

# Vervroeging van maïs door bodembedekkende folie en uitplanten

*Effect of plastic mulch or planting on the development and yield of maize*

H.M.G. van der Werf en H. Hoek, PAGV

In de gematigde klimaatzone bereikt maïs later dan andere gewassen een *leaf area index* (LAI) waarbij een (bijna) volledige lichtonderschepping mogelijk is. Vaak gebeurt dit pas wanneer de gemiddelde globale straling per dag al weer afneemt. Vervroeging van het tijdstip waarop een gesloten gewas bereikt wordt maakt hogere opbrengsten mogelijk.

In dit artikel worden de resultaten van onderzoek naar toepassing van transparante, bodembedekkende plastic folie en uitplanten van maïs beschreven. Doel van het onderzoek was vast te stellen wat onder Nederlandse omstandigheden de invloed van beide teeltwijzen is op de opbrengst en kwaliteit van de hele plant- en kolfopbrengst van maïs. Deze gegevens zijn onontbeerlijk bij het beoordelen van de economische haalbaarheid van beide teeltvervroegingstechnieken.

De snelheid van kieming en begingroei bij maïs zijn sterk temperatuurafhankelijk. Het is de temperatuur van de groeipunt van de maïsplant die de ontwikkelingssnelheid bepaalt. Aangezien dit groeipunt zich aanvankelijk onder het maaiveld bevindt, is de bodemtemperatuur in eerste instantie bepalend voor de snelheid waarmee de bladeren tevoorschijn komen. Het moment waarop de groeipunt boven het maaiveld komt, valt ongeveer samen met het verschijnen van het zesde blad.

Bodembedekking met transparante plastic folie leidt tot een verhoging van de bodemtemperatuur. Hogere bodemtemperaturen versnellen de ontwikkeling van het gewas, hetgeen tot een voorsprong in lengtegroei en LAI leidt. Er vindt eveneens een vervroeging plaats van de bloeidatum en de afrijping.

Het effect van bodembedekking met transparante folie op de opbrengst van maïs is in een groot aantal

proeven onderzocht. Werminghausen et al. (1983) geven een overzicht van onderzoek naar toepassing van plastic folie bij snijmaïs (120 proeven) en korrelmaïs (107 proeven) op verschillende plaatsen in Duitsland in de jaren 1980 tot en met 1982. De gemiddelde opbrengstverhoging bedroeg 3,9 ton drogestof per ha voor snijmaïs en voor korrelmaïs 1,7 ton korrel (14% vocht) per ha. Voor snijmaïs bleek dat de opbrengstverhoging relatief en absoluut groter was op hoger gelegen (koudere) proeflocaties. Bij korrelmaïs bleek de opbrengstverhoging door gebruik van plastic groter te zijn naarmate latere rassen gebruikt werden.

Uit de resultaten van 20 proeven met korrelmaïs in Frankrijk blijkt dat bij gebruik van plastic folie in korrelmaïs een gemiddelde opbrengstverhoging van 1,4 ton korrel (14% vocht) per ha behaald is. Mathieu (1988) presenteert de resultaten van 23 proeven met snijmaïs in Frankrijk. Gebruik van plastic folie in snijmaïs bij een voor het gebied normaal ras of bij een wat later ras verhoogde de drogestofopbrengst gemiddeld met respectievelijk 3,4 en 3,6 ton per ha; het drogestofpercentage was gemiddeld met respectievelijk 5,9 en 4,7 verhoogd. Wanneer een voor het betreffende gebied gebruikelijk ras zonder plastic werd vergeleken met een wat later ras onder plastic bedroeg de opbrengstverhoging gemiddeld 4,6 ton drogestof per ha en lag het drogestofpercentage 4,0 hoger. Aanbevolen wordt het plastic alleen toe te passen op percelen waar vaak een te laag drogestofpercentage van de plant bereikt wordt.

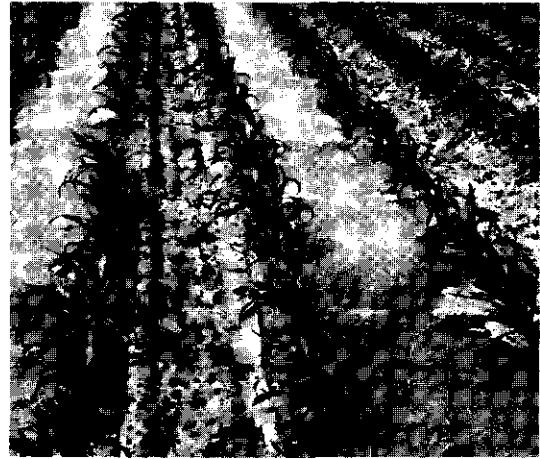
In Nederland is weinig onderzoek uitgevoerd naar teeltvervroeging van maïs met transparante folie. Sibma (1977) bedekte de gewasrijen gedurende een maand vanaf zaaien met plastic tunnels. Gemiddeld over drie proeven leidde toepassing van folie tot een verhoging van de drogestofopbrengst van de hele

plant en van de kolf met respectievelijk 2,8 en 2,3 ton per ha. Struik (1983a) paste in twee proeven transparante, bodembedekkende folie toe. Dit resulteerde in gemiddelde toenames van de drogestofopbrengst van de hele plant en de kolf van respectievelijk 2,7 en 1,8 ton per ha.

