

Literatuurstudie naar interacties tussen grasvegetaties en walnotenbeplantingen

**A. Oosterbaan (Alterra)
H. Valk (ID-Lelystad)
A.K. van der Werf (PRI)**

Alterra-rapport 369

Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte, Wageningen, 2001

REFERAAT

Oosterbaan, A., H. Valk en A.K. van der Werf, 2001. *Literatuurstudie naar interacties tussen grasvegetaties en walnotenbeplantingen*. Wageningen, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Alterra-rapport 369. 26 blz. 1 tab.; 32 ref.

Uit literatuurstudie is gebleken dat gecombineerde productie van gras met vruchten en hout van walnoten een perspectiefvolle mogelijkheid is. Pas na een jaar of 10 jaar wordt het grasproductie-niveau ten gevolge van licht-, vocht- en voedingstoffenconcurrentie gestaag lager. Bij een gesloten kronendak is nog steeds grasproductie mogelijk, zeker met schaduwtolerante grassoorten zoals gewoon struisgras en kropbaar, gemengd met witte klaver en een goede bemesting. Dit soort grassen hebben een lager eiwit- en een hoger ruwe celstofgehalte. Juglon kan de groei en kieming van bepaalde gewassen (o.a. mais) remmen. In de praktijk lijkt juglon niet bedreigend voor vee.

Trefwoorden: agroforestry, grasproductie, multifunctioneel grondgebruik, walnoot

ISSN 1566-7197

Dit rapport kunt u bestellen door NLG 30,00 (€13) over te maken op banknummer 36 70 54 612 ten name van Alterra, Wageningen, onder vermelding van Alterra-rapport 369. Dit bedrag is inclusief BTW en verzendkosten.

© 2001 Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte,
Postbus 47, NL-6700 AA Wageningen.
Tel.: (0317) 474700; fax: (0317) 419000; e-mail: postkamer@alterra.wag-ur.nl

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Alterra.

Alterra aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Alterra is de fusie tussen het Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN) en het Staring Centrum, Instituut voor Onderzoek van het Landelijk Gebied (SC). De fusie is ingegaan op 1 januari 2000.

Inhoud

Samenvatting	5
1 Achtergrond	7
2 Doel, opzet en uitvoering van de literatuurstudie	9
3 Resultaten	11
3.1 Het effect van een walnotenbeplanting op het productieniveau van de grasvegetatie	11
3.2 Het effect van een walnotenbeplanting op de botanische samenstelling van de grasvegetatie	12
3.3 De invloed van walnoten via blad, vruchten of anderszins op de smaak en de voederwaarde van het gras	13
3.4 De invloed van de walnoot op vee (schapen, runderen en paarden)	14
3.5 Modellen voor de simulatie van de ontwikkeling van walnoten/grasbeplantingen	15
4 Discussie	17
5. Conclusies	19
Literatuur	21

Samenvatting

Uit literatuurstudie is gebleken dat gecombineerde productie van gras met vruchten en hout van walnoten een perspectiefvolle mogelijkheid is. Bij 100 bomen per ha wordt de grasproductie de eerste 10 jaar nauwelijks door de bomen geremd. Daarna wordt het grasproductieniveau ten gevolge van licht-, vocht- en voedingstoffenconcurrentie gestaag lager. Echter bij een volledig gesloten kronendak is nog steeds grasproductie mogelijk, zeker met aangepaste grassoorten gemengd met witte klaver en een goede bemesting. De botanische samenstelling van een grasvegetatie onder walnoten ontwikkelt zich naar schaduwtolerante soorten, met grassen als gewoon struisgras en kropbaar. Dit soort grassen hebben een lager eiwit- en een hoger ruwe celstofgehalte. Over de verdere chemische samenstelling is weinig bekend.

Juglon heeft in proeven een groeiremmend en kiemingsverminderend effect op de ontwikkeling bepaalde gewassen (o.a. mais) laten zien. In de praktijk hoeft dit niet als bedreigend voor vee te worden gezien.

1 Achtergrond

Op rundveehouderijbedrijven is de functie van grasland voornamelijk het produceren van ruwvoer als basisvoer voor de zuivel- en rundvleesproductie in Nederland. Echter het intensieve gebruik van het grasland laat nauwelijks ruimte over voor andere functies zoals bijvoorbeeld het instandhouden van het landschap en de natuur. Gezien de steeds groter wordende maatschappelijke behoefte voor die andere functies van de Groene Ruimte, kan het eenzijdig gebruik van productiegrasland niet meer worden gehandhaafd op de huidige schaal. Vooral in die gebieden in Nederland die waar het graslandgebruik van intensief naar extensief omgebouwd moet worden, zou het grasland een meer multifunctionele functie moeten gaan vervullen.

Binnen het project “Multifunctionele beplantingen” dat eind 1999 als onderdeel van het programma Meervoudig Duurzaam Landgebruik Winterswijk van start is gegaan voor de duur van 5 jaar, wordt nagegaan wat de mogelijkheden zijn van de combinatie van gras-, hout- en vruchtproductie op bestaande graslandpercelen. Naast deze primaire productiefactoren zal ook worden nagegaan hoe het geheel kan worden ingepast in het landschap en hoe het kan worden gecombineerd met recreatie. Uiteindelijk is het de bedoeling dat onder de voorwaarden van duurzaam landgebruik, er een economisch renderend systeem ontstaat.

Echter vanwege het feit dat begonnen wordt met een jonge aanplant en omdat de tijdsduur van het project “Multifunctionele beplantingen” relatief kort is met het oog op het meten van het effect van de bomen op de grasgroei (licht-, vocht en voedselconcurrentie), is er behoefte aan inzicht in de potentiële productie en samenstelling van grasvegetaties onder walnotenbeplantingen. Voorts is een vraag in hoeverre het walnotenblad negatieve invloed kan hebben op het gras en het vee dat het gras begraast. Hiervoor is het genoemde project ondersteund met een literatuurstudie.

2 Doel, opzet en uitvoering van de literatuurstudie

Het doel van de literatuurstudie is om kennis te vergaren over een aantal specifieke vragen m.b.t. de ontwikkeling (productieniveau, botanische samenstelling, voederwaarde) van grasvegetaties onder beplantingen van walnoten. Het gaat om de volgende vragen:

1. Wat is het effect van een walnotenbeplanting op het productieniveau van de grasvegetatie (bij verschillende dichtheden, op verschillende groeiplaatsen en bij verschillende bemestingsniveaus)?
2. Wat is het effect van een walnotenbeplanting op de botanische samenstelling van de grasvegetatie?
3. Beïnvloeden walnoten via blad, vruchten of anderszins de smaak en de voederwaarde van het gras?
4. Kan er negatieve invloed zijn van de walnoot op vee (onderscheid schapen, runderen en paarden)?
5. Welke modellen zijn er voor de simulatie van de ontwikkeling van walnoten/grasbeplantingen en welk model is het meest geschikt om te gebruiken voor de optimalisatie van de “multifunctionele beplantingen”?

De literatuurstudie is uitgevoerd door onderzoekers van drie DLO-instituten die betrokken zijn bij het programma “Meervoudig Duurzaam Landgebruik” Winterswijk, waar het project “Multifunctionele beplantingen” deel van uitmaakt: Plant Research International, ID-Lelystad en Alterra.

3 Resultaten

3.1 Het effect van een walnotenbeplanting op het productieniveau van de grasvegetatie

Voor grassen in gematigde streken is de maximale fotosynthese capaciteit bereikt bij 50% van de straling bij volle zonneshijn. Minder licht onder bomen wordt bij warme dagen gedeeltelijk gecompenseerd door een lagere temperatuur waardoor de efficiëntie van het lichtgebruik voor fotosynthese toeneemt (Sharrow, 1999). Bomen jonger dan 7 jaar hebben geen effect op de grasproductie en pas als 84% van het licht wordt onderschept, daalt de productie variërend van 21 tot 44% (Sharrow, 1999). Ook in Groot-Britannië is gebleken dat er in de eerste 10 jaar geen noemenswaardige invloed van de bomen op de grasproductie is (Newman and Adams 1997). Ook op hogere leeftijd laten walnoten nog relatief veel licht door zodat er nog een redelijk grasproductie mogelijk is. Garrett and Harper (1999) beweren dat zelfs op het moment dat walnoten hun maximale blad oppervlakte hebben bereikt, ze nog voldoende licht doorlaten om te voorzien in de fotosynthetische behoefte van diverse verschillende ondergewassen.

In de franse streek Dauphiné worden al lang walnoten geteeld voor de vruchten (bomen met een korte stam) of voor vruchten en hout (bomen met een stam langer dan 2.50 m). In de jonge notenbeplantingen wordt vaak een één- of meerjarig gewas als tussenteelt verbouwd (Mary et al 1997). Mede gebaseerd op dit soort ervaringen is in de jaren negentig een reeks van 58 agroforestry-proeven aangelegd. Hierin worden verschillende landbouwgewassen gecombineerd met walnoten meestal hybriden van *Juglans nigra x regia* (Balandier en Dupraz 1997). Tussenteelt in walnotenbeplantingen (*J. nigra* en *nigra x regia*) met stikstofbindende gewassen leverde een verhoogd stikstofgehalte van het notenblad op, maar vochtconcurrentie doet dit effect, afhankelijk van de neerslag, teniet (Simort et al 1997).

Gordon en Williams (1988) veronderstellen dat er voor *Juglans nigra* plantages van 10 jaar of ouder weinig economische mogelijkheden zijn voor tussenteelten. Mogelijk wel voor tolerante grassen. Het is van oudsher bekend dat bepaalde grassoorten onder schaduwomstandigheden van bomen de overhand krijgen. In de Betuwe worden dit “bongerdgrassen”, in Amerika “boguard-grasses” genoemd. Kropaar (*Dactylis glomerata*) en Gewoon struisgras (*Agrostis tenuis*) zijn zulke soorten.

Uit proeven onder schaduwwerking van dennen bleek dat *Agrostis tenuis* en *Dactylis glomerata* het meest geschikt zijn voor silvopastorale systemen (Pinto e.a. 1997). In 1995 heeft de Universiteit van Missouri een onderzoekprogramma opgezet naar schaduwtolerantie van voedersoorten om te kunnen gebruiken tussen bomen (Garrett and Harper 1999). De resultaten hiervan zijn vermeld in tabel 1.

Tabel 1 Schaduwtolerantie van grassen en groenten met potentie voor agroforestry in Missouri. Proeven uitgevoerd onder volledige irrigatie.

Soort	schaduwtolerantie	Relatief op schaal 1-25
<i>Poa pratensis</i> (beemdgras)	matig	8
<i>Dactylis glomerata</i> (kroppaar)	hoog	21
<i>Bromus inermis</i> (kweekdravik)	matig tot hoog	7-25
<i>Festuca arundinacea</i> (rietzwenggras)	hoog	25
<i>Phleum pratense</i> (timothee)	laag	1
<i>Agrostis gigantea</i> (struisgras)	laag-hoog	1-21
<i>Phalaris arundinacea</i> (rietgras)	hoog	21
<i>Medicago sativa</i> (luzerne)	matig	8
<i>Trifolium pratense</i> (rode klaver)	matig	8
<i>Trifolium repens</i> (witte klaver)	matig	8

Weinig of niets is bekend omtrent de kwaliteit van het licht in silvopastorale systemen. Bekend is wel dat met name de rode en blauwe delen van het spectrum door de bomen worden geabsorbeerd. Welke invloed het ontbreken van deze spectra op de grasgroei heeft is niet bekend (Sharrow, 1999). Gedacht kan worden in dit verband aan de respons van licht op de fundamentele processen die optreden bij de groei van de plant. Verder zou het kunnen dat vanwege de verspreide positie van de bomen in het perceel, de lichtinval vanuit een bepaalde hoek toch gedurende een korte tijd het ondergewas kan bereiken (afhankelijk van de boomsoort). Onbekend is of deze lichtinval voldoende is voor het bereiken van een maximale fotosynthese. Vanuit dat oogpunt lijkt de situering van het perceel, bijvoorbeeld wel of niet langs een bosrand, mogelijk ook een rol te spelen.

Samenvattend blijkt uit de literatuurgegevens dat de grasproductie de eerste 10 jaar na aanplant van notenbomen nog slechts in zeer geringe mate wordt beperkt door de licht-, vocht- en voedselconcurrentie van de bomen. Ook daarna en zelfs als het kronendak gesloten is, is nog een redelijke grasproductie mogelijk. Dit geldt zeker als de geschikte grassoorten en een goede bemesting worden gekozen.

3.2 Het effect van een walnotenbeplanting op de botanische samenstelling van de grasvegetatie

De botanische samenstelling van een grasvegetatie onder walnoten kan worden beïnvloed door licht-, vocht- en voedingsstoffenconcurrentie van de noten, maar ook door juglon, een toxische stof.

In Groot-Brittannië zijn experimenten uitgevoerd met verschillende dichtheden. Zelfs bij een plantdichtheid van 5 x 5 m (400 bomen per ha) werd geen effect op de grasproductie geconstateerd gedurende de eerste 9 jaren. Wel trad er meer biodiversiteit op als gevolg van de aanwezigheid van diverse grondinsecten en vogels. Verder werden significante effecten gevonden op het dierwelzijn als reactie op de functie van de bomen als beschutting tegen de wind en de zon. Het gevolg was dat bodemverdichting van de grond rondom de bomen optrad. Advies was om niet meer 400 bomen per ha aan te planten (Sibbald e.a. 1994).

Bladeren, twijgen, en wortels van de walnoot bevatten het niet toxische fenol, hydroxy-naftohydrochinon-glucoside (Van Genderen et al. 1996). Deze stof spoelt eenvoudig uit en wordt in de bodem, via hydrolyse en oxidatie omgezet in het toxische juglon. Juglon is goed bestand tegen microbiële afbraak en kan daardoor langdurig z'n invloed op hogere planten maar ook op bacteriën uitoefenen. Bodemconcentraties van juglon variëren over het seizoen (hoog in de lente en herfst, laag in de zomer).

Groeiproeven op watercultuur hebben aangetoond dat indien juglon toegediend wordt in concentraties zoals deze nabij/onder walnootbomen voorkomen, er aanzienlijke, negatieve effecten op fotosynthese, verdamping, respiratie en dus relatieve groeisnelheid van bijv. mais en sojaboon (Jose en Gillespie 1998a) kunnen optreden.

In een mengteeltproef van *Jugla nigra* en mais bleek dat de aanwezigheid van *Juglans* de opbrengst van mais met 62% verlaagde. Deze opbrengst verlaging werd toegeschreven aan het allelopatisch effect van de bomen. In dit systeem bedroeg de afstand tussen de rijen 8.5 meter en in de rijen 2.5 m (Jose and Gillespie 1996). Bladextracten van *Jugla regia* hebben ook een remmend effect op de kiemkracht van maiszaden (Thakur & Bhardwaj 1992).

Bhatt et al. (1997) onderzochten de effecten van diverse boomsoorten in gemengde teeltsystemen op de productie van diverse gewassen en op de aanwezige onkruiden. *Juglans regia* had het grootste negatieve effect op zowel productie als biodiversiteit van onkruiden. Effecten konden niet toegeschreven worden aan water-, nutriënt- of lichtcompetitie. De resultaten suggereren dat de opbrengstderving en afname van het aantal onkruiden toe te schrijven valt aan het fytoxisch effect van juglon.

Anderen vonden echter geen verschil in de dichtheid en bedekking van de ondergroei tussen *Acer*, *Quercus* of *Juglans* beplantingen (Scisciolo et al. 1990).

3.3 De invloed van walnoten via blad, vruchten of anderszins op de smaak en de voederwaarde van het gras

Er is weinig onderzoek gedaan naar het effect van bomen op met name de voederwaarde van gras. Dit effect zou opgedeeld kunnen worden in een indirect effect als gevolg van schaduwwerking van de bomen en een specifiek effect van de bomen op de grasvegetatie bijv. door het uitscheiden van stoffen die de grasvegetatie positief dan wel negatief zou kunnen beïnvloeden. Wanneer het gaat om de schaduwwerking van bomen kan worden opgemerkt dat in schaduwrijke plekken met name soorten als ruwbeemdgras en kropaar voorkomen (Altena, 1974; Garrett and Harper, 1999). Ten aanzien van de vlinderbloemigen is vooral rode klaver schaduw tolerant (Garrett and Harper, 1999). Van de genoemde grasrassen is bekend dat ze een lagere voederwaarde hebben dan Engels raaigras die voornamelijk in hoogproductieve weiden voorkomt. Soorten als bijvoorbeeld veldbeemd en timothee verdwijnen op schaduwrijke plekken. Verder kwam uit het onderzoek van Altena

(1974) naar voren dat op schaduwrijke plekken het as- en ruwe celstof gehalte toeneemt en het ruw eiwit- en koolhydraat gehalte afneemt. Alhoewel hiervoor geen redenen wordt opgegeven, kan worden gedacht aan meer contaminatie van het gras met grond (hoger as gehalte) als gevolg van betreding door vee in het geval de beplantingsstrook dient als beschuttingsplek. Het lagere ruw eiwit gehalte zou mogelijk toe te schrijven zijn aan het voorkomen van lagere grassoorten.

Uit een ander onderzoek (Kampen, 1996) kwam naar voren dat verteerbaarheid en eiwitgehalte niet werden beïnvloed door de aanwezigheid van bomen in een tropisch grasbestand. Hierbij moet nadrukkelijk worden opgemerkt dat het onderzoek op dit gebied onder nogal verschillende omstandigheden is uitgevoerd waarbij het moeilijk is om dergelijke resultaten te vertalen naar een situatie zoals die in Nederland zou kunnen optreden. Daarom lijkt het zinvol om zo goed mogelijk de uitgangssituatie vast te leggen onder verschillende omstandigheden. Vanuit de literatuur zijn er zelfs aanwijzingen dat onder schaduwrijke plekken, juist de productie toenam. Garrett en Kurtz (1981) vonden dat de productie van rietzwenkgras toenam met 33% en dat de verteerbaarheid met 11% steeg ten opzichte van het materiaal in de open plekken. Dit is dus duidelijk een voorbeeld van een situatie waarbij de uitgangssituatie van de vegetatie (bijv het niveau van verteerbaarheid), waartegen het effect van schaduw door bomen wordt afgezet, van grote invloed is. Garrett and Harper (1999) geven aan dat er weinig bekend is omtrent de effecten van droogte en bodemkwaliteit op schaduwtolerantie. Bekend is dat de bloei van planten op schaduwrijke plekken later is, m.a.w. dat ze langer groen blijven en het eiwitgehalte op peil blijft. Verder is het belangrijk om te realiseren dat een schaduw intolerante productieve grasoort (bijv. timothee) mogelijk meer produceert in een systeem met bomen in grasland, dan een schaduw tolerante, laag productieve grasoort (Garrett and Harper, 1999).

Van een meer directe invloed van de walnoot op de voederwaarde en opname van gras door rundvee is weinig bekend. Ook over de invloed van de vruchthulsels (bolsters) wordt in de literatuur geen melding gemaakt.

De vruchtproductie van walnoten komt na een aanlooperperiode van ca. 8 jaar goed op gang. Dan kan deze met een ras als Broadview reeds 3-5 ton (gewogen één of enkele dagen na het rapen) per ha bedragen (Wertheim 1995). Geschat wordt dat hier ook wel een dergelijk gewicht aan vruchthulsels bij vrij komt.

3.4 De invloed van de walnoot op vee (schapen, runderen en paarden)

Ten aanzien van de specifieke invloed van walnoten op vee is vrijwel niets bekend. Wel kan worden gesteld dat door de introductie van bomen in graslandpercelen, het welzijn van de dieren significant verbeterde (Sibbald e.a.). Dit positieve effect op het dierwelzijn heeft te maken met de functie die bomen hebben als beschutting tegen wind, regen en zon. Het gevolg is dat rondom de bomen de bodem als gevolg van betreding meer verdicht en dat er op die plekken meer contaminatie met mest en urine optreedt. Vanuit die achtergrond zal mogelijk het effect van de bomen op de

botanische samenstelling van de grasmat onder de bomen duidelijk anders zijn bij een maai- dan wel een beweidingsregime. Onder beweidingsomstandigheden wordt dan ook aanbevolen niet meer dan 400 bomen per ha te plaatsen (Sibbald e.a.).

Over de invloed van de bolsters en noten op vee zijn geen gegevens gevonden.

3.5 Modellen voor de simulatie van de ontwikkeling van walnoten/grasbeplantingen

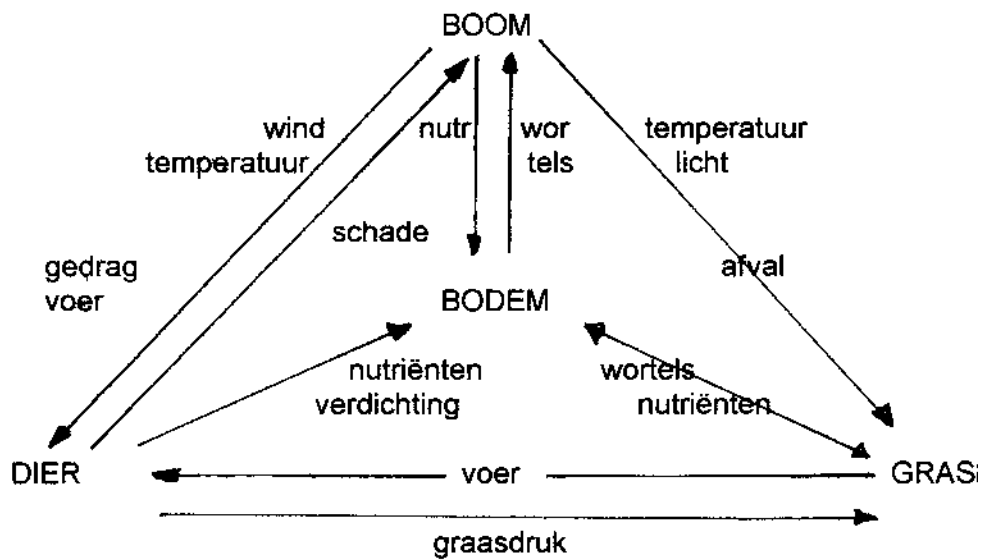
Wereldwijd worden op veel plaatsen landbouwgewassen gecombineerd met bomen (agroforestry). Vooral in de tropen, maar ook in semi-aride gebieden gebruikt men bomen om de groeiplaats geschikt te maken/houden voor de gewassen (erosiebestrijding, tegengaan verdamping, water vasthouden, ontsluiten dieper gelegen minerale voedingstoffen). De laatste jaren is er vooral vanwege behoud van biodiversiteit en milieubehoud ook in de gematigde klimaatgebieden meer interesse voor het combineren van bomen en landbouwgewassen (Mead 1995, Maydell 1995, Ong and Sinclair 1997).

Voor het simuleren van de ontwikkeling van combinaties van bomen met landbouwgewassen zijn dan ook reeds verschillende modellen ontwikkeld. Sommige modellen voorspellen op basis van enkele parameters de ontwikkeling van een enkel onderdeel van het systeem, in andere modellen zijn veel parameters opgenomen om zoveel mogelijk onderdelen van het systeem te simuleren. In 1997 zijn in een internationaal congres over "agroforestry voor duurzaam landgebruik" verschillende modelmatige benaderingen gepresenteerd (L'agroforesterie pour un developpement rural durable. Atelier International-Montpellier 23-29 juin 1997).

Het potentiële groeiniveau van de grasvegetatie hangt in principe af van de hoeveelheid beschikbaar licht, water en voedingstoffen. De grasproductie wordt door bomen op verschillende manieren beïnvloed. Door beschaduwning is er minder beschikbaar licht, waardoor de fotosynthese zal afnemen. De verdamping zal echter minder worden waardoor er meer vocht beschikbaar is. Dit effect wordt versterkt door minder windturbulentie. De bomen hebben echter ook zelf vocht nodig. Verder ook minerale voedingstoffen. Deze kunnen ze door hun diepere beworteling mede van grotere diepte halen.

Met vee dat het gras begraast, worden de relaties nog complexer. Een schematisch overzicht van de biofysische relaties wordt gegeven door Etienne (1996).

Een model dat veel van deze relaties omvat is ALWAYS. Dit is een biofysisch model, dat aan de hand van plotgegevens over klimaat, bodem, bomen, gras, dieren en beheer de ontwikkeling kan simuleren (Bergez, Etienne and Balandier 1997). Hiervoor zijn echter veel gedetailleerde gegevens (bijvoorbeeld dagelijkse neerslag, verdamping, voedingstofopname, diergroei) nodig over alle onderdelen van het systeem.



Een eenvoudiger benadering om de grasproductie onder de bomen te schatten is via de kronenbedekking. Een voorbeeld hiervan geven Knowles e.a. (1997). Hierbij wordt de schatting van de grasproductie gebaseerd op deels gemeten relaties tussen kronenbedekking (met video) en grasproductie. Ook Sibbald e.a. (1995) hebben deze methode gebruikt.

4 Discussie

Grasproductie onder oudere beplantingen

De eerste ca. 10 jaar na aanplant (dan is de notenproductie goed op gang) hebben de bomen bij dichtheden van 50-100 per ha nauwelijks invloed op de grasproductie, zo blijkt uit de literatuur. Hoe dichter de beplanting wordt, hoe minder grasproductie mogelijk wordt ten gevolge van licht-, vocht- en voedingstoffenconcurrentie, maar zelfs onder 40-jarige opstanden is bij een bijna dicht kronendak nog enige grasproductie mogelijk. Geschat wordt dat met aangepaste soorten (en wellicht moet hiervoor zelfs worden geselecteerd en veredeld) en een goed bemestingsregime bij een gesloten kronendak van walnoten in ons land nog wel 3-5 ton drogestof geproduceerd kan worden.

Samenstelling van grasvegetaties onder oudere beplantingen

Onder de concurrentiedruk van de bomen zal de grasvegetatie steeds meer gaan bestaan uit schaduwtolerante soorten, zoals kroopgras en gewoon struisgras. Dit zijn in het algemeen minder productieve soorten met een hoger ruwe celstofgehalte en een lager eiwitgehalte. De voederwaarde van dit soort grasvegetaties kan worden opgekrikt met bemesting, maar een goede mogelijkheid lijkt ook menging met witte klaver. Deze is schaduwtolerant en kan op natuurlijke wijze stikstof binden.

Toxische risico's

Uit onderzoek is gebleken dat juglon negatieve effecten kan hebben op de groei en samenstelling van landbouwgewassen. Niet duidelijk is hoe dit op lange termijn voor vee kan uitpakken. Uit voorbeelden in de praktijk (oudere beplantingen Betuwe, beplanting van kalverweiden en erfbeplanting bij boerderijen, vooral in Achterhoek) blijkt dat een combinatie van walnoten en vee goed mogelijk is en niet direct gevaar voor het vee oplevert.

Optimaal model

Voor het project "Multifunctionele beplantingen" is het van belang dat in een periode van 5 –10 jaar een zo goed mogelijk schatting wordt verkregen van de kwantiteit en kwaliteit gras die onder notenbomen met verschillende dichtheden kan groeien. Voor de beplantingen is de ontwikkeling van de kroonbedekking aan de hand van bestaande meetgegevens redelijk in te schatten (Oosterbaan en Van den Berg 1998). Met enkele metingen of schattingen van de drogestof productie van min of meer gesloten walnoten beplantingen kan reeds een redelijke schatting worden verkregen van de grasproductie over een periode van 50 jaar.

Dit simpele model zou verfijnd kunnen worden met de volgende stappen:

- schatting van de vermindering van de hoeveelheid beschikbaar licht voor fotosynthese
- schatting van de vermindering van de beschikbaarheid van water door de vochtbehoefte van walnoten (zonder het deel dat van diepere lagen gehaald kan worden)
- idem van de beschikbare voedingstoffen.

5 Conclusies

Uit de literatuurstudie kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- De combinatie van grasproductie en walnoten (hout en vruchten) is een perspectiefvolle mogelijkheid.
- Bij 50-100 bomen per ha wordt de grasproductie de eerste 10 jaar nauwelijks door de bomen geremd.
- Daarna zal het grasproductieniveau ten gevolge van licht-, vocht- en voedingstoffenconcurrentie van de bomen gestaag verminderen. Echter bij een volledig gesloten kronendak is nog steeds grasproductie mogelijk, zeker met aangepaste grassoorten gemengd met witte klaver en een goede bemesting.
- De botanische samenstelling van een grasvegetatie onder walnoten zal zich ontwikkelen in de richting van schaduwtolerante soorten, met grassen als gewoon struisgras en kroppaar. Dit soort grassen hebben een lager eiwit- en een hoger ruwe celstofgehalte. Over de verdere chemische samenstelling is weinig bekend.
- Juglon heeft in proeven een groeiremmend en kiemingsverminderend effect op de ontwikkeling bepaalde gewassen (o.a. mais) laten zien. In de praktijk komt de combinatie weidegras /walnoten zoveel voor dat dit niet als bedreigend voor vee hoeft te worden gezien.

Literatuur

Altena, H.J., 1974. Literatuur- en veldonderzoek over de invloed van beplantingsstroken op de productie van landbouwgewassen. Instituut voor biologisch en scheikundig onderzoek van Landbouwgewassen. Karteringsverslag nr 159.

Bhat, B.P., Kaleta, M.S. & Todaria, N.P., 1997. Allelopathetic exclusion of understorey crops by agroforestry trees in Garwhal Himalayas. *Allelopathic Journal*, 4, 2: 321-328.

Bergez, J.E., M. Etienne and P. Balandier, 1997. Always : a biophysical plot based silvopastoral model. In: *L'agroforesterie pour un développement rural durable*. Atelier International- Montpellier- France 23-29 juin 1997.

Dabbert, S., 1995. Agroforestry and land-use change in industrialized nations: a case study from northeastern Germany. *Agroforestry Systems* 31 (2):157-168

Dupraz, C., J.E. Bergez & P. Balandier, 1997. Improved ventilated tree shelters as a key tool for innovative agroforestry practices in Europe. In: *L'agroforesterie pour un développement rural durable*. Atelier International- Montpellier (France)- 23-29 juin 1997, p. 275-280.

Edelenbosch, N.H. and E.J. Dik, 1995. Economical evaluation mixed cropping of trees and agricultural crops. Institute for Forestry and Nature Research, IBN-DLO, Wageningen, no. 181, 99p. (in Dutch)

Etienne M., 1996. Research on temperate and tropical silvopastoral systems: a review. In: *Western European silvopastoral systems*, M. Etienne (Editor), Science Update, INRA (FRA): 5-19

Garrett and Harper, 1999. The science and practice of black walnut agroforestry in Missouri, USA. In: *Agroforestry in sustainable Agricultural systems*. Eds. L.E. Buck, J.P. Lassoie and E.C.M. Fernandes. Lewis Publishes, CRC Press, Washington D.C.

Garrett, H.E. and W.B. Kurtz, 1981. An evaluation of the black walnut-tall fescue pasture management system. In *Proc. of 14th International Grassland Congress held in Kentucky, USA*. P. 838-840.

Garrett, H.E. and L.S. Harper, 1999. The Science and Practice of Black Walnut Agroforestry in Missouri, U.S.A.: A Temperate Zone Assessment. In: Buck L.E., P.Lasoie , E.C.M. Fernandes (ed.) 1999. Lewis Publishers. *Agroforestry in Sustainable Agricultural Systems*. P. 97-110.

Genderen, H.van Schoonhoven, L.M. & Fuchs, A., 1996. *Chemisch-ecologische flora van nederland en Belgie*. KNNV Uitgeverij, Utrecht, 298 pp.

Gordon, A.M. & Williams, P.A., 1988. Intercropping valuable hardwood species and agricultural crops. *Agrologist*, 17, 3: 12-14.

Jose, S & Gillespie, A.R., 1996. Assessing the synergistic and competitive interactions in alley cropping: Lessons from temperate systems involving fine hardwoods and corn.

Jose, S & Gillespie, A.R., 1998. Allelopathy in black walnut (*Juglans nigra* L.) alley cropping. II Effects of juglone on hydroponically grown corn (*Zea mays* L.) and soybean (*Glycine max* L. Merr.) growth and physiology. *Plant Soil* 1998, 203, 2: 199-205.

Kampen, P., 1996. Trees in grassland. The influence of trees on grass production within silvopastoral systems of the Atlantic zone of Costa Rica. Research program on sustainability in Agriculture. Report no. 104.

Knowles R.L., G.C. Horvath, M.A. Carter and M.F. Hawke, 1997. Using a canopy closure model to predict understorey pasture production in *Pinus radiata* silvopastoral systems. In: L'agroforesterie pour un développement rural durable. Atelier International- Montpellier- France 23-29 juin 1997.

Mead, D.J., 1995. The role of agroforestry in industrialized nations: the southern hemisphere perspective with special emphasis on Australia and New Zealand. *Agroforestry Systems* 31 (2):143-156

Mary, F., E. Delannoy, F. Liagre & C. Dupraz, 1997. Planteurs du Dauphiné: pourquoi optent-ils pour la noyerai double-fin et les cultures intercalaires? In: L'agroforesterie pour un développement rural durable. Atelier International- Montpellier (France)- 23-29 juin 1997, p. 217-222.

Maydell, H.J. von, 1995. Agroforestry in central, northern, and eastern Europe. *Agroforestry Systems* 31 (2):133-142

Newman, S.M. and M. Adams, 1997. Agronomic and economic aspects of walnut agroforestry in the UK. In: L'agroforesterie pour un développement rural durable. Atelier International- Montpellier (France)- 23-29 juin 1997, p. 223-225.

Oosterbaan, A., A.F.M. Olsthoorn and E.J. Dik, 1997. Mixed cropping of poplar with grass, sugar beet and maize in The Netherlands. L'agroforesterie pour un développement rural durable. Atelier International- Montpellier (France)- 23-29 juin 1997, p. 79-80.

Oosterbaan, A. en C.A. van den Berg, 1998. Houtproductie van walnoten (*Juglans regia*) in Nederland. IBN-rapport 384. Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek IBN-DLO, Wageningen. 26 p.

Ong, C. and F.L. Sinclair, 1997. The need for a fundamental understanding of agroforestry systems. In: L'agroforesterie pour un développement rural durable. Atelier International- Montpellier (France)- 23-29 juin 1997, p. 13-19.

Pinto M., S. Virgel, M. Rodriguez and G. Besga, 1997. Suitability of different pasture species growing under pine. In: L'agroforesterie pour un développement rural durable. Atelier International- Montpellier (France)- 23-29 juin 1997, p. 81-84.

Scisciolo, B de, Leopold, D.J., Walton D.C., 1990. Seasonal patterns of juglone beneath *Juglans nigra* (black walnut) and influence of *J. nigra* on understorey vegetation. *J. Chem. Ecol.* 16, 4: 1111-1130.

Thakur, V.C. & Bhardwaj, S.D., 1992. Allelopathetic effect of tree leaf extracts on germination of wheat and maize. *Seed Research*, 20, 2: 153-154.

Sibbald, A.R., J.H. Griffiths and D.A. Alston, 1994. Herbage yield in agroforestry systems as a function of easily measured attributes of the tree canopy. *Forest Ecology and Management*, 65: 195-200

Sibbald A.R., J. Dick and G.R. Iason, 1995. The effects of the presence of widely-spaced trees on the behaviour of sheep. *Agroforestry Forum* 6 (2):22-25

Sibbald, A.R., A.M. Hislop, J. Dick, D.A. Elston, G.R. Iason, L.C. Nwaigbo and G. Hudson, 1997. Soil-plant-animal interactions in the establishment phase of a silvopastoral system in NE Scotland. In: L'agroforesterie pour un développement rural durable. Atelier International- Montpellier (France)- 23-29 juin 1997, p. 365-368.

Simont, V., C. Dupraz, M. Dauzat, G. Bertoni, A. Bernadac & P. Masson, 1997. Effets de cultures intercalaires sur la croissance et la nutrition azotée de jeunes noyers en climat méditerranéen. In: L'agroforesterie pour un développement rural durable. Atelier International- Montpellier (France)- 23-29 juin 1997, p. 369-374

Wertheim, S.J., 1995. Perspectief voor walnoten. *Boerderij* 81 (11): 34-35.

Willems, A., 1987. Agroforestry in The Netherlands: an option for EEC agricultural policy? In: Merlo M, Stellin G, Harou, P. and Witby M. (eds) *Multipurpose Agriculture and Forestry. Proceedings of the 11th Seminar of The EAAE*, 28 April- 3 May, 1986. Wissenschaftsverlag, Vauk/Kiel

