

Bestrijding Grote Waternavel, Waterteunisbloem en Parelvederkruid

Resultaten van een kasproef naar de effectiviteit van branden en frequente manuele bestrijding op de groei van *H. ranunculoides*, *L. grandiflora* en *M. aquaticum* bij verschillende nutriëtniveaus van de bodem.

J.M. Michielsen en M.M. Riemens



Plant Research International, onderdeel van Wageningen UR
Business Unit Agrosysteemkunde
Juli 2012

© 2012 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO) onderzoeksinstituut Plant Research International. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DLO.

Voor nadere informatie gelieve contact op te nemen met: DLO in het bijzonder onderzoeksinstituut Plant Research International, Agrosysteemkunde.

DLO is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Exemplaren van dit rapport kunnen bij de (eerste) auteur worden besteld. Bij toezending wordt een factuur toegevoegd; de kosten (incl. verzend- en administratiekosten) bedragen € 50 per exemplaar.

Plant Research International, onderdeel van Wageningen UR Business Unit Agrosysteemkunde

Adres : Postbus 616, 6700 AP Wageningen
: Wageningen Campus, Droevendaalsesteeg 1, Wageningen
Tel. : 0317 – 480499
Fax : 0317 – 41 80 94
E-mail : marleen.riemens@wur.nl
Internet : www.pri.wur.nl

Inhoudsopgave

	pagina
Lijst van Figuren en tabellen	4
1. Samenvatting	1
2. Inleiding	3
Doelstelling proef	5
3. Materiaal en methoden	7
3.1 Kasruimte, Opzet, Plantmateriaal	7
3.2 Behandelingen	8
3.3 Waarnemingen	8
3.3.1 Bodemanalyse	8
3.3.2 Massa	9
4. Resultaten	11
4.1 Grote waternavel	11
4.1.1 Bestrijding na eerste zichtbare hergroei: tussentijdse metingen	11
4.1.2 Bestrijding bij 50% bedekking: tussentijdse metingen	12
4.1.3 Bestrijding bij 100% bedekking: tussentijdse metingen	14
4.1.4 Branden: tussentijdse metingen	15
4.1.5 Eindmeting: vergelijking alle behandelingen op de verdeling van massa over wortel, stengel en blad	15
4.2 Waterteunisbloem	19
4.2.1 Bestrijding na eerste zichtbare hergroei: tussentijdse metingen	19
4.2.2 Bestrijding bij 50% bedekking: tussentijdse metingen	20
4.2.3 Bestrijding bij 100% bedekking: tussentijdse metingen	23
4.2.4 Branden: tussentijdse metingen	24
4.2.5 Eindmeting: vergelijking alle behandelingen op de verdeling van massa over wortel, stengel en blad	24
27	
4.3 Parelvederkruid	28
4.3.1 Bestrijding na eerste zichtbare hergroei: tussentijdse metingen	28
4.3.2 Bestrijding na 50% bedekking: tussentijdse metingen	29
4.3.3 Bestrijding na 100% bedekking: tussentijdse metingen	30
4.3.4 Branden: tussentijdse metingen	31
4.3.5 Eindmeting: vergelijking alle behandelingen op de verdeling van massa over ondergrondse en bovengrondse massa	31
5. Conclusies	35
Bijlage I. Grondanalyse BLGG Agroxpertus	1
Bijlage II. Logboek	1

Lijst van Figuren en tabellen

Figure 3.1-1 Potten in kas.....	7
Figure 3.3-1 het opspoelen van de wortels	9
Figuur 4.1-1 gemiddelde drooggewicht van Grote waternavel na de behandeling eerste hergroei op de verschillende oogsttijdstippen.....	12
Figuur 4.1-2 gemiddelde drooggewicht van Grote waternavel na de behandeling bij 50% bedekking op de verschillende oogsttijdstippen	13
Figuur 4.1-3 gemiddelde drooggewichten bij verwijdering bij 100% bedekking	15
Figure 4.1-4 Massa productie van Grote waternavel aan het einde van het experiment na uitvoering van de verschillende behandelingen op een rijk en arm substraat.	16
Figuur 4.1-5 Totaal van de bovengronds geproduceerde biomassa (drooggewicht [g] per behandeling)	17
Figure 4.1-6 Biomassa (drooggewicht) van de Grote waternavel wortels na uitvoering van de behandelingen.....	17
Figuur 4.1-7 de relatieve verdeling van de biomassa op het eind van het experiment van de verschillende behandelingen.	18
Figuur 4.2-1 gemiddelde bovengrondse drooggewicht van Waterteunisbloem na de behandeling eerste hergroei op de verschillende oogsttijdstippen.....	20
Figuur 4.2-2 gemiddelde drooggewicht van Waterteunisbloem na de behandeling bij 50% bedekking op de verschillende oogsttijdstippen	22
Figuur 4.2-3 gemiddelde drooggewicht van Waterteunisbloem na de behandeling bij 100% bedekking op de verschillende oogsttijdstippen	23
Figuur 4.2-4 de relatieve verdeling van de biomassa productie van Waterteunisbloem op het eind van het experiment van de verschillende behandelingen	25
Figuur 4.2-5 Totaal van de bovengronds geproduceerde biomassa (drooggewicht [g] per behandeling)	25
Figure 4.2-6 Biomassa (drooggewicht) van Waterteunisbloem wortels na uitvoering van de behandelingen	26
Figure 4.2-14 Massa productie van Waterteunisbloem aan het einde van het experiment na uitvoering van de verschillende behandelingen op een rijk en arm substraat	27
Figuur 4.3-1 gemiddelde drooggewicht van Parelvederkruid na de behandeling eerste hergroei op de verschillende oogsttijdstippen.....	28
Figure 4.3-2 gemiddelde drooggewicht van Parelvederkruid na de behandeling bij 50% bedekking op de verschillende oogsttijdstippen	29
Figure 4.3-3 gemiddelde drooggewicht van Parelvederkruid na de behandeling bij 100% bedekking op de verschillende oogsttijdstippen	30
Figure 4.3-4 de relatieve verdeling van de biomassa productie van Parelvederkruid op het eind van het experiment van de verschillende behandelingen	31
Figure 4.3-5 Verdeling van het drooggewicht over de ondergrondse en bovengrondse plantendelen van Parelvederkruid na de verschillende behandelingen	32
Figure 4.3-6 Biomassa van Parelvederkruid na uitvoering van de behandelingen	32
Tabel 3.2-1 Gemiddelde frequentie van handmatige verwijdering overeenkomstig met de bedekkingsgraad	8
Tabel 3.3-1 grondkwaliteit	8
Tabel 4.1-1 gemiddelde vers- en drooggewichten van Grote waternavel bij verwijdering na eerste hergroei.....	11
Tabel 4.1-2 gemiddelde vers- en drooggewichten bij afknippen bij 50% bedekking.....	13
Tabel 4.1-3 Gemiddelde vers- en drooggewichten van Grote waternavel bij verwijdering bij 100% bedekking.....	14
Tabel 4.1-4 gemiddelde drooggewicht van Grote waternavel per behandeling per plantdeel	16
Tabel 4.2-1 gemiddelde bovengrondse vers- en drooggewicht van Waterteunisbloem bij verwijdering na eerste hergroei	19
Tabel 4.2-2 gemiddelde vers- en drooggewichten van Waterteunisbloem bij verwijdering na 50% bedekking.....	22
Tabel 4.2-3 gemiddelde vers- en drooggewichten van Waterteunisbloem bij verwijdering na 100% bedekking.....	23

Tabel 4.2-4 gemiddelde drooggewicht van Waterteunisbloem per behandeling per plantdeel tijdens de eindmeting	24
Tabel 4.3-1 gemiddelde vers- en drooggewichten van Parelvederkruid bij verwijdering na eerste hergroei.	28
Tabel 4.3-2 gemiddelde vers- en drooggewichten van Parelvederkruid bij verwijdering bij 50% bedekking	29
Table 4.3-3 gemiddelde vers- en drooggewichten van Parelvederkruid bij verwijdering bij 100% bedekking	30
Table 4.3-4 gemiddelde drooggewicht van Parelvederkruid per behandeling per plantdeel tijdens de eindmeting ...	31

1. Samenvatting

Grote waternavor, Parelvederkruud en Waterteunisbloem zijn invasieve exoten die in zowel Vlaanderen als Nederland voor problemen zorgen. De belangrijkste problemen zijn wateroverlast en schade aan inheemse soorten. De waterschappen en provincies die belast zijn met het beheer van de watergangen zijn jaarlijks zeer veel tijd en geld kwijt aan het verwijderen van deze soort. Machinale verwijdering veroorzaakt fragmentatie en daarmee verspreiding en toepassing van herbiciden is in de regio niet mogelijk. Zowel de verwijdering als afvoer zijn duur en overschrijden ruimschoots de reguliere kosten voor het beheer. De kosten per waterbeheerder lopen naar schatting jaarlijks in de vele tonnen bovenop het reguliere beheer. In 2009 is daarom het Europees Interreg IVA-project “Invasieve exoten in Vlaanderen en Zuid-Nederland” (INVEXO, www.invexo.be) gestart. Binnen dit project werken zes waterbeheerders en PRI samen in de casus grote waternavor aan onder andere effectieve alternatieve bestrijdingsmethoden.

In deze voorliggende studie wordt vervolg gegeven aan een eerder binnen INVEXO uitgevoerd kas- en veldexperiment naar de effecten van branden en handmatige verwijdering van grote waternavor. Het kasexperiment liet zien dat grote waternavor gevoelig is voor branden en dat bij voldoende blootstelling de plant zelfs afsterft (W.J. van der Burg en J.M. Michielsen, Effect of flaming on *Hydrocotyle ranunculoides* L.f. survival, 2010, http://www.invexo.be/nl-BE/Probleemsoorten/Grotewaternavor/~/_media/Files/Invexo/GWNReportFlamingExperiment.ashx). Alhoewel deze resultaten goed waren had deze proef de beperking dat ze werd uitgevoerd op relatief jong planten die in een pot stonden en dus niet diep wortelden. Vervolgens is in de regio rond Gent een veldexperiment uitgevoerd waarin de effectiviteit van branden als nazorgmaatregel op een bestaande populatie grote waternavor in het veld werd vergeleken met die van de handmatige nazorg (voor meer info: Bijlage I, INVEXO eindrapportage, www.invexo.be). Daarbij werd geen statistisch verschil tussen de gasbrander en de manuele nazorg in bedekking door of aantal groeipunten van de grote waternavor gevonden.

Het huidige onderzoek had als doel de effecten van branden en handmatige verwijdering in verschillende frequenties op de verschillende organen van grote waternavor te bepalen.

In een kasexperiment is onderzocht wat het effect van de behandelingsfrequentie is op de mate van bestrijding en de verdeling van de massa over de verschillende organen. Daarbij is tevens gekeken of het voedingsgehalte van de bodem van invloed is op de effectiviteit van de methode.

Grote waternavor, Parelvederkruud en Waterteunisbloem werden in potten opgekweekt op een voedingsarme of -rijke bodem. Vervolgens werd de handmatige verwijdering in het veld nagebootst door de bovengrondse massa te verwijderen, met verschillende frequenties, welke bepaald werden door het bedekkingspercentage: bij de eerste zichtbare hergroei (~1%, bedekking), 50% en 100% bedekking. Op elke bestrijdingsdatum werd het verwijderde materiaal opgesplitst in stengels en blad en werd de massa van het verwijderde materiaal bepaald (zowel droog als versgewicht). Bij de laatste meting werd ook de massa van de wortels bepaald.

Conclusies:

- De behandelingen hebben allemaal geleid tot een afname van de massa van Grote waternavel, Waterteunisbloem en Parelvederkruid zowel bovengronds als wat betreft wortelmassa.
- Eens in de 10 dagen handmatige verwijdering van de bovengrondse massa was het meest effectief voor zowel Grote Waternavel als Parelvederkruid. Zowel bovengrondse als ondergrondse massa nam met deze behandeling het sterkst af.
- Voor Waterteunisbloem was het branden de meest effectieve methode.
- Een verlaging van de frequentie van handmatige verwijdering (van eens in de 10 dagen naar respectievelijk eens per 19 en 25 dagen) leidt tot een significant lager bestrijdingsresultaat voor Grote Waternavel. Een verlaging van de frequentie van eens in de 10 dagen naar eens in de 19 dagen leidde tot ongeveer 4 keer zoveel massa Grote waternavel in de proefperiode, en een frequentieverlaging van eens in de 10 dagen naar eens per 25 dagen tot ongeveer 8 keer zoveel massa.
- Op een voedingsarm substraat is er een risico op investering in de wortelgroei door Grote waternavel bij toepassing van de handmatige verwijdering, waarmee bestrijding op langere termijn potentieel lastiger wordt..
- Op een voedingsrijke bodem is dit risico op een sterke investering in de wortelgroei bij Grote waternavel nihil.
- Het branden van de emerse delen was het meest effectief om Waterteunisbloem te bestrijden: de totale massa, als ook de bovengrondse als ondergrondse massa was lager in deze behandeling.
- Handmatige verwijdering van de bovengrondse massa van Waterteunisbloem na de eerste zichtbare hergroei (overeenkomend met een frequentie van eens in de 21 dagen) was iets effectiever dan verwijdering bij 50% bedekking (overeenkomend met een frequentie van eens in de 25 dagen). Veruit het minst effectief was de verwijdering bij een bedekkingsgraad van 100%. Deze behandeling was op een arm substraat 2 keer minder effectief dan verwijdering bij eerste hergroei en op een rijk substraat 2,5 keer minder effectief.
- Relatief gezien investeert Waterteunisbloem in wortelgroei na branden, absoluut gezien neemt ook de wortelmassa af.
- Er is geen risico op een investering in de wortelgroei door Waterteunisbloem bij toepassing van handmatige verwijdering, ongeacht de voedingswaarde van het substraat.
- Branden was de minst effectieve behandeling voor Parelvederkruid. Ook werd er relatief veel geïnvesteerd in wortelgroei door het branden, hetgeen op lange termijn kan resulteren in een moeilijkere bestrijding.
- Er is geen effect van de voedingswaarde van het substraat op de effectiviteit van de verschillende behandelingen van Parelvederkruid.
- Er is een risico op investering in wortelgroei bij zowel handmatige verwijdering als branden van Parelvederkruid. Na handmatige verwijdering is dit risico kleiner dan na branden.

