





Heet water in de strijd tegen onkruiden op verhardingen

Optimalisatie van de heetwatertechniek

Aangezien chemische onkruidbestrijdingstechnieken doorgaans goedkoper, sneller, flexibeler en effectiever in te zetten zijn dan niet-chemische bestrijdingstechnieken, werden onkruiden op verhardingen tot voor kort voornamelijk chemisch bestreden. Hoewel het aandeel van het totaal herbicidegebruik zeer klein is, is de emissie naar het oppervlaktewater bij het inzetten van chemische bestrijdingsmiddelen op verhardingen verhoudingsgewijs evenwel veel hoger dan op niet-verharde terreinen. De Europese Kaderrichtlijn Water erkent dit probleem al langer en legde vanaf begin 2004 een uitfasering van het gebruik van herbiciden op publieke verhardingen op. Vanaf begin 2015 werd dit uiteindelijk volledig verboden. Het verder doorontwikkelen en optimaliseren van niet-chemische onkruidbestrijding is dus noodzakelijk.

Auteurs: Nina Biesemans en Benny De Cauwer
Foto's: Vereniging voor Openbaar Groen (VVOG)

Niet-chemische onkruidbestrijding
Aangezien niet-chemische onkruidbestrijding steeds meer behandelingen vraagt in vergelijking met een herbicidietoepassing en het bijgevolg minder kostenefficiënt is, is het optimaliseren van deze technieken essentieel. Eén van de alternatieven voor chemische bestrijding zijn thermische technieken. Door een temperatuurverschil tussen twee of meerdere lichamen, zal warmte worden overgedragen. Binnen de thermische technieken bestaan verschillende opties, elk met zijn voor- en nadelen. Warmteoverdracht is mogelijk via convectie (hete vlam, hete lucht), straling (IR), condensatie (stoom) en geleiding (heet water) (Fig. 1). De heetwatertechniek heeft bepaalde voordelen ten opzichte van andere thermische technieken. Brandgevaar, dat geassocieerd kan worden met branden (hete vlam), komt namelijk niet voor bij heetwaterapplicatie. Daarnaast penetreert heet water beter doorheen het bladerdek dan convectie. Een nadeel ten opzichte van deze andere technieken is dan weer het hoge energieverbruik per behandeling door de hoge warmtecapaciteit van water. Sensors die precisieapplicatie en onkruiddetectie mogelijk maken, kunnen het energieverbruik en bijgevolg de milieu-impact fors verlagen. Een ander alternatief voor chemische bestrijding is mechanische bestrij-

ding. Dit kan echter schade aan de verharding veroorzaken, wat bij de heetwatertechniek niet voorkomt.

Onkruidbestrijding op verhardingen dient in het ideale geval geïntegreerd te verlopen door zowel preventieve als curatieve technieken toe te passen. Preventieve maatregelen zoals materiaalkeuze (bv. onkruidwerende voegvulling), kwaliteit van uitvoering (bv. drainage, zo weinig mogelijk obstakels) en onderhoud (bv. vegen, borstelen) zijn onontbeerlijk om het aantal curatieve maatregelen, en bijgevolg de kosten, te drukken. Sommige onkruidsoorten zijn tevens beter bestand tegen bepaalde bestrijdingstechnieken dan andere, waardoor een effectieve bestrijding enkel gerealiseerd kan worden door het afwisselend toepassen van verschillende curatieve technieken.

