whole plant</i>	strå <i>stover</i>	kolbe ⁽¹⁾ <i>cob⁽¹⁾</i>
14. september									
190	526 a	395 c	131 a	112 c	79 d	32 a	21 a	19 bc	25 a
200	618 c	496 b	122 a	125 b	100 c	27 ab	20 a	20 bc	22 a
220	655 abc	541 ab	114 a	131 ab	109 abc	22 c	20 ab	20 bc	19 bc
240	660 abc	529 ab	130 a	126 ab	103 bc	23 bc	19 b	19 c	17 bc
250	702 a	574 a	129 a	140 a	120 a	24 bc	20 ab	21 ab	18 bc
270	623 bc	519 ab	110 a	131 ab	112 ab	22 c	21 a	21 a	19 b
290	677 ab	554 a	123 a	131 ab	110 ab	21 c	19 b	19 bc	16 c
C.V.	8,6%	8,8%	14%	8,2%	8,9%	19%	4,6%	4,3%	13%
22. september									
190	525 c	388 b	137 a	120 b	77 d	42 a	23 a	20 d	30 a
200	572 bc	441 b	130 a	227 b	93 c	35 b	22 ab	21 bcd	27 b
220	641 ab	508 a	134 a	143 a	111 ab	31 bc	22 ab	22 abc	23 c
240	632 ab	497 a	135 a	134 ab	102 b	31 bc	21 b	20 cd	23 cd
250	647 ab	517 a	129 a	135 ab	110 ab	26 c	21 b	21 abcd	19 d
270	610 ab	488 a	124 a	135 ab	107 ab	29 c	22 ab	22 a	23 c
290	664 a	521 a	142 a	144 a	115 a	29 c	22 ab	22 ab	20 d
C.V.	10%	10%	14%	8,8%	9,0%	17%	4,5%	4,8%	11%
6. oktober									
190	506 a	355 c	142 a	136 a	78 d	55 a	27 a	21 ab	38 a
200	552 a	416 b	136 a	131 a	86 cd	44 b	24 b	20 b	32 b
220	591 a	463 ab	128 a	136 a	97 abc	38 c	23 bc	20 b	30 bc
240	597 a	453 ab	143 a	133 a	94 cb	38 c	22 c	20 b	26 d
250	598 a	497 a	126 a	136 a	108 a	34 c	23 bc	21 ab	26 cd
270	597 a	560 ab	138 a	141 a	103 ab	38 c	24 b	22 a	27 cd
290	593 a	451 ab	142 a	132 a	98 ab	35 c	22 c	21 ab	25 d
C.V.	11%	12%	12%	9,3%	10%	12%	4,9%	4,9%	9,3%
19. oktober									
190	372 d	235 d	137 a	119 a	62 c	59 a	32 a	26 a	43 a
200	509 c	358 c	150 a	138 a	80 b	57 a	27 b	22 b	38 b
220	592 ab	431 ab	162 a	144 a	91 ab	54 ab	24 cd	21 bc	33 c
240	580 ab	420 ab	160 a	141 a	87 ab	54 ab	24 cd	20 c	33 c
250	576 ab	429 ab	147 a	145 a	96 a	46 b	25 cd	22 bc	31 cd
270	540 bc	403 b	136 a	138 a	93 a	46 b	25 c	23 b	34 c
290	604 a	449 a	155 a	142 a	97 a	45 b	23 d	21 bc	29 d
C.V.	9,6%	10%	15%	10%	11%	14%	5,4%	6,6%	6,6%

⁽¹⁾ = Kerner + stilk *Kernels + shank.*

C.V. = Variationskoefficient *Coefficient of variation.*

Resultater mærket med samme bogstav er ikke signifikant forskellige på over 5% niveau, ifølge Duncan-testen.
Means with a letter in common are not significantly different at 0.05 probability level, according to Duncan-test.