2. Inleiding

Grote waternavel komt van nature in Zuid- en Midden-Amerika voor. De soort is verspreid naar Europa en Noord-Amerika. Grote waternavel komt inmiddels in meerdere Europese landen voor en wordt daar ook als exoot gezien: België, Nederland, Frankrijk, Portugal, Italië, Duitsland en Spanje. De Grote waternavel werd sinds de jaren '70 tot in de jaren '90 in tuin- en vijvercentra in Nederland en Vlaanderen verkocht. In Nederland is de soort voor het eerst in 1994 waargenomen in een watergang in Utrecht. In 2008 kwam grote waternavel inmiddels in ruim 500 kilometerhokken in Nederland voor, met het zwaartepunt in de provincies Utrecht, Noord-Brabant en Zuid-Holland (bron: Floron). In Vlaanderen werd grote waternavel eveneens in de jaren negentig voor het eerst waargenomen. Momenteel komt Grote waternavel in alle Vlaamse provincies voor.

De belangrijkste problemen die door Grote waternavel, Waterteunisbloem en Parelvederkruid veroorzaakt worden zijn wateroverlast en schade aan inheemse soorten.

Grote waternavel is een zeer snel groeiende, woekerende plant die hele sloten kan dichtgroeien. Met name in de zomerperiode kunnen grote drijvende matten gevormd worden die gemalen verstoppert en daarmee de doorstroming belemmeren [6,9]. Het gevolg is dat bij hevige regenval water niet afgevoerd kan worden en wateroverlast kan ontstaan.

Waterteunisbloem is een overjarige, kruidachtige, moerasplant. Waterteunisbloem is een soort die zowel submers (verzonken) als emers voorkomt in stilstaand en langzaam stromend water. Ook in vochtig grasland kan men de soort echter tegenkomen.

Parelvederkruid is een meerjarige aquatische moerasplant waarvan de submerse delen het gehele jaar door aangetroffen kunnen worden. Parelvederkruid overwintert middels stolonen.

De grote hoeveelheden planten van deze soorten zorgen niet alleen voor wateroverlast, maar veroorzaken ook problemen voor de inheemse flora en fauna. De hoge dichtheden zorgen ook voor een gebrek aan licht voor aanwezige waterplanten waardoor deze afsterven. Het gevolg van deze dichtheden is tevens zuurstofloosheid van het water waardoor vissen en invertebraten zuurstofgebrek kunnen krijgen en geen mogelijkheid tot overleven meer hebben. Tevens verandert de vegetatiestructuur in het water bij zeer hoge dichtheden waardoor watervogels en waterdieren negatief beïnvloed kunnen worden.

De waterschappen en provincies die belast zijn met het beheer van de watergangen zijn jaarlijks zeer veel tijd en geld kwijt aan het verwijderen van deze soort. Machinale verwijdering veroorzaakt fragmentatie en daarmee verspreiding en toepassing van herbiciden is in de regio niet mogelijk. Zowel de verwijdering als afvoer zijn duur en overschrijden ruimschoots de reguliere kosten voor het beheer. De kosten per waterbeheerder lopen naar schatting jaarlijks in de vele tonnen bovenop het reguliere beheer. In 2009 is daarom het Europees Interreg IVA-project "Invasieve exoten in Vlaanderen en Zuid-Nederland" (INVEXO, www.invexo.be) gestart. Binnen dit project werken zes waterbeheerders en PRI samen in de casus grote waternavel aan onder andere effectieve alternatieve bestrijdingsmethoden.

In deze voorliggende studie wordt vervolg gegeven aan een eerder binnen INVEXO uitgevoerd kas- en veldexperiment naar de effecten van branden en handmatige verwijdering van Grote waternavel. Het kasexperiment liet zien dat grote waternavel gevoelig is voor branden en dat bij voldoende blootstelling de plant zelfs afsterft (W.J. van der Burg en J.M. Michielsen, Effect of flaming on *Hydrocotyle ranunculoides* L.f. survival, 2010, http://www.invexo.be/nl-BE/Probleemsoorten/Grotewaternavel/~/_media/Files/Invexo/GWNReportFlamingExperiment.ashx). Alhoewel deze resultaten goed waren had deze proef de beperking dat ze werd uitgevoerd op relatief jong planten die in een pot stonden en dus niet diep wortelden. Vervolgens is in de regio rond Gent een veldexperiment uitgevoerd waarin de effectiviteit van branden als nazorgmaatregel op een bestaande populatie grote waternavel in het veld werd vergeleken met die van de handmatige nazorg (voor meer info: Bijlage I, INVEXO eindrapportage). Daarbij werd geen statistisch verschil tussen de gasbrander en de manuele nazorg in bedekking door of aantal groeipunten van de

grote waternavel gevonden. De huidige proef heeft als doel de effecten van branden en handmatige verwijdering in verschillende frequenties op de verschillende organen van Grote waternavel, Waterteunisbloem en Parelvederkruid te bepalen.

Doelstelling proef

Deze proef is opgezet om de effecten van branden en handmatige verwijdering in verschillende frequenties op de verschillende organen van Grote waternavel, Parelvederkruid en Waterteunisbloem te bepalen. Daarnaast is gekeken naar de invloed van het nutriëntengehalte van de bodem op de effectiviteit van het branden en de frequente handmatige verwijdering.

De proef is zodanig ingericht dat de volgende vragen beantwoord konden worden:

- is het mogelijk middels frequente handmatige verwijdering en branden de wortelmassa te verminderen ?
- Hoe reageert de soort op de verschillende bestrijdingsmethoden: stopt ze meer energie in de wortels of meer in stengel en/of blad
- Wat is het effect van nutriëntengehalte van de bodem en water op de totale hergroei en de verdeling van de massa over de organen?
- Welk bedekkingspercentage het optimale moment voor de handmatige verwijdering? en dus: welke frequentie is nodig?

3. Materiaal en methoden

3.1 Kasruimte, Opzet, Plantmateriaal

De proef werd uitgevoerd in een kascompartiment waarvan het klimaat was ingeregeld op een voor Nederland gemiddelde temperatuur en luchtvochtigheid: een luchtvochtigheid van 70% en een nachttemperatuur van 12 °C en een dagtemperatuur van 18 °C.

De proef werd uitgevoerd in plastic potten met een diameter van 20 cm. Voor het planten van stekjes Grote waternavel werden de potten gevuld met :

- rijk substraat = Lentse grond nr 4
- arm substraat = een mengsel van ¼ Lentse potgrond nr 4 en ¾ zilverzand.

Voor de objecten van de branderbehandeling werden (vuurvaste) terracotta potten met een gelijke diameter van 20cm gebruikt.

De potten werden voorzien van water totdat verzadiging optrad. Op het moment dat de potten volledig waren verzadigd, werden per pot twee stekjes geplant. De stekjes hadden een lengte van 10 cm, en hadden twee of meerdere knopen.

De potten werden gedurende een aantal dagen afgedekt met plastic om uitdrogen na het stekken te voorkomen. Na het stekken werden de potten in met water gevulde bakken geplaatst. Om vermenging van nutriënten in het water te voorkomen werden de potten met rijke grond gescheiden van de potten met arme grond. Elke combinatie werd in vier-voud in de kas uitgezet, waarbij de plaats over de kas werd geloot. Om invloed van de plaats in de kas te verminderen werden na een behandeling de potten één plaats opgeschoven.



Figure 3.1-1 Potten in kas

De Grote waternavel die werd gebruikt was afkomstig van stekjes die in Vlaanderen waren verzameld in 2010. Deze stonden sinds de zomer van 2010 op kweek in de kas bij WUR-PRI in een kasruimte met dezelfde klimatologische omstandigheden als de kasruimte waarin de proef plaatsvond.

De Waterteunisbloem en Parelvederkruid stekjes die werden gebruikt, waren afkomstig van planten die bij de Nederlandse Voedsel en Warenautoriteit in de kas opgekweekt werden. De herkomst van het materiaal is Nederland.

De stekjes werden in september 2011 opgekweekt in de kas bij WUR-PRI in een kasruimte met dezelfde klimatologische omstandigheden als de kasruimte waarin de proef plaatsvond.

3.2 Behandelingen

De proef werd uitgevoerd met het doel het effect van de frequentie van handmatige verwijdering is op de mate van bestrijding en de verdeling van de massa over de verschillende organen. Daarbij is tevens gekeken of het voedingsgehalte van de bodem van invloed is op de effectiviteit van de methode en is een vergelijking gemaakt met het branden van de emerse delen. De uitgevoerde behandelingen waren:

- voedselrijke, optimale situatie voor groei ten opzichte van voedselarme situatie
- handmatig verwijderen van alle emerse en submerse delen (met uitzondering van wortels):
 - a) bij 1% bedekking (eerste zichtbare hergroei)
 - b) bij 50% bedekking
 - c) bij 100% bedekking
 herhaling van behandelingen bij hergroei
- branden van de emerse delen, elke 4 weken
- onbehandeld

De overeenkomstige frequentie van de handmatige verwijdering bij de bovengenoemde bedekkingspercentages waren door de verschillende groeisnelheden van de soorten per soort verschillend en staan genoemd in Tabel 3.2-1.

Tabel 3.2-1 Gemiddelde frequentie van handmatige verwijdering overeenkomstig met de bedekkingsgraad

soort	1 ^e zichtbare hergroei	50% bedekking	100% bedekking
Grote waternavel	10	19	26
Waterteunisbloem	18	21	31
Parelvederkruid	10	20	30

3.3 Waarnemingen

3.3.1 Bodemanalyse

Uit de grondmengsels zijn elk twee monsters genomen die door BLGG Agroxpertus zijn geanalyseerd. De resultaten staan in bijlage I, Tabel 3.3-1 staan de belangrijkste parameters samengevat.

Tabel 3.3-1 grondkwaliteit

grond	Stikstof-totaal, (mg N/kg)	Pw, (mg P205/l)	Zuurgraad, pH	Organische stof, (%)
rijk substraat	6490	210	5.6	58
arm substraat	1140	65	5.8	10

Het arme substraat heeft 17% stikstof en organische stof vergeleken met het rijke substraat. Het gehalte aan fosfaat bij het arme substraat is 31% ten opzichte van het rijke substraat.

3.3.2 Massa

Op elke bestrijdingsdatum werd het verwijderde materiaal opgesplitst in stengels en blad en werd de massa van het verwijderde materiaal bepaald (zowel droog als versgewicht). Bij de laatste meting werd ook de massa van de wortels bepaald. Het drooggewicht werd bepaald door het materiaal eerst 8 uur te drogen bij 70°C gevolgd door drogen bij 105°C tot stabiel drooggewicht.



Figure 3.3-1 het opspoelen van de wortels

4. Resultaten

4.1 Grote waternavel

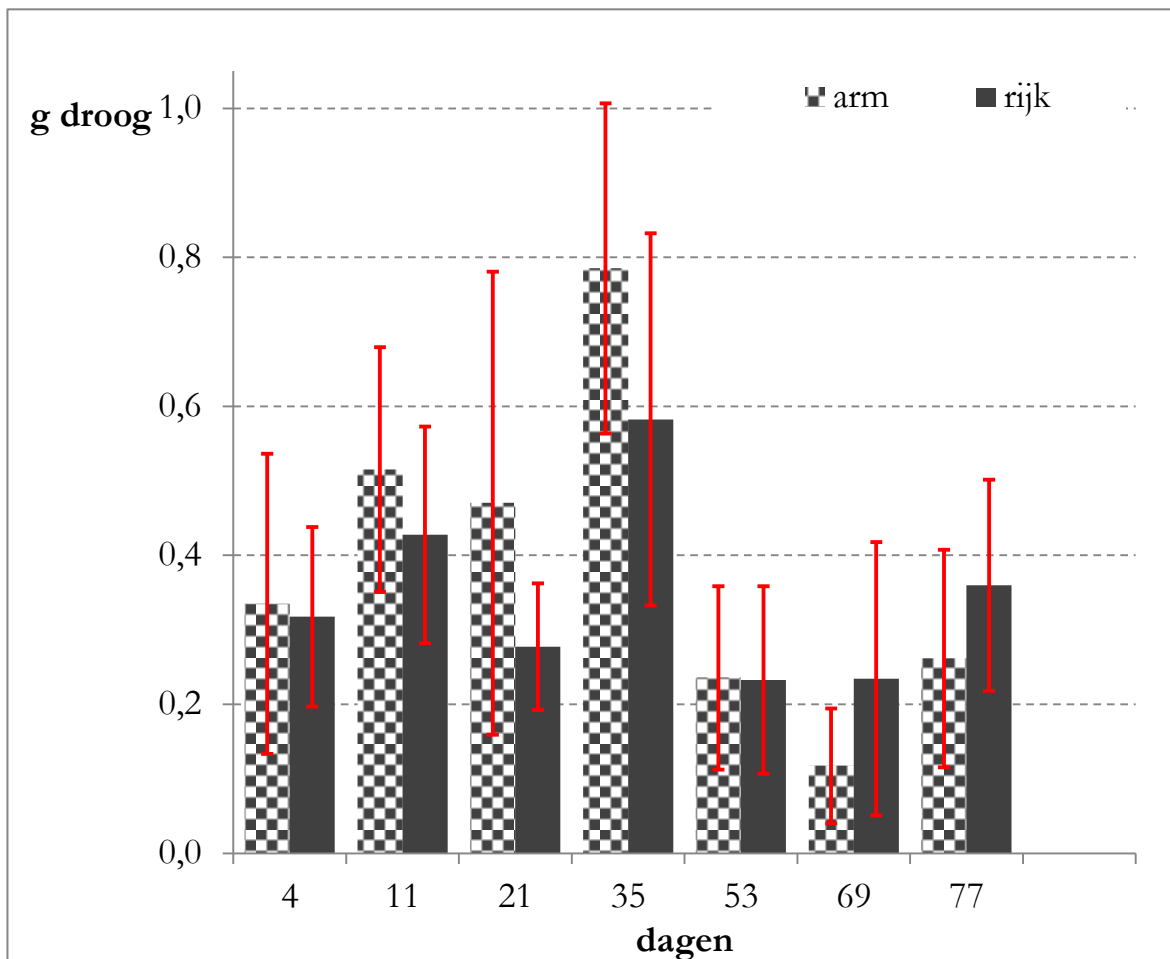
4.1.1 Bestrijding na eerste zichtbare hergroei: tussentijdse metingen

Bij deze behandeling werd de bovengrondse massa (blad en stengel) afgeknijpt als er weer een redelijke hergroei was waargenomen. Van elke pot werd van blad en stengel het versgewicht en na drogen het drooggewicht bepaald. De uitvoering van de behandeling was dus afhankelijk van de hergroei. De behandeling werd in totaal 7 keer uitgevoerd (na respectievelijk 4, 11, 21, 35, 53, 69 en 77 dagen na start van de proef). In Tabel 4.1-1 en Figuur 4.1-1 wordt het gemiddelde gewicht van de verwijderde massa op het rijke en arme substraat per behandeldatum inclusief de spreiding weergegeven.

