



# **Teelthandleiding Miscanthus Giganteus (Olifantsgras)**

*Auteur: Filip Baecke*

*Datum: December 2019*

# GROWING A GreenFuture



Agrodome



Delphy

KdG  
Karel de Grote  
Hogeschool



Rusthoeve  
AIKC



ILVO

## Voorwoord

Het project 'Growing a green future' heeft als doel om bij te dragen aan de overgang van een economie die draait op fossiele grondstoffen naar een economie met biomassa als grondstof. Het streven is om biomassa (landbouwgewassen) te gebruiken voor onder andere inhoudsstoffen, chemicaliën en bouwmaterialen, zodat het gebruik van fossiele grondstoffen beperkt kan worden. De transitie naar een biobaseerde economie is een langdurig proces waar komende generaties nog aan moeten werken.

Binnen het project werken 10 partners samen aan het zoeken naar nieuwe toepassingen binnen de biobased economy.



## Inhoudsopgave

Voorwoord.....	2
Inhoudsopgave.....	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.
<b>1. Inleiding .....</b>	<b>5</b>
1.1 Doelstelling .....	5
1.2 Miscanthus Giganteus: een introductie .....	5
1.3 Groeicyclus .....	5
<b>2. Miscanthus plantkundig &amp; genetisch .....</b>	<b>6</b>
<b>3. Omstandigheden, propagatie &amp; aanplant voor Miscanthus .....</b>	<b>7</b>
3.1 Miscanthus randvoorwaarden aanplant .....	7
3.1.1 Keuze teeltlocatie – Omgeving.....	7
3.1.2 Gronden.....	8
3.1.3 Temperatuur .....	8
3.1.4 Waterbehoefte.....	8
3.2 Propagatie door middel van rhizomen .....	8
3.2.1 Vochtgehalte grond .....	9
3.2.2 Opslagomstandigheden rhizomen .....	9
3.2.3 Formaat van de rhizomen .....	10
3.3 De aanplant van Miscanthus .....	10
3.3.1 Grondvoorbereiding .....	10
3.3.2 Levering en opslag rhizomen .....	11
3.3.3 Plantmachines .....	11
3.3.4 De aanplant - timing, plantdiepte, plantdichtheid en opkomst .....	11
3.3.5 Aanplant na matige opkomst.....	12
<b>4. Teeltmanagement.....</b>	<b>13</b>
4.1 Onkruidbeheersing .....	13
4.2 Bemestingsbehoefte .....	13
4.3 Ziekten en plagen .....	14
4.4 Niet invasief gewas .....	15
<b>5. Oogst &amp; opbrengsten.....</b>	<b>15</b>



5.1 Het oogstseizoen	15
5.2 Oogstmethodieken	15
5.3 Opbrengsten	16
6. Opslag van de oogst.....	17
7. Tijdschema Miscanthus teelt.....	18
8. Biodiversiteit.....	19

## Bronnen



## 1. Inleiding

### 1.1 Doelstelling

De doelstelling van deze teelthandleiding is om op basis van de huidige kennis vanuit (academisch) onderzoek onder meer in samenwerking met Delphy, onderzoek door Cradle Crops en de meerjarige ervaringen met de teelt van Miscanthus Giganteus een Teeltplan voor de teelt van Miscanthus Giganteus te vormen. De doelgroep zijn akkerbouwers of andere grondbezitters met een interesse in het gewas.

### 1.2 Miscanthus Giganteus: een introductie

Miscanthus Giganteus (Miscanthus) is een meerjarig C4 gewas welke oorspronkelijk uit oostelijk Azië afkomstig is. Vanwege het C4 genotype is Miscanthus in staat om grote hoeveelheden droge biomassa te vormen met een relatief lage bemestingsbehoefte. Het gewas kan een hoogte bereiken van circa 3,5 meter onder geschikte klimatologische omstandigheden.

In de jaren 80 zijn de eerste tests in Denemarken geïnitieerd met Miscanthus als energiegewas, waarna dit is overgenomen in Duitsland, Ierland en het Verenigd Koninkrijk als onderdeel van het JOULE project. Ondanks het biomassapotentieel werd er aanvankelijk getwijfeld aan de winterhardheid van het gewas, dit leidde tot een evaluatie van de Miscanthus types die het meest geschikt zouden zijn voor het Europese klimaat met als resultaat de huidige variëteit.

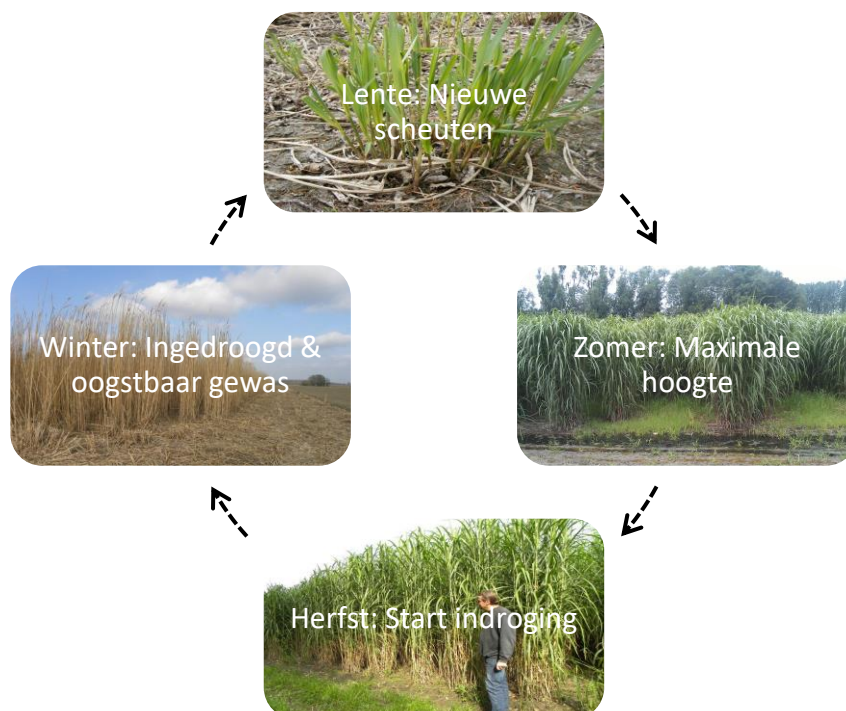
In 2007 is er door de Europese commissie een campagne gelanceerd met de naam “Renewable Energy Roadmap”, hierin zijn doelstellingen opgenomen betreffende het percentage duurzame energie in 2020, zijnde 20%. Deze politieke beslissing heeft grote invloed gehad op het Miscanthus areaal in Europa, met name in het Verenigd Koninkrijk. Hier wordt de geoogste Miscanthus voor het merendeel toegepast voor de opwekking van duurzame energie. In de overige landen waar Miscanthus wordt geteeld is de opwekking van duurzame energie ook populair, met als groot verschil dat het dan veelal om lokale initiatieven gaat.