– Forholdet mellem tørstofproduktion om foråret, forårsvigør, og ved modningen

Af tabel 3 fremgår det, at variationen mellem modningsgrupperne var stor om foråret, mens tabel 2 viser mindre variation ved modningen. Variationskoefficienten (C.V.) var 11–14 i juni (tabel 3) mod 9–10 i oktober (tabel 2). En kovariansanalyse med de enkelte sorter viste desuden en tydelig sammenhæng mellem deres forårsvigør (målt som grøn- eller tørstofproduktion i juni og juli) og stofproduktion ved modning. En sammenhæng mellem modningsgruppernes stofproduktion om foråret og ved modning blev ligeledes konstateret (se i tabel 1 negativ korrelationskoefficient i juni og juli mellem aftagende tidlighed og grønmasse og/eller tørstof).

For forårsvigør spillede startgødningen en stor rolle. Stofakkumuleringen var i juni og juli 30–40% højere i parceller med startgødning end i ubehandlede parceller (tabel 4). Hvor gødningen blev strøet, steg stofakkumuleringen kun det halve, ca. 15–20% (tabel 4). Udslaget for startgødningen blev reduceret til 5–10% hen mod høsten i september–oktober. Men sidstnævnte lavere

Tabel 3. Udbytte af forskellige modningsgrupper ved tidligt udviklingstrin (forårsvigør), g pr. plante.
Growth variation between the genotypes' maturity class at an early development stage (spring vigour), g per plant.

Modningsgrupper Maturity class	Tør-(TS) stof Dry-(DM) matter	TS DM	TS DM
	13. juni	24. juni	20. juli
190	0,81 cd	4,2 ab	33 ab
200	0,97 ab	4,7 a	36 a
220	1,07 a	4,6 a	33 ab
240	0,79 d	3,8 b	31 b
250	0,94 abc	4,5 a	36 ab
270	0,88 bcd	4,7 a	37 a
290	0,86 cd	4,5 a	35 a
C.V.	13%	14%	11%

C.V. = Variationskoefficient. *Coefficient of variation.*
Resultater mærket med samme bogstav er ikke signifikant forskellige på over 5% niveau, ifølge Duncan-testen.

Means with a letter in common are not significantly different at 0.05 probability level, according to Duncan-test.

merudbytte gjorde sig kun gældende for vægten af hele planten, da effekten af startgødningen fortsatte med at vise sig i samme størrelsesorden, hvad kolbeproduktionen angik.

Korrelation mellem morfologi og tidlighed

– Bladenes tilsynekomst foregik meget regelmæssigt, idet der dannedes et blad om ugen indtil begyndelsen af blomstringen. Et forspring i bladtilvæksten kunne konstateres i 1980 i forhold til 1979. Årsagen til dette var sandsynligvis den tidligere såning i 1980. Startgødningen havde ingen indflydelse på det endelige antal blade. Et lille udslag for startgødningen kunne dog registreres i begyndelsen af vækstperioden. De sildige sorter havde færre blade end de tidlige i juni og juli, men det endelige antal blade var stærkt korreleret med sorterens sildighedsgrad (tabel 5). En stigning i sildighedsgrad på 100 i FAO-skalaen gav sig udtryk i en forøgelse i bladantallet på 1,53. Korrelationen mellem antal blade og sildighed er i overensstemmelse med antagelsen om, at en majssorts modningsgrad kan bestemmes ud fra bladantallet (se i øvrigt *Nozzolini*, 1944, 1963). Bladantallet er dog også påvirket af miljøet. *Phipps* (1977) fandt en forøgelse af bladantallet fra 10 til 15 i sort Anjou 210 ved en forøgelse af plantetætheden fra 5 til 15 pr. m².