Tabel 4.1-1 gemiddelde vers- en drooggewichten van Grote waternavel bij verwijdering na eerste hergroei

dagen na start	substraat	vers		droog	
		gem*)	std		std
4	arm	2.92 ^a	1.36	0.34	0.20
	rijk	2.34 ^a	1.35	0.32	0.12
11	arm	4.79 ^a	1.37	0.52	0.16
	rijk	3.35 ^b	1.49	0.43	0.15
21	arm	3.82 ^a	3.19	0.47	0.31
	rijk	2.14 ^b	0.67	0.28	0.09
35	arm	4.52 ^a	1.25	0.79	0.22
	rijk	3.57 ^b	1.50	0.58	0.25
53	arm	0.79 ^a	0.46	0.24	0.12
	rijk	1.01 ^b	0.70	0.23	0.13
69	arm	0.39 ^a	0.26	0.12	0.08
	rijk	1.20 ^b	1.17	0.23	0.18
77	arm			0.26	.015
	rijk			0.36	0.14
gem	arm	2.87		0.39	
	rijk	2.27		0.35	

*verschillende letters geven een significant verschil weer tussen de massa op een rijk en arm substraat per behandeldatum ($p=0.05$).



Figuur 4.1-1 gemiddelde drooggewicht van Grote waternavel na de behandeling eerste hergroei op de verschillende oogsttijdstippen

Opvallend is dat in de eerste helft van het experiment (tot 35 dagen) de planten op arm substraat een hogere biomassa produceren dan de planten op rijk substraat. En in de tweede helft geven de planten op rijk substraat een hogere biomassaproductie dan de planten op arm substraat.

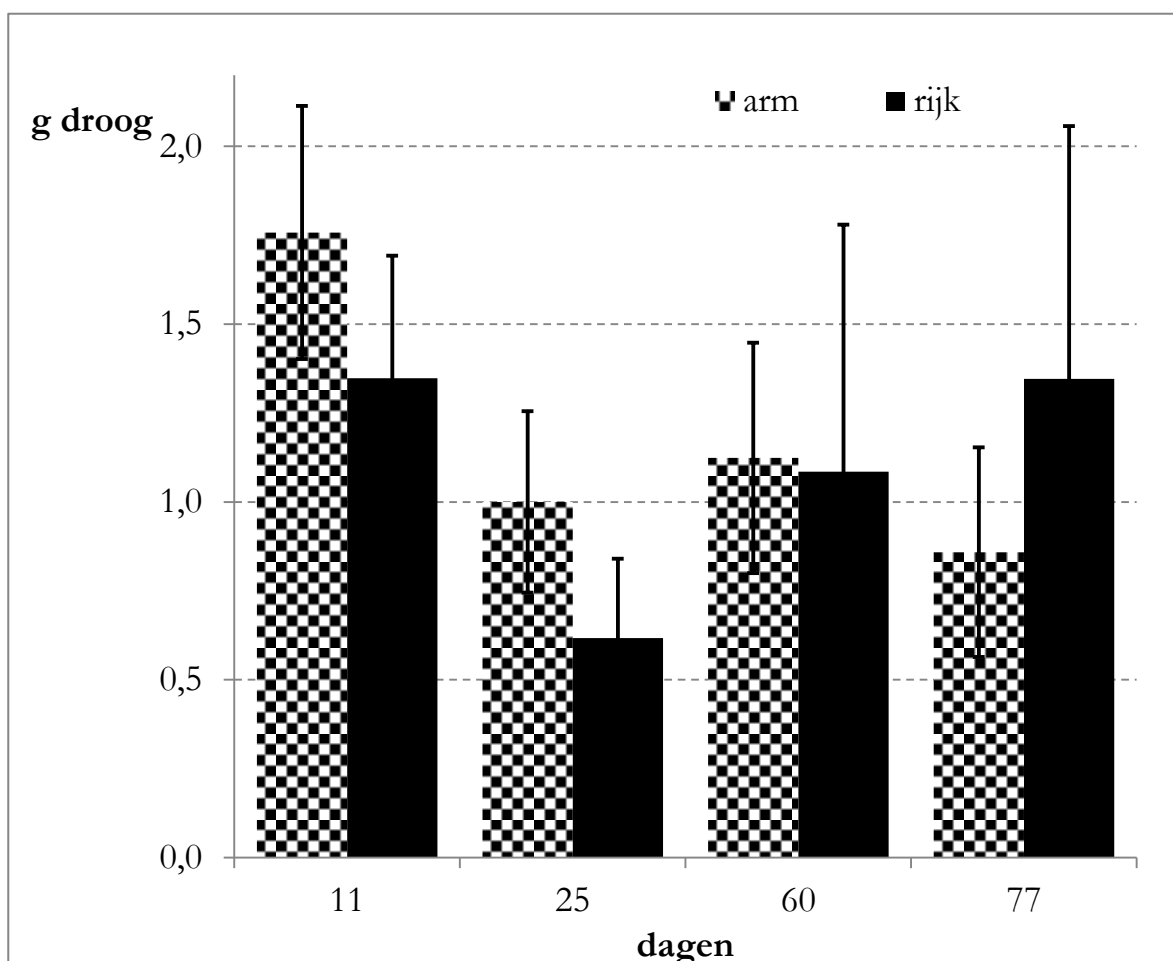
4.1.2 Bestrijding bij 50% bedekking: tussentijdse metingen

Bij deze behandeling werd de bovengrondse massa (blad en stengel) afgeknipt als er een bedekking van 50% van het oppervlak werd waargenomen. Van elke pot werd van blad en stengel het versgewicht en na drogen het drooggewicht bepaald. De uitvoering van de behandeling was dus afhankelijk van de hergroei. De behandeling werd in totaal 4 keer uitgevoerd (na respectievelijk 11, 25, 60 en 77 dagen na start van de proef). In Tabel 4.1-2 en in Figuur 4.1-2 wordt het gemiddelde gewicht van de verwijderde massa op het rijke en arme substraat per behandeldatum inclusief de spreiding weergegeven.

Tabel 4.1-2 gemiddelde vers- en drooggewichten bij afknippen bij 50% bedekking

dagen na		vers [g]		droog [g]	
start	substraat	gem	std	std	
11	arm	15.15 ^a	1.11	1.76	0.36
	rijk	12.23 ^b	3.11	1.35	0.34
25	arm	5.10 ^a	1.61	1.00	0.25
	rijk	4.00 ^a	1.17	0.62	0.22
60	arm	3.86 ^a	1.36	1.12	0.32
	rijk	4.84 ^a	3.14	1.09	0.69
77	arm			0.86	0.29
	rijk			1.35	0.71
gem	arm	8.04		1.18	
	rijk	7.02		1.10	

verschillende letters geven een significant verschil weer tussen de massa op een rijk en arm substraat per behandeldatum ($p=0.05$).



Figuur 4.1-2 gemiddelde drooggewicht van Grote waternavel na de behandeling bij 50% bedekking op de verschillende oogsttijdstippen

Opvallend is dat ook bij deze behandeling in de eerste helft van het experiment de planten op arm substraat een hogere biomassa produceren dan de planten op rijk substraat. En in de tweede helft geven de planten op rijk substraat een hogere biomassaproductie dan de planten op arm substraat.

4.1.3 Bestrijding bij 100% bedekking: tussentijdse metingen

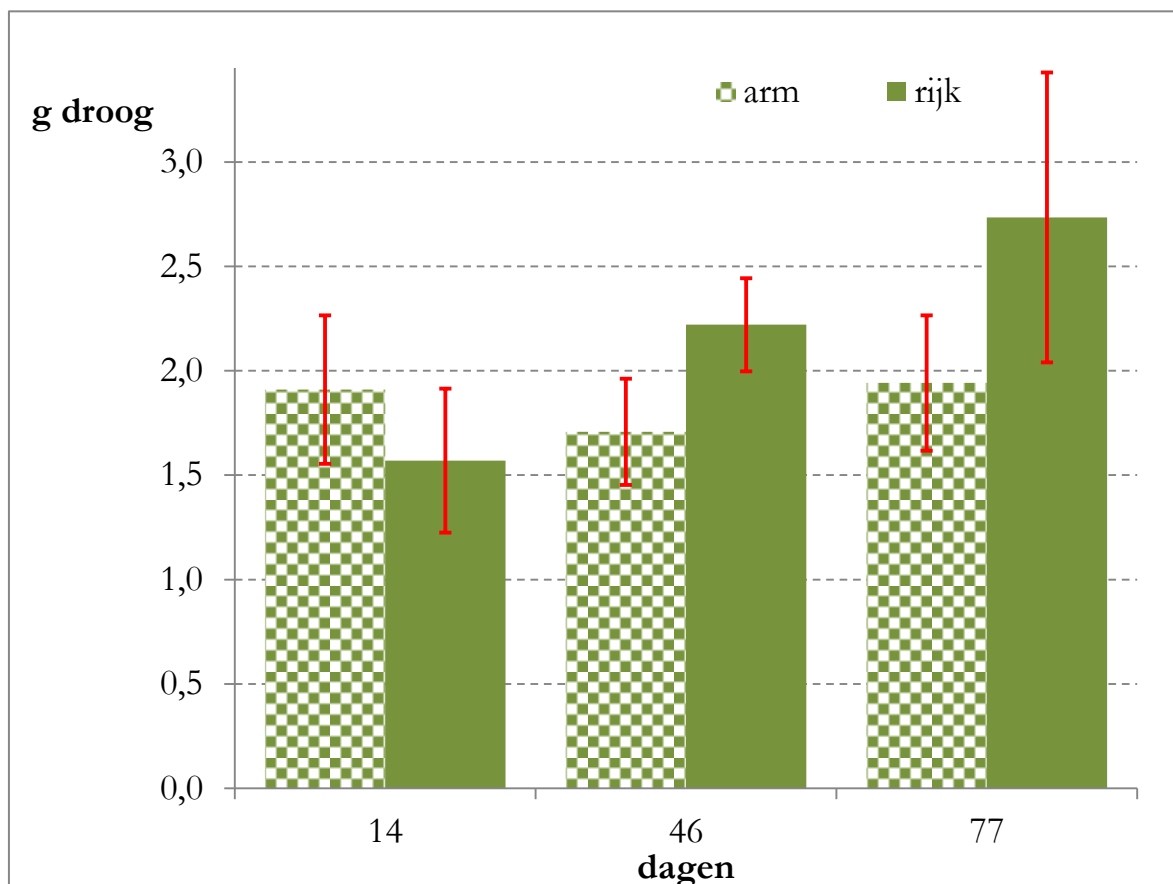
Bij deze behandeling werd de bovengrondse massa (blad en stengel) afgeknipt als er een bedekking van 100% van het oppervlak werd waargenomen. Van elke pot werd van blad en stengel het versgewicht en na drogen het drooggewicht bepaald. De uitvoering van de behandeling was dus afhankelijk van de hergroei. De behandeling werd in totaal 3 keer uitgevoerd (na respectievelijk 14, 46 en 77 dagen na start van de proef). In Tabel 4.1-3 en in Figuur 4.1-3 wordt het gemiddelde gewicht van de verwijderde massa op het rijke en arme substraat per behandeldatum inclusief de spreiding weergegeven.

Zoals bij de behandelingen met de hoogste frequenties (1^e hergroei en 50% bedekking) is in de beginperiode van het experiment de productie van biomassa van de planten op arm substraat hoger dan bij de planten op rijk substraat. Bij de waarnemingen na 46 en op het eind na 77 dagen is de productie van biomassa van de planten op rijk substraat hoger dan bij de planten op arm substraat.

Tabel 4.1-3 Gemiddelde vers- en drooggewichte van Grote waternavel bij verwijdering bij 100% bedekking

dagen na	vers [g]			droog [g]	
	substraat	gem	std		std
start					
14	arm	16.94	5.82	1.91 ^a	0.59
	rijk	13.91	1.04	1.57 ^a	0.17
46	arm	7.68	4.97	1.71 ^a	0.86
	rijk	12.02	2.47	2.22 ^a	0.51
77	arm			1.94 ^a	0.42
	rijk			2.73 ^b	0.31
	arm	12.31		1.85	
	rijk	12.97		2.17	

a = getoets tussen rijk en arm substraat



Figuur 4.1-3 gemiddelde drooggewichten bij verwijdering bij 100% bedekking

4.1.4 Branden: tussentijdse metingen

Bij het object branden zijn geen tussentijdse biomassa metingen uitgevoerd.

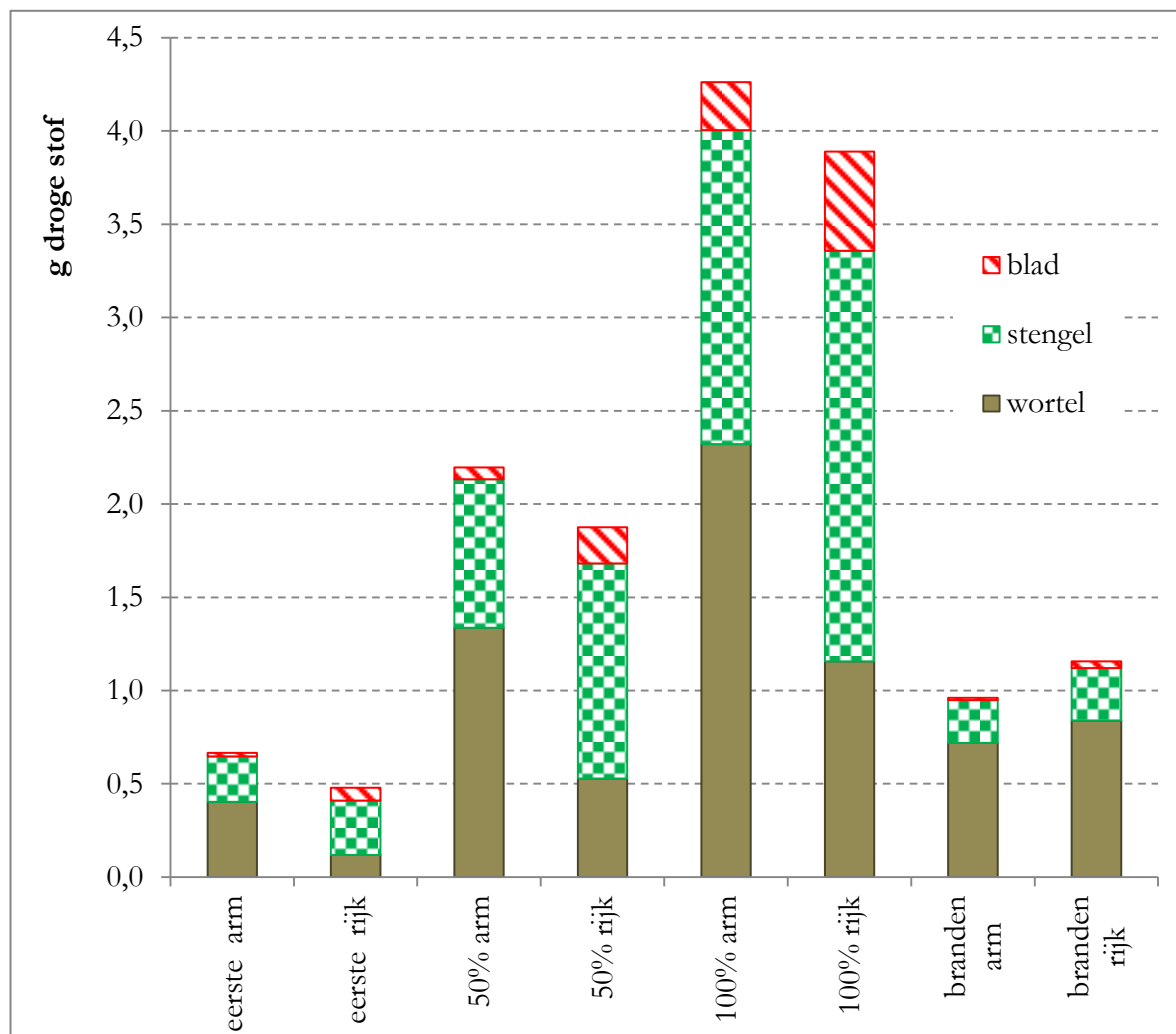
4.1.5 Eindmeting: vergelijking alle behandelingen op de verdeling van massa over wortel, stengel en blad

De proef werd afgesloten met een biomassa bepaling van bovengrondse massa, verdeeld in stengel en blad (zowelemers als submers), en ondergrondse massa.