### 1.3 Groeicyclus

De Miscanthus plant vormt jaarlijks nieuwe scheuten, deze komen doorgaans in april bovengronds. In het eerste jaar van aanplant bereiken de stengels in augustus een lengte van circa 1 – 1,5 meter met een diameter van circa 10 mm. De stengels lijken op bamboe, zijn doorgaans onvertakt en hebben een met merg gevulde kern. Vanaf het eerste jaar na aanplant zal het gewas zich uiteindelijk ontwikkelen tot het uiteindelijk een lengte van 3 - 3,5 meter kan bereiken, dit is echter ook afhankelijk van omstandigheden zoals bijvoorbeeld onkruidonderdrukking bij aanvang en grondkwaliteit.



Vanaf eind juli begint de plant van onderuit langzaam in te drogen, dit proces versneld in de herfst wanneer de nutriënten zich naar de rhizomen verplaatsen. Op dit moment vallen de bladeren op de bodem en wordt een dicht bladerdek gevormd. Mocht er nog sprake zijn van overgebleven gebladerte dan zal dit tijdens de vorst afsterven, gedurende de winter droogt het gewas verder in. Omstreeks februari zal er na het afvallen van de bladeren niet veel meer op het veld staan als de Miscanthus stengels, welke klaar zijn voor de oogst omstreeks maart – april. Wanneer de buitentemperatuur toeneemt wordt de groeicyclus herhaalt.



## 2. Miscanthus plantkundig & genetisch

Het geschatte aantal Miscanthus variëteiten was zeventien in 2004 (Jones, 2004). Hierin zijn de 3 hoofdvariëteiten: Miscanthus Sinensis, Miscanthus Sacchariflorus en Miscanthus giganteus. In de jaren '30 is Miscanthus giganteus (Miscanthus) vanuit Japan in Denemarken geïntroduceerd (Linde-Laursen, 1993). Deze variëteit is steriel en een hybride van Miscanthus Sacchariflorus en Miscanthus Sinensis.

Voor de akkerbouwer is de meest in het oog springende eigenschap van Miscanthus dat het een zogenaamd C4 gewas is. Dit leidt tot een hoge efficiëntie betreffende de omzetting van licht, water en nutriënten in biomassa. Ten opzichte van andere C4 gewassen heeft Miscanthus overigens een



hogere productiviteit bij relatief lage temperaturen. Wel moet hierbij vermeld worden dat vanwege de hoge productiviteit er voor een optimale oogst substantiële hoeveelheden water benodigd zijn (Walsh and McCarthy, 1998).

Vanuit de rhizomen worden door *Miscanthus* scheuten gevormd (Figuur 1) welke jaarlijks houtachtige stengels produceren. Het grootste gedeelte van de nutriënten welke de bovengrondse (vegetatieve) groei mogelijk maken keren bij de indroging van het gewas terug naar de rhizomen of blijven achter in de bladeren welke na de jaarlijkse indroging van het gewas op de grond zullen vallen.



Figuur 1: Ondergronds groeipatroon rhizomen.

De maximale hoogte van het gewas is ongeveer 4 meter en een stengel heeft ongeveer 12 – 14 internodia. Tijdens de overwintering verliest de stengel vaak een aantal van de bovenste internodia, waardoor de lengte van het gewas na overwintering vaak niet hoger is dan 3 meter (Scurlock, 1999).

*Miscanthus* heeft met een *maximum leaf area index* van ongeveer  $8\text{m}^2/\text{m}^2$  in de Europese laatzomer een relatief hoge waarde. In Amerikaans onderzoek werd zelfs geconstateerd dat de gemiddelde *leaf area index* van *Miscanthus* het dubbele was van de gemeten waarden in mais (Dohleman and Long, 2009). Dit geeft het gewas de mogelijkheid om tot laat in het seizoen te groeien.

## 3. Omstandigheden, propagatie & aanplant voor *Miscanthus*

### 3.1 *Miscanthus* randvoorwaarden aanplant

Zoals eveneens het geval is bij andere gewassen zijn voor een voorspoedige groei van het gewas de meest belangrijke factoren: zonneschijn, temperatuur en regenval. Hierbij kan in het algemeen gesteld worden dat op gronden waar mais het goed doet de *Miscanthus* ook zal presteren.

#### 3.1.1 Keuze teeltlocatie – Omgeving

Wat goed is om bij *Miscanthus* in het achterhoofd te houden, evenals bij andere meerjarige teelten, is dat de grond meerdere jaren in gebruik zal zijn en het wel 3,5 meter hoog kan worden. Het heeft



hiermee dus invloed op de aanwendbaarheid van de grond voor een langere periode en deze hoogte kan naast voordelen ook in ongewenste nadelen resulteren.

### **3.1.2 Gronden**

Van Miscanthus is bekend dat het redelijk tot zeer goed presteert op uiteenlopende grondtypes, dit van zandgronden tot kleigronden. Daarbij is het tolerant voor wat betreft het PH gehalte, er is wel sprake van een optimaal pH gehalte van 5,5 tot 7,5. Miscanthus wordt in het voorjaar geplant en geoogst daarom is het wel van belang dat de percelen in deze periode goed bereikbaar zijn.

### **3.1.3 Temperatuur**

Qua teeltgebieden lopen de mogelijkheden voor Miscanthus uiteen, wel is het zo dat fotosynthese niet plaats zal vinden in zeer lage temperaturen. Als richtlijn kan hierin worden aangehouden dat vanaf een temperatuur van 6 graden Celsius de plant actief zal zijn. Dit is lager dan de temperatuur van veel andere gewassen waaronder mais, hierdoor is het groeiseizoen van de teelt langer. Risico hierbij is vorst laat in de lente waardoor de eerste scheuten kunnen beschadigen.

### **3.1.4 Waterbehoefte**

Miscanthus heeft een diepwortelende en uitgebreide wortelstructuur, met haarwortels tot wel 2 meter diepte. Daarnaast heeft het gewas ook een behoorlijke bovengrondse structuur en een grote bladoppervlakte, dit leidt echter wel tot een grote transpiratiesnelheid.

Op basis van deze kenmerken kan gesteld worden dat Miscanthus een grotere transpiratiesnelheid heeft dan de traditionele rotatieteelten zoals in het Nederlands bouwplan. De beschikbaarheid van vocht is daarom punt van aandacht bij het bepalen van de aanplantlocaties, voldoende regenval en een vochthoudende grond zijn van belang.

Het is van belang dat de aanplant dusdanig voorbereid is dat er voldoende verkrumming van de grond is en deze goed aangedrukt is. Deze goede hechting zorgt voor vochtoverdracht.

De rhizoom dient ook op voldoende diepte geplant te zijn, deze plantdiepte bedraagt 5 – 10 cm.

Gedurende de groeiperiode wordt een neerslag van 700 – 900 mm als ideaal gezien. Bij minder neerslag zal dit een negatieve invloed op de opbrengsten hebben. Langdurige droge perioden kunnen leiden tot pauzering van de groei en mogelijk bladverlies. Wanneer er echter weer sprake is van regenval of irrigatie zal de Miscanthus zijn groei hervatten.

## **3.2 Propagatie door middel van rhizomen**

Vanwege de steriliteit wordt Miscanthus doorgaans vegetatief gereproduceerd door middel van de rhizomen. Op mechanische wijze worden de rhizomen geoogst met gespecialiseerde machines, hierbij dienen de rhizomen na de oogst zo snel mogelijk opgeslagen te worden om uitdroging te voorkomen.





### 3.2.1 Vochtgehalte grond

Door het Britse Department of Trade and Industry (DTI) is uitgebreid onderzoek gedaan naar de optimale omstandigheden om een zo hoog mogelijke opkomst van rhizomen te realiseren. Hieruit bleek dat optimalisatie van de rhizoomdeling bij een bodemvochtgehalte van rond de 50% ligt en dat bij een vochtpercentage van onder de 40% de rhizomen niet zullen uitlopen.

Vochtgehalte grond (%)	Gemiddeld aantal scheuten	Hoogte stengels (cm)	Droog gewicht van scheuten (g)
0	0	0	0
10	0	0	0
20	0	0	0
30	0	0	0
40	1,33	12,97	0,27
50	1,50	24,7	0,62
70	1,50	10,23	0,24

Tabel X: rhizoom opkomstpercentage en vigour bij diverse vochtgehalten van de grond

### 3.2.2 Opslagomstandigheden rhizomen

In hetzelfde onderzoek als aan gerefereerd in paragraaf X is tevens onderzoek gedaan naar het effect van opslagtemperatuur van de rhizomen op het opkomstpercentage. De resultaten hiervan zijn in tabel X terug te vinden. Zoals duidelijk zichtbaar kan het opkomstpercentage bij gekoelde opslag voor meerdere weken gegarandeerd worden.

Opslagtermijn (weken)	Opslagtemperatuur	
	Buitentemperatuur	3 - 5° C
0	94%	94%
2	67%	94%
4	17%	72%
6	6%	89%

Tabel X: effect van opslagtemperatuur op opkomstpercentage Miscanthus rhizomen

Uit dit onderzoek bleek tevens dat aanplant **binnen 4 uur** na het rooien of na het verplaatsen uit de gekoelde opslag optimaal is en dat het blootstellen van de rhizomen aan de buitentemperatuur voor maar een paar uur al een negatieve invloed kan hebben op het opkomstpercentage.

Onderzoekers van de Universiteit van Illinois hebben tevens geconstateerd dat de opslagtemperatuur cruciaal is, dit zelfs ten opzichte van het formaat van de rhizomen. Als optimum wordt een opslagtemperatuur van 4° Celsius gezien.



### **3.2.3 Formaat van de rhizomen**

Het formaat van *Miscanthus Giganteus* rhizomen varieert van het formaat van een duim tot het formaat van een vuist. Veelal hebben akkerbouwers het gevoel dat het formaat (gewicht) van de rhizoom van invloed is op het opkomstpercentage van de plant.

In de praktijk en vanuit de theorie blijkt echter dat het gewicht geen bepalende factor is in het opkomstpercentage. Zo is door Teagasc geconstateerd dat opkomstpercentages van meer dan 90% mogelijk zijn bij rhizomen ongeacht het gewicht maar met de voorwaarde dat deze tenminste 2 “ogen” hebben. Uit onderzoeken van de universiteit van Illinois bleek dat het gewicht van de rhizomen (20 – 100 gram) hier geen significante invloed op had evenals de plantdiepte (5 – 20 cm).

### **3.3 De aanplant van *Miscanthus***

Evenals bij andere teelten speelt de grondvoorbereiding een zeer grote rol bij het succesvol aanplanten van een perceel, bij *Miscanthus* is dit niet anders. Het is weliswaar een sterk en tolerant gewas maar om de teelt optimaal te laten renderen is de voorbereiding van de aanplant essentieel. Temeer omdat het gewas voor een 20-jarige periode wordt aangeplant. In deze teelthandleiding worden diverse mogelijkheden aangereikt, waarbij wij als Cradle Crops adviseren om voor de meest duurzame mogelijkheid te gaan.

#### **3.3.1 Grondvoorbereiding**

De grondvoorbereiding kan reeds in het jaar voor de aanplant beginnen afhankelijk van de grondsoort, in de herfst moet gedacht worden aan:

1. Een mechanische bewerking van de grond om onkruid te verwijderen, dit geniet vanuit duurzaamheidsoogpunt de voorkeur. Er zou eventueel ook gekozen kunnen worden voor toepassing van een breed werkende herbicide om onkruid te verwijderen;
2. Het ploegen van kleigronden voor de winter. Lichte gronden kunnen na de winter geploegd worden. Van belang is dat er in het voorjaar voldoende verkruiemeling gerealiseerd kan worden om een goede aansluiting te krijgen. Dit voorkomt uitdroging van de rhizomen in het geval van ongunstige weersomstandigheden;
3. Het vaststellen van de afwezigheid van ritnaalden, emelten en mottenlarven. Dit in het bijzonder na langdurig grasland of braakliggend land. Deze organismen brengen grote schade aan *Miscanthus* toe, bij aanwezigheid dient actie ondernomen te worden om een succesvolle aanplant niet in gevaar te brengen;

In het voorjaar (februari – april) dient alvorens kan worden overgegaan tot aanplant:

4. Een mechanische bewerking van de grond plaats te vinden in het geval van onkruiddruk, dit geniet vanuit duurzaamheidsoogpunt de voorkeur. Er zou eventueel ook gekozen kunnen worden voor toepassing van een herbicide om onkruid te verwijderen;
5. Afhankelijk van de verkruiemeling de grond geploegd te worden;



6. De grond met een rotorkoep (diepte van 10 centimeter) te worden bewerkt om een fijne bovenlaag te realiseren en daarmee een goede aansluiting voor de rhizomen. Bij voorkeur wordt de grond “zwart” opgeleverd.