– Stængelstrækningen forløb i to faser. Under den første, der varede til begyndelsen af juli, voksede stænglen langsomt og opnåede ca. 20% af den totale længde. Under den anden fase, der varede til begyndelsen af august, var væksten hurtig, og stænglen opnåede sin fulde højde. Den gns. plantehøjde var 205 cm i 1979 og 238 cm i 1980. Startgødningen havde en positiv indflydelse på stænglens strækning i begyndelsen af vækstperioden, men den var ikke bemærkelsesværdig omkring modningen. De tidlige sorter var, muligvis pga. deres udprægede forårsvigør, højere end de sildige i begyndelsen af væksten (tabel 5).

– Buskningen var større hos Edo, Brutus og Fronica end hos andre. Stærk buskning kunne noteres dér, hvor startgødningen var blevet placeret. I de 2 år, forsøgene varede, var der betydelig

Tabel 4. Startgødningens indflydelse på majsveksten.
The influence of fertilizers placement on the maize growth.

Bestemmelses- dato Measurements- date		Tørstof (g pr. plante) Dry-matter (g per p, ant)			% tørstof % dry-matter		
		hele planten	strå	kolbe ⁽¹⁾	hele planten	strå	kolbe ⁽¹⁾
		whole plant	stover	cob ⁽¹⁾	whole plant	stover	cob ⁽¹⁾
1979							
13. 6.	p.	0,99 a			10 a		
	u.	0,82 b			11 a		
3. 7.	p.	14,2 a			10 a		
	u.	9,9 b			10 a		
27. 7.	p.	50,8 a			13 a		
	u.	42,4 a			12 a		
24. 8.	p.	100 a			18 a		
	u.	92,0 b			17 a		
14. 9.	p.	134 a	108 a	27,2 a	20 a	20 a	21 a
	u.	121 a	101 a	22,0 b	19 a	19 a	18 b
28. 9.	p.	134 a	97 a	38,8 a	22 a	19 a	28 a
	u.	131 a	94 a	32,8 b	21 a	20 a	25 b
19.10.	p.	143 a	89 a	54,7 a	26 a	22 a	36 a
	u.	135 a	85 a	49,5 b	25 a	22 a	33 b
1980							
25. 6.	p.	3,2 a			9 a		
	s.	2,2 ab			9 a		
	u.	1,7 b			10 a		
22. 7.	p.	33,4 a			9 a		
	s.	28,3 ab			9 a		
	u.	23,2 b			9 a		
6. 8.	p.	74,8 a			13 a		
	s.	71,7 a			13 a		
	u.	62,6 b			12 a		
22. 8.	p.	106 a	94,4 a	11,0 a	16 a	17 a	12 a
	s.	96 ab	84,9 ab	10,3 a	16 a	17 a	11 a
	u.	87 bb	78,4 b	8,3 a	15 a	16 a	10 a
8. 9.	p.	135 a	106 a	30 a	20 a	19 a	23 a
	s.	132 a	104 a	28 a	19 a	19 a	21 b
	u.	125 a	100 a	25 b	19 a	18 a	19 c
4.10.	p.	166 a	97 a	67 a	25 a	19 a	41 a
	s.	156 a	82 a	63 ab	24 ab	18 a	38 ab
	u.	145 a	89 a	58 b	23 b	18 a	36 b
18.10.	p.	166 a	89 a	75 a	27 a	19 a	45 a
	s.	150 ab	80 a	70 b	26 b	18 a	43 ab
	u.	136 b	74 a	61 c	25 b	18 a	40 b

⁽¹⁾ = Kerner + stilk *Kernel + shank.*

p. = Startgødning, 30 N + 60 P placeret ved såsæden.
Fertilizer placement near the seeds, 30 kg N + 60 kg P per ha.

s. = Startgødning, 30 N + 60 P blandet i jord.

Broadcasted fertilizer application, 30 kg N + 60 kg P per ha.

u. = Ubehandlet. *Untreated.*

Resultater mærket med samme bogstav er ikke signifikant forskellige på over 5% niveau, ifølge Duncan-testen.
Means with a letter in common are not significantly different at the 0.05 probability level, according to Duncan-test.