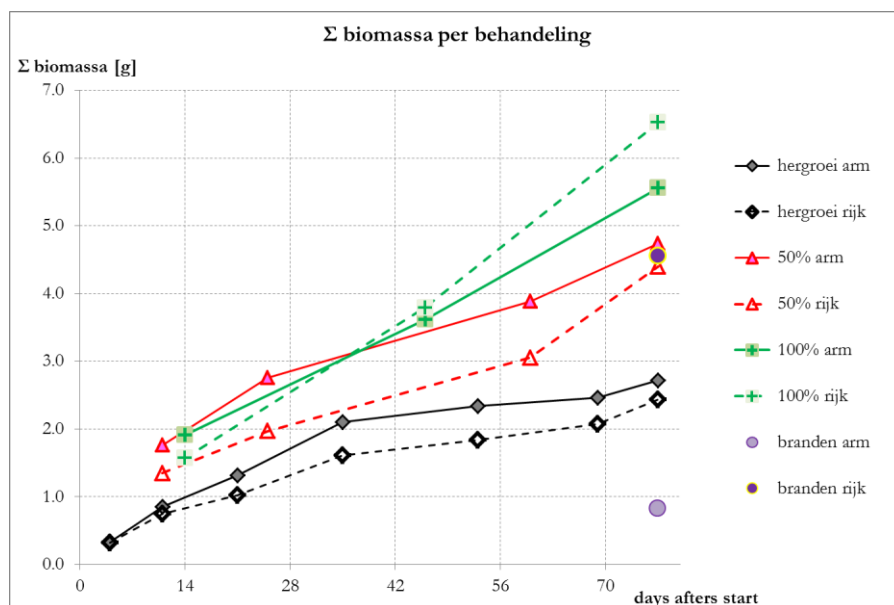
In Tabel 4.2-1 staan de gemiddelde hoeveelheden droge stof per behandeling weergegeven zoals gemeten aan het einde van de looptijd van de proef. Figuur 4.1-4 toont de verdeling van de gemiddelde hoeveelheid droge stof over de wortel, stengel en blad als gevolg van de behandelingen en het voedingsniveau van het substraat.

Tabel 4.1-4 gemiddelde drooggewicht van Grote waternavel per behandeling per plantdeel

behandeling		wortel		stengel		blad	
		gem	std	gem	std	gem	std
onbehandeld	rijk	4.61	0.89	13.62	3.77	4.41	1.61
1e zichtbare hergroei	arm	0.40	0.33	0.24	0.14	0.02	0.01
	rijk	0.12	0.03	0.29	0.11	0.07	0.06
50% bedekking	arm	1.34	0.47	0.80	0.31	0.06	0.02
	rijk	0.53	0.28	1.15	0.59	0.19	0.13
100% bedekking	arm	2.32	0.82	1.68	0.34	0.26	0.12
	rijk	1.16	0.55	2.20	0.32	0.53	0.09
branden	arm	0.72	0.20	0.23	0.20	0.01	0.01
	rijk	0.84	0.47	0.28	0.18	0.04	0.01
gem	arm	1.19	0.88	0.74	0.65	0.09	0.12
	rijk	1.45	1.72	3.51	5.45	1.05	1.85

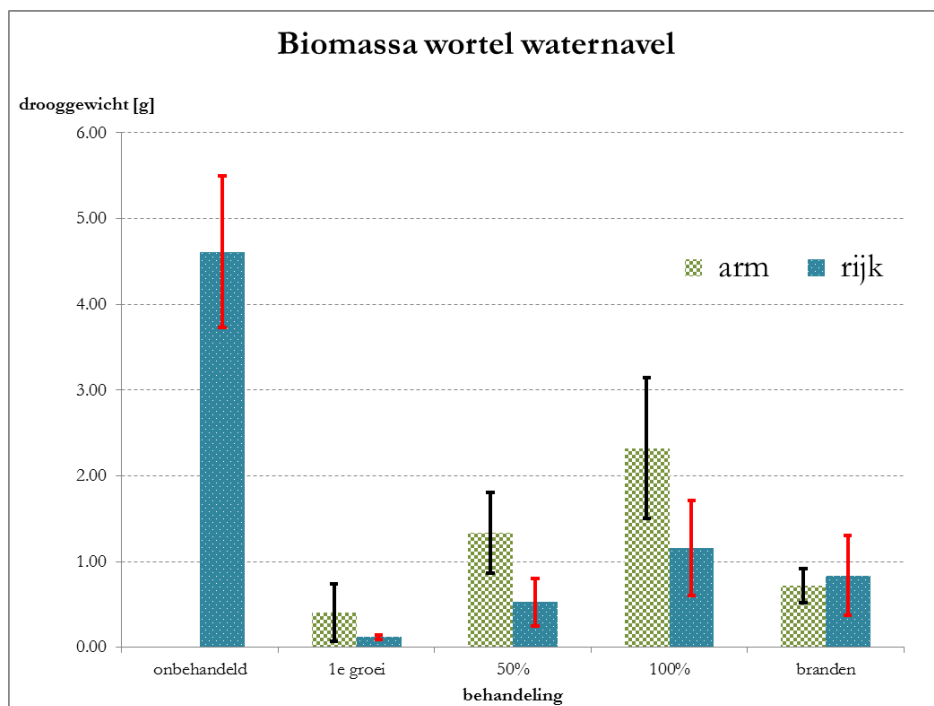


Figuur 4.1-4 Massa productie van Grote waternavel aan het einde van het experiment na uitvoering van de verschillende behandelingen op een rijk en arm substraat.



Figuur 4.1-5 Totaal van de bovengronds geproduceerde biomassa (drooggewicht [g] per behandeling)

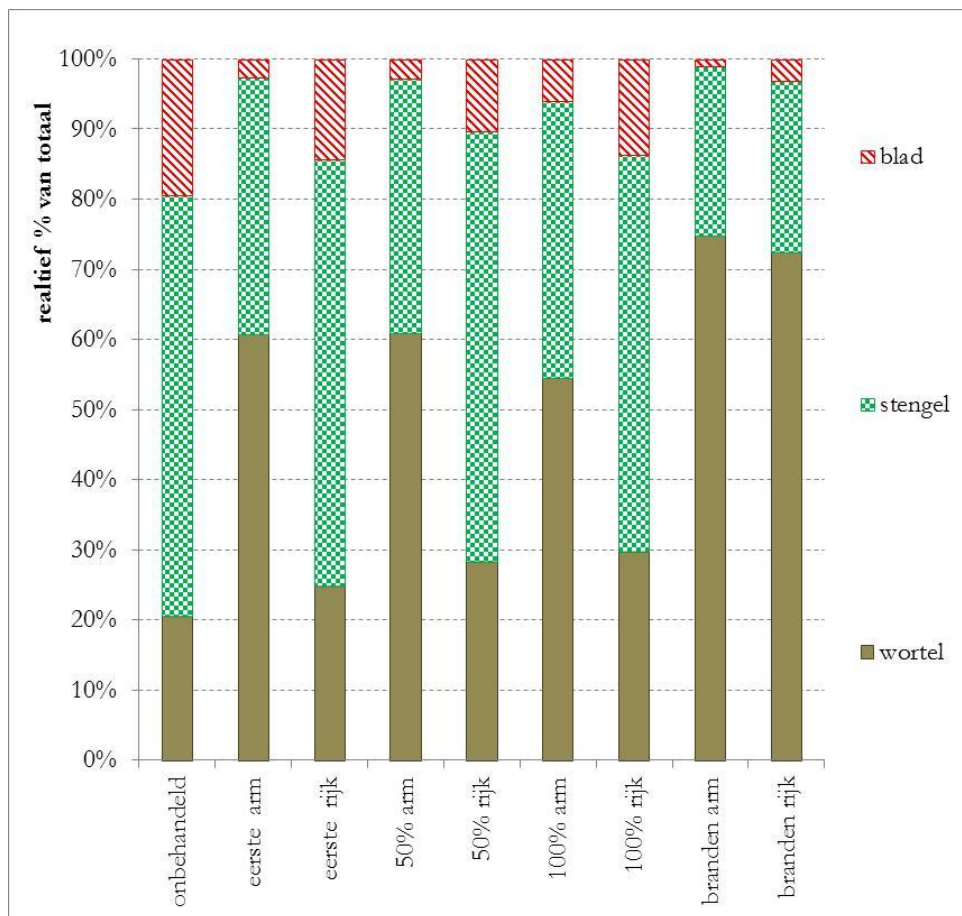
De planten die op arme grond groeiden hebben meer wortelmassa aangemaakt in de handmatige verwijderingsbehandelingen dan de planten op rijke grond (Figuur 4.1-6). Na branden was dit niet het geval.



Figuur 4.1-6 Biomassa (drooggewicht) van de Grote waternavel wortels na uitvoering van de behandelingen.

De laagste wortelmassa werd gemeten bij de objecten waar bij meetbare hergroei de bovengrondse delen werden verwijderd, er werd gemiddeld 0,25g droge stof (5 % van onbehandeld) geproduceerd. De objecten die bij een bedekking van 50% werden geknipt gaven een productie van gemiddeld 0,9 g droge stof (1/5 van onbehandeld). Bij de objecten die werden gebrand was er gemiddeld geen verschil in absolute wortelproductie op arm of rijk substraat en werd er een productie van 0,8 g (1/5 van onbehandeld) gemeten. Het object wat werd geknipt bij 100% bedekking gaf de gemiddeld hoogste wortelproductie, 1,8 g (~40% van onbehandeld).

De relatieve verdeling van de massa over de organen na uitvoering van alle behandelingen staat vermeld in Figuur 4.1-7.



Figuur 4.1-7 de relatieve verdeling van de biomassa op het eind van het experiment van de verschillende behandelingen.

In Figuur 4.1-5 staat de totale hoeveelheid biomassa geproduceerd door Grote waternavel tijdens en na de verschillende behandelingen weergegeven. De hoogste productie werd gemaakt door de planten die bij 100% bedekking werden afgeknipt. De laagste productie werd gehaald bij planten die bij de eerste meetbare hergroei werden afgeknipt. Door branden werd bovengronds weinig geproduceerd, maar ondergronds was de productie hoger dan bij hergroei objecten. Bij hergroei is de lagere productie met name in de lagere wortelmassa te zien.

Handmatige verwijdering leidde in alle gevallen tot een sterke afname van de totale massa van Grote waternavel ten opzichte van de onbehandelde. Door bij de eerste hergroei (gemiddeld eens in de 10 dagen) de bovengrondse massa te verwijderen werd respectievelijk 4 en 8 keer zoveel massa verwijderd als met een lagere frequentie zoals bij verwijdering bij 50% en 100% bedekking (overeenkomend met behandeling van eens in de 19 en 26 dagen). Op een arme voedingsbodem had de handmatige verwijdering een sterk effect op de verdeling van de massa over de organen. De verwijdering van bovengrondse massa op een arme bodem leidde tot een toename van de relatieve wortelmassa ten opzichte van de stengel en bladmassa. Met andere woorden: Grote waternavel op een arme voedingsbodem investeert na handmatige verwijdering sterk in de vorming van wortels. Dit effect werd op een rijke voedingsbodem niet waargenomen.

Branden was effectiever dan de handmatige verwijdering die eens in de 19 en 26 dagen plaatsvond, en iets minder effectief dan eens in de 10 dagen handmatig verwijderen. Echter, de Grote waternavel investeerde relatief veel energie in de vorming van wortelmassa na behandeling met de brander. Dit kan bestrijding op termijn lastiger maken in verband met hergroei vanuit de wortelmassa. Er was geen verschil in de effectiviteit van branden op een voedingsarme en voedingsrijke bodem.