Het uitplanten van tevoren in een kas opgekweekte maïsplanten kan, net als bodembedekking met transparante folie, tot een aanzienlijke vervroeging leiden van het tijdstip waarop een gesloten gewas bereikt wordt. Planten van maïs leidt tot een hogere opbrengst en een hoger drogestofpercentage van met name de kolf. Bij toepassing van deze techniek bereiken ook late, meer produktieve rassen nog een voldoende rijpheid van de kolf. Scheffer (1985; 1987) vergeleek gedurende vier jaar een voor de betreffende streek gangbaar korrelmaïsras dat eind april gezaaid werd met een later ras dat 20 mei geplant werd. De geplante maïs leverde gemiddeld 2,4 ton korrel (14% vocht) meer op dan de gezaaide maïs. Het bleek bovendien mogelijk voorafgaande aan de plantmaïs een gewas snijrogge te verbouwen dat 5 tot 6 ton drogestof/ha opleverde.

Eerder onderzoek wees uit dat de opbrengst van de te planten maïs sterk afhankelijk was van het tijdstip van uitzaaien in de kas. Uitzaai in de kas rond 20 april bleek optimaal, vroeger zaaien leidde als gevolg van de kortere dagen tot een sterk vervroegd gewas (minder bladeren per plant, minder korrels per kolf) hetgeen resulteerde in een lagere opbrengst (Scheffer, 1982a). Kunstmatig verlengen van de dag tijdens de opkweek in de kas bleek deze opbrengstdepressie grotendeels ongedaan te maken (Scheffer, 1982b).

De meningen lopen uiteen over de economische haalbaarheid van het planten van maïs. Scheffer (1987) berekent voor zijn prototype plantsysteem meerkosten ten opzichte van zaaien van DM 1000,-/ha. Hij gaat er van uit dat deze meerkosten volledig goedgemaakt kunnen worden door de opbrengst van het wintergewas. Struzina en Schulz (1987) berekenen bij gebruik van momenteel in de handel verkrijgbare plantmachines en plantgoed meerkosten ten opzichte van zaaien van DM 4000,- tot DM 5000,- per ha.



Hogere drogestofopbrengsten door bodembedekking met folie.

*Plastic mulching resulted in higher dry matter yields.*

## Materialen en methoden

Vijf veldproeven zijn uitgevoerd over een periode van drie jaar op twee proeflocaties. Op beide proeflocaties waren bewortelingsdiepte en grondwaterstand zodanig dat het optreden van vochtgebrek uitgesloten mag worden. Tabel 82 geeft een overzicht van een aantal algemene proefgegevens. Tabel 83 toont neerslag- en temperatuurgegevens van nabij de proeven gelegen registratiepunten. De bemesting was op alle proefvelden voldoende hoog om nutriëntengebrek uit te sluiten. Het onkruid is op alle proefvelden chemisch bestreden door een bespuiting met atrazin kort voor zaaien. Wanneer ondanks deze ingreep onkruid voorkwam, dan is dat met de hand verwijderd.

In Lelystad is in 1985, 1986 en 1987 een factoriële blokkenproef in zes herhalingen uitgevoerd. De proeffactoren waren:

- ras: Clipper, een vroeg ras of Dea, een laat ras;
- zaaiwijze: met een normale pneumatische zaaimachine of onder plastic met een speciaal daarvoor geschikte zaaimachine;
- fosfaatbemesting: 0 of 160 kg  $P_2O_5$ /ha breedwerpig toegediend.

In Heino is in 1985 en 1986 een gewarde blokken-

**Tabel 82.** Algemene gegevens per proef.**Table 82.** General data.

jaar	plaats	bodetype	aantal pl/m <sup>2</sup>	datum		
				eerste zaai	tweede zaai	oogst
1985	Lelystad	zavel	6,9	1 mei <sup>1)</sup>	-	18 oktober
	Wijhe	beekeerd	8,0 <sup>2)</sup>	6 mei	31 mei	18 oktober
1986	Lelystad	zavel	8,5	9 mei	-	6 november
	Wijhe	beekeerd	9,5 <sup>3)</sup>	14 mei	4 juni	22 oktober
1987	Lelystad	zavel	8,5	24 april	-	22 oktober

1) Dea met plastic werd op 9 mei gezaaid.

2) Het plantgetal van de laatgezaaide Clipper was 7,0 per m<sup>2</sup>.

3) Het plantgetal van de laatgezaaide Clipper met plastic was 7,0 per m<sup>2</sup>.