Table 5. Korrelation mellem morfologiske, fysiologiske karakterer og sorterens modningsgrad, (FAO-skala mellem 190 og 290).
Correlation between morphologic, physiologic characters and maize genotypes' maturity class, (FAO-scale class 190–290).

Bestemmelsesdato <i>Measurements-date</i>	Antal blade <i>Leaf number</i>	Plantehøjde <i>Plant height cm</i>	Antal skud <i>Number of shoots</i>	Antal blomsterstande <i>Number of inflorescences</i>
5. 6.1979	-0,10	-0,10		
3. 6.1980	-0,44**	-0,09		
24. 6.1979	-0,07	-0,14	0,04	
27. 6.1980	-0,17	0,05	0,01	
9. 7.1979	-0,09	-0,22*	0,04	
12. 7.1980	0,04	0,08	-0,30	
30. 7.1979	0,04	-0,32**		-0,54**
30. 7.1980	0,32**	0,24		-0,62**
20. 8.1979	0,56**	-0,31**		-
20. 8.1980	0,79*	0,06		-0,28*

* = Signifikansniveau på over 95%. *Significant at 0.05% probability.*

** = Signifikansniveau på over 99%. *Significant at 0.01% probability.*

variation i buskningen. 30% af planterne havde i 1979 ét eller flere sideskud mod 5% i 1980.

– Blomstringen (hanblomstring) startede 10 uger efter såning den 29. juli i 1979 og den 22. juli i 1980. Den tidlige såning i 1980 var årsagen til dette. Planterne i forsøgsleddene med startgødning, enten placeret eller udstrøet, begyndte at blomstre 2 til 4 dage før end i ubehandlet. Disse resultater, bekræfter teorien om, at optimale ernæringstilstande fremmer dannelsen af blomstanlægget (*Murdock et al.*, 1962). Sen såning eller andre forhold, der er medvirkende til forsinkelse af modning, kan i nogen grad afhjælpes ved placering af gødning. Tidlige sorter blomstrede ca. 6 dage før end sildige. Ved 50% blomstring var korrelationskoefficienten mellem antallet af planter i blomstring og sorterens modningsgrad på 0,56 (tabel 5), dvs. en lavere korrelationskoefficient end den, der rapporteredes for antallet af blade.

Diskussion

I Danmark er vækstsæsonen kort, og vejret er

ustabil og uegnet for majs i maj og oktober. Udbredelsen af majsdyrkning stiller majsforældre og -dyrkere over for spørgsmålet om, hvordan sommersæsonen kan udnyttes bedst muligt, således at afgrøden kan opnå en modning, der muliggør et kvalitativt og kvantitativt tilfredsstillende udbytte, inden frosten sætter ind. Problemet søges løst dels genetisk, dvs. ved fremstilling af linjer, der kan fuldføre deres livscyklus inden for kort tid eller ved lav temperatur, dels ved hjælp af dyrkningsmæssige foranstaltninger. Den genetiske plasticitet hos majs, har gjort det muligt at skabe linjer, som selv i mellemnordlige områder kan fuldføre deres livscyklus i løbet af 90–100 dage. Det må derfor antages, at genetikken vil være én af vejene frem, når det drejer sig om at finde sorter, der er velegnede til dyrkning under danske forhold. De sorter, som den danske landmand i dag kan vælge mellem, er ikke tidlige nok til, at de kan nå op på et rimeligt tørstofindhold i kolben før frosten. Hvis optimale dyrkningsbetingelser ikke er til stede, kan afgrøden være mindre velegnet til ensilering pga. lavt indhold af tørstof.