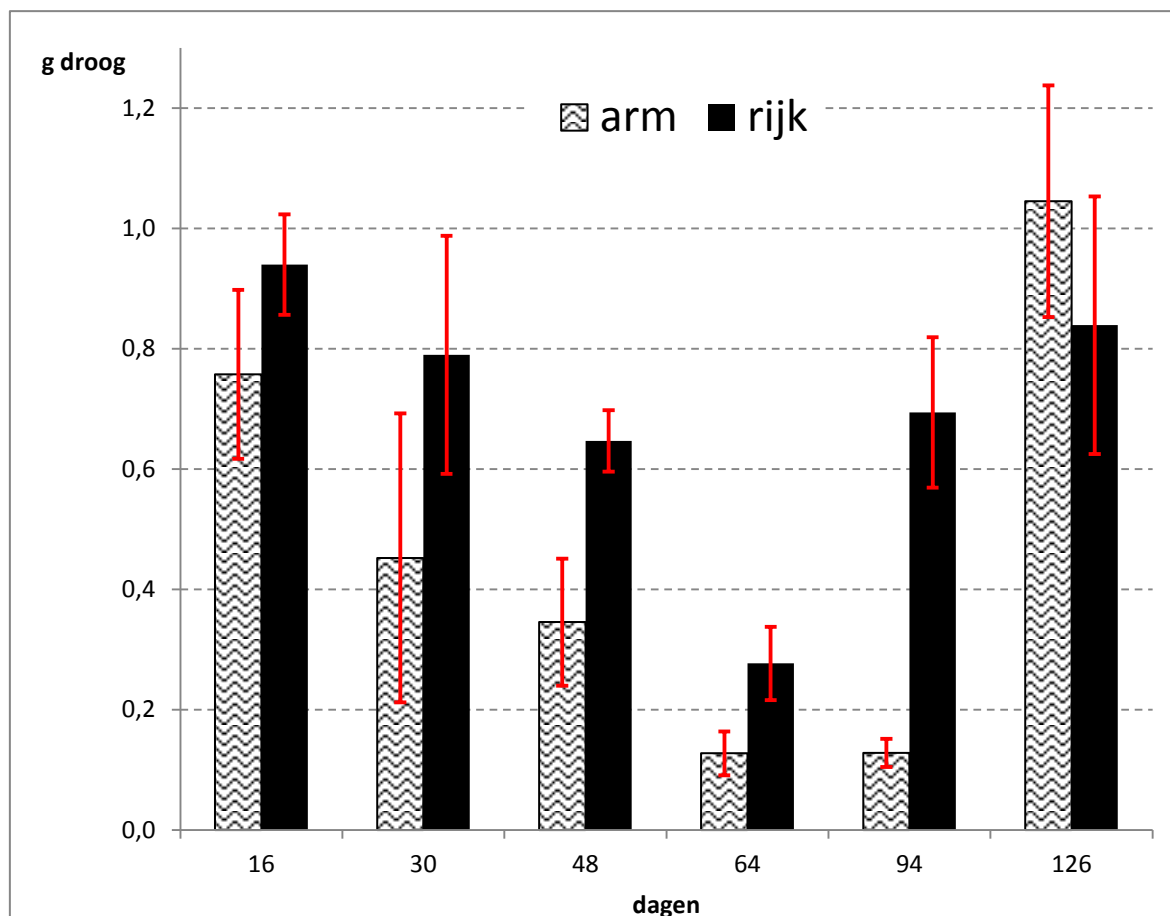
4.2 Waterteunisbloem

4.2.1 Bestrijding na eerste zichtbare hergroei: tussentijdse metingen

Bij deze behandeling werd de bovengrondse massa (blad en stengel) afgeknipt als er weer een redelijke hergroei was waargenomen. Van elke pot werd van blad en stengel het versgewicht en na drogen het drooggewicht bepaald. De uitvoering van de behandeling was dus afhankelijk van de hergroei. De behandeling werd in totaal 6 keer uitgevoerd (na respectievelijk 16, 30, 48, 64, 94 en 126 dagen na start van de proef). In Tabel 4.2-1 en Figuur 4.2-1 wordt het gemiddelde gewicht van de verwijderde massa op het rijke en arme substraat per behandeldatum inclusief de spreiding weergegeven. In tegenstelling tot Grote waternavel produceert Waterteunisbloem meer massa op het voedselrijke substraat dan op het voedselarme substraat. Opvallend is de toename van massa productie na 64 dagen, welke als eerste zichtbaar wordt op een rijk substraat na 94 dagen en vervolgens ook op het armere substraat na 126 dagen.

Tabel 4.2-1 gemiddelde bovengrondse vers- en drooggewicht van Waterteunisbloem bij verwijdering na eerste hergroei

dagen na	vers			droog	
	substraat	gem	<i>std</i>	gem	<i>std</i>
start					
16	arm	3.99	<i>0.66</i>	0.76	<i>0.14</i>
	rijk	5.42	<i>0.49</i>	0.94	<i>0.08</i>
30	arm	2.23	<i>1.28</i>	0.45	<i>0.24</i>
	rijk	4.23	<i>0.86</i>	0.79	<i>0.20</i>
48	arm	1.32	<i>0.47</i>	0.35	<i>0.11</i>
	rijk	3.16	<i>0.39</i>	0.65	<i>0.05</i>
64	arm	0.53	<i>0.12</i>	0.13	<i>0.04</i>
	rijk	1.36	<i>0.25</i>	0.28	<i>0.06</i>
94	arm	0.65	<i>0.11</i>	0.13	<i>0.02</i>
	rijk	4.24	<i>1.22</i>	0.69	<i>0.12</i>
126	arm	2.07	<i>0.38</i>	1.05	<i>0.19</i>
	rijk	2.19	<i>0.99</i>	0.84	<i>0.21</i>
gem	arm	1.80		0.48	
	rijk	3.43		0.70	



Figuur 4.2-1 gemiddelde bovengrondse drooggewicht van Waterteunisbloem na de behandeling eerste hergroei op de verschillende oogsttijdstippen

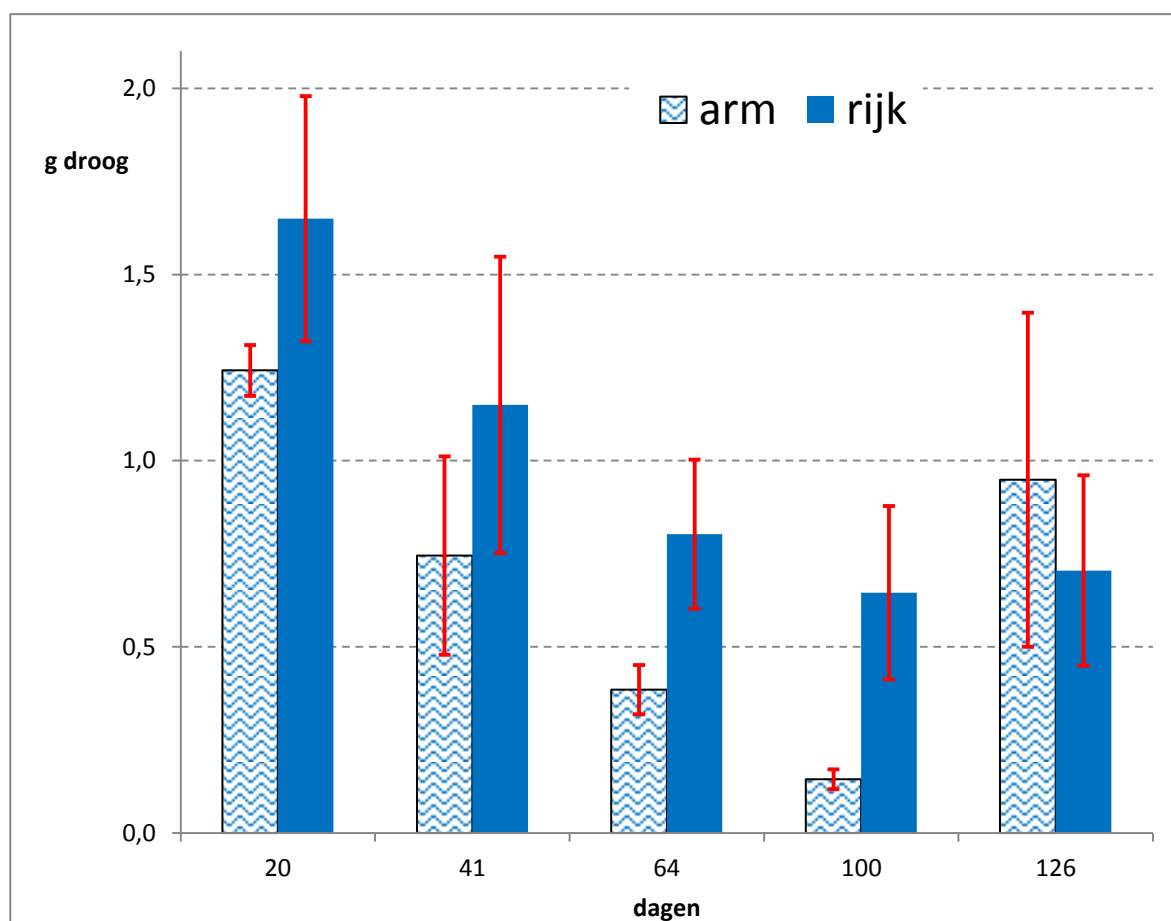
4.2.2 Bestrijding bij 50% bedekking: tussentijdse metingen

Bij deze behandeling werd de bovengrondse massa (blad en stengel) afgeknipt als er een bedekking van 50% van het oppervlak werd waargenomen. Van elke pot werd van blad en stengel het versgewicht en na drogen het drooggewicht bepaald. De uitvoering van de behandeling was dus afhankelijk van de hergroei. De behandeling werd in totaal 5 keer uitgevoerd (na respectievelijk 20, 41, 64, 100 en 126 dagen na start van de proef). In

Tabel 4.2-2 en Figuur 4.2-2 wordt het gemiddelde gewicht van de verwijderde massa op het rijke en arme substraat per behandeldatum inclusief de spreiding weergegeven. Ook bij deze behandeling stopt de afname van de bovengrondse massa na 64 dagen, maar zien we op het rijke substraat geen toename zoals dat wel het geval is bij de eerste hergroei behandeling. Op het arme substraat is er wel een toename van de bovengrondse massa te zien na 126 dagen.

Tabel 4.2-2 gemiddelde vers- en drooggewichten van Waterteunisbloem bij verwijdering na 50% bedekking

dagen na start	vers			droog	
	substraat	gem	std	gem	std
20	arm	5.82	0.45	1.24	0.07
	rijk	9.80	1.96	1.65	0.33
41	arm	2.83	0.94	0.75	0.27
	rijk	5.48	2.11	1.15	0.40
64	arm	1.32	0.15	0.39	0.07
	rijk	3.85	1.54	0.80	0.20
100	arm	0.72	0.13	0.14	0.03
	rijk	3.31	1.31	0.65	0.23
126	arm	2.30	1.34	0.95	0.45
	rijk	1.89	0.90	0.71	0.26
gem	arm	2.60		0.69	
	rijk	4.87		0.99	



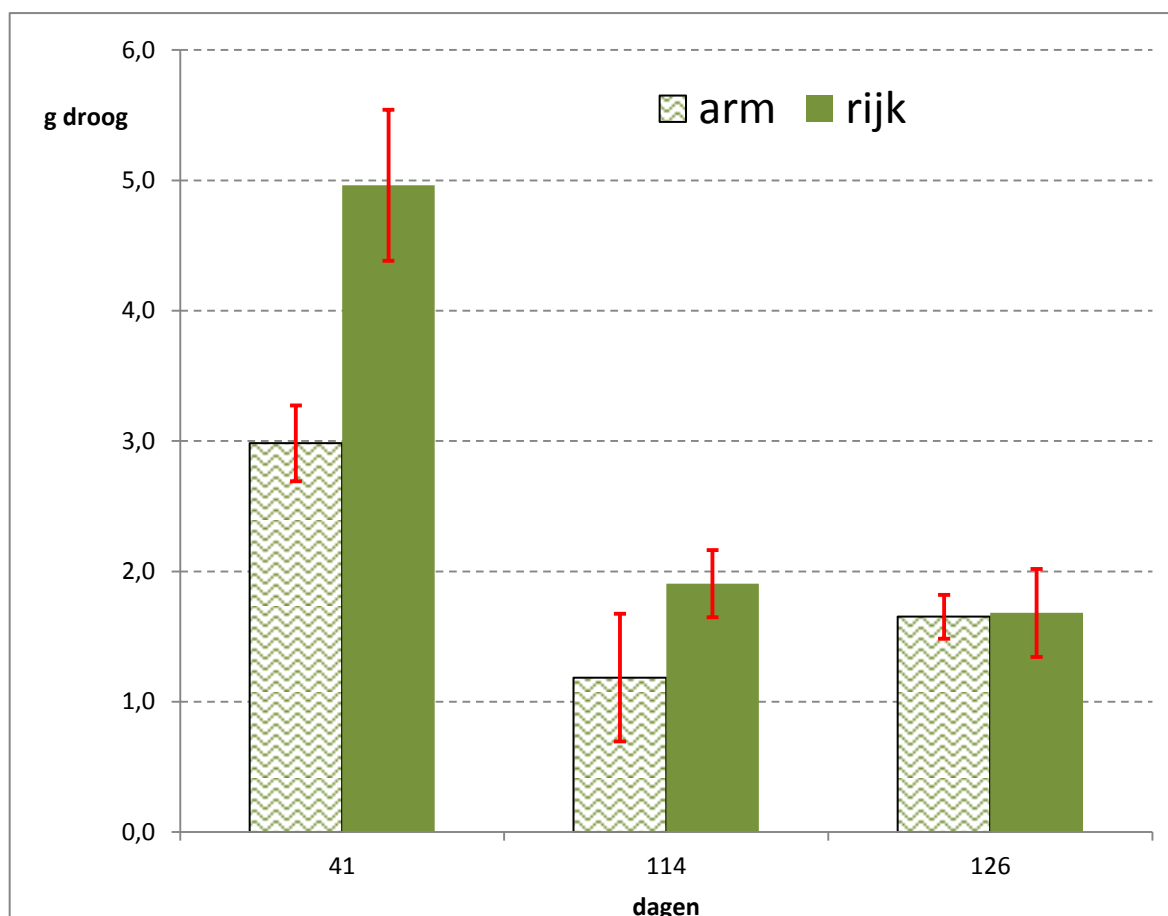
Figuur 4.2-2 gemiddelde drooggewicht van Waterteunisbloem na de behandeling bij 50% bedekking op de verschillende oogsttijdstippen

4.2.3 Bestrijding bij 100% bedekking: tussentijdse metingen

Bij deze behandeling werd de bovengrondse massa (blad en stengel) afgeknipt als er een bedekking van 100% van het oppervlak werd waargenomen. Van elke pot werd van blad en stengel het versgewicht en na drogen het drooggewicht bepaald. De uitvoering van de behandeling was dus afhankelijk van de hergroei. De behandeling werd in totaal 3 keer uitgevoerd (na respectievelijk 41, 114 en 126 dagen na start van de proef). In Tabel 4.2-3 en in Figuur 4.2-3 wordt het gemiddelde gewicht van de verwijderde massa op het rijke en arme substraat per behandeldatum inclusief de spreiding weergegeven. Ook hier een afname van de bovengrondse massa na behandeling, waarbij aanvankelijk meer massa op het rijke substraat werd gevonden.

Tabel 4.2-3 gemiddelde vers- en drooggewichten van Waterteunisbloem bij verwijdering na 100% bedekking

dagen na start	substraat	vers		droog	
		gem	<i>std</i>	gem	<i>std</i>
41	arm	10.04	<i>0.71</i>	2.98	<i>0.29</i>
	rijk	19.86	<i>3.01</i>	4.96	<i>0.58</i>
114	arm	3.29	<i>0.64</i>	1.18	<i>0.49</i>
	rijk	7.45	<i>0.85</i>	1.91	<i>0.26</i>
126	arm	3.33	<i>0.48</i>	1.65	<i>0.17</i>
	rijk	3.74	<i>1.21</i>	1.68	<i>0.34</i>
gem	arm	5.55		1.94	
	rijk	10.35		2.85	



Figuur 4.2-3 gemiddelde drooggewicht van Waterteunisbloem na de behandeling bij 100% bedekking op de verschillende oogsttijdstippen

4.2.4 Branden: tussentijdse metingen

Bij het object branden zijn geen tussentijdse biomassa metingen uitgevoerd.

4.2.5 Eindmeting: vergelijking alle behandelingen op de verdeling van massa over wortel, stengel en blad

De proef werd afgesloten met een biomassa bepaling van bovengrondse massa, verdeeld in stengel en blad (zowel emers als submers), en ondergrondse massa.

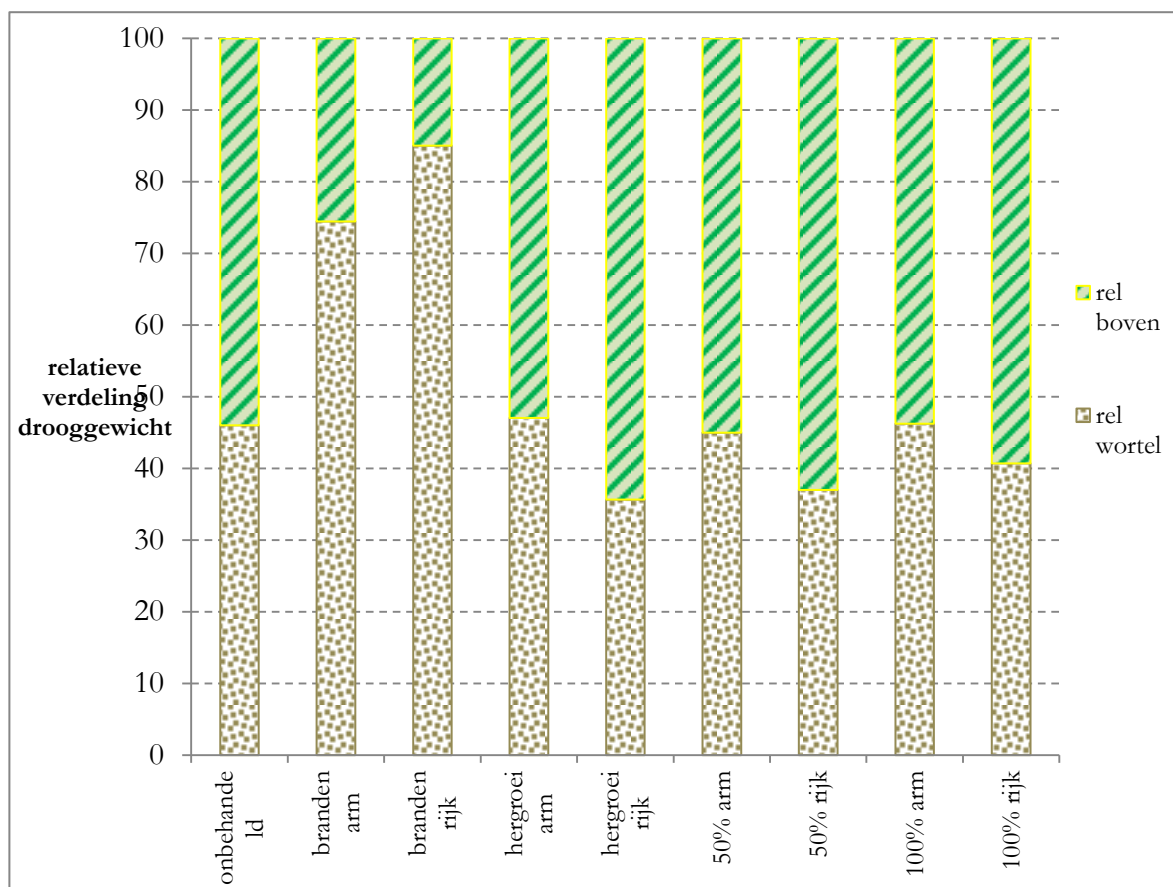
In Tabel 4.2-4 staan de gemiddelde hoeveelheden droge stof per behandeling weergegeven zoals gemeten aan het einde van de looptijd van de proef. Figuur 4.2-4 toont de verdeling van de gemiddelde hoeveelheid droge stof over de ondergrondse en bovengrondse delen als gevolg van de behandelingen en het voedingsniveau van het substraat.

Tabel 4.2-4 gemiddelde drooggewicht van Waterteunisbloem per behandeling per plantdeel tijdens de eindmeting

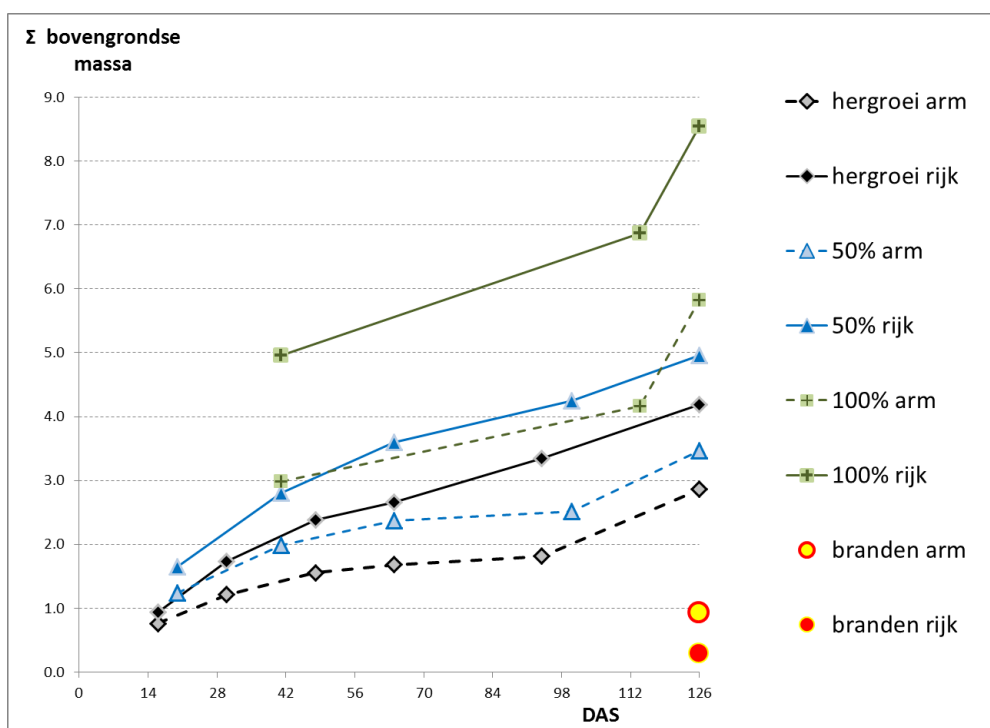
		wortel		stengel	blad	boven	
behandeling		gem	std	gem	gem	gem	std
onbehandeld	rijk	15.68	4.07	13.26	5.13	18.38	4.68
1e zichtbare hergroei	arm	2.54	0.16	-	-	1.05	0.19
	rijk	2.32	0.29	-	-	0.84	0.21
50% bedekking	arm	2.84	0.25	-	-	0.95	0.45
	rijk	2.91	0.64	-	-	0.71	0.26
100% bedekking	arm	5.00	0.38	-	-	1.65	0.17
	rijk	5.87	0.79	-	-	1.68	0.34
branden	arm	2.70	0.25	0.92	0.003	0.93	0.63
	rijk	1.61	0.59	0.28	0.004	0.28	0.24
gem	arm	3.27	1.07	0.92	0.003	1.14	0.48
	<i>rijk</i>	<i>5.68</i>	<i>5.60</i>	<i>7.69</i>	<i>2.93</i>	<i>4.59</i>	<i>7.58</i>
	rijk-onbeh	3.18	1.76	0.28	0.004	0.92	0.57

De laagste totale hoeveelheid massa had de Waterteunisbloem die gebrand werd (Figuur 4.2-14), gevolgd door de Waterteunisbloem die bij de eerste zichtbare hergroei verwijderd werd. Ook de hoeveelheid wortelmassa is na branden het laagst (Figuur 4.2-6).

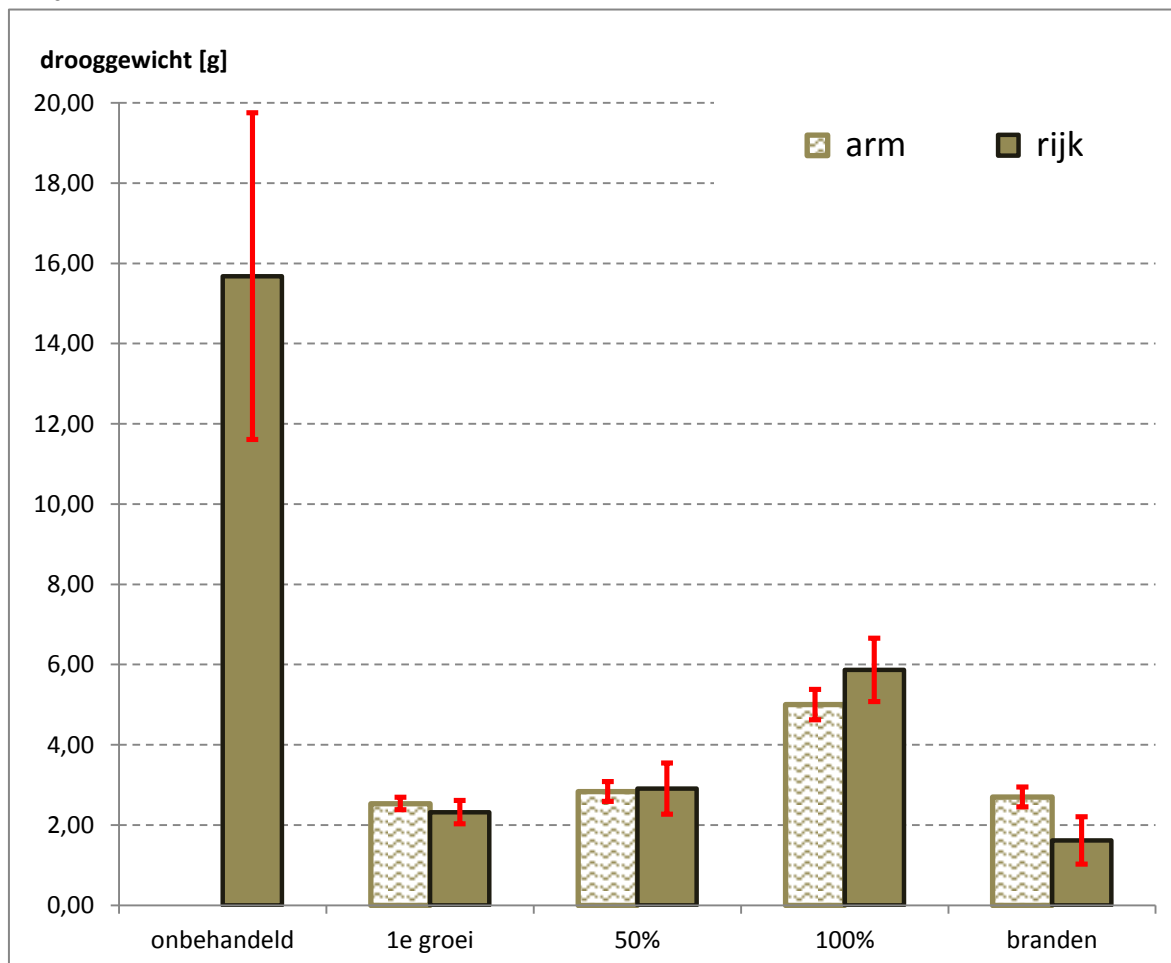
De relatieve verdeling van de massa over de organen na uitvoering van alle behandelingen staat vermeld in Figuur 4.2-4. Deze verdeling laat zien dat relatief gezien Waterteunisbloem die gebrand wordt, meer energie in ondergrondse groei steekt dan Waterteunisbloem waar handmatig emerse massa wordt verwijderd.



Figuur 4.2-4 de relatieve verdeling van de biomassa productie van Waterteunisbloem op het eind van het experiment van de verschillende behandelingen



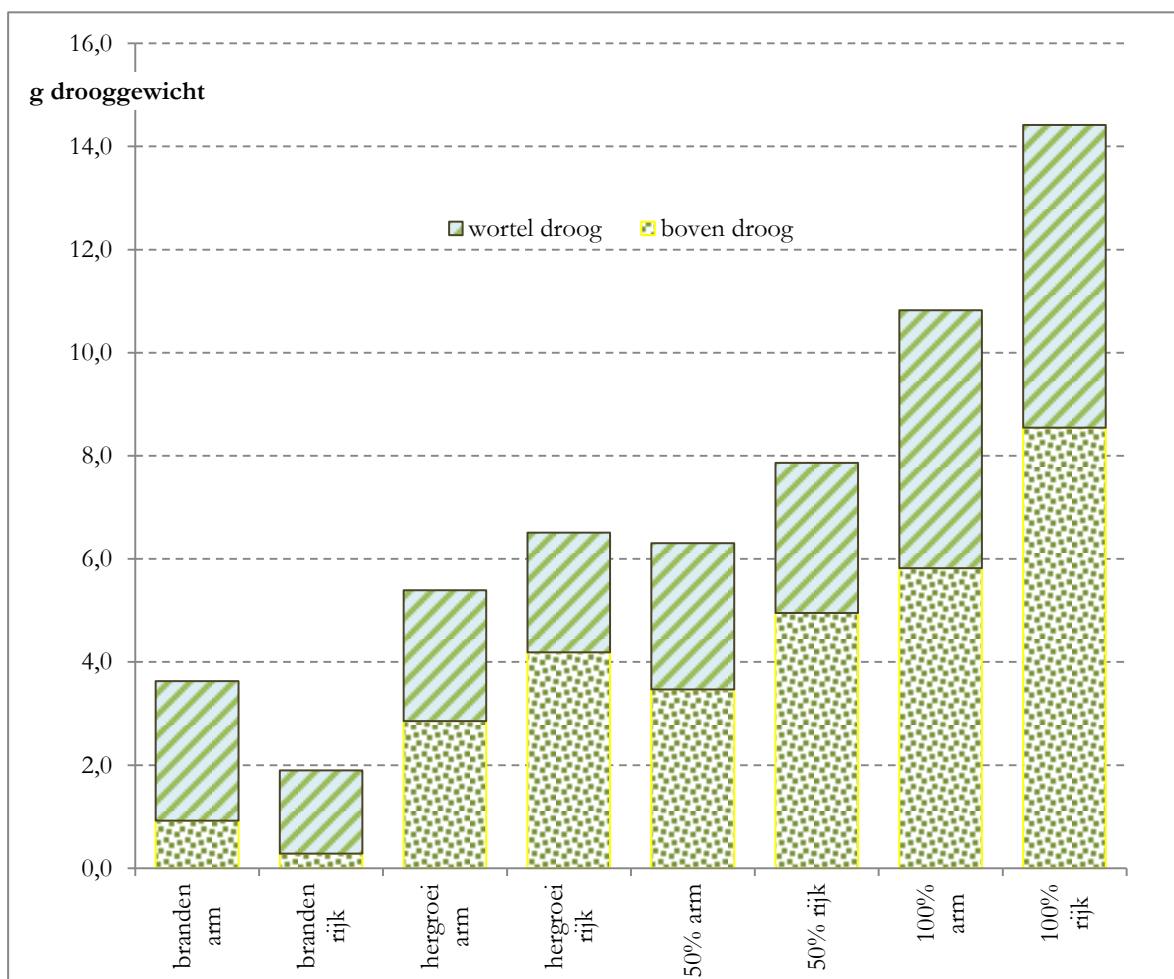
Figuur 4.2-5 Totaal van de bovengronds geproduceerde biomassa (drooggewicht [g] per behandeling)



Figuur 4.2-6 Biomassa (drooggewicht) van Waterteunisbloem wortels na uitvoering van de behandelingen

Handmatige verwijdering leidde in alle gevallen tot een sterke afname van de totale massa van Grote waternavel ten opzichte van de onbehandelde. De behandelingen waren het meest effectief op Waterteunisbloem die op een arm substraat groeiden (Figuur 4.2-5). Door bij de eerste hergroei de bovengrondse massa te kon tot 2 maal zoveel massa verwijderd worden dan in de minst effectieve behandeling (verwijdering bij 100% bedekking). Er was geen effect van het nutriëtniveau op de verdeling van de massa over de organen. Met andere woorden: Waterteunisbloem investeert na handmatige verwijdering niet extra in wortelgroei op een arme voedingsbodem zoals Grote waternavel dat wel doet.

Branden was effectiever dan de handmatige verwijdering ongeacht de frequentie en had ook een absoluut lagere ondergrondse en bovengrondse massa.



Figuur 4.2-14 Massa productie van Waterteunisbloem aan het einde van het experiment na uitvoering van de verschillende behandelingen op een rijk en arm substraat

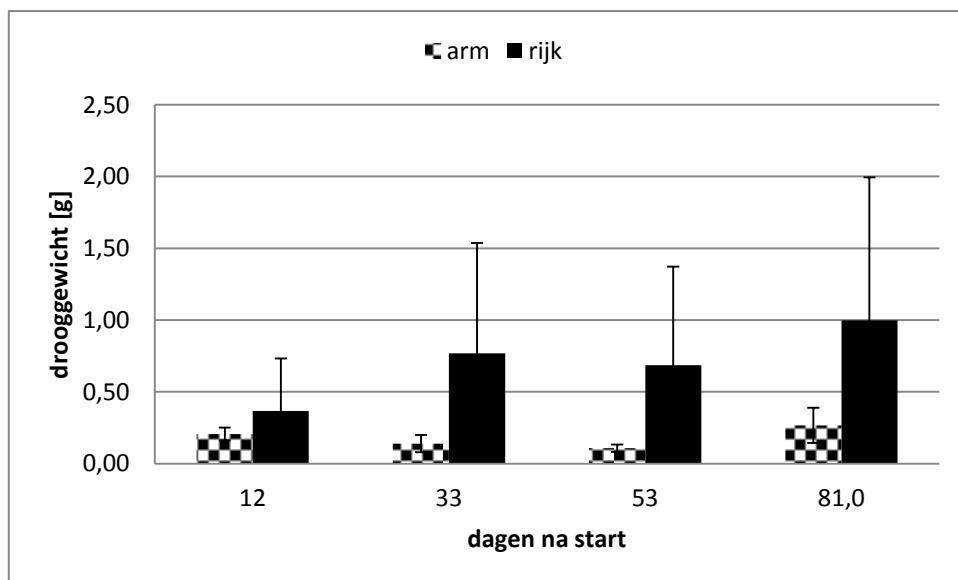
4.3 Parelvederkruid

4.3.1 Bestrijding na eerste zichtbare hergroei: tussentijdse metingen

Bij deze behandeling werd de bovengrondse massa verwijderd wanneer er een redelijke hergroei waarneembaar was. Van elke pot werd van het verwijderde materiaal het droog- en versgewicht bepaald. De uitvoering van de behandeling was dus afhankelijk van de hergroei. De behandeling werd in totaal 4 keer uitgevoerd (na respectievelijk 12, 33, 53 en 81 dagen na start van de proef). In Figuur 4.3-1 en Tabel 4.3-1 wordt het gemiddelde gewicht van de verwijderde massa op het rijke en arme substraat per behandeldatum inclusief de spreiding weergegeven. Parelvederkruid produceerde meer massa op het voedselrijke substraat.

Tabel 4.3-1 gemiddelde vers- en drooggewichten van Parelvederkruid bij verwijdering na eerste hergroei.

dagen na start	substraat	vers		droog	
		gem	std	gem	std
12	arm	1.40	0.19	0.21	0.04
	rijk	3.51	1.71	0.37	0.18
33	arm	0.93	0.39	0.14	0.06
	rijk	6.19	1.63	0.77	0.22
53	arm	0.59	0.10	0.11	0.03
	rijk	4.99	0.10	0.69	0.03
81	arm	1.02	0.44	0.27	0.12
	rijk	5.06	0.56	1.00	0.13



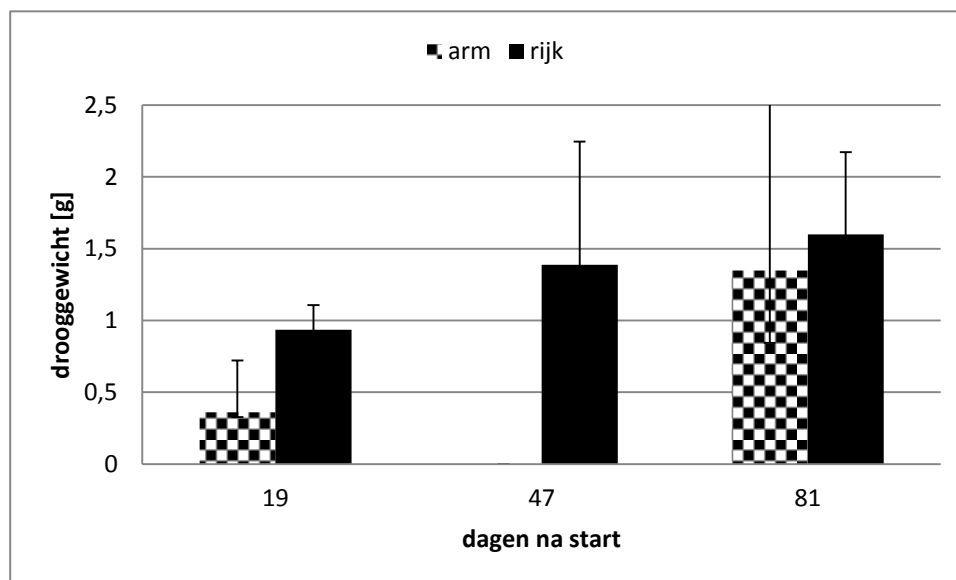
Figuur 4.3-1 gemiddelde drooggewicht van Parelvederkruid na de behandeling eerste hergroei op de verschillende oogsttijdstippen

4.3.2 Bestrijding na 50% bedekking: tussentijdse metingen

Bij deze behandeling werd de bovengrondse massa verwijderd wanneer de bodembedekking 50% bedroeg. Van elke pot werd van het verwijderde materiaal het droog- en versgewicht bepaald. De uitvoering van de behandeling was dus afhankelijk van de hergroei. De behandeling werd in totaal 3 keer uitgevoerd (na respectievelijk 19, 47 en 81 dagen na start van de proef). In Tabel 4.3-2 en Figuur 4.3-2 wordt het gemiddelde gewicht van de verwijderde massa op het rijke en arme substraat per behandeldatum inclusief de spreiding weergegeven. Parelvederkruid produceerde meer massa op het voedselrijke substraat. Gedurende de proef bleef de hoeveelheid bovengrondse massa gelijk.

Tabel 4.3-2 gemiddelde vers- en drooggewichten van Parelvederkruid bij verwijdering bij 50% bedekking

dagen na start	substraat	droog		vers	
		gem	std	gem	std
19	arm	0.361	0.03	2.29	0.03
	rijk	0.934	0.17	8.75	1.82
47	arm	0.00	0.00	0.00	0.00
	rijk	1.39	0.86	8.17	5.85
81	arm	1.35	0.50	4.36	1.91
	rijk	1.60	0.57	6.66	2.06

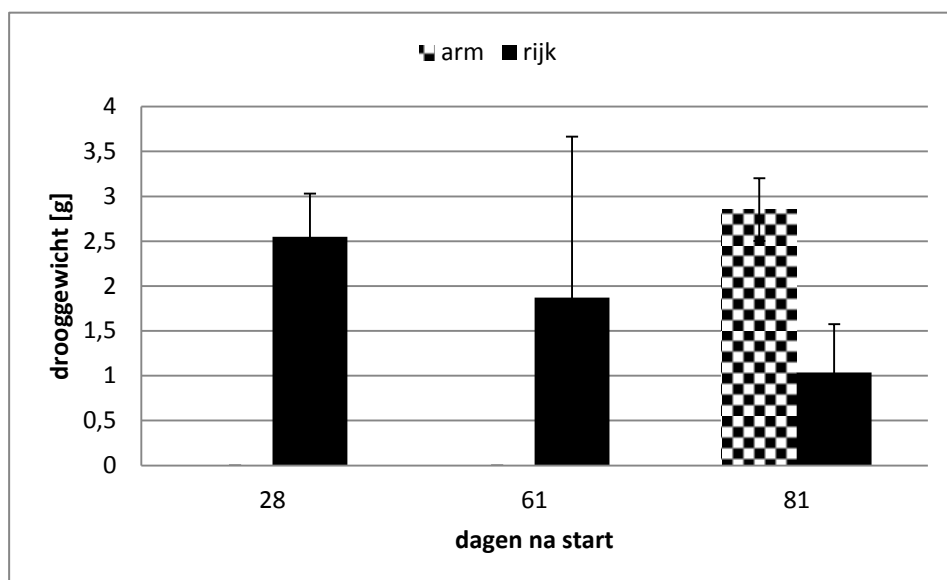


Figuur 4.3-2 gemiddelde drooggewicht van Parelvederkruid na de behandeling bij 50% bedekking op de verschillende oogsttijdstippen

4.3.3 Bestrijding na 100% bedekking: tussentijdse metingen

Table 4.3-3 gemiddelde vers- en drooggewichten van Parelvederkruid bij verwijdering bij 100% bedekking

dagen na start	substraat	droog		vers	
		gem	std	gem	std
28	arm	0.00	0.00	0.00	0.00
	rijk	2.55	0.48	19.84	4.59
61	arm	0.00	0.00	0.00	0.00
	rijk	1.87	1.80	8.70	8.12
81	arm	2.85	0.35	8.10	0.35
	rijk	1.04	0.54	4.49	1.99



Figuur 4.3-3 gemiddelde drooggewicht van Parelvederkruid na de behandeling bij 100% bedekking op de verschillende oogsttijdstippen

4.3.4 Branden: tussentijdse metingen

Bij het object branden zijn geen tussentijdse biomassa metingen uitgevoerd.

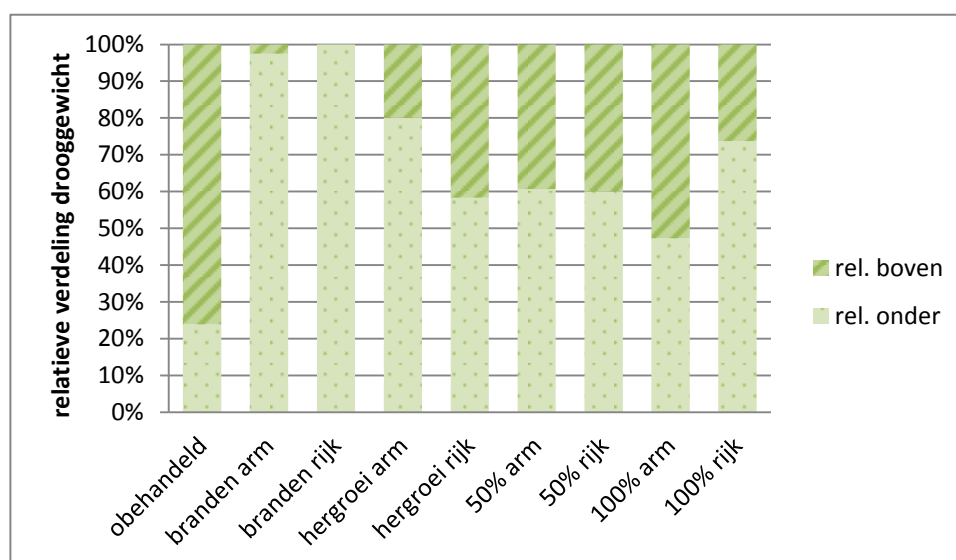
4.3.5 Eindmeting: vergelijking alle behandelingen op de verdeling van massa over ondergrondse en bovengrondse massa

De proef werd afgesloten met een biomassa bepaling van bovengrondse massa, verdeeld in ondergrondse en bovengrondse massa (bovengronds zowel emers als submers).

In Table 4.3-4 staan de gemiddelde hoeveelheden droge stof per behandeling weergegeven zoals gemeten aan het einde van de looptijd van de proef. Figuur 4.3-4 toont de verdeling van de gemiddelde hoeveelheid droge stof over de ondergrondse en bovengrondse delen als gevolg van de behandelingen en het voedingsniveau van het substraat.