Werkwijze heetwatertechniek

Heet water wordt gebruikt om planten te doden of uit te putten, door het plantenweefsel rechtstreeks te verhitten tot boven de letale weefseltemperatuur (tussen de 55 en 65°C). Door plantenweefsel tot een dergelijk hoge temperatuur te verhitten, vindt desintegratie van de celmembranen plaats door het breken van zwakke bindingen en treedt eiwitdenaturatie op, waardoor de cellen gaan

leken en uitdrogen. Hierdoor zullen zich necrosevlekken vormen. Volgens de wet van Fourier hangt de warmteoverdracht Q (J) af van het bladoppervlak A (m^2), het temperatuurverschil tussen het hete water en het bladoppervlak T (K) en de warmtegeleidingscoëfficiënt ($W/m.K$) (Fig. 1). Hoe groter al deze factoren zijn, des te groter de warmteoverdracht. Heet water heeft een warmtegeleidingscoëfficiënt van $0,682 W/m.K$ ten opzichte van $0,030$ en $0,025 W/m.K$ voor respectievelijk hete lucht en stoom. Om een efficiënte doding te bereiken, dient een heetwaterbehandeling, net zoals bij de overige technieken, herhaaldelijk uitgevoerd te worden. Bij een eenmalige, goed gedoseerde behandeling kunnen oppervlakkig gelegen groeipunten en bovengronds gelegen plantendelen afsterven, maar vanuit dieper gelegen, intacte groeipunten kan de groei van het onkruid hervat worden.

Optimalisatie heetwatertechniek

Invloed van watertemperatuur, plantensoort en ontwikkelingsstadium

Over het algemeen worden betere resultaten geboekt wanneer water met een hogere temperatuur wordt gebruikt. Vooral bij jonge planten maakt de temperatuur van het water een groot verschil; deze zijn namelijk twee tot zes keer zo gevoelig voor een heetwaterbehandeling wan-