Konklusioner

Hverken tidlige eller mellemtidlige sorter kunne nå en biologisk udvikling, således at tørstofindlejringen i kolben kunne tilendebringes. Konsekvensen blev, at der ikke kunne registreres nogen forskel mellem tidlige og mellemtidlige sorter, hvad angik udbytte af tørstof. Derimod var der forskel på tørstofprocenten og mængden i kolben. Da perioden august-oktober, dvs. perioden fra blomstring til høst, ikke var tilstrækkelig lang til, at indlejningsprocessen kunne afsluttes, ville det være ønskeligt at finde højtydende sorter, der blomstrer tidligere, og har en kortere indlejringstid end de nuværende. Så længe sorter, der imødekommer de ovennævnte krav, ikke findes, må opmærksomheden fæstes på dyrkningsmetoder, der kan afhjælpe de diskuterede mangler. Startgødning havde en positiv effekt.

Erkendtlighed

Arbejdet blev igangsat som led i et licentiatstudium ved Afd. f. Landbrugets Plantekultur (KVL). En komplet beskrivelse af hele arbejdet med bl.a. optagelse af N, P og K i planterne og simulering af majsvekst er affattet i en licentiatafhandling, som kan rekvireres ved henvendelse til ovennævnte afdeling. Mange personer inden for og uden for Landbohøjskolen har vist projektet stor velvilje, men en særlig tak rettes til lektor *Olav Stølen* for inspiration og gode råd under hele arbejdet og til forstander *Poul Rasmussen* for opfordring til at offentliggøre resultaterne.

Litteratur

- Alberda, T.* (1969): The effect of low temperature on dry matter production, chlorophyll concentration and photosynthesis of maize plants of different ages. *Act. bot. neerlandica* 18, 39-49.
- Aldrich, S. R.* (1943): Maturity measurements in corn and an indication that grain development continues after premature cutting. *J. Am. Soc. Agron.* 35, 667-680.
- Aldrich, S. R., Scott, W. O. & Lang, E. R.* (1975): Modern crop production. 2nd Edition. Illinois, USA. A. and L. Publications.
- Arnou, I.* (1975): Mineral nutrition of maize. A.p. 165. Bern-Worblaufen, Switzerland. Int. Potash Inst.
- Barber, S. A.* (1977): Application of phosphate fertilizers: methods, rates and time of application in relation to the phosphorus status of soils. *Phosphorus in Agriculture* 70, 109-115.
- Bunting, E. S.* (1968): The influence of date of sowing on development and yield of maize in England. *J. Agric. Sci.*, 71, 117-125.
- Bunting, E. S.* (1978): Agronomic and physiological factors affecting forage maize production. In *E. S. Bunting et al.* (eds.): *Forage Maize, Production and Utilization*, 57-85.
- Burris, J. S. & Navratil, R. J.* (1979): Relationship between laboratory cold-test methods and field emergence in maize inbreds. *Agron. J.* 71, 985-988.
- Byers, J. H., Kendall, K. A. & Ormiston, E. E.* (1965): Feeding value of dwarf corn silage compared with corn and hybrid sorghum silage. *J. Dairy Sci.* 48, 203-205.
- Carr, M. K. V.* (1977): The influence of temperature on the development and yield of maize in Britain. *Ann. Appl. Biol.* 87, 261-266.
- Carr, M. K. V. & Hough, M. N.* (1978): The influence of climate on maize production in North-Western Europe. In *E. S. Bunting et al.* (eds.): *Forage Maize, Production and Utilization*. Chapter 2.
- Carson, E. W.* (1974): The plant root and its environment. University Press of Virginia.
- Cummins, D. G. & Burns, R. E.* (1969): Yield and quality of corn silage as influenced by harvest height. *Agron. J.* 62, 781-784.
- Derieux, M.* (1978): Étude de quelques facteurs d'adaptation du maïs aux conditions climatiques du Nord de la France. *Annales d'Amélioration de Plantes* 28, 529-566.
- Fisher, L. J., Logan, V. S., Donovan, L. S. & Carson, R. B.* (1968): Factors influencing dry matter intake and utilization of corn silage by lactating cows. *Can. J. Anim. Sci.* 48, 207-214.
- Flengmark, P.* (1982): Inddeling af majs sorter i tidlighedsklasser. Statens Planteavlsforsøg, Meddelelse nr. 1665.
- Fox, R. L. & Kang, B. T.* (1978): Influence of phosphorus fertilizer placement and fertilization rate on maize nutrition. *Soil Sci.* 42, 34-40.
- Gregersen, A. K.* (1982): Vanding af majs 1976-1980. *Tidsskr. Planteavl* 86, 427-436.
- Hemken, R. W., Clark, N. A., Goering, H. K. & Vandersall, J. H.* (1971): Nutritive value of corn silage as influenced by grain content. *J. Dairy Sci.* 54, 383-389.
- Huber, J. T., Graf, G. C. & Engel, R. W.* (1963): The effect of stage of maturity on the nutritive value of corn silage. *J. Dairy Sci.* 46, 617 (Abstract).
- Huffmann, C. F. & Duncan, C. W.* (1956): Comparison of silages made from field corn (Ohio M.15) and silage corn (Eureka) for milk production. *J. Dairy Sci.* 39, 998-1005.