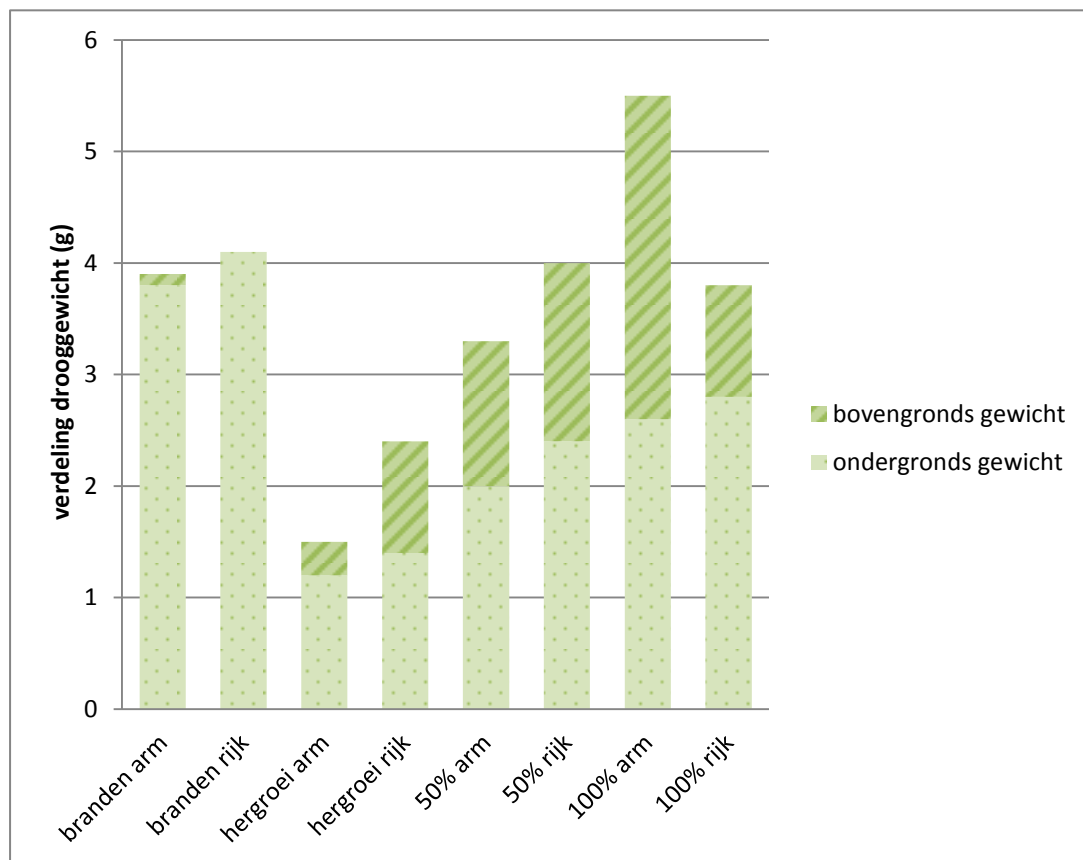
Table 4.3-4 gemiddelde drooggewicht van Parelvederkruid per behandeling per plantdeel tijdens de eindmeting

behandeling		ondergronds		bovengronds	
		gem	std	gem	std
onbehandeld	rijk	6.9	0.76	22.0	20.42
1e zichtbare hergroei	arm	1.2	0.08	0.3	0.44
	rijk	1.4	0.30	1.0	0.56
50% bedekking	arm	2.0	0.41	1.3	0.95
	rijk	2.4	0.27	1.6	1.03
100% bedekking	arm	2.6	0.48	2.9	0.82
	rijk	2.8	0.39	1.0	0.09
branden	arm	3.8	0.45	0.1	0.14
	rijk	4.1	0.39	0.0	0.00
gem	arm	2.37	1.05	1.13	0.37
	rijk	3.52	1.99	5.13	0.93

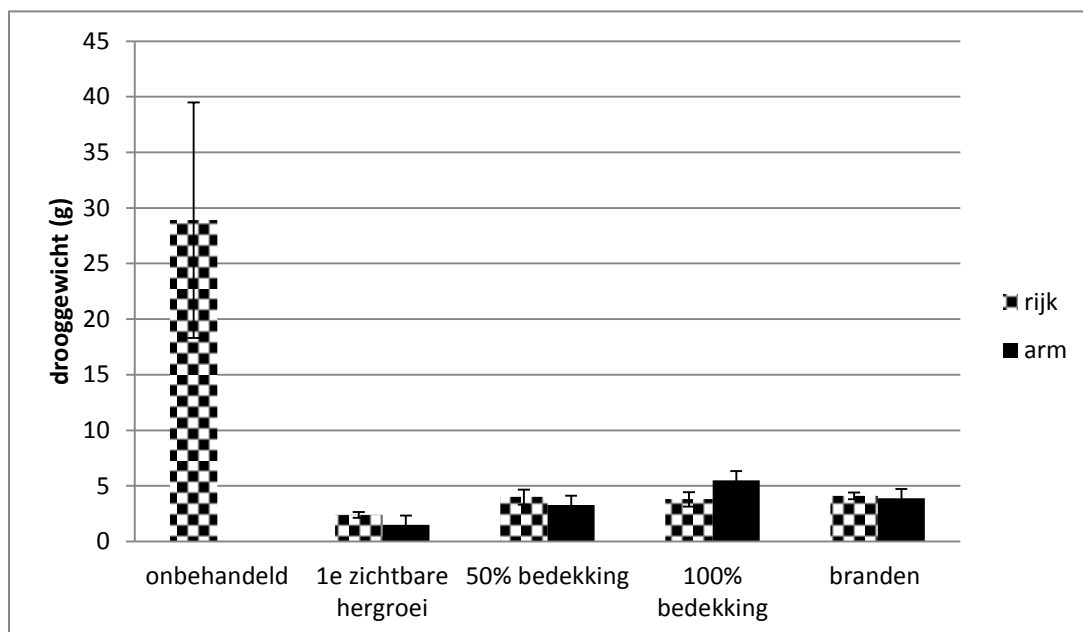


Figuur 4.3-4 de relatieve verdeling van de biomassa productie van Parelvederkruid op het eind van het experiment van de verschillende behandelingen

Alle behandelingen reduceerden de hoeveelheid massa sterk (Figuur 4.3-6), voornamelijk door verminderde bovengrondse groei ten opzichte van de onbehandelde (Figuur 4.3-5). De relatieve verdeling van de massa over de organen na uitvoering van alle behandelingen staat vermeld (Figuur 4.3-5). Deze verdeling laat zien dat relatief gezien Parelvederkruid die gebrand wordt, meer energie in ondergrondse groei steekt dan Parelvederkruid waar handmatig emerse massa wordt verwijderd.



Figuur 4.3-5 Verdeling van het drooggewicht over de ondergrondse en bovengrondse plantendelen van Parelvederkruid na de verschillende behandelingen



Figuur 4.3-6 Biomassa van Parelvederkruid na uitvoering van de behandelingen

Er was geen significant verschil in effectiviteit van de behandelingen op een rijk of arm substraat (Figuur 4.2-5). Door bij de eerste hergroei de bovengrondse massa te kon tot 3 maal zoveel massa verwijderd worden als in de minst effectieve behandeling (verwijdering bij 100% bedekking). De verschillen waren echter absoluut gezien klein. Er was geen effect van het nutriëtniveau op de verdeling van de massa over de organen tussen de behandelingen. Wel investeert Parelvederkruid na alle behandelingen meer energie in wortelgroei dan onbehandelde Parelvederkruid. Branden resulteerde in een sterkere investering in ondergrondse groei ten opzichte van de handmatige verwijdering. Daarbij was ook de absolute massa hoger of gelijk aan die na de handmatige verwijdering.

5. Conclusies

Grote waternavel:

- De behandelingen hebben allemaal geleid tot een afname van de massa van Grote waternavel, zowel bovengronds als wat betreft wortelmassa.
- Eens in de 10 dagen handmatige verwijdering van de bovengrondse massa was het meest effectief (bij eerste hergroei verwijderen). Zowel bovengrondse als ondergrondse massa nam met deze behandeling het sterkst af.
- Eens in de 26 dagen branden was de op een na meest effectieve methode in het reduceren van de totale massa. Echter, de Grote waternavel investeerde relatief veel energie in de vorming van wortelmassa na behandeling met de brander. Dit kan bestrijding op termijn lastiger maken in verband met hergroei vanuit de wortelmassa.
- Een verlaging van de frequentie van handmatige verwijdering (van eens in de 10 dagen naar respectievelijk eens per 19 en 25 dagen) leidt tot een significant lager bestrijdingsresultaat. Een verlaging van de frequentie van eens in de 10 dagen naar eens in de 19 dagen leidde tot ongeveer 4 keer zoveel massa Grote waternavel in de proefperiode, en een frequentieverlaging van eens in de 10 dagen naar eens per 25 dagen tot ongeveer 8 keer zoveel massa.
- Op een voedingsarm substraat is er een risico op investering in de wortelgroei bij toepassing van de handmatige verwijdering, waarmee bestrijding op langere termijn potentieel lastiger wordt.
- Op een voedingsrijke bodem is dit risico op een investering in de wortelgroei nihil.

Waterteunisbloem:

- De behandelingen hebben allemaal geleid tot een afname van de massa van Waterteunisbloem, zowel bovengronds als wat betreft wortelmassa.
- Het branden van de emerse delen was het meest effectief: de totale massa, als ook de bovengrondse als ondergrondse massa was lager in deze behandeling.
- Handmatige verwijdering van de bovengrondse massa na de eerste zichtbare hergroei (overeenkomend met een frequentie van eens in de 21 dagen) was iets effectiever dan verwijdering bij 50% bedekking (overeenkomend met een frequentie van eens in de 25 dagen). Veruit het minst effectief was de verwijdering bij een bedekkingsgraad van 100%. Deze behandeling was op een arm substraat 2 keer minder effectief dan verwijdering bij eerste hergroei en op een rijk substraat 2,5 keer minder effectief.
- Relatief gezien investeert Waterteunisbloem in wortelgroei na branden, absoluut gezien neemt ook de wortelmassa af.
- Er is geen risico op een investering in de wortelgroei bij toepassing van handmatige verwijdering, ongeacht de voedingswaarde van het substraat.

Parelvederkruid:

- De behandelingen hebben allemaal geleid tot een afname van de massa van Parelvederkruid, zowel bovengronds als wat betreft wortelmassa.
- Eens in de 10 dagen handmatige verwijdering van de bovengrondse massa was het meest effectief (bij eerste hergroei verwijderen). Zowel bovengrondse als ondergrondse massa nam met deze behandeling het sterkst af.
- Branden was de minst effectieve behandeling. Ook werd er relatief veel geïnvesteerd in wortelgroei door het branden, hetgeen op lange termijn kan resulteren in een moeilijkere bestrijding.
- Er is geen effect van de voedingswaarde van het substraat op de effectiviteit van de verschillende behandelingen.
- Er is een risico op investering in wortelgroei bij zowel handmatige verwijdering als branden. Door handmatige verwijdering is dit risico het kleinst.

Bijlage I.

Grondanalyse BLGG Agroxpertus

Datum Monstername	Grond	Stikstof-totaal, (mg N/kg)	C/N-ratio	N-leverend vermogen, (kg N/ha)	P-beschikbaar (P-PAE), (mg P/kg)	P-voorraad (P-AI), (mg P2O5/100 g)	Pw, (mg P2O5/l)
5-9	grond 1	6600	46	-30	70.4	63	202
5-9	grond 2	6380	57	-30	80.5	59	217
5-9	mengsel1	1080	58	-30	14.1	11	66
5-9	mengsel2	1200	41	-30	13.9	8	64

Datum Monstername	Grond	K-beschikbaar (K-PAE), (mg K/kg)	K-getal	Zwavel-totaal, (mg S/kg)	S-leverend vermogen, (kg S/ha)	S-aanvoer (incl. SLV), (kg S/ha)
5-9	grond 1	737	44	2030	1	6
5-9	grond 2	758	41	2010	1	6
5-9	mengsel1	178	26	540	9	14
5-9	mengsel2	246	40	520	15	20

Datum Monstername	Grond	Mg- beschikbaar, (mg Mg/kg)	Na- beschikbaar, (mg Na/kg)	Mn- beschikbaar, (ug Mn/kg)	Cu- beschikbaar, (ug Cu/kg)	B- beschikbaar, (ug B/kg)	Zn- beschikbaar, (ug Zn/kg)	Zn-getal
5-9	grond 1	1029	128	6200	110	646	750	8
5-9	grond 2	1087	132	5810	109	686	690	2
5-9	mengsel1	295	25	4160	54	247	290	32
5-9	mengsel2	405	36	4780	61	300	350	35

Datum Monstername	Grond	Zuurgraad, pH	Organische stof, (%)	Klei-humus (CEC), (mmol+/kg)
5-9	grond 1	5.6	52.8	534
5-9	grond 2	5.5	62.4	579
5-9	mengsel1	5.6	10.8	127
5-9	mengsel2	5.9	8.5	173

Bijlage II.

Logboek

Tabel 1 Logboek Grote waternavel

dag	n dag	actie	hergroei	50%	100%	brand
5 sep		potten gevuld				
6 sep		waternavel gestekt				
6 okt	START	alles geoogst, start experiment	X	X	X	X
10 okt	4	oogst hergroei	X			
17 okt	11	oogst hergroei + 50%	X	X		
20 okt	14	oogst 100%			X	
27 okt	21	oogst hergroei	X			
31 okt	25	oogst 50% + branden		X		X
10 nov	35	oogst hergroei	X			
21 nov	46	oogst 100%			X	
28 nov	53	oogst hergroei	X			
30 nov	55	branden				X
5 dec	60	oogst 50%		X		
14 dec	69	oogst hergroei	X			
22 dec	77	alles geoogst, EIND experiment	X	X	X	X
aantal behandelingen			7	4	3	3

Tabel 2 Logboek Waterteunisbloem

dag	n dag	actie	hergroei	50%	100%	brand
5 sep		potten gevuld				
7 sep		teunisbloem gestekt				
11 okt	START	alles geoogst, start experiment	X	X	X	X
27 okt	16	oogst hergroei	X			
31 okt	20	oogst 50%		X		
10 nov	30	oogst hergroei	X			
21 nov	41	oogst 50% + 100%		X	X	
28 nov	48	oogst hergroei	X			
30 nov	50	branden				X
14 dec	64	oogst hergroei+50%	X	X		
22 dec	72	van kas 7.4 naar 6.16				
13 jan	94	oogst hergroei	X			
19 jan	100	oogst 50%		X		
26 jan	107	branden				X
2 feb	114	oogst 100%			X	
14 feb	126	alle	X	X	X	X
aantal behandelingen			6	5	3	3

Tabel 3 Logboek Parelvederkruid

dag	n dag	actie	hergroei	50%	100%	brand
14 feb		potten gevuld				
14 feb		teunisbloem gestekt				
14 mrt	START	alles geoogst, start experiment	X	X	X	X
26 mrt	12	oogst hergroei	X			
2 apr	19	oogst 50%		X		
11 apr	28	oogst 100%			x	
12 apr	29	branden				x
16 apr	33	oogst hergroei	X			
1 mei	47	Oogst 50%		x		
7 mei	53	oogst hergroei	X			
10 mei	56	branden				x
15 mei	61	oogst 100%			X	
29 mei	75	Branden				x
4 juni	81	alle	x	x	x	x
aantal behandelingen			4	3	3	4