



Anaerobe grondbehandeling voor bestrijding van Aziatische duizendknoop

Chris van Dijk en Willem de Visser



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Anaerobe grondbehandeling voor bestrijding van Aziatische duizendknoop

Chris van Dijk en Willem de Visser

Dit onderzoek is in opdracht van Sarpi Remediation uitgevoerd door de Stichting Wageningen Research (WR), business unit Agrosysteemkunde.

WR is een onderdeel van Wageningen University & Research, samenwerkingsverband tussen Wageningen University en de Stichting Wageningen Research.

Wageningen, april 2024

Rapport WPR-1333

C.J. van Dijk en W. de Visser, 2024. *Anaerobe grondbehandeling voor bestrijding van Aziatische duizendknoop*. Wageningen Research, Rapport WPR-1333. 20 blz.; 7 fig.; 2 tab.; 4 ref.

Dit rapport is gratis te downloaden op <https://doi.org/10.18174/657830>

2024 Wageningen, Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Agrosysteemkunde, Postbus 16, 6700 AA Wageningen; T 0317 48 07 00; www.wur.nl/plant-research

KvK: 09098104 te Arnhem
VAT NL no. 8113.83.696.B07



CC-BY-4.0

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

Rapport WPR-1333

Foto omslag: Japanse duizendknoop in de omgeving van Wageningen (Foto Wageningen UR)

Inhoud

1	Inleiding	5
2	Opzet	7
	2.1 Grond	7
	2.2 Substraat	7
	2.3 Behandelingen	7
	2.4 Wortelstokken	8
	2.5 Vitaliteitsbepaling wortelstokken	9
	2.6 Zuurstofmetingen	10
3	Resultaten	11
	3.1 Zuurstofmetingen	11
	3.2 Vitaliteit	12
4	Conclusies	14
	Literatuur	15
Bijlage 1	Vochtpercentage grond	16
Bijlage 2	Zuurstofmetingen	17
Bijlage 3	Vitaliteitsbeoordeling	17

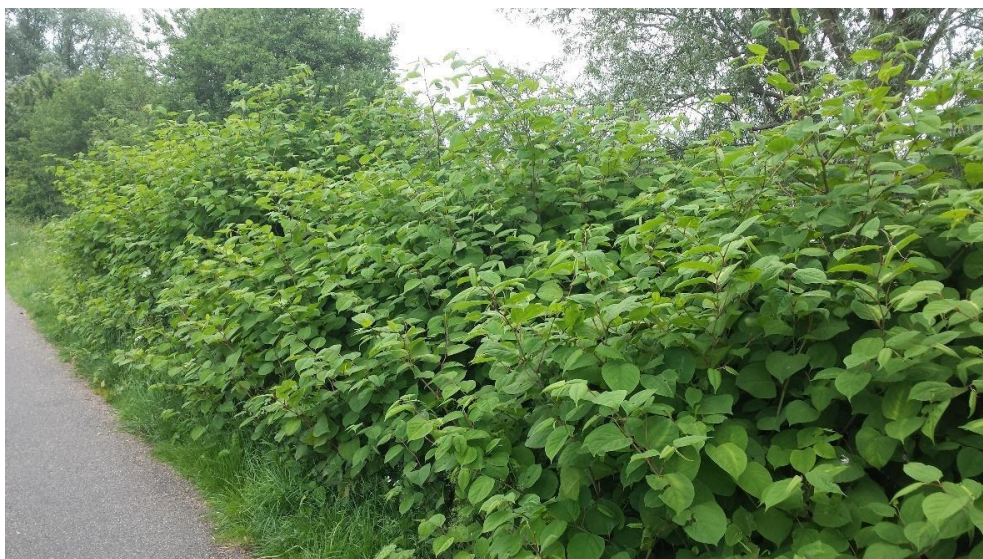
1 Inleiding

Invasieve exotische plantensoorten zijn soorten die van nature niet in Nederland voorkomen en door menselijk handelen hier terecht zijn gekomen en schade aanrichten of kunnen aanrichten aan natuur, economie, veiligheid of gezondheid van mens en dier. Transport, handel en toerisme zijn de belangrijkste routes. Exoten kunnen per ongeluk hier terechtkomen, bijvoorbeeld door transporten, of opzettelijk door het verhandelen van exotische vijver- en tuinplanten. Een klein deel van de exoten kan zich vestigen in onze natuur. Gaat een soort zich snel vermeerderen dan spreken we van een invasieve exoot. Lokaal vindt verspreiding van uitheemse soorten vaak plaats langs de (hoofd) transportwegen zoals autosnelwegen, spoorwegen, kanalen en rivieren (Hulme et al., 2009; 2008).