- Højmark, J. V. (1977): Startgødning og stigende mængder kvælstof ved dyrkning af majs til ensilering. Statens Planteavlsforsøg, Meddelelse nr. 1336.
- Jacobsen, A. & Bentholt, B. R. (1983): Majssorter 1974-82. Planteavlsarbejdet i de landøkonomiske foreninger 1982, 228-231.
- Kali Briefe, febr. 1972.
- Kristensen, R. K. (1928): Ensileringsforsøg III. Tidsskr. Planteavl 34, 193-330.
- Köller, K. (1980): A warm seedbed for maize. F. Crop Abstr. 1981, 4327.
- Ludwig, J. W., Bunting, E. S. & Harper, J. L. (1957): The influence of the environment on seed and seedling mortality. III. The influence of aspect on maize germination. J. Ecol. 45, 205-224.
- Ludwig, J. W. & Harper, J. L. (1958): The influence of the environment on seed and seedling mortality. VIII. The influence of soil colour. J. Ecol. 46, 381-389.
- Lyngby, S. P. (1980): Såtidsforsøg med majs til ensilering. Statens Planteavlsforsøg, Meddelelse nr. 1533.
- McAllan, A. B. & Phipps, R. H. (1977): The effect of sample date and plant density on the carbohydrate content of forage maize and the changes that occurs on ensiling. J. Agric. Sci. 89, 589-597.
- McCullough, M. E. (1966): Parameters of ratio composition for efficient silage conservation for milk production. XVII International Dairy Congress. A. 93-96.
- M.A.F.F. (Ministry of Agriculture, Fisheries and Food) (1978): Fertilizer Recommendations. Bulletin no. 209. London HMSO.
- Mishustina, P. S. & Petrova, O. V. (1978): Physiological mechanisms of cold resistance of maize plants. F. Crop Abstr. 1979, 1546.
- Mock, J. J. & Skridla, W. H. (1978): Evaluation of maize plant introductions for cold tolerance. Euphytica 27, 27-32.
- Mock, J. J. & McNeill, M. J. (1979): Cold tolerance of maize inbred lines adapted to various latitudes in North America. Crop Sci. 19, 239-242.
- Möhr, P. J. & Dickinson, E. B. (1979): Mineral nutrition in maize, 26-32. In: Maize. Documenta Ciba Geigy Basle.
- Murdock, J. T., Stengel, P. J. & Doerch, R. E. (1962): How fertility level and balance can affect corn production. Better Crops With Plant Food 46, 16-21.
- Møller, E. & Augustinussen, J. E. (1976): Udbytte og kvalitet af grønmajs på forskellige udviklingstrin. Statens Planteavlsforsøg, Meddelelse nr. 1295.
- Møller, E., Augustinussen, J. E. & Thomsen, K. Vestergaard (1980): Majs til ensilering. Vækst, udbytte, kemisk sammensætning, fordøjelighed og foderværdi. 8. Beretning fra Fællesudvalget for Statens Planteavls- og Husdyrbrugsforsøg, 48 pp.
- Nordestgaard, A. (1980): Kombineret plantetætheds-, rækkeafstands- og kvælstofgødningsforsøg i majs til ensilering, 1974-78. Tidsskr. Planteavl 84, 457-478.
- Nozzolini, V. (1944): Vegetative development of inbred and hybrid maize. Iowa Agric. Exp. St. Res. Bull. 331, 376-399.
- Nozzolini, V. (1963): Il numero delle foglie quale indice della lunghezza del periodo vegetativo nel majs. Maydica 8, 34-71 (Supplemento 194).
- Pain, B. F. (1978): Nutritional requirements of forage maize. In E. S. Bunting et al. (eds.): Forage Maize, Production and Utilization. Chapter 4, 87-116.
- Pedersen, K. E. (1975-1982): Sorter af majs til grønhøst, 1972-1980. Statens Planteavlsforsøg, Meddelelser nr. 1237, 1310, 1368, 1447, 1511, 1565, 1650, 1678.
- Phipps, R. H. (1977): Studies on forage maize. Ph. D. Thesis University of Reading. U.K.
- Phipps, R. H. (1980): A review of the carbohydrate content and digestibility value of forage maize grown in the cold climatic conditions of the UK and their relevance to animal production. In W. G. Pollmer and R. H. P. Phipps (eds.): Improvement of quality traits of maize for grain and silage use. EEC-Commission. 291-313.
- Russell, E. W. (1973): Soil condition and plant growth. 10th Edition. Longmann. 403 and 573-576.
- Schulte, E. E. (1982): Soil and water. Crop and Soil Magazine. March 1982, 19-22.
- Smith, P. E. & Owens, M. H. (1964): Germinating and sprouting responses of the tomato at low temperatures. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 84, 480-484.
- Stake, P. E., Owens, M. J., Schingoethe, D. J. & Voelker, H. H. (1973): Comparative feeding value of high sugar male sterile and regular dent corn silages. J. Dairy Sci. 56, 1439-1444.
- Stamp, P. (1979): Pigment contents and activities of photosynthetic enzymes in the leaves of young maize, in relation to the temperature at grain ripening. Z. Acker- und Pflanzenbau 148, 230-238.
- Statistical Analysis System (SAS) (1979): A user's guide to SAS-79. SAS Institute Inc.
- Struik, P. C. (1983a): The effects of switches in photoperiod on crop morphology, production pattern and quality of forage maize (*Zea mays* L.) under field conditions. Mededelingen Landbouwhogeschool, Wageningen. Nederland, 83-2. 27 pp.
- Struik, P. C. (1983b): Effect of temperature on development, dry-matter production, dry-matter distribution and quality of forage maize (*Zea mays* L.). An analysis. Mededelingen Landbouwhogeschool, Wageningen. Nederland. 83-3.
- Thomsen, K. Vestergaard (1977): Foderværdi af helsæd, majs. Statens Husdyrbrugsforsøg, Meddelelse nr. 171.

Tiley, G. (1979): Fertilizers for maize. Is there a case for placement? F. Crop Abstr. 88.

Verité, R. & Journet, M. (1975): Feeding of dairy cows with maize silage: effects of the type of silage, level of energy, feeding and nature of nitrogen supplement. 1. Milk production. Ann. Zootechnik 24, 95-107.

White, R. P., Winter, K. A. & Kunelius, H. T. (1976): Yield and quality of silage corn as affected by frost and harvesting date. Can. J. Pl. Sci. 56, 481-486.

Wiseman, H. G., Kane, E. A., Shinn, L. A., & Cary, C. A. (1938): The carotene content of market hays and corn silage. J. Agric. Res. 57, 635-669.

Manuskript modtaget den 7. november 1983.