Beschermd groeipunt
 $T < 58\text{ }^{\circ}\text{C}$

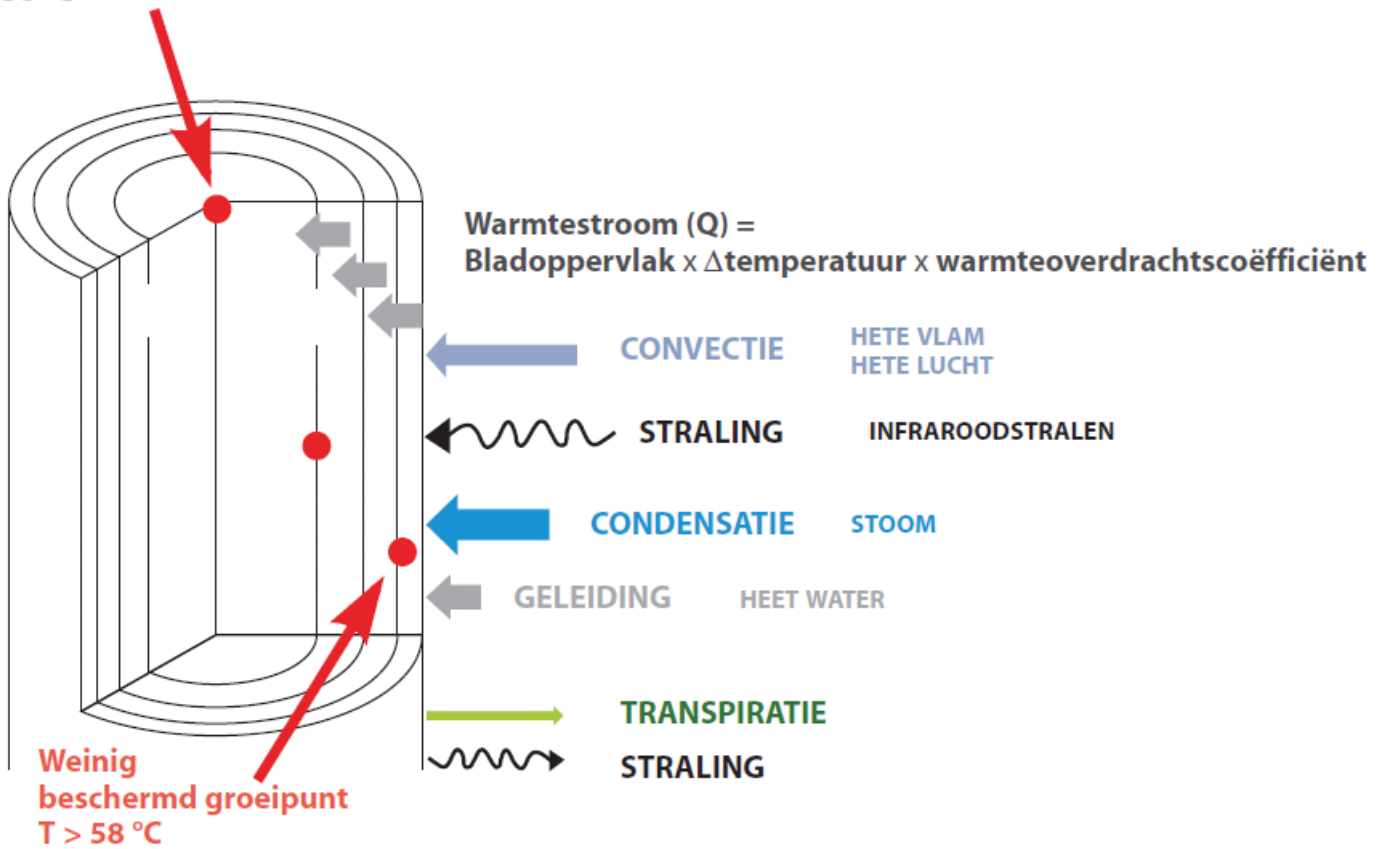


Fig. 1 Werking van de verschillende thermische technieken.

neer een temperatuur van 98°C wordt gebruikt in vergelijking met 78 en 88°C (Fig. 2). Pas vanaf een weefseltemperatuur van ongeveer 60°C kan een effectieve doding van bovengronds weefsel verzekerd worden. Volgens de wet van Fourier is de tijdsduur van conductieve warmteoverdracht door een materiaal evenredig aan het temperatuurverschil langsheen het pad van de warmtestroom. Bijgevolg, hoe groter het temperatuurverschil tussen bladoppervlak en heet water, hoe dodelijker het aangebrachte water zal zijn.

Het ontwikkelingsstadium van de plant heeft eveneens invloed op de heetwatergevoeligheid. Over het algemeen worden onkruiden minder gevoelig voor heetwaterbehandeling naarmate ze ouder worden. Dit kan waarschijnlijk voornamelijk verklaard worden door de dikkere waslaag en een hogere mate van lignificatie. Daarnaast zal de warmteoverdracht in oudere planten tevens verhinderd worden door een paraplu-effect; overlappende bladeren beschermen elkaar namelijk tegen het hete water. Daarbij kan bij oudere planten met laterale groeipunten de groei hervat worden indien deze groeipunten niet beschadigd

zijn. Zoals hierboven besproken, zijn algemeen gezien jonge planten gevoeliger voor heetwaterbehandeling dan oudere planten. Bepaalde plantensoorten zijn echter gevoeliger dan andere. Canadese fijnstraal en paardenbloem blijken namelijk zeer goed te bestrijden met heet water, in tegenstelling tot Engels raaigras en straatgras. Dit kan verklaard worden door de groeiwijze van de planten. Grassen hebben erectofiele bladeren, wat een lage waterretentie en bijgevolg hoge warmteverliezen met zich meebrengt. Gevoelige soorten (zoals Canadese fijnstraal en paardenbloem) hebben lange, dunne, planofiele bladeren met een hoge SLA (*specific leaf area*; m^2 bladoppervlak per eenheid droge massa aan blad). Deze bladeren maken een hoge waterretentie mogelijk en zijn daardoor makkelijk te verhitten via conductieve warmteoverdracht. Intermediaire gevoeligheid blijkt aanwezig bij soorten zoals grote weegbree en gewone hoornbloem. Grote weegbree beschikt wel over grote planofiele bladeren, maar deze zijn dik en leerachtig, waardoor de SLA laag is en er dus veel planteigen water verhit dient te worden. Conductieve warmteoverdracht tot boven de letale weefseltemperatuur wordt hierdoor

bemoeilijkt. Hoewel gewone hoornbloem over slecht beschermde meristemen beschikt, zijn de bladeren klein en dik. Dit maakt de soort moeilijk te verhitten.