Japanse duizendknoop (*Fallopia japonica*) is een invasieve plantensoort die zich zonder ingrijpen steeds verder zal verspreiden (Figuur 1). Naast de Japanse duizendknoop komen in Nederland ook de Reuze of Sachalinse duizendknoop (*Fallopia sachalinensis*) en de Boheemse duizendknoop (*Fallopia x bohemica*) voor. Deze duizendknoopsoorten worden vaak aangeduid onder de verzamelnaam Aziatische duizendknopen.

Aziatische duizendknopen zijn inheems in Japan, China, Taiwan en Korea. Het zijn vaste planten die 3-5 meter hoog kunnen worden. De stengels groeien uit de lange, vertakte en sterk woekerende ondergrondse wortelstokken. De aanwezigheid van duizendknoop leidt tot het verdwijnen van inheemse flora, veroorzaakt schade aan kapitaalgoederen, vormt een risico voor de veiligheid en leidt tot tientallen miljoenen euro per jaar aan extra kosten voor beheer en herstellen van schade ([Kennissetwerk Invasieve Exoten](#)).

Een van de belangrijkste verspreidingsroute over grotere afstanden is via transport van grond waarin zich nog fragmenten van duizendknoop bevinden (Verbrugge et al., 2015). Het gaat hierbij voornamelijk om fragmenten van wortelstokken die bij ontgravingen meekomen, maar stengelfragmenten kunnen ook bijdragen aan verdere verspreiding. Fragmenten die elders terecht komen kunnen weer uitlopen en nieuwe haarden vormen. Jonge, individuele planten zijn nog relatief eenvoudig te verwijderen. Eenmaal gevestigde haarden zijn zeer moeilijk weg te krijgen.



Figuur 1 Japanse duizendknoop in een wegberm.

Aanleiding

Sarpi Remediation neemt voor haar klanten met duizendknoop besmette grond in voor verwerking. Om de grond duizendknoopvrij te maken wordt gebruik gemaakt van zogenaamde anaerobe grondbehandeling. Anaerobe grondbehandeling is een natuurlijk proces dat o.a. wordt toegepast in de land- en tuinbouw voor grondontsmetting. Het proces wordt op gang gebracht door het inwerken van organisch materiaal, bijvoorbeeld gras of voorbewerkt materiaal, met gemakkelijk afbreekbaar eiwit of suikers. Na bevochtigen wordt de grond luchtdicht afgedekt met een folie. In de eerste paar dagen na afdekken verbruikt het bodemleven alle in de grond aanwezige zuurstof. Anaerobe bacteriën krijgen de overhand en produceren gassen en vetzuren waardoor bodeminsecten zoals aaltjes, bodemschimmels en aerobe bacteriën dood gaan.

Het anaeroob maken van de bodem wordt in de praktijk ook toegepast voor de bestrijding van Aziatische duizendknopen. De zuurstofloosheid in de bodem zorgt ervoor dat de plantengroei stopt. Anaerobe grondbehandeling kan zowel in-situ worden toegepast als voor het reinigen van met duizendknoop besmette grond in depot. Op basis van praktijkervaringen blijft de besmette grond gedurende minimaal zes maanden afgedekt.

Doelstelling

Sarpi Remediation heeft Wageningen UR gevraagd een aantal testen te doen ter bevestiging van de effectiviteit van anaerobe grondbehandeling als bestrijdingsmethode voor Japanse duizendknoop en daarbij ook te kijken naar mogelijkheden om het proces te optimaliseren met betrekking tot de behandel tijd, de dosering van substraat en het organische stofgehalte in de grond. Het doel is om de duizendknoop die in de grond aanwezig is effectief te bestrijden. Na behandeling dient de grond volledig duizendknoop vrij te zijn waarna deze via de grondketen kan worden hergebruikt.

2 Opzet

2.1 Grond

De door Sarpi Remediation aangeleverde grond (ca. 22.000 kg) voor de test is vooraf gezeefd op 20 mm zodat deze nagenoeg ontdaan is van alle bijmenging. De milieu-hygiënische kwaliteit is maximaal klasse Industriegrond. Het vochtpercentage in de grond varieerde van ca. 12 tot 20%. Na het vullen van de containers is bij toediening van het substraat een berekende hoeveelheid water aan de grond toegevoegd om tot een vochtpercentage van minimaal 15% te komen. Aan bakken met een vochtpercentage van meer dan 15% is geen extra water toegevoegd (Bijlage 1).

De grond is voorafgaande aan de test gemengd waarna een monster is genomen voor o.a. de bepaling van het globale organisch stofgehalte. Het organisch stofgehalte bedroeg 4,8% (Analyserapport 1263965, AgroLab 24-4-2023). Voor het verhogen het organisch stofgehalte tot 6-7% is aan de betreffende bakken 150 l standaard potgrond toegevoegd.

2.2 Substraat

Als substraat is Melasse toegepast. Melasse is een stroopachtig bijproduct van de productie van suiker uit suikerriet of suikerbieten en bevat ongeveer 50% suiker. Naast toepassing in voedingsmiddelen en veevoer wordt melasse toegepast bij in situ bodemsaneringen. Bij sanering van stoffen als chloroform en tetrachloormethaan kan het dienen als elektronendonor om de chloorionen om te wisselen met waterstofionen. Hierdoor komt energie vrij die de bodembacteriën weer voor eigen metabolisme kunnen gebruiken.

Voor de dosering van het substraat is uitgegaan van de praktijkervaringen van Sarpi Remediation, namelijk 1 liter melasse per 1000 kg grond. Elke container bevat ca. 600 liter grond wat ongeveer overeenkomt met 1000 kg. Dat betekent dat er 1 liter Melasse per container nodig is als basisdosering. Het substraat is bij toedienen minimaal 1x verdund met water of zoveel als nodig om een vochtpercentage in de grond van minimaal 15% te behalen (zie 2.1). Verdunning is nodig om een betere verdeling van het stroperige substraat over het grondvolume te krijgen.

2.3 Behandelingen

Er zijn drie variabelen onderzocht, namelijk de tijdsduur van de behandeling (3, 4, 5 en 8 maanden), de dosering van het substraat (basisdosering 1 liter per 1000 kg grond en een halve dosering) en de mogelijke invloed van het organisch stofgehalte (standaard $\pm 3\%$ en dubbele hoeveelheid $\pm 6\%$). Voor elke behandeling is een kunststof container (1200x1000x760 mm) met een inhoud van ca. 610 l gebruikt. De behandelingen zijn in duplo uitgevoerd in de periode mei 2023 tot en met februari 2024.

Behandeling A: container gevuld met 'standaard' grond (o.s. gehalte ca. 4-5%) waaraan een basis dosering substraat wordt toegevoegd. Tijdsduur van de behandelingen: 3, 4, 5 en 8 maanden. Uitvoering in duplo, totaal 8 containers.

Behandeling B: container gevuld met 'standaard' grond waaraan een halve dosering substraat wordt toegevoegd. Tijdsduur van de behandelingen: 3, 4 en 8 maanden. Uitvoering in duplo, totaal 6 containers.

Behandeling C: container gevuld met 'standaard' grond waaraan extra organische stof in de vorm van 150 l potgrond is toegevoegd plus een basis dosering substraat. Tijdsduur van de behandelingen: 3, 4 en 8 maanden. Uitvoering in duplo, totaal 6 containers.

Behandeling D: een container met 'standaard' grond en wortelstokken maar zonder toediening van substraat (referentie behandeling).

Tabel 1 *Overzicht van de behandelingen, totaal 21 containers.*

Nr.	tijd (maanden)	o.s. gehalte%	Dosering substraat (l)	Aantal containers
A1	3	Standaard	1	2
A2	4	Standaard	1	2
A3	5	Standaard	1	2
A4	8	Standaard	1	2
B5	3	Standaard	0.5	2
B6	4	Standaard	0.5	2
B7	8	Standaard	0.5	2
C8	3	Dubbel	1	2
C9	4	Dubbel	1	2
C10	8	Dubbel	1	2
D11	8	Standaard	geen	1

2.4 Wortelstokken

Vitale wortelstokken zijn verzameld op een groeiplaats van *Fallopia japonica* in de omgeving van Wageningen (Figuur 2). In elke container zijn op 10 en 70 cm diepte 10 duizendknoopwortelstokken verwerkt variërend in diameter van ca. 5-15 mm en een lengte van ca. 25-30 cm. Na het aanbrengen van de wortelstokken en de gewenste hoeveelheid vloeibaar substraat (melasse) zijn de containers afgevuld met grond en vervolgens met een rubber ring en kunststof deksel luchtdicht afgesloten. Voor een goede afsluiting zijn de deksels verzwaard met enkele 30x30 tegels. De containers zijn voor de duur van de test weggezet onder semi-buitenomstandigheden (onder een foliekap, Figuur 3). Na de aangegeven behandelingsduur zijn de betreffende containers geopend, de wortelstokken opgegraven en uitgezeefd en getest op vitaliteit.



Figuur 2 *Groeiplaats van Japanse duizendknoop in de omgeving van Wageningen.*



Figuur 3 Opstelling afgesloten containers onder semi-buitenomstandigheden (foliekap).

2.5 Vitaliteitsbepaling wortelstokken

Uitgezeefde wortelstokfragmenten zijn indien nodig afgespoeld met leidingwater om overtollige grond te verwijderen en vervolgens op een vochtige ondergrond in een met niet-lichtdoorlatend plasticfolie afgedekt plastic bakje gelegd en geteld. Het bakje is bij kamertemperatuur weggezet. Na een incubatieperiode van ca. 7-10 dagen zijn de wortelstokfragmenten visueel beoordeeld op vitaliteit. Vitaal wil in dit geval zeggen dat er een of meerdere witte, actieve knopen, nieuwe scheuten of echte wortels zichtbaar zijn (Figuur 4). Het aantal vitale wortelstokfragmenten is geteld en uitgedrukt als percentage van het totaal aantal geïncubeerde fragmenten. Na de beoordeling is het plantmateriaal vernietigd (autoclaaf). Met de vitaliteitsmetingen kan worden bepaald of er in de grond nog levend plantmateriaal aanwezig is dat in staat is tot nieuwe uitgroei.



Figuur 4 Vitale wortelstokken (ondergrondse stengels) drie dagen na opgraven (ter illustratie). De nieuwe naar boven gerichte scheuten en de witte, naar beneden groeiende wortels zijn goed te onderscheiden (Foto Wageningen UR).

2.6 Zuurstofmetingen

Het zuurstofgehalte in de grond is gemeten met behulp van een Apogee SO-110 zuurstof-sensor (Apogeeinstruments.com). Hiervoor is in het midden van de container op halve diepte een bruissteen (Ø 3.5 cm) aangebracht en gekoppeld aan 1.5 m meetleiding tot buiten de container (Figuur 5). De meetleiding was voorzien van een kraantje voor luchtmonstering. Voor elke meting werd gedurende twee minuten lucht aangezogen met een flow van 90 ml min^{-1} en door de sensor-meetkamer gevoerd waarna de (stabiele) meetwaarde kon worden afgelezen.



Figuur 5 Aanbrengen bruissteen in de grond (links) en de luchtdichte doorvoer voor de meetleiding met kraantje (rechts) (Foto's Wageningen UR).

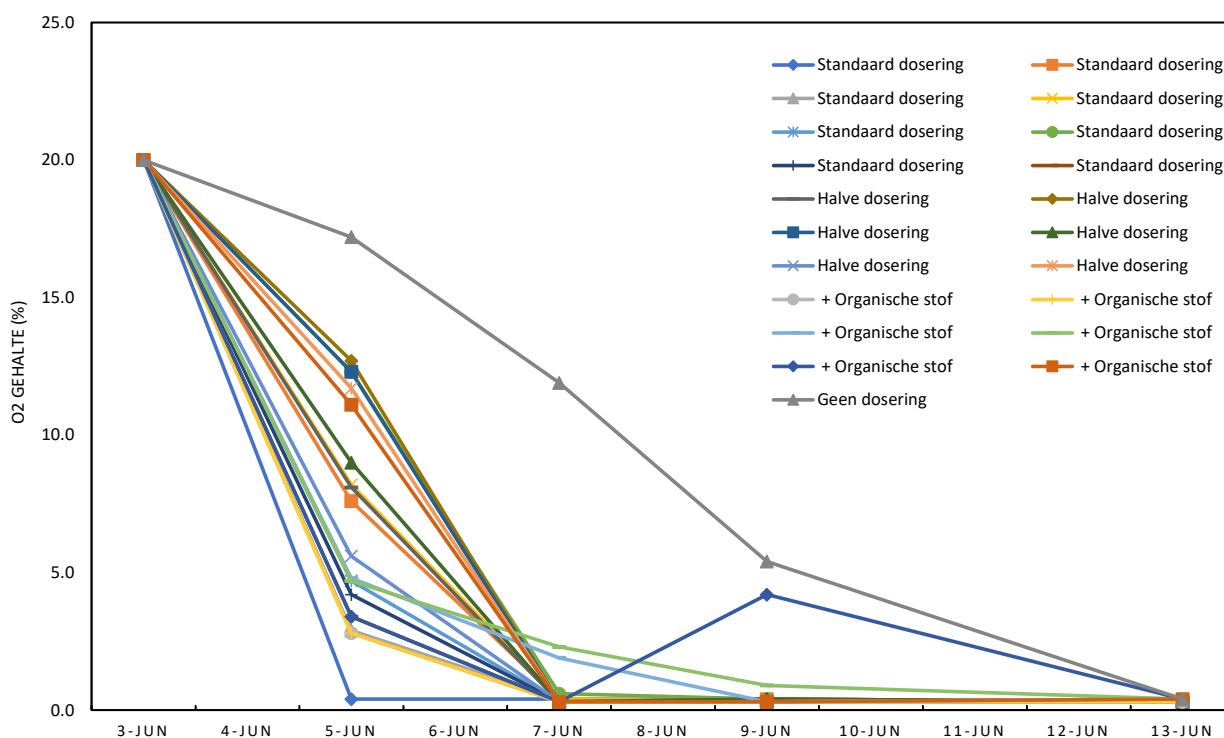
3 Resultaten

3.1 Zuurstofmetingen

Op 3 juni 2023 zijn de containers afgesloten en is gestart met het meten van zuurstofgehalte (Figuur 6). Aan het begin van de test is het zuurstofgehalte om de dag gemeten, na enige tijd is de frequentie van meten verlaagd naar eens per maand (Bijlage 2). Op moment van sluiten was het zuurstofpercentage in de grond van alle bakken ca. 20%. Na twee dagen was het zuurstofgehalte in 11 containers met substraat gezakt naar <5%. In de overige bakken met substraat lag het percentage op dat moment tussen 5 en 12%. In de controle behandeling, zonder toevoeging van substraat, lag het percentage op 17%.

Vier dagen na sluiting van de containers was het zuurstofpercentage in vrijwel alle bakken met substraat gedaald tot <0,5%. In twee bakken met extra organische stof was het percentage op dat moment 1,9 en 2,3%. In de controle behandeling lag het percentage op 11,9%. Op 9 juni, 7 dagen na sluiting waren alle containers met substraat vrijwel zuurstofloos (<0,4%). In de controle behandeling lag het percentage op 5,4%. Alleen in bak nr.19 (standaarddosering en extra organische stof) was het percentage iets gestegen naar 4,2%. Bij controle van de container kon geen lekkage worden ontdekt, waarschijnlijk gaat het hier om een afwijking in de meting zelf. Bij de volgende meting op 13 juni was het percentage in deze container (weer) <0,4%. Op dat moment was ook het percentage in de controle behandeling gezakt tot <0,4%.

In de maanden daarna is op verschillende momenten het zuurstofpercentage gemeten. In de periode vanaf twee maanden na sluiting tot het einde van de test varieerde het zuurstofpercentage in alle containers, inclusief de controle behandeling tussen 0,4 en 1,6%. In enkele containers bleek na verloop van tijd geen zuurstofmeting meer mogelijk als gevolg van een verstopping van het bruissteentje of de meetleiding. Er is geen aanleiding te veronderstellen dat het zuurstofgehalte in deze containers zou afwijken van de containers waarin het percentage wel bepaald kon worden.



Figuur 6 Zuurstofgehalte (%) in de afzonderlijke containers tot 10 dagen na sluiting.

3.2 Vitaliteit

Drie maanden na sluiting van de containers is de eerste vitaliteitsmeting uitgevoerd. Vier containers met 'standaard' grond en een basisdosering substraat van 1 l zijn geopend (duplo uitvoering). De wortelstokken zijn opgegraven en getest op vitaliteit (Tabel 2 en Bijlage 3). De meeste wortelstokken waren niet meer levensvatbaar. Op 10 cm diepte was gemiddeld 92% van de wortelstokken dood, op 70 cm diepte was dat 84%. Dat betekent dat er nog wel enkele wortelstokken vitaal waren, dat wil zeggen dat er na 10 dagen incubatie een of meerdere witte, actieve knopen, nieuwe scheuten of echte wortels zichtbaar waren.

Na 4 maanden zijn zes containers geopend waarvan twee met 'standaard' grond en een basisdosering substraat van 1 l. Op 10 en 70 cm diepte was gemiddeld 96% van de wortelstokken dood. In de twee containers met 'standaard' grond en een halve basisdosering substraat (1/2 l) was dat respectievelijk 93% en 97%. In de twee containers met 'standaard' grond met extra organische stof en een basisdosering substraat van 1 l was dat respectievelijk 94% en 96%. De nog vitale wortelstokken zijn opgekweekt om te bepalen of deze nog kunnen uitgroeien tot volwaardige duizendknoopplanten. Wortelstokfragmenten met nog actieve knopen groeiden allemaal uit tot volwaardige planten (Figuur 7). Wortelstokfragmenten met alleen uitlopers van echte wortels groeiden niet allemaal uit tot volwaardige planten.



Figuur 7 Vertakte wortelstok na vier maanden onder anaerobe omstandigheden. De nog vitale groeipunten ('knopen') zijn uitgegroeid tot meerdere plantjes.

Na vijf maanden zijn nogmaals zes containers geopend waarvan twee met 'standaard' grond en een basisdosering substraat van 1 l. Op 10 en 70 cm diepte was gemiddeld 96% van de wortelstokken dood. In de twee containers met 'standaard' grond met extra organische stof en een basisdosering substraat van 1 l was dat respectievelijk 100% en 88%. In de twee containers met 'standaard' grond en een halve basisdosering substraat (1/2 l) waren geen vitale wortelstokfragmenten meer aanwezig.

Na vijf maanden onder anaerobe omstandigheden was er nog geen sprake van volledige bestrijding van de duizendknoop. Om meer zekerheid te hebben over een volledige bestrijding is de laatste meting niet na zes maar na acht maanden uitgevoerd. Op dat moment zijn nogmaals zes containers geopend waarvan twee met 'standaard' grond en een basisdosering substraat van 1 l, twee containers met 'standaard' grond en een halve basisdosering substraat (1/2 l) en twee containers met 'standaard' grond met extra organische stof en

een basisdosering substraat van 1 l. In deze containers zijn geen vitale wortelstokfragmenten meer teruggevonden. Na acht maanden is ook de 'controle' container geopend. Hierin zijn geen vitale wortelstokfragmenten meer teruggevonden.

Tabel 2 Percentage dode wortelstokken in grond na 3, 4, 5 en 8 maanden onder anaerobe omstandigheden (gemiddelde van twee behandelingen).

Grond	Melasