

deze proef, in het voorjaar, tot 13.5% uitgedund waren!

Dagelijkse schommelingen van het carvongehalte

De uitkomsten van het onderzoek naar mogelijke gehalteschommelingen gedurende de dag waren verrassend. Het blijkt dat zowel bij dille als bij karwij het gehalte aan etherische olie en carvon om drie uur 's middags het laagst, en om drie uur 's nachts het hoogst is. De invloed van het oogsttijdstip gedurende de dag is bovendien veel groter dan de invloed van de oogsttijd gedurende het beproefde oogsttraject (gedurende de afrijping). De minimum-maximum verschillen tijdens één etmaal bedragen voor carvon maar liefst 32%! Nader onderzoek zal het dagelijks verloop van het carvongehalte moeten bevestigen.

Perspectieven

De ervaringen met de teelt van dillezaad in de afgelopen vier jaar, en de vergelijking van dille en karwij in 1991 maken duidelijk dat dille wat betreft de productie van vluchtige olie en carvon goed kan concurreren met zowel de tweejarige als de eenjarige karwij. Voor de productie van carvon lijkt dille zondermeer perspectiefvol te zijn. Teeltechnisch biedt dille belangrijke voordelen boven tweejarige karwij. Een echte betrouwbare vergelijking tussen dille en tweejarige karwij heeft, vanwege het uitvriezen van de eenjarige karwij en de dille in de Groningse proef 1991, echter nog niet plaats-

gevonden. Met het echte teeltechnische onderzoek (vergelijking herkomsten/selecties, zaai- en oogsttijd, bemesting en dergelijke) in dille moet in feite nog een begin worden gemaakt. Ook het opbrengst- en gehalteverloop gedurende de afrijping en de gehalteschommelingen per etmaal moeten nader worden bestudeerd.

Dit artikel betreft dan ook geen afgesloten onderzoek, maar moet worden gezien als een melding van de eerste oriënterende, gunstige, onderzoeksresultaten met het gewas dille, in vergelijking met karwij.

Summary

For a period of three years (1988-1990), dill was grown for seed production on a semi-practical scale at the PAGV. It was found that dill could produce seed yields of more than 2000 kg/ha. It outyielded caraway considerably but the essential oil and carvone content proved to be somewhat lower. In two trials in 1991, the production of seed and essential oil of dill and caraway was tested. In spite of frost damage after emergence with considerable plant losses, dill produced higher seed yields and similar oil contents than caraway. This confirmed the potential of dill for carvone production. During ripening and harvesting dill showed fewer differences in oil content than caraway. Both crops seemed to have a daily fluctuation of oil content, with a maximum at midnight. The research was carried out in close cooperation with the ATO-DLO institute in Wageningen, where all analyses took place.

De potentiële opbrengst van *Miscanthus sinensis* cv Giganteus in Nederland

*The potential yield of *Miscanthus sinensis* cv Giganteus in the Netherlands*

ing. H.M.G. van der Werf MSc, ir. W.J.M. Meijer, ing. E.W.J.M. Mathijssen, CABO-DLO, en dr.ir. A. Darwinkel, PAGV

Inleiding

Miscanthus sinensis, een uit Japan afkomstig overblijvend C₄ gras is in Nederland geïntroduceerd als siergewas. Ten onrechte wordt het ook wel olifantengras genoemd, wat echter een tropisch gras (*Penisetum purpureum*) is. De miscanthus-variëteit Giganteus die in Nederland gebruikt wordt, is triploïd

en wordt groter dan andere variëteiten. *Miscanthus* wordt al sinds enige jaren genoemd als een interessant energie- of vezelgewas voor Noordwest Europa. De variëteit Giganteus bloeit niet onder de klimaatomstandigheden van Noordwest Europa en wordt vermeerderd met behulp van rhizoomdelen of (micro)planten. Plantgetallen van 1 à 2 per m² zijn gebruikelijk. De gewasgroei begint in april en eindigt

doordat het gewas bevriest in het najaar. In de loop van de winter verliest het gewas zijn blad terwijl het droogt op het veld. Het gewas wordt geoogst aan het eind van de winter, wanneer het voldoende droog is om na afmaaien geperst te worden. Gegevens over de opbrengst van *Miscanthus* in Europa zijn schaars en beperken zich voornamelijk tot de twee jaren volgend op het jaar van planten (de zogenaamde vestigingsfase). Voor het tweede jaar (het jaar volgend op het jaar van planten) zijn opbrengsten van 7 tot 10 ton drogestof per ha gemeten. Voor het derde jaar is een drogestof-opbrengst van 15 ton per ha vastgesteld. Na het derde jaar is het gewas volledig gevestigd en worden potentiële drogestofopbrengsten van 30 tot 40 ton per ha genoemd; na tien jaar zouden de opbrengsten terug gaan lopen.

Onder gunstige omstandigheden (geen ziekten, geen gebrek aan water of mineralen) neemt de drogestofproductie van veel gewassen evenredig toe met de hoeveelheid licht die door het gewas onderschept is. Gewassen verschillen wat betreft de efficiëntie waarmee ze licht in drogestof omzetten als gevolg van verschillen in de gewasfotosynthesesnelheid of in de samenstelling van de drogestof. De opbrengst van een gewas kan beschreven worden als:

$$O = L \times E \times A$$

Daarbij is L de totale hoeveelheid door het gewas onderschept licht, E de efficiëntie waarmee licht in bovengrondse drogestof is omgezet en A het aandeel van de bovengrondse drogestof dat geoogst wordt. Voor energie- en voedergrassen wordt vrijwel alle bovengrondse drogestof geoogst en hangt de opbrengst (O) vooral af van L en E.

Miscanthus is hier vergeleken met snijmaïs. De gewaseigenschappen en het opbrengstniveau van snijmaïs in Nederland zijn bekend. Zowel *Miscanthus* als snijmaïs zijn C₄ grassen, beiden houden

een groen bladapparaat tot aan het einde van het groeiseizoen en van beide gewassen wordt vrijwel alle bovengrondse drogestof geoogst. De voor *Miscanthus* geclaimde opbrengsten liggen ver boven de opbrengsten die met maïs behaald worden. Dit zou het gevolg kunnen zijn van een langere groei-duur van *Miscanthus* (grotere L) of van een grotere efficiëntie waarmee het gewas licht in drogestof omzet (grotere E).

Het doel van het hier beschreven onderzoek was vast te stellen hoeveel licht een *Miscanthus*-gewas onder Nederlandse omstandigheden opvangt en met welke efficiëntie het gewas dit licht omzet in drogestof. Met deze gegevens kan dan de potentiële drogestofopbrengst van *Miscanthus* in Nederland berekend worden en vergeleken worden met de opbrengst van snijmaïs, een C₄ gras waarvan de produktiviteit in Nederland reeds bekend is.

Materiaal en methoden

De gewaswaarnemingen zijn uitgevoerd in 1991 in ter Apel op zandgrond. Het *Miscanthus*-gewas (cv *Giganteus*) was geplant op 12 april 1988, rijenafstand 75 cm, afstand in de rij 65 cm. Op 3 april 1991 was de bovengrondse drogestof die de drie voorafgaande jaren gegroeid was, afgemaaid en verwijderd. Kort daarna werd 30 m³ varkens-drijfmest per ha toegediend.

Het veld was 12,75 meter (17 rijen) breed en 70 meter lang. In de twee buitenste rijen werden geen waarnemingen verricht. Een 45 meter lang deel van de 13 overige rijen was in zes blokken van gelijke afmetingen verdeeld. Op elk van de vijf oogstdata werd in elk van de zes blokken een veldje van 0,75 bij 1,95 meter (met daarop drie planten) geoogst. De oogstveldjes waren minstens 1,5 meter van elkaar verwijderd. Bij de oogst werd het vers gewicht en het

Tabel 105. Gewasparameters van *Miscanthus sinensis* cv *Giganteus* in ter Apel in 1991.

datum	aantal levende spruiten per m ²	fractie licht-onderschepping	bovengrondse drogestof (ton per ha)	aandeel stengels in bovengrondse drogestof (%)
22 mei	87	0,21	0,5	67
12 juni	82	0,69	2,0	56
3 juli	76	0,95	5,6	64
15 augustus	57	0,99	19,2	77
7 oktober	41	0,99	21,8	73

aantal levende spruiten per plant vastgesteld; dode spruiten werden niet geoogst. Een monster van tien spruiten werd apart gewogen en gescheiden in stengel en niet ontvouwen blad, ontvouwen groen blad en geel of dood blad. Van elk van deze fracties werd het droog-gewicht bepaald. De gegevens betreffende maïs zijn ontleend aan beregeningsproeven die in 1985 en 1986 door het PAGV (Ouwkerk en Drenth) in Renkum zijn uitgevoerd met het ras Vivia.

De temperatuursommen zijn berekend op basis van minimum en maximum dagtemperaturen van nabijgelegen weerstations. Voor maïs werd de temperatuursom berekend vanaf opkomst en werd een basistemperatuur van 6°C gebruikt. Voor miscanthus werd geen basistemperatuur gebruikt en werd de temperatuursom berekend vanaf 22 april, de datum waarop de spruiten waren afgevroren en de groei weer opnieuw begon.

Resultaten en discussie

De eerste miscanthus-spruiten kwamen begin april op. Op 22 april voren alle spruiten als gevolg van nachtvorst af. Op 7 oktober was de bovengrondse drogestofopbrengst 21,8 ton per ha, daarvan was 16 ton stengel, 3,4 ton groen blad en 2,4 ton dood blad dat nog aan de stengel zat (tabel 105). Het aantal

levende spruiten per m² was afgenomen van 87 op 22 mei tot 41 op 7 oktober (tabel 105).

Maïs en miscanthus verschilden niet wat betreft de efficiëntie waarmee ze het licht dat ze onderscheppen omzetten in bovengrondse drogestof (figuur 33). Voor beide gewassen was het goed mogelijk om de toename van de fractie van het invallende licht dat door het gewas onderscheept werd te beschrijven met behulp van een temperatuursom (figuur 34). De fractie onderscheept licht bereikte 0,95 voor maïs en 0,99 voor miscanthus; voor beide gewassen bleef het op dit niveau tot oktober.

Een eenvoudig gewasgroeimodel, gebaseerd op de vergelijking $O = L \times E$ is gebruikt om de bovengrondse drogestofopbrengst van miscanthus en snijmaïs uit te rekenen voor een situatie waarin geen gebrek aan water of mineralen optreedt. Voor de berekening zijn gemiddelde temperatuur- en lichtgegevens van De Bilt (1951-1980) gebruikt. Voor beide gewassen is dezelfde waarde gebruikt voor E (figuur 33), de efficiëntie waarmee het gewas licht in drogestof omzet. De toename van de fractie onderscheept licht werd beschreven op basis van de temperatuur (figuur 34). Voor miscanthus werd de temperatuursom berekend vanaf 27 april, wat gemiddeld de laatste voorjaarsvorsttag in De Bilt is. Voor maïs werd de temperatuursom berekend vanaf opkomst; deze is gesteld op 11 mei, hetgeen onder

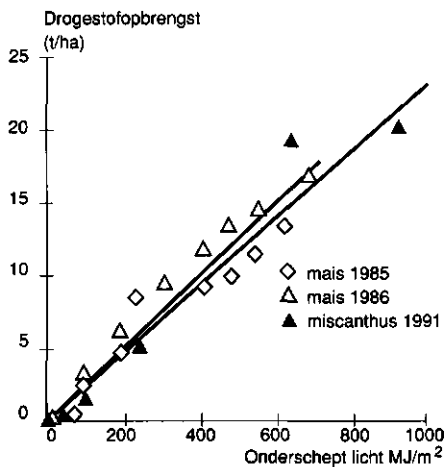


Fig. 33. De relatie tussen de door het gewas onderschepte hoeveelheid licht en de bovengrondse drogestofproductie van twee maïsgewassen (1985 en 1986) en van een miscanthusgewas in 1991.

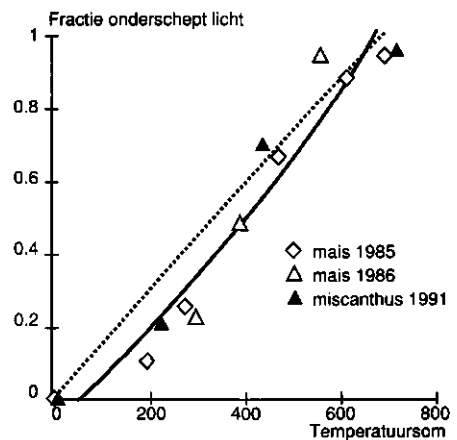


Fig. 34. De relatie tussen de fractie van het invallende licht die door het gewas onderscheept werd en een temperatuursom voor twee maïsgewassen (1985 en 1986, basistemperatuur 6°C) en een miscanthusgewas (1991, basistemperatuur 0°C).

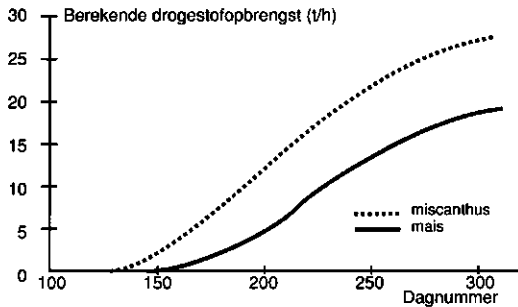


Fig. 35. Het verloop van de drogestofopbrengst van een miscanthusgewas en een maïs-gewas berekend voor de gemiddelde (1951-1980) weersgegevens van De Bilt.

gemiddelde omstandigheden overeenkomt met zaaien op 27 april. Voor beide gewassen is de drogestofproductie gedurende het groeiseizoen berekend tot 2 november, wat gemiddeld de eerste najaarsvorst dag in De Bilt is.

De modelberekeningen laten zien dat een fractie onderschept licht van 0,95 op 19 juni wordt bereikt door miscanthus en op 26 juli door snijmaïs. Op 2 oktober, wanneer snijmaïs meestal wordt geoogst, bedraagt de met het model berekende drogestofopbrengst voor snijmaïs en miscanthus respectievelijk 16,6 en 24,9 ton per ha (figuur 35).

Op grond van de in 1991 verzamelde gegevens lijkt de potentiële drogestofopbrengst van een miscanthus-gewas dat de vestigingsfase achter de rug heeft veel hoger dan die van snijmaïs. De hogere opbrengst van miscanthus is niet het gevolg van een grotere efficiëntie waarmee het gewas licht in drogestof omzet, maar van de grotere hoeveelheid licht die miscanthus in de loop van het groeiseizoen onderschept. Miscanthus onderschept vooral meer licht omdat het gewas 37 dagen eerder sluit dan maïs; bovendien onderschept een gesloten miscanthus-gewas 99% van het opvallende licht, terwijl maïs meestal niet meer dan 95% van het opvallende licht onderschept.

Op basis van de hier gepresenteerde experimentele gegevens en data uit de literatuur kan een eerste schatting van het opbrengstpotentieel van miscanthus in Nederland gemaakt worden. Voor het jaar van planten zal de opbrengst nihil zijn, voor het tweede en derde jaar respectievelijk 7 en 15 ton drogestof per ha en voor daaropvolgende jaren 25 ton per ha. Voor een teeltduur van tien jaar levert dit

een gemiddelde opbrengst van 19,7 ton per ha per jaar op. Bij een matige vochtvoorziening zal de opbrengst van een gewas na de vestigingsfase geen 25 maar 20 of 15 ton per ha bedragen.

Conclusies en perspectieven

De groei van miscanthus gaat in het voorjaar vlot van start; het gewas blijft tot het eind van het groeiseizoen groen. Hierdoor wordt veel licht onderschept, waardoor het gewas in Nederland een bovengrondse drogestofopbrengst van 25 ton per ha per jaar kan behalen na de vestigingsfase (de eerste drie jaar). De efficiëntie waarmee het gewas licht in drogestof omzet, komt overeen met die van snijmaïs, het enige andere C_4 gewas dat momenteel in Nederland verbouwd wordt.

Miscanthus zou een veelbelovend nieuw gewas kunnen zijn. De Nederlandse akkerbouwers zoeken nieuwe gewassen; sommige akkerbouwers gaan zo ver dat ze bomen op hun land planten. Miscanthus zou een aantrekkelijke optie kunnen vormen "halverwege" tussen de teelt van eenjarige gewassen en de verbouw van bomen. De teeltduur van miscanthus is korter dan die van bomen (tien in plaats van 15 of 20 jaar) en na de vestigingsfase van het gewas wordt er jaarlijks geoogst, terwijl bij bomen de oogst pas aan het eind van de teelt plaatsvindt. Bovendien zal het na de teelt van miscanthus gemakkelijker zijn om de bodem weer voor eenjarige gewassen geschikt te maken dan na de teelt van bomen.

De intensieve teelt van met name tweezaadlobbige rooivruchten heeft op veel bodems tot ziekteproblemen geleid; een tienjarige teelt van miscanthus zal de bodemgezondheid ten goede komen.

Al met al lijkt miscanthus vele interessante mogelijkheden te bieden die een uitgebreid onderzoek naar het potentieel van dit gewas voor de Nederlandse akkerbouw rechtvaardigen.

Literatuur

Van der Werf, H.M.G., W.J.M. Meijer, E.W.J.M. Mathijssen en A. Darwinkel. Potential dry matter yield of *Miscanthus sinensis* in the Netherlands. *Industrial Crops and Products* (1992), vol. 2-3.

Dankbetuiging

We danken de heer A. H. Drenth voor het beschikbaar stellen van het miscanthus-veld voor dit onderzoek.