Invloed van dagtijdstip

Het moment tijdens de dag waarop de heetwaterbehandeling plaatsvindt, heeft een sterke invloed op de effectiviteit ervan. Bij zo goed als alle plantensoorten wordt een betere bestrijding bekomen wanneer deze plaatsvindt in de namiddag in vergelijking met de ochtend. Dit werd reeds voor meerdere onkruidsoorten die veelvuldig voorkomen op verhardingen (Engels raaigras, paardenbloem en gewone hoornbloem) bewezen (Fig. 3). Dit effect kan niet verklaard worden door de aanwezigheid van dauw, aangezien de behandelingen uit het onderzoek in kwestie steeds uitgevoerd werden op droge planten. Ook een verschil in luchttemperatuur kan geen verklaring bieden. Het verkoelend effect van transpiratie, dat hoger is bij een hoge luchttemperatuur, is namelijk te laag om invloed te hebben op weefselverhitting. De bladstand kan logischerwijs wel een effect hebben op de heetwatergevoeligheid van een plant,

‘Heetwaterbehandeling blijkt het efficiëntst te zijn bij een zekere vorm van waterstress, bijvoorbeeld een paar dagen na de eerste dag van een langere warmteperiode’

aangezien de retentie bevordert wordt bij een meer planofiele groeiwijze. Dit kan daarentegen de variatie aan heetwatergevoeligheid gedurende de dag niet verklaren, aangezien de bladstand zelf niet noemenswaardig wijzigt binnen 24 uur. De relatieve waterinhoud (RWC: de ratio van de waterinhoud van het bladweefsel op een bepaald moment ten opzichte van de waterinhoud bij volle turgor) van de bladeren is echter wel gelinkt aan de heetwatergevoeligheid. Deze RWC varieert namelijk gedurende de dag, met de hoogste waarden in de vroege ochtend en late avond en laagste waarden in de vroege namiddag, afhankelijk van luchttemperatuur, relatieve vochtigheid en lichtintensiteit. Hoe meer water de plant bevat, hoe meer energie nodig is om de weefseltemperatuur boven de letale temperatuur te brengen. De RWC is echter niet de enige verklarende factor voor de variatie aan heetwatergevoeligheid gedurende de dag. De bladdikte en het drogestofgehalte, die overigens gelinkt zijn aan de RWC, blijken namelijk ook invloed te hebben. De momenten waarop planten het gevoeligst zijn voor heetwaterbehandeling vallen namelijk samen met de tijdstippen met het hoogste drogestofgehalte en de laagste bladdikte. Wanneer onkruiden onder hevige waterstress moeten groeien, zal de variatie aan heetwatergevoeligheid gedurende de dag lager zijn. De RWC zal onder deze omstandigheden namelijk sowieso

lager zijn, doordat de stomata meer gesloten zullen zijn. Heetwaterbehandeling blijkt echter wel het efficiëntst uit te voeren bij een zekere vorm van waterstress, bijvoorbeeld een paar dagen na de eerste dag van een langere warmteperiode. Bij het begin van de eerste warme dag is de waterstatus van de plant namelijk nog vrij goed. Gedurende de dag verliest de plant echter grote hoeveelheden water via transpiratie. Dit water kan niet allemaal aangevuld worden tijdens de daaropvolgende nacht, wat resulteert in een stressvolle situatie de volgende dag.

Inloed van hulpstoffen

Sommige wetenschappelijke onderzoeken beweren dat hulpstoffen een positieve invloed kunnen hebben op de efficiëntie van een heetwaterbehandeling. Onder wetenschappers is hierover nog geen eensgezindheid. Hierbij kan de verhoging van de reductie van verse biomassa vrijwel volledig toegeschreven worden aan de fytoxische werking van de toegepaste hulpstoffen. Voor hulpstoffen die geen fytoxische werking bezitten, zoals Vegetop, Mousse de Lin en Fieldor Max, kon nog geen effect op de heetwatergevoeligheid van planten aangetoond worden. Er wordt beweerd dat hulpstoffen de retentie van heet water aan het blad kunnen verhogen. Dit effect kon echter nog niet bewezen worden.

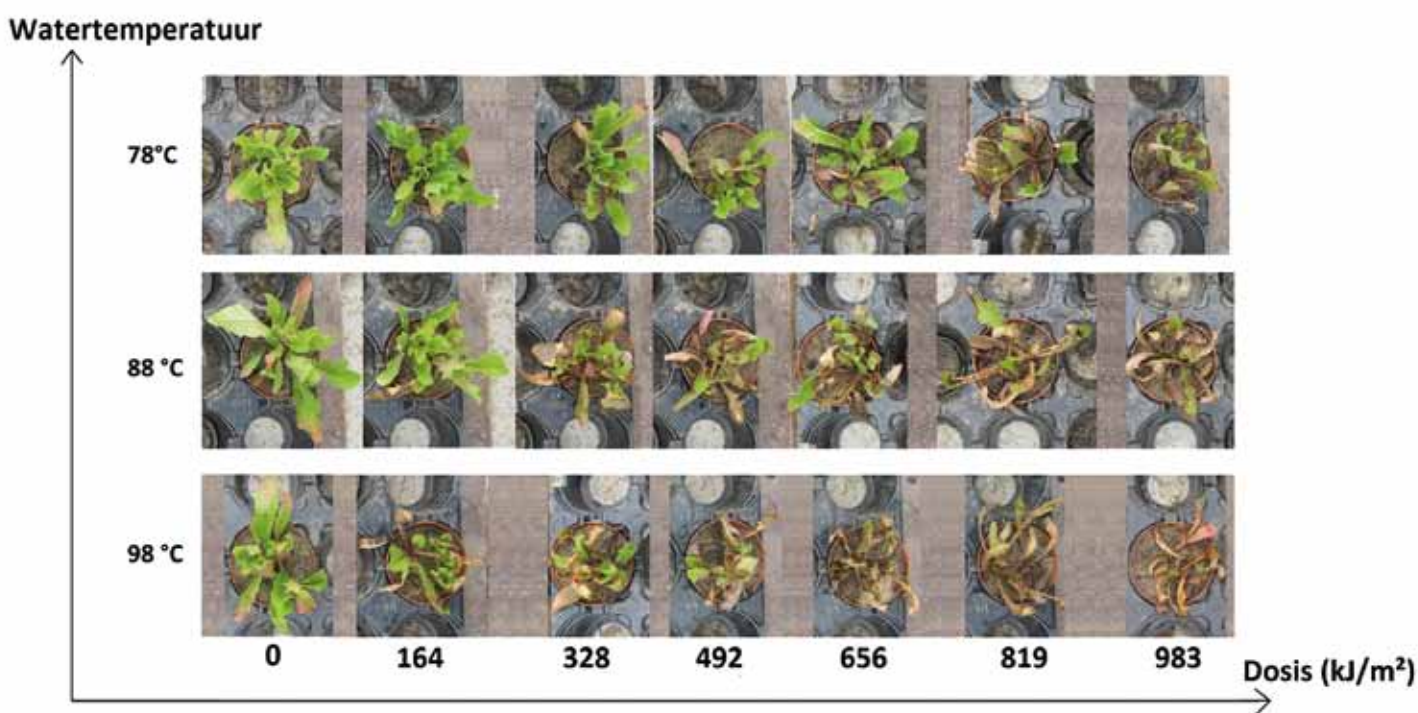


Fig. 2 Effect van watertemperatuur en energiedosis op de bovengrondse levende biomassa van paardenbloem.

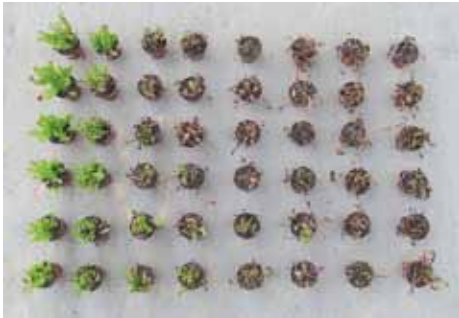


Fig. 3 Bovengrondse levende biomassa van paardenbloem na behandelingen op verschillende tijdstippen gedurende de dag (van onder naar boven: 2, 4, 6, 8, 10 en 12 uur na zonsopgang) en met verschillende energiedosissen (van links naar rechts: 0, 147, 294, 441, 589, 736, 883 en 1180 kJ m⁻²).



Fig. 4 Invloed van bestrijdingsinterval op uitputting van grote weegbree: v.l.n.r. 0 kJ m⁻² (controle), vierwekelijks behandelen met 874 kJ m⁻², driewekeelijks behandelen met 819 kJ m⁻² en tweewekeelijks behandelen met 656 kJ m⁻².

Invloed van cumulatieve energiedosis, behandelingsinterval en -frequentie

Het wijzigen van cumulatieve energiedosis (= totaal energieverbruik over een heel groeiseizoen), behandelingsinterval en -frequentie kan de efficiëntie van de heetwaterbehandeling sterk ten goede komen. Onderzoek dat rond dit onderwerp verricht werd, hield een behandelingsperiode van twaalf weken aan. Gedurende deze periode wordt het slechtste resultaat bekomen met een behandelingsinterval van zes weken, onafhankelijk van de gebruikte cumulatieve energiedosis. Over het algemeen neemt de biomassareductie toe bij een stijgende cumulatieve energiedosis, kortere behandelingsintervallen en een hogere behandelingsfrequentie. Algemeen gezien wordt de hoogste efficiëntie (laagste dosis voor eenzelfde onkruidbeheersing) echter bereikt bij een behandelingsinterval van drie weken en een dosis tussen de 589 en 819 kJ m⁻² per behandeling. De meest eco-efficiënte combinatie van behandelingsfrequentie en dosis, verschilt van plantensoort tot plantensoort. De reactie van een plantensoort op een bepaalde behandelingsfrequentie is gelinkt aan de mate van hergroei na een heetwaterbehandeling. De biomassareductie van grote weegbree is bijvoorbeeld het hoogst wanneer om de twee

weken behandeld wordt (Fig. 4), terwijl Engels raaigras en paardenbloem beter om de drie weken kunnen worden behandeld. Bij deze laatste twee neemt de behandelingsefficiëntie af bij een kort bestrijdingsinterval door een tekort aan hergroeiweefsel. De snellere hergroei van grote weegbree zorgt ervoor dat een kort bestrijdingsinterval wel efficiënt is. Een kort behandelingsinterval kan de uitputting van plantkoolhydraten en nutriëntenbronnen bevorderen door een groot aandeel van het bovengrondse fotosynthetiserende actieve weefsel af te doden, alvorens het onkruid zijn ondergrondse koolhydraatreserves heeft kunnen aanvullen. Daarnaast zal de bovengrondse schade per behandeling groter zijn, doordat jonger weefsel gevoeliger is voor hitte en een hogere hitte-doordringing kan plaatsvinden in een minder dik bladerdek. Jammer genoeg wegen economische en praktische factoren veel sterker mee bij het bepalen van het bestrijdingsinterval dan energie-efficiëntie. Bij eenzelfde cumulatieve energiedosis zullen loonwerkers langere bestrijdingsintervallen verkiezen, aangezien jaarlijkse behandelingskosten meer bepaald worden door arbeidsuren dan door energieverbruik. Op de lange termijn zal dit echter contraproductief blijken, aangezien het onkruid onvoldoende kan worden afgedood. In sommige





kunnen worden. Voor een effectieve en eco-efficiënte bestrijding dient idealiter een drie- tot vierwekelijks bestrijdingsinterval aangehouden te worden, voornamelijk tijdens de actieve groeiperiode van de onkruiden. Enkel op deze manier kunnen de koolhydraten- en nutriëntenreserves van de onkruiden in de ondergrondse plantendelen uitgeput worden. Per behandeling kan het beste een energiedosis tussen 589 en 819 kJ m⁻² worden aangehouden. Daarnaast kunnen de beste resultaten wat betreft energie-efficiëntie behaald worden wanneer behandeling plaatsvindt in de namiddag, liefst op zonnige dagen met een grote variatie aan blad dikte, met water op hoge temperatuur (98°C). Het gebruik van hulpstoffen zonder fytotoxische werking heeft geen effect op de retentie van heet water aan het blad, waardoor de efficiëntie van de heetwaterbehandeling niet verbeterd wordt door het gebruik ervan. Het is belangrijk erop te wijzen dat het eenzijdig gebruik van heetwaterbehandeling, net zoals het eenzijdig gebruik van elke andere techniek, op de lange termijn geen efficiënte onkruidbestrijding kan vormen. Bepaalde onkruidsoorten zijn namelijk gevoeliger voor bepaalde thermische behandelingen, andere voor mechanische behandelingen. Om floraverschuivingen naar meer hittetolerante soorten te vermijden, is het bijgevolg aan te raden om verschillende technieken te combineren en een kort behandelingsinterval aan te houden.

CONTACTINFO AUTEURS

Ir. Nina Biesemans -
Nina.Biesemans@UGent.be
Prof. dr. ir. Benny De Cauwer -
Benny.DeCauwer@UGent.be

UNIVERSITEIT GENT

Faculteit Bio-ingenieurswetenschappen
Vakgroep Plantaardige Productie
Labo Herbologie
Coupure Links 653 | 9000 Gent
T. 09 264 90 64

LITERATUUR

Dit artikel is gebaseerd op volgende wetenschappelijke publicaties:

- De Cauwer B., De Keyser A, Biesemans N, Claerhout S., & Reheul D. (2016). Impact of wetting agents, time of day and periodic energy dosing strategy on the efficacy of hot water for weed control. *Weed Research* 56(4), 323-334.
- De Cauwer B., Bogaert S., Claerhout S., Bulcke R & Reheul D. (2014). Efficacy and reduced fuel use for hot water weed control on pavements. *Weed Research* 55(2), 195-205.

gevallen kan een eenmalige heetwaterbehandeling met een eerder lage energiedosis zelfs een biomassaverhoging met zich mee brengen. Dit kan veroorzaakt worden door een overcompensatie in fotosynthetische activiteit en groei, wat men ook vaak ziet bij ontbladering.

Na een testperiode van twaalf weken zal geen enkele meerjarige onkruidsoort volledig afgedood worden, onafhankelijk van de behandelingsfrequentie en energiedosis. Voornamelijk bij plantensoorten met een hoog aandeel aan ondergrondse biomassa, zoals in het geval van Engels raaigras, grote weegbree en paardenbloem, zal een behandelingsperiode van twaalf weken niet volstaan. Bij deze onkruidsoorten kan nog 30% van de totale biomassa (tegenover onbehandelde controle) overleven na twaalf weken, waardoor bijkomende behandelingen in één of meerdere daaropvolgende seizoenen nodig zijn om de ondergrondse opslagorganen uit te putten. Meestal beoogt de beheerder veeleer het 'in evenwicht houden' van de levende onkruidbiomassa (tot een voor hem aanvaardbaar niveau) dan echte uitroeiing. Deze strategie vergt uiteraard minder behandelingsbeurten.

Conclusie

Heetwaterbehandeling start idealiter in de vroege lente, vanaf het moment dat de groei van de meeste onkruiden op gang is gekomen en het plantenweefsel nog erg jong is. Behandeling is pas efficiënt wanneer alle onkruidsoorten bestreden



Be social

Scan of ga naar:

www.Stad+Groen.nl/artikel.asp?id=41-6734