**Tabel 83.** Meteorologische gegevens over de periode van mei tot en met oktober.**Table 83.** Meteorological data from May up to October inclusive.

jaar	plaats	gem. temperatuur, °C		som globale straling, kJ/cm <sup>2</sup>		neerslagsom, mm	
		mei en juni	juli t/m okt.	mei en juni	juli t/m okt.	mei en juni	juli t/m okt.
1985	Lelystad <sup>1)</sup>	14,0	13,7	93,9	138,3	158,0	255,4
	Wijhe <sup>2)</sup>	14,4	14,3	-	-	203,2	179,9
1986	Lelystad <sup>1)</sup>	14,2	13,2	116,0	153,5	78,2	239,6
	Wijhe <sup>2)</sup>	14,0	13,6	-	-	120,9	240,8
1987	Lelystad <sup>1)</sup>	11,3	14,2	88,1	142,1	180,9	580,3
gemiddeld		13,6	13,8	99,3	144,6	148,2	299,2
1951-1980 De Bilt		13,7	14,3	108	147	124	300
1951-1980 Eelde		13,1	13,8	110	152	121	306

1. Gegevens Minderhoudhoeve Swifterbant, circa 8 km van het proefveld.

2. Gegevens ROC Aver Heino, circa 10 km van het proefveld.

proef in vier herhalingen uitgevoerd. In deze proef is net als in de proef in Lelystad het effect van bodembedekking met transparante folie onderzocht bij de rassen Clipper en Dea bij tijdige zaai. Bovendien is het effect van folie onderzocht bij het ras Clipper wanneer dit eind mei/begin juni gezaaid werd. Tenslotte is in deze proeven ook het effect van het planten van maïs onderzocht. In Heino was de fosfaatbemesting geen proeffactor. In tegenstelling tot de proeven in Lelystad is in de proeven in Heino aan de met de normale zaaimachine gezaaide maïs een rijenbemesting van 50 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per ha gegeven.

Op beide proefplaatsen is de maïs onder plastic gezaaid met een speciale vierrijige zaaimachine die

twee stroken plastic van 130 cm breed neerlegt. De buitenste 20 cm aan weerszijden van de stroken is vastgelegd in de grond, zodat bovengronds twee 90 cm brede stroken met plastic bedekt zaaibed aanwezig waren. Per strook zijn twee rijen maïs gezaaid, met rijenafstanden van telkens 75 cm. De zaaibekken prikten een gat door het plastic en brachten het zaad op circa 5 cm diepte in de bodem. De gebruikte folie was 0,012 mm dik en bestond uit polyethyleen dat door blootstelling aan het licht instabiel wordt en afbreekt.

De geplante maïs was gezaaid in vierkante plastic potjes waarin 90 cm<sup>3</sup> potgrond zat. In 1985 is gezaaid in de kas op 23 april, in 1986 op 18 april. De

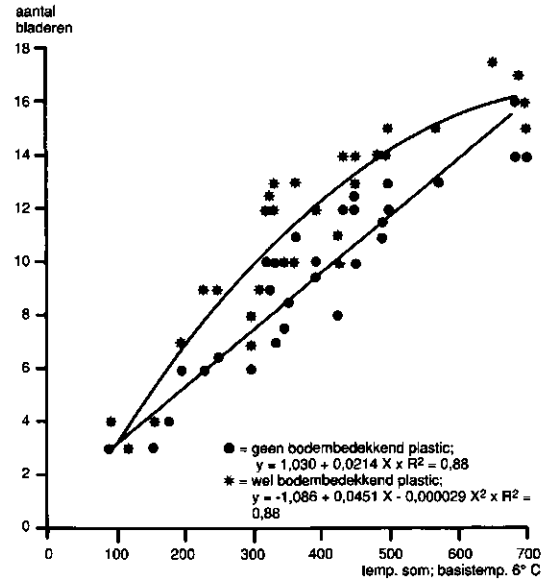
maïs is opgekweekt bij een gemiddelde temperatuur van circa 16,5°C. Ook de daglengte was opgenomen als proeffactor; in beide jaren is de helft van de planten blootgesteld aan een daglengte van 24 uur. In beide jaren is de maïs geplant op 13 mei, wanneer het vijfde blad zichtbaar werd. Alle gewassen zijn enkele weken na opkomst gedund tot de in tabel 82 aangegeven plantgetallen.

## Resultaten

De uitkomsten van de vijf veldproeven zijn samengevat in de tabellen 84, 85 en 86. In geen van de in Lelystad uitgevoerde proeven waren significante effecten van de factor fosfaatbemesting aanwezig, de gegevens zijn daarom weergegeven als gemiddelden van beide fosfaatsniveaus.

Bodembedekking met transparante folie heeft de snelheid waarmee de bladeren verschijnen doen toenemen. Tussen de beide rassen was hierin geen consistent verschil. Figuur 20 laat zien dat bij een temperatuursom vanaf zaai van 400 bij de maïs onder plastic circa 2,3 bladeren meer zichtbaar waren. Ook de lengtegroei van de maïs werd bevorderd door folietoepassing. In de loop van juli waren de gewassen waarin folie was toegepast gemiddeld 50 cm langer. Bodembedekking met plastic resulteerde bij Clipper en Dea in een gemiddelde vervroeging van de bloeidatum met respectievelijk 8 en 8,5 dagen. De temperatuursom (basistemperatuur 6°C) benodigd van zaai tot bloei was geringer wanneer bodembedekkend plastic werd gebruikt. Deze vermindering bedroeg 78 voor Clipper en 95 voor Dea (tabel 87). Bij beide rassen bleek de spreiding in de waarden van de temperatuursom tussen zaai en bloei geringer wanneer bodembedekkend plastic werd toegepast.

Bij de oogst resulteerde de vervroeging als gevolg van het gebruik van plastic in hogere drogestofpercentages van plant en kolf, waarbij de rassen verschillend reageerden. Wanneer de laat gezaaide Clipper in Wijhe buiten beschouwing wordt gelaten, bedroeg de toename van het drogestofpercentage van de plant onder invloed van plastic 3,7 bij Clipper en 5,0 bij Dea. Voor het drogestofpercentage van de kolf was deze



**Fig. 20.** Het verband tussen de temperatuursom vanaf zaaien (basistemperatuur 6°C) en het aantal bladeren (tot en met het laatste blad dat nog boven de bladtrechter zichtbaar is).

**Fig. 20.** *The relationship between accumulated heat units from planting (base temperature 6°C) and the number of leaves (up to and including the last leaf emerging from the whorl).*

toename respectievelijk 5,6 en 8,5 (tabel 84). Gemiddeld heeft toepassing van transparant bodembedekkend plastic de hele plant- en kolfopbrengst van het ras Dea met respectievelijk 2,6 en 2,1 ton drogestof per ha verhoogd. Bij het ras Clipper (vroeggezaaid) waren deze toenames vrijwel half zo groot (tabel 84). Wanneer geen bodembedekkend plastic werd gebruikt, bleef de hele plant- en kolfopbrengst van Dea respectievelijk 0,3 en 0,6 ton ds/ha achter bij die van Clipper. Wanneer wel bodembedekkend plastic gebruikt werd, was de hele plant- en kolfopbrengst van Dea respectievelijk 0,9 en 0,4 ton hoger dan die van Clipper (tabel 84). De opbrengsttoenames door plastic lagen bij de laat gezaaide Clipper wat onder die behaald bij het ras Dea (tabel 85). De laatgezaaide (31 mei in 1985, 4 juni in 1986) maïs onder plastic deed wat betreft de

**Tabel 84.** De invloed van bodembedekking<sup>1)</sup> met transparant plastic op drogestofopbrengsten en -gehalten van een vroeg en een laat maïsras.

**Table 84.** The effect of a transparant plastic mulch on dry matter yields and dry matter contents of an early and a late variety of maize.

jaar	plaats	ton ds plant/ha				ton ds kolf/ha				ds% plant				ds% kolf			
		Dea		Clipper		Dea		Clipper		Dea		Clipper		Dea		Clipper	
		+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
1985	Lelystad	17,8	15,2	16,8	15,2	9,5	7,8	8,5	7,9	31,4	28,3	34,0	31,7	49,6	45,2	54,8	50,8
	Wijhe	10,7	8,1	11,0	9,5	6,1	4,4	6,1	5,1	37,8	29,5	37,5	32,2	53,1	44,6	52,9	48,7
1986	Lelystad	18,8	16,9	17,3	16,0	9,7	7,5	9,2	8,0	35,2	31,6	37,5	34,4	50,5	45,1	54,7	50,4
	Wijhe	15,4	11,5	13,6	12,8	6,6	3,4	6,1	4,6	29,5	24,6	29,0	26,0	48,9	34,1	49,6	41,2
1987	Lelystad	14,6	12,7	14,2	12,7	7,3	5,4	7,1	5,9	27,4	22,4	30,6	25,7	48,4	39,0	52,3	45,4
gemiddeld		15,5	12,9	14,6	13,2	7,8	5,7	7,4	6,3	32,3	27,3	33,7	30,0	50,1	41,6	52,9	47,3

1) + : plastic aanwezig - : geen plastic

**Tabel 85.** De invloed van bodembedekking<sup>1)</sup> met transparant plastic op drogestofopbrengsten en -gehalten van begin juni gezaaide maïs<sup>2)</sup>; ras Clipper.

**Table 85.** The effect of a transparant plastic mulch on dry matter yields and dry matter contents of maize sown in the beginning of June; variety Clipper.

jaar	plaats	ton ds plant/ha			ton ds kolf/ha			ds% plant			ds% kolf		
		vroeg		laat	vroeg		laat	vroeg		laat	vroeg		laat
		-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-
1985	Wijhe	9,5	9,1	6,4	5,1	3,3	1,6	32,2	22,5	19,2	48,7	32,1	21,9
1986	Wijhe	12,8	12,9	10,8	4,6	4,8	2,9	26,0	24,3	21,8	41,2	43,1	30,1

1) + : plastic aanwezig - : geen plastic

2) De exacte zaaidata zijn vermeld in tabel 82

**Tabel 86.** Drogestofopbrengsten en -gehalten van geplante maïs in vergelijking met gezaaide maïs.

**Table 86.** Dry matter yields and contents of planted maize compared to those of sown maize.

jaar	plaats	ton ds plant/ha			ton ds kolf/ha			ds% plant			ds% kolf		
		Z	PLD	PND	Z	PLD	PND	Z	PLD	PND	Z	PLD	PND
1985	Wijhe	9,5	12,6	11,9	5,1	8,0	7,4	32,2	38,2	38,8	48,7	54,1	52,6
1986	Wijhe	12,8	10,0	8,7	4,6	6,6	6,1	26,0	38,7	39,7	41,2	55,9	54,9
gemiddeld		11,2	11,3	10,3	4,9	7,3	6,8	29,1	38,5	39,3	45,0	55,0	53,8

1) Z : Clipper, zonder plastic, begin mei gezaaid.

PLD: Dea, geplant, lange dag (24 uur).

PND: Dea, geplant, normale daglengte.

**Tabel 87.** Temperatuursommen (basistemperatuur 6°C) van zaai<sup>1)</sup> tot bloei.  
**Table 87.** Accumulated heat units (base temperature 6°C) from planting to silking.

jaar	plaats	ras:	Dea		Clipper	
			+	-	+	-
1985	Lelystad		714	811	706	763
1986	Lelystad		729	780	681	739
	Wijhe		730	846	720	807
1987	Lelystad		746	861	700	810
gemiddelde			730	825	702	780
standaardafwijking			13,1	36,3	16,2	34,6

1) + : plastic aanwezig - : geen plastic

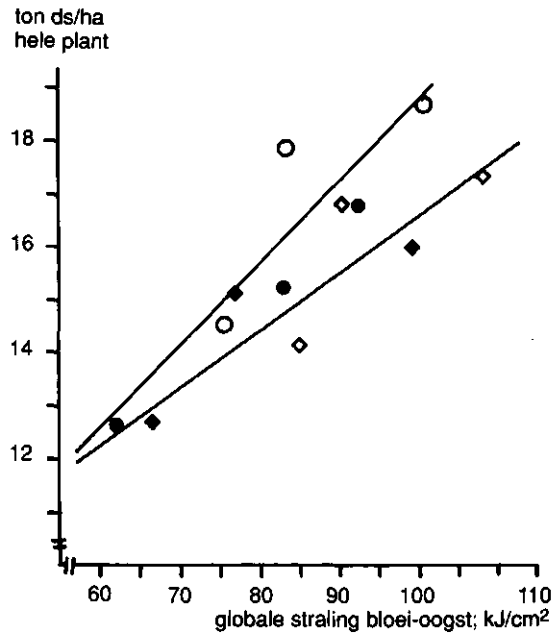
drogestofopbrengst van de hele plant nauwelijks onder voor de tijd (6 mei in 1985 en 14 mei in 1986) gezaaide maïs zonder plastic. De kolfopbrengst van de laatgezaaide maïs onder plastic bleef in 1985 echter sterk achter bij die van de tijdig gezaaide maïs zonder plastic (tabel 85).

Voor Dea, Clipper en laatgezaaide Clipper bestond de toename van de drogestofopbrengst onder invloed van bodembedekkend plastic voor respectievelijk 83, 81 en 76% uit kolf (tabel 84 en 85).

In figuur 21 is de drogestofopbrengst van de hele plant uitgezet tegen de som van de globale straling van de bloei tot de oogst. De gegevens van de proeven in Wijhe zijn hierbij niet gebruikt omdat daarvoor geen stralingsgegevens beschikbaar waren. De met plastic vervoegde gewassen blijken zich in deze niet van de zonder plastic verbouwde gewassen te onderscheiden. Met name wanneer veel straling aanwezig was, lag de opbrengst van het ras Dea boven die van het ras Clipper.

Folietoepassing deed het VEM-gehalte in de drogestof met gemiddeld 9 eenheden stijgen, waarbij geen sprake was van duidelijke rasverschillen. In drie van de vijf proeven trad legering van betekenis op. Clipper legerde telkens veel meer dan Dea. Toepassing van plastic folie verminderde in alle drie de proeven de legering van Clipper. De legering van het ras Dea werd niet significant beïnvloed door de aanwezigheid van plastic folie.

Na eenmalig verbouwen van maïs met bodembedekkend transparant plastic in Lelystad bleken plas-



bodembedekkend plastic:

- met } ras: Dea R<sup>2</sup> = 0,87
- zonder } Y = 3,343 + 0,1543X
- ◇ met } ras: Clipper R<sup>2</sup> = 0,80
- ◆ zonder } Y = 5,747 + 0,1086X

**Fig. 21.** Het verband tussen de som van de globale straling tussen bloei en oogst en de drogestofopbrengst van de plant, in Lelystad.

**Fig. 21.** The relationship of the sum of global radiation between silking and harvest and yield of the plant, at Lelystad.

ticresten gedurende meerdere jaren nog het zaaien van volggewassen te bemoeilijken. Vermoedelijk gaat het hierbij vooral om de ingegraven delen van het plastic, die niet aan licht worden blootgesteld en slecht blijken af te breken.

Uitplanten van eerder in de kas opgekweekte maïs leidde tot een gewas dat ten opzichte van direct in het veld gezaaide maïs zeer vroeg was. Zowel wat betreft de opbrengst van de hele plant als wat betreft de kolfopbrengst overtrof de bij lange dag opgekweekte maïs de bij normale dag opgekweekte maïs. De bij lange dag opgekweekte Dea bracht gemiddeld 2,4 en 3,4 ton ds per ha aan kolf meer op dan respectievelijk de gezaaide Clipper en Dea. Ten opzichte van Clipper en Dea onder plastic lag de drogestofopbrengst aan kolf van de bij lange dag opgekweekte Dea gemiddeld respectievelijk 1,2 en 0,9 ton per ha hoger (tabellen 84 en 86).

In 1985 was het VEM-gehalte van de geplante maïs ongeveer gelijk aan dat van de gezaaide maïs. In 1986 lag het circa 90 eenheden hoger.

In 1986 trad bij de gezaaide Dea 21% legering op, bij de geplante Dea was legering geheel afwezig.

## Discussie

Toepassing van bodembedekkende folie resulteerde in een snellere gewasontwikkeling; in juli waren 2,3 bladeren meer aanwezig. Resultaten van Sibma (1987) tonen dat een maïsgewas gemiddeld in de eerste helft van juli een vrijwel volledige lichtonderschepping bereikt. Verder valt uit zijn berekeningen af te leiden dat een voorsprong van 2,3 bladeren in juli bij een gemiddeld temperatuurverloop ongeveer overeenkomt met een tijdsbestek van ruim 11 dagen. Dit komt goed overeen met de gegevens van Sibma (1977) die vond dat bedekking van de gewasrij met plastic tunnels resulteerde in een vervroeging van het tijdstip waarop een gesloten gewas bereikt werd met ongeveer 10 dagen. Analoog aan Sibma (1977) kan de opbrengstverhoging die verwacht mag worden van een dergelijke vervroeging berekend worden. Uitgaande van een netto groei van een gesloten maïsgewas van 200 tot 250 kg ds per ha per dag zou een vervroeging van het tijdstip

waarop een gesloten gewas bereikt wordt met 11 dagen een opbrengstverhoging van 2,2 tot 2,75 ton drogestof per ha op moeten leveren. Toepassing van folie bij Dea en bij de laatgezaaide Clipper leidde in deze proeven inderdaad tot opbrengstverhogingen van een dergelijke orde (tabellen 84 en 85). Bij het ras Clipper werden telkens geringere opbrengstverhogingen gerealiseerd. Ook in Duitsland (Werminghausen et al, 1983) en Frankrijk (Matthieu, 1988) is vastgesteld dat toepassing van plastic folie bij een laat ras tot een grotere opbrengstverhoging leidt dan bij een vroeg ras. Voor de in deze proeven gevonden verschillen tussen Clipper en Dea lijken twee oorzaken aan te wijzen. Toepassing van plastic folie leidde bij Dea tot grotere vervroeging van het bloeitijdstip (tabel 87) en toename van het drogestofpercentage van de hele plant bij de oogst (tabel 84) dan bij Clipper. Bovendien bleek Dea in de periode na de bloei, met name bij grote stralingssommen, zonlicht efficiënter in drogestof om te zetten dan Clipper (figuur 21). Dit zou het gevolg kunnen zijn van het feit dat een laat ras in het algemeen gedurende een langere periode een functionerend groen bladapparaat behoudt dan een vroeg ras (Barrière et Gay, 1984).

Uit de literatuur blijkt dat toepassing van bodembedekkend plastic niet alleen een vervroeging bewerkstelligt van het tijdstip waarop een gesloten gewas bereikt wordt, maar ook tot een groter bladoppervlak per plant en een groter aantal korrels per kolf kan leiden. Deze beide laatste factoren zouden op zich opbrengstverhogend kunnen werken. In de hier beschreven proeven zijn geen waarnemingen ten aanzien van bladoppervlak of aantal korrels per kolf gedaan.

Figuur 21 toont dat de hele plantopbrengst voornamelijk afhankelijk was van het ras en van de hoeveelheid straling na de bloei, de aan- of afwezigheid van bodembedekkend plastic bleek in deze geen rol te spelen. Hieruit mag geconcludeerd worden dat de opbrengstverhogingen als gevolg van bodembedekking met transparante folie volledig of vrijwel volledig het gevolg zijn geweest van de vervroeging van het tijdstip waarop een gesloten gewas bereikt werd. Zowel de uitkomsten van Sibma (1977) en Struik (1983a) als de resultaten van het hier

beschreven onderzoek lijken er op te wijzen dat toepassing van bodembedekkende folie in Nederland tot geringere verhogingen van de hele plantopbrengst leidt dan in Duitsland (Werminghausen et al., 1983) en in Frankrijk (Matthieu, 1988). Mogelijk resulteerde folietoepassing in Frankrijk en Duitsland in een grotere vervroeging van het tijdstip waarop een gesloten gewas bereikt werd. Hierover zijn echter geen gegevens voorhanden. De in Nederland bereikte verhogingen van de kolfopbrengst door toepassing van plastic folie liggen rond de 2 ton/ha. Dit geldt ook voor het hier beschreven onderzoek wat betreft het ras Dea. De gemiddeld in Duitsland en Frankrijk met plastic bereikte verhogingen van de korrelopbrengst (14% vocht) liggen op 1,7 en 1,4 ton per ha. De in Nederland behaalde resultaten wijzen er op dat gewasvervroeging met plastic vooral tot een hogere kolfopbrengst leidt. Waarom dit in Duitsland en Frankrijk anders ligt is vooralsnog niet duidelijk.

Uitplanten van maïs heeft in beide proefjaren tot een sterke verhoging van de kolfopbrengst geleid. De grootte van de opbrengstverhoging komt goed overeen met de in Duitsland behaalde resultaten (Scheffer, 1985; 1987). Ook bleek een kunstmatige verlenging van de daglichtperiode tijdens de opkweek een positief effect op de opbrengst te hebben.

## Conclusies

Toepassing van transparante, bodembedekkende folie leidde bij het ras Dea tot opbrengstverhogingen van hele plant en kolf van gemiddeld respectievelijk 2,6 en 2,1 ton ds per ha. Bij het ras Clipper waren de toenames van de opbrengst ongeveer half zo groot. Ten opzichte van Clipper zonder plastic lag de hele plant- en kolfopbrengst van Dea met plastic gemiddeld respectievelijk 2,3 en 1,5 ton ds/ha hoger. De bij Dea behaalde opbrengstverhogingen komen goed overeen met de resultaten van eerder in Nederland uitgevoerd onderzoek. Toepassing van plastic folie leidde in Duitsland en Frankrijk tot grotere toenames van de opbrengst van de hele plant (3,5 tot 4,5 ton ds/ha) en tot enigszins gerin-

gere toenames van de korrelopbrengst (1,4 tot 1,7 ton ds/ha) dan in Nederland. Gezien de hoge extra kosten ten opzichte van normaal zaaien ( $\pm$  f 900,-/ha) zal toepassing van plastic folie voor snijmaïs niet rendabel zijn. Deze teeltechniek zal bovendien op praktijkschaal weinig kans maken zolang de afbraak van met name de ingegraven stroken plastic niet verbeterd is. Bij introductie van de teelt onder plastic in de praktijk in Nederland bleken de resten onverteerd plastic voor de meeste telers onaanvaardbaar. Uitplanten van maïs resulteerde in een sterke vervroeging en een forse (2,4 ton ds/ha) verhoging van de kolfopbrengst. Bij gebruik van de momenteel beschikbare technieken voor opkweken en uitplanten (kosten  $\pm$  f 5000,-/ha) is ook deze techniek niet rendabel.

## Samenvatting

Vervroeging van het tijdstip waarop een gesloten gewas bereikt wordt, kan bij maïs tot een aanzienlijke opbrengstverhoging leiden. In vijf veldproeven is de vervroegende invloed van transparante, bodembedekkende plastic folie bij een vroeg (Clipper) en een laat (Dea) maïsras onderzocht. In twee van deze proeven is ook het uitplanten van tot het vijfbladstadium in de kas opgekweekte maïsplanten onderzocht.

Bodembedekking met folie verhoogde het drogestofpercentage van de plant gemiddeld van 29 naar 33, het drogestofpercentage van de kolf werd verhoogd van 44 naar 57. De opbrengst van de hele plant en de kolf van het ras Dea werden verhoogd met gemiddeld respectievelijk 2,6 en 2,1 ton ds/ha. Bij het ras Clipper waren deze toenames vrijwel half zo groot. De bij Dea behaalde toenames van de drogestofopbrengst van de hele plant komen goed overeen met de resultaten van eerder in Nederland uitgevoerd onderzoek. Gezien de hoge meerkosten ten opzichte van normaal zaaien ( $\pm$  f 900,-) is deze techniek onder Nederlandse omstandigheden voor maïs niet rendabel. Plasticresten kunnen gedurende meerdere jaren problemen geven bij het zaaien van volggewassen.

Uitplanten van tevoren in de kas opgekweekte maïs



van het ras Dea verhoogde het drogestofpercentage van de plant ten opzichte van tijdig gezaaide maïs van 29 naar 39, het drogestofpercentage van de kolf werd verhoogd van 45 naar 55. De drogestofopbrengst van de hele plant van geplante maïs was gelijk aan die van gezaaide maïs, de drogestofopbrengst van de kolf werd verhoogd met 2,4 ton/ha door uitplanten.

Bij gebruik van de momenteel beschikbare technieken voor opkweken en uitplanten (kosten  $\pm f$  5000,-/ha), is ook deze techniek niet rendabel.

## Literatuur

- Andrew, R.H., Schlough, D.A. and G.H. Tenpas, 1976. Some relationships of a plastic mulch to sweet corn maturity. *Agron. J.*, 68, 422-425.
- Anonymus, 1985. Produire du maïs sous plastique. Informations techniques nr. 53, AGPM, Pau.
- Ballif, J.L. et P. Dutil, 1974. Utilisations de films plastiques photodégradables pour la culture du maïs en Champagne crayeuse. *C.R. Acad. Agric.* 60, 389-401.
- Barrière, Y. et J.P. Gay, 1984. Approche physiologique de la sénescence du maïs. In: "Physiologie du maïs". INRA, Paris, 355-365.
- Bonhomme, R., 1984. Mise en place des appareils foliaire et racinaire. In: "Physiologie du maïs". INRA, Paris, 63-85.
- Brouwer, R., A. Kleinendorst and J.T. Locher, 1970. Growth responses of maize plants to temperature. In: "Plant response to climatic factors", Uppsala, Unesco, 169-174.
- Cooper, P.J.M. and R. Law, 1978. Enhanced soil temperature during very early growth and its association with maize development and yield in the Highlands of Kenya. *J. agric. Sc. Camb.*, 89, 569-577.
- Iremiren, G.O. and G.M. Milbourn, 1979. The influence of soil temperatures as controlled by mulching on growth and development of maize. *Ann. appl. Biol.*, 91, 397-401.
- Liakatas, A., J.A. Clark and J.L. Monteith, 1986. Measurements of the heat balance under plastic mulches. *Agricultural and Forest Meteorology*, 36, 227-239.
- Mathieu, J., 1988. Paillage plastique du maïs: une technique à raisonner. Réponses Fourragères 1988, ITCF, 11-13.
- Scheffer, K., 1982a. Pflanzversuche mit Mais I. Ertrag und Wachstumsverlauf von mittelspätem Mais auf einen klimatischen Grenzstandort in Abhängigkeit von Aussattermin. *Kali-Briefe* 16, 111-122.
- Scheffer, K., 1982b. Pflanzversuche mit Mais II. Der Anbau von späten Sorten unter dem Einfluss einer künstlich verlängerten Photoperiode. *Kali-Briefe* 16, 123-138.
- Scheffer, K., 1985. Das Pflanzen von Mais. *Mais*, 13 (1), 10-13
- Scheffer, K., 1987. Lohnt sich das Pflanzen von Mais? *Mais*, 15 (3), 11-12.
- Sibma, L., 1977. Maximization of arable crop yields in the Netherlands. *Neth. J. agric. Sci.*, 25, 278-287.
- Sibma, L., 1987. Ontwikkeling en groei van maïs (*Zea mays* L.) onder Nederlandse omstandigheden. Pudoc, Wageningen.
- Sinoquet, H., E. Mignard et R. Bonhomme, 1987. Modélisation et potentialités du chauffage solaire des sols par paillage artificiel à la Guadeloupe. *Agronomie*, 7, 613-621.
- Struik, P.C., 1983a. Effect of temperature on development, dry matter production, dry matter distribution and quality of forage maize (*Zea mays* L.). An analysis. Mededelingen Landbouwhogeschool Wageningen, 83-3, 1-41.
- Struik, P.C., 1983b. The effect of short and long shading, applied during different stages of growth, on the development, productivity and quality of forage maize (*Zea mays* L.). *Neth. J. agric. Sci.* 31, 101-124.
- Struzina A., und Th. Schulz, 1987. Leistung und Kosten der Maispflanzung. *Mais* 15 (2), 54-56.
- Tollenaar, M., 1983. Potential vegetative productivity in Canada. *Can. J. Plant Sci.*, 63, 1-10.
- Werminghausen, B., H. Lang, H. Hildebrandt und H. Welling, 1983. Das Folienmulch-Saatverfahren bei Mais. *Mais*, 11 (4), 24-28.

## Summary

*Advancement of the moment at which a closed canopy is reached can lead to an important yield increase in maize. In five field trials the advancing effect of a transparent plastic mulch was tested for an early (Clipper) and a late (Dea) variety of maize. In two of these experiments, planting of maize of the*

variety Dea grown up till the five leaf stage in a greenhouse was tested as well.

Plastic mulch increased dry matter content of the plant on average from 29 to 33%, dry matter content of the ear was increased from 44 to 57%. Yields of the entire plant and of the ear of Dea were increased by 2.6 and 2.1 ton of dry matter per ha respectively on average. With Clipper yield increases were half as large. The increase in whole plant dry matter yield obtained with Dea corresponds well with results obtained in earlier experiments conducted in the Netherlands.

As a result of the high costs involved with this technique (f 900,-/ha more than conventional sowing) it is not financially worthwhile under Dutch circumstances. Furthermore, non-decomposed rests of plastic may cause problems with sowing during the following years.

Planting in the field of plants that had been raised in a greenhouse increased dry matter content of the plant in comparison to that of plants that had been sown from 29 to 39%, dry matter content of the ear was increased from 45 to 55%. Dry matter yield of the whole plant of planted maize was equal to that of sown maize, ear yield was increased by 2.4 ton of dry matter per ha as a result of planting.

At this moment costs for raising and planting maize are thus (f 5000,-/ha) that this technique is not economically worthwhile.