### **3.3.2 Levering en opslag rhizomen**

Bij het aanplanten van Miscanthus kan er voor worden gekozen om de aanplant door Cradle Crops te laten verzorgen of om dit zelfstandig te realiseren. Zoals eerder benoemd, is het bij zelfstandig aanplanten van groot belang dat de rhizomen zo snel mogelijk na het afhaken worden geplant. Lange opslag doet de vitaliteit van de rhizomen geen goed. Mocht er desondanks toch worden besloten tot de opslag van de rhizomen doe dit dan gekoeld (<4°C) en draag er zorg voor dat de rhizomen gedurende de opslag vochtig zijn.

### **3.3.3 Plantmachines**

Vanwege het incurante en variabele formaat van de rhizomen zijn onconventionele machines nodig om tot een goed plantresultaat te komen. Er zijn overigens vooral in het Verenigd Koninkrijk initiatieven geweest betreffende de ontwikkeling van automatische plantmachines voor de Miscanthus teelt. In de praktijk blijken de plantresultaten van dergelijke machines achter te blijven bij semi manuele machines. Het feit dat Miscanthus eens in de 20 jaar geplant wordt speelt hierin echter ook een rol, de initiële kosten bleken hierdoor van minder groot belang.

Des te belangrijker bleken echter andere factoren, zoals dat:

1. Een Miscanthus plantmachine in staat dient te zijn om de grond na het laten “vallen” van de rhizoom goed aan te drukken om uitdroging te voorkomen;
2. De machine mag nergens “stropen” als gevolg van het incurante en variabele formaat van de rhizomen;
3. Er een optimale verdeling in het veld wordt gerealiseerd. Dit wordt ingegeven door het feit dat Miscanthus eens in de 20 jaar wordt geplant, een optimale verdeling zodat elke plant zich zo efficiënt mogelijk kan ontwikkelen is hierin van belang.

Met deze voorwaarden in het achterhoofd zijn door Cradle Crops en een machinebouwer plantmachines ontwikkeld die aan al deze eisen voldoen. Uiteraard is de plantsnelheid afhankelijk van de specifieke situatie maar doorgaans is dit 1/3 ha./uur.

### **3.3.4 De aanplant - timing, plantdiepte, plantdichtheid en opkomst**

De optimale plantperiode is omstreeks april, vanaf een temperatuur van 6 graden is de plant actief. Het voordeel van vroeg in het seizoen planten is dat de plant in het eerste jaar na aanplant voldoende tijd heeft om zich te ontwikkelen. Hiermee krijgt de plant de gelegenheid om de ondergrondse (rhizoom)massa te ontwikkelen en perioden van droogte dan wel vorst beter te doorstaan. Hierin schuilt echter wel het risico van te vroege aanplant, nog niet ontwikkelde rhizomen kunnen vorst slecht weerstaan.



Er wordt echter ook *Miscanthus* geteeld in Scandinavië en Centraal Europa waar de winters strenger zijn en daarmee het risico op vorstschade aan de onontwikkelde rhizomen groter is. De oplossing die hiervoor is gevonden is het vergroten van de plantdiepte tot 12 – 15 cm. (Nederland 5 -10 cm.).

Algemene uitspraken over de optimale plantdichtheid zijn lastig omdat de specifieke omstandigheden altijd in de overweging meegenomen dienen te worden. Uit de schattingen op basis van onderzoeken blijkt dit. Zo is de aanbeveling van Pude et al. (1997) dat de optimale plantdichtheid ligt tussen 1 – 2 planten/m<sup>2</sup>, dit terwijl Schwarz et al. (1995) een nog veel grotere marge van 1 – 4 planten/ m<sup>2</sup> neemt. Vanaf het 2<sup>e</sup> tot en met het 5<sup>e</sup> jaar na aanplant groeit het *Miscanthus* tonnage tot het uiteindelijke stabiele tonnage. Op basis van praktijkervaringen en metingen kan geconcludeerd worden dat er gedurende deze periode een tonnage voordeel bestaat bij het planten op een dichtheid groter dan 15.000 planten/ ha., dit zal echter niet opwegen tegen de hogere investeringslasten die hiermee gepaard gaan. Om deze reden adviseren wij om bij commerciële aanplant uit te gaan van een plantdichtheid van circa 15.000 rhizomen per hectare. In het geval de teler met de *Miscanthus* de biodiversiteit wil stimuleren kan er voor worden gekozen om deze plantdichtheid naar eigen inzicht te verlagen. Hiermee verminderd het dichte bladerdek van de *Miscanthus* en krijgen overige flora en fauna meer ruimte voor ontwikkeling. Hierbij is het wel van belang om de toepassing die voor het gewas bestaat voor ogen te houden, overige gewassen in het geogste materiaal kan tot “vervuiling” leiden voor toepassingen.

Vanuit de literatuur worden er hoge opkomstpercentages van 80% - 90% aangehaald, hierbij moet worden opgemerkt dat dit veelal wordt gerealiseerd in optimale omstandigheden. Omstandigheden die in de praktijk niet haalbaar zijn. Qua opkomstpercentage **kan 70% - 80%** als een goed werkbaar gemiddelde worden beschouwd.

### ***3.3.5 Aanplant na matige opkomst***

Als vuistregel kan worden aangehouden dat een aanplant van ten minste 1 plant per vierkante meter een voldoende dichtheid is. Mocht dit niet gerealiseerd zijn kan er voor worden gekozen om bij te poten in april. Of dit succes vol is hangt af van de ruimte rondom de nieuwe aanplant, des te groter deze ruimte des te meer ruimte de plant heeft zich te ontwikkelen.

Wij adviseren wel om voor dit bij planten 3<sup>e</sup> dan wel 4<sup>e</sup> jaar rhizomen te gebruiken in plaats van de 1-jarige rhizomen van de aanplant van het voorgaande jaar, de oudere rhizomen zijn vitaler.

Dit wel met de opmerking dat gaten in het gewas een positief effect zullen hebben op de biodiversiteit/ duurzaamheid in het gewas en een natuurlijke onderdrukking van schadelijke insecten, wat ook bevorderlijk kan werken voor omliggende percelen.



## 4. Teeltmanagement

### 4.1 Onkruidbeheersing

Wanneer Miscanthus ontwikkeld is vormt onkruid geen risico meer vanwege de snelle groei van het gewas, maar wanneer er in de eerste fase na aanplant onvoldoende ontwikkeling is als gevolg van veel onkruiddruk beperkt dit het potentieel van de teelt behoorlijk.

Het is met name van belang dat meerjarige en grasachtige gewassen verwijderd zijn voor aanplant zodat er eventueel “maismiddelen” toegepast kunnen worden, vanuit biodiversiteits-/duurzaamheidsoogpunt kan er echter beter worden gekozen voor de toepassing van mechanische onkruidonderdrukking.

Omwille van het stimuleren van de biodiversiteit kan er ook voor worden gekozen om bewust in een lagere dichtheid dan 15.000 planten per hectare aan te planten of een corridor aan te leggen. Als gevolg hiervan zal overige flora en fauna meer ruimte tot ontplooiing hebben.

Om onkruidbestrijding effectief toe te kunnen passen raden we overigens onkruidbestrijding af vanaf het moment dat de teelt een lengte van ten minste 1 meter heeft verkregen. In het voorjaar na aanplant is het van belang om scherp te zijn op de onkruidbestrijding. Evenals in het eerste jaar na aanplant geniet vanuit biodiversiteitsoogpunt de toepassing van mechanische onkruidbestrijding onze voorkeur.

Wanneer de doelstelling optimalisatie van het tonnage is en de onkruidbestrijding efficiënt wordt ingericht zal onkruidbestrijding vanaf dit 2<sup>e</sup> jaar niet langer nodig zijn. Dit enerzijds vanwege de bladval van de Miscanthus die een effectieve grondbedekking als gevolg heeft, anderzijds zorgt de snelle groei van het gewas ervoor dat er weinig licht op de grond zal vallen voor de ontwikkeling van andere flora. In het geval doelstelling optimalisatie van de biodiversiteit is kan er ook voor een mildere mechanische onkruidbestrijding ingezet worden. Het voordeel hiervan is tevens dat een SKAL certificering op een kortere termijn mogelijk zal zijn voor de teelt en een biologische grondstof op de markt geïntroduceerd kan worden!

### 4.2 Bemestingsbehoefte

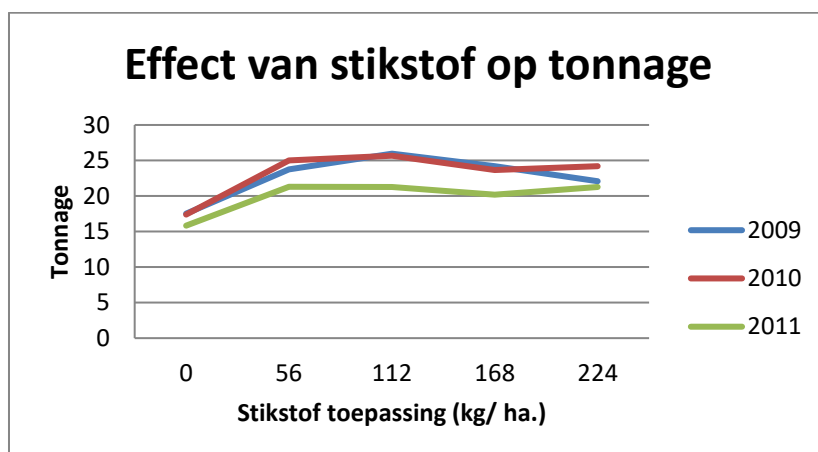
Om de bemestingsbehoefte laag te houden is het oogsttijdstip van belang, er wordt aangeraden om ten minste 2 weken na vorst te wachten om de plant de gelegenheid te geven de nutriënten naar de rhizomen te verplaatsen. Bijkomend voordeel is dat het vochtpercentage van de bovengrondse massa verder is gedaald wat de opslag- en toepassingsmogelijkheden bevordert.

In de loop van de jaren zijn er door meerdere organisaties onderzoeken gedaan naar de lange termijn bemestingsbehoefte van Miscanthus met zeer uiteenlopende resultaten. Enerzijds zijn er studies die een significante effect opmerken bij lange termijn onderzoek terwijl andere onderzoeken geen significante effecten opmerken. Een advies kan zijn om ten minste in het eerste jaar van aanplant



terughoudend te zijn met stikstof bemesting, dit zou de groei van onkruid sterker bevorderen dan de Miscanthus. Als een relatief jong gewas is het van belang om meer te weten te komen over het effect van diverse grondtypes in combinatie met diverse bemestingstypes, teeltmanagement activiteiten en het klimaat. Over een optimale bemesting kunnen dan ook geen uitspraken worden gedaan.

Samengevat is het van belang om over de lange termijn de opbrengsten van de teelt goed te monitoren en op basis hiervan bemesting toe te passen. Als er toch van wat algemeenheden uitgegaan moet worden kan er bijvoorbeeld worden gekeken naar *A review of European Miscanthus giganteus productivity* (Lewandowski et al., 2000) hierin wordt aangegeven dat een optimale stikstofbemesting 60kg N/ha. zou bedragen maar dat dit dan vooral het geval zou zijn op minder vruchtbare gronden. In Urbana (Illionois) is in de periode van 2009 – 2011 onderzoek gedaan naar de toepassing van stikstof en het effect op de opbrengsten (Parrish, 2013). Deze Miscanthus was in 2005 geplant en was tot dusverre niet bemest, er zijn tevens geen herbiciden gebruikt. Ook al was dit onderzoek in een testomgeving kan de conclusie worden getrokken dat toepassing van meer dan 60kg N/ha. geen meerwaarde heeft.



Voor de mestwetgeving valt Miscanthus onder de “overige akkerbouwgewassen”, dit betekent dat er per hectare jaarlijks 200kg op kleigrond, 185kg op zandgrond en 190kg op veengrond aan stikstof uitgereden zou mogen worden (2016).

### 4.3 Ziekten en plagen

In Azië zijn er ziektes bekend die invloed hebben op de Miscanthus sacchariflorus en Miscanthus sinensis variëteiten, voor de Miscanthus giganteus zijn er in Nederland geen ziekten bekend. Referenties in het Verenigd Koninkrijk spreken echter wel over het *barley yellow dwarf virus* welke een negatieve invloed op de opbrengsten zou hebben.

Bij aanplant is er als gevolg van insecten wel negatieve invloed op de opkomst geconstateerd in Nederland. Het betreffen ritnaalden, emelten en mottenlarven die de “ogen” uit de rhizomen vernietigen. Vooral na langdurig grasland of braakliggend land vormt dit een risico.



#### 4.4 Niet invasief gewas

In tegenstelling tot andere Miscanthus varianten produceert Miscanthus giganteus alleen steriele zaden. Sinds de aanplant op commerciële teeltlocaties omstreeks 20 jaar terug zijn er geen waarnemingen gedaan die wel zouden duiden op invasiviteit.

## 5. Oogst & opbrengsten

### 5.1 Het oogstseizoen

Doorgaans wordt jaarlijks in maart – april geoogst, omdat de indroging dan heeft plaatsgevonden wat vanuit duurzaamheids- en toepasbaarheidsoogpunt van belang is. Er wordt aangeraden om te oogsten wanneer de dagtemperatuur <10 graden is in verband met de opkomst van nieuwe scheuten. Het bereiden van het land bij opkomst van deze scheuten zal leiden tot schade aan het gewas en mindere oogsten in het navolgende jaar. Mocht het weer tegen zitten dan moet op zoek worden gegaan naar een optimalisatie tussen enerzijds het beste weer voor de oogst en anderzijds het verplaatsen van de nutriënten naar de rhizomen. Dit is echter altijd afhankelijk van de specifieke situatie. Bij zware sneeuwval kan het gewas overigens gaan legeren, dit heeft echter geen invloed op de oogstbaarheid van het gewas.

### 5.2 Oogstmethodieken

Miscanthus kan worden geoogst met uiteenlopende machines afhankelijk van de beschikbaarheid van de desbetreffende machines en de afnemer. In de relatie tussen de afnemer en de oogstmethodiek spelen een aantal factoren een rol:

- **Toepasbaarheid:** Voor bijvoorbeeld de papiermarkt is het werken met balen meer voor de hand liggend dan in bijvoorbeeld de markt voor de productie van vezelplaten;
- **Afstand:** Doordat er in het geval van de productie van balen een grotere dichtheid behaalt kan worden, wordt dit relatief interessanter bij grotere afstanden tussen teelt en afnemer;
- **Opslagtermijn:** Naar mate de Miscanthus langer dient te worden opgeslagen voor de afnemer wordt de oogst in gebaalde vorm interessanter vanwege het comprimeren.

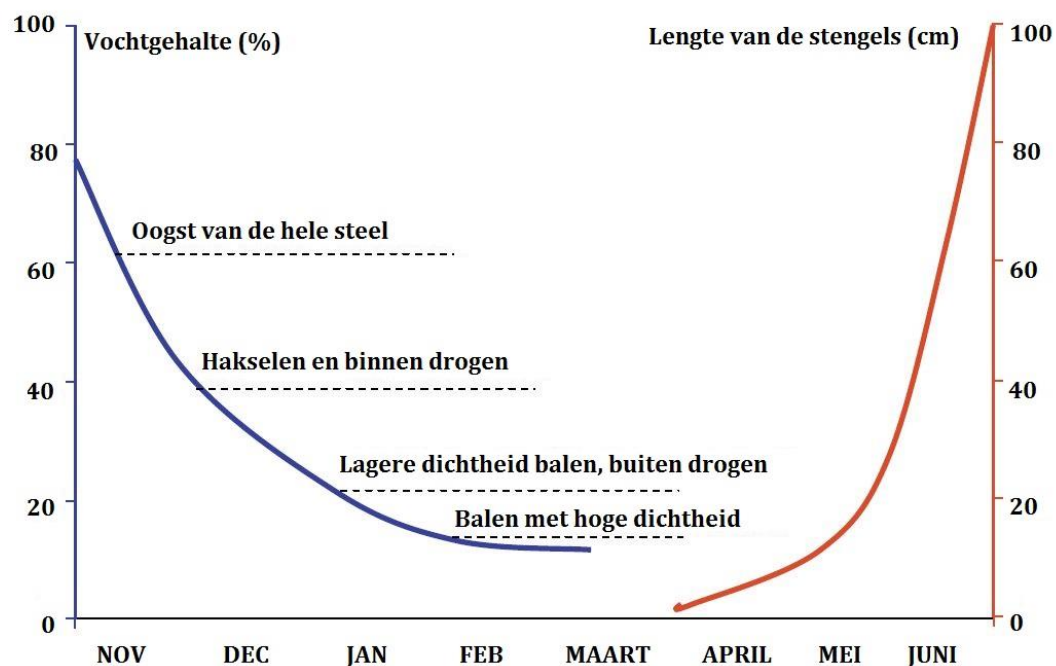
Een maishakselaar maakt de oogst van Miscanthus mogelijk, waarna vervolgens de Miscanthus in gechipte vorm opgeslagen kan worden of in balen geperst. Daarnaast kan Miscanthus ook geoogst worden met een klepelmaaier en op een zwad gelegd, vervolgens kan het dan gebaald of gepelletiseerd worden. Het voordeel van het zwad leggen is dat dit ervoor zorgt dat de oogst verder kan indrogen. Een nadeel is dat het ten opzichte van de oogst met de maishakselaar een grotere vervuiling van zand kan hebben. Bij deze oogstmethodiek kan worden gerekend met een gemiddelde productiviteit van 1 hectare/ uur, al is dit zeer afhankelijk van de oogstlocatie en beschikbare



machines. Een combinatie van beide is de Claas Jaguar 970 met een Quadrant 3400 balenpers. Met deze combinatie wordt de Miscanthus over de cabine geblazen en direct in de balenpersen verwerkt.

Bij het oogsten van Miscanthus met een maishakselaar worden dichtheden tussen de 120 – 140 kg behaald bij een vochtpercentage van 12% - 15%. Bij het balen van Miscanthus variëren de dichtheden tussen de 225 – 350 kg/m<sup>3</sup> bij de balenpersen die het meest voorhanden zijn. Hierin kan een onderscheid worden gemaakt tussen de persen voor ronde- en rechthoekige balen. Omwille van de opslag en logistiek van de balen bevelen wij het comprimeren in rechthoekige balen aan.

Een belangrijke factor in de keuze van de oogstmethodiek is het vochtpercentage van de teelt. Het direct comprimeren van Miscanthus met een vochtgehalte > 20% kan leiden tot broei en afbraak van het geoogste materiaal.



### 5.3 Opbrengsten

Ondanks het feit dat Miscanthus een tolerant gewas is het geen wondergewas. In de loop van de jaren zijn er door ons sterk uiteenlopende tonnages geoogst op de diverse Miscanthus percelen.

De groei van het gewas in het eerste jaar na aanplant met circa 1 - 2 ton per hectare is niet de moeite waard om te oogsten. Het is niet noodzakelijk om de stengels te oogsten, deze mogen op het veld blijven staan tot het daaropvolgende oogstseizoen. Vanaf het 2<sup>e</sup> jaar na aanplant kan het gewas jaarlijks geoogst worden. Het tonnage in het 2<sup>e</sup> jaar na aanplant ligt tussen de 6 – 10 ton per hectare. In het 3<sup>e</sup> jaar ligt de oogst rond de 12 – 16 ton per hectare. Waar dit in het 4<sup>e</sup> jaar 14 – 18 ton wordt en in het 5<sup>e</sup> jaar na aanplant 14 – 20 ton per hectare. Deze verschillen in tonnage worden onder





meer veroorzaakt door plantdichtheid, opkomstpercentage, grondtype en klimaat. Deze factoren zijn ook van invloed op de duur van de periode waarin het tonnage zich opbouwt, deze periode kan van 3 tot wel 5 jaar variëren.

## 6. Opslag van de oogst

Zoals reeds aangegeven bij het bepalen van het oogstmoment is ook voor de opslag van de oogst het vochtgehalte van groot belang, hierbij wordt aanbevolen om met een vochtpercentage van <15% te werken. Dit kan behaald worden met het oogsten na indroging van het gewas omstreeks april, bij oogst in februari/ maart bestaat het risico dat het vochtgehalte > 20%. Uit onderzoek is gebleken dat het op het zwad leggen van de geoogste Miscanthus het vochtpercentage kan halveren (Venturi et al, 1996) uiteraard moeten het klimaat en het perceel dit wel toelaten in de oogstperiode.

In 2003 (Kristensen) is er ook onderzoek gedaan naar de langdurige buitenopslag van geoogste Miscanthus met een hoog vochtpercentage variërend van 51% - 56%, dit voor een 6-maandse periode. In deze tests was de geoogste Miscanthus luchtdicht verwerkt, afgedekt, onafgedekt en geventileerd opgeslagen met als doel te bekijken of oogsten in het najaar en vervolgens terugdrogen interessant is. Uit het onderzoek bleek echter dat terugdrogen vanaf een dergelijk hoog vochtgehalte niet reël is, het maximaal gerealiseerde vochtverlies was 11% in de 6-maandse periode voor de natuurlijk geventileerde Miscanthus.

Uit bovenstaand onderzoek en praktijktests is gebleken dat het terugdrogen van Miscanthus mogelijk is als de dichtheid van de oogst/ balen niet groter is dan 120kg/m<sup>3</sup>. Dit terugdrogen moet dan binnen plaatsvinden, bijvoorbeeld in een loods of in de aardappelopslagruimte, of de Miscanthus dient afgedekt te worden om een verhoogd vochtgehalte door regen te voorkomen. Uiteraard heeft het hierin de voorkeur om het "raakvlak" van de Miscanthus te vergroten om ventilatie mogelijk te maken.

Ook wanneer de Miscanthus het juiste vochtpercentage <15% heeft bereikt, heeft het de voorkeur om de Miscanthus afgedekt op te slaan. Dit kan bijvoorbeeld door buitenopslag onder zeil of binnen opslag. Uit eigen ervaring is gebleken dat wanneer er geen zeil wordt toegepast bij langdurige buitenopslag in gehakselde vorm dit leidt tot een hoog vochtpercentage in de hoop waardoor de meeste toepassingsmogelijkheden niet langer mogelijk zijn.

Wanneer de Miscanthus in gebaalde vorm met een hoge dichtheid buiten wordt opgeslagen zal de buitenkant van de balen verweren maar hiermee wel de kwaliteit en het vochtgehalte van de binnenkant van de balen waarborgen.



## 7. Tijdschema Miscanthus teelt

Fase	Jaar	Periode	Activiteit
Aanplant en opstart	-1	Herfst	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ploegen in het geval van kleigronden om verkruiemeling te krijgen van het plantbed.</li> <li>- Oppassen voor ritnaalden, emelten en mottenlarven. Dit in het bijzonder na langdurig grasland of braakliggend land. Beste oplossing → 'zwart' laten liggen.</li> </ul>
	0	Januari – April	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plantklaar leggen in Februari – Maart – April → fijne bovenlaag zodat goede wortelhechting mogelijk is.</li> <li>- Optioneel bemesten voor de aanplant.</li> <li>- Aanplant in April – Mei.</li> </ul>
		Mei – Juni	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Toepassing herbicide wanneer het gewas lager is dan 1 meter.</li> </ul>
	1	Maart – April	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Eerste jaar na aanplant, wordt niet geoogst.</li> <li>- Toepassing bemesting waar benodigd.</li> </ul>
		April – Mei	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Toepassing herbicide waar benodigd.</li> </ul>
	Oogst en onderhoud	2–20	Maart – April
April – Mei			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Monitoring van het gewas, bemesting waar benodigd.</li> </ul>
Teeltbeëindiging		Mei	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diepfrezen (vernietigen rhizomen) EN</li> <li>- Niet selectieve herbicide toepassen op hergroei van nieuwe scheuten.</li> </ul>



## 8. Biodiversiteit

Miscanthus kan de biodiversiteit van het landschap in een grotere mate stimuleren dan andere teelten doordat het beschutting biedt aan fauna, vooral in periodes wanneer dit beperkt beschikbaar is. Uit waarnemingen is gebleken dat dit met name het geval zal zijn wanneer Miscanthus in een mengteelt wordt opgenomen. De mate waarin dit het geval is, is uiteraard ook afhankelijk van de kwaliteit en het type biodiversiteit wat reeds aanwezig is, hier moet voorzichtig mee om worden gesprongen. Daarnaast kan er ook worden gedacht aan een functie voor Miscanthus als verbindingsstuk tussen bestaande leefgebieden.

Het aanleggen van een “brandgang” in het veld is een duurzame wijze om de biodiversiteit te vergroten waarbij de impact op de economische opbrengst meevalt. De impact die dit heeft op de economische opbrengsten kan met aanleg van een brandgang in getallen vastgelegd worden en hierover kunnen mogelijk afspraken worden gemaakt met afnemers.

Onderstaand is een foto van een brandgang aangelegd ten behoeve van testdoeleinden in Westdorpe. Een observatie hierbij was dat met name het gebruik door zoogdieren van deze brandgang opviel. Maar daarnaast biedt dit uiteraard ook kansen aan kleinere dieren en insecten met daarbij de fauna. Daarbij leidt dit niet tot vervuiling van de oogst omdat er “omheen” geogst kan worden. Vervuiling zou in dit geval betekenen dat er andere planten dan Miscanthus in het geogste materiaal terecht zouden komen.



Figuur 2: foto van Miscanthus veld in januari met een ree in de verte



Tevens is uit onderzoek gebleken dat de *Miscanthus* soldaatjes (weeschildkever) en lieveheersbeestjes aantrekt. Dit zijn effectieve bestrijders van schadelijke luizen zoals: de aardappeltopluis, de vuilboomluis, de wegedoornluis e.a.. Met andere woorden, door de aanplant van *Miscanthus* kunnen op biologische wijze direct de negatieve effecten van luizen in omliggende percelen beheerst worden.



Figuur 3: foto van soldaatje (weeschildkever) en lieveheersbeestje in *Miscanthus*

Uit een biodiversiteitsonderzoek van Delphy bleek met name dat in de winterperiode *Miscanthus* beschutting bood aan het wild, omdat in deze periode vrijwel andere gewassen van het land zijn. Hierbij kan in de omgeving van Westdorpe bijvoorbeeld gedacht worden aan fazanten, patrijzen en reeën. Ook konijnen en hazen hebben volop gelegenheid tot het graven van kuilen en holen omdat er na aanplant niet meer in de bodem “geroerd” wordt. Op andere teeltlocaties kunnen dit ook andere vormen van wild zijn uiteraard, afhankelijk van de lokale fauna.

Naast eigen onderzoek naar het effect van *Miscanthus* op biodiversiteit zijn er nog een aantal onderzoeken geweest naar het effect. Hierin is de rode draad dat *Miscanthus* absoluut een positieve bijdragen zal leveren aan de biodiversiteit, met name in de winterperiode, maar dat om dit te optimaliseren het teeltmanagement hierop zal moeten worden ingericht vanaf de teeltaanvang. Dit met name door aanplant op een lagere dichtheid dan de doorgaans gehanteerde plantdichtheid van 15.000 planten/ hectare. Deze keuze zal echter nadelige gevolgen hebben voor de vast te leggen CO<sub>2</sub> op de teeltoppervlakte en dit zal uiteraard ook leiden tot lagere opbrengsten in termen van tonnage. Belangrijk is om bij aanplant een duidelijk beeld te hebben bij de doelstellingen van de aanplant: biodiversiteit, tonnage of een combinatie hiervan. Op basis hiervan kan gekozen worden voor een plantdichtheid en kan het teeltmanagement ingericht worden. Hierin adviseren wij u uiteraard graag!



## Bronnen

Department of Trade and Industry (DTI) 2006. Reducing establishment cost and increasing establishment success in *Miscanthus*. Final Report. <http://www.dti.gov.uk/files/file37692.pdf> (Accessed 3rd May, 2007).

Dohleman, F. G., & Long, S. P. (2009). More Productive Than Maize in the Midwest: How Does *Miscanthus* Do It? *Plant Physiology*, 150(4), 2104–2115. doi:10.1104/pp.109.139162

**Huisman, W.** 2003. Optimising Harvesting and Storage Systems for Energy Crops in The Netherlands. Proceedings of the International Conference on Crop Harvesting and Processing, February 2003, Louisville, Kentucky, USA.

**Jones, L.** 2004. *Miscanthus*. Royal Horticultural Society, Plant Trials and Awards, Bulletin No. 7, Wisley.

**Kristensen, E.F.** 2003. Proceedings of the 1st meeting of IEA Bioenergy Task 30, Denmark, September 22-25, 2001. In: Jorgensen, H. and Verwijst, T. (Eds). DIAS Report, *Plant Production* 86: 41-46. [http://www.shortrotationcrops.org/PDFs/IEA\\_Miscanthus.pdf](http://www.shortrotationcrops.org/PDFs/IEA_Miscanthus.pdf) (Accessed 16th May, 2007).

Lewandowski, I., J. Clifton-Brown, J. Scurlock, W. Huisman. 2000. *Miscanthus*: European experience with a novel energy crop. *Biomass and Bioenergy* 19: 209-227.

**Linde-Laursen, I.B.** 1993. Cytogenetic analysis of *Miscanthus 'giganteus'*, an interspecific hybrid. *Hereditas*, 119: 297-300.

Parrish, A.S. 2013. YIELD RESPONSE TO NITROGEN FERTILIZATION AND HARVEST TIMING ON A MATURE MISCANTHUS X GIGANTEUS STAND.

**Prude, R., Franken, H. Diepenbrock, W. and Greef, J.M. (1997).** Ursachender Auswinterung von einjährigen *Miscanthus*-Beständen. *Pflanzenbauwissenschaften*, 1: 171-176.

**Schwarz, K.U., Greef, J.M. and Schnug, E.** 1995. Untersuchungen zur etablierung und biomassebildung von *Miscanthus giganteus* unter verschiedenen Umweltbedingungen. In: Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft 155, Braunschweig-Völkenrode, Germany: Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, FAL.

**Scurlock, J.M.O.** 1999. A review of European experience with a new energy crop U.S. Department of Energy, Environmental Sciences Division Publication No.



4845, 18pp

**Venturi, P., Huisman, W. and Molenaar, J.** 1996. Cost calculations of production chains for *Miscanthus x giganteus* in the Netherlands. *Journal of Agricultural Engineering Research*, **69**: 209-215.

**Walsh, M. and McCarthy, S.** 1998. Proceedings of the 10th European bioenergy conference, Würzburg, Germany. C.A.R.M.E.N. Publishers, Rimpfing, Germany, Miscanthus handbook, In: *Biomass for energy and industry*, p1071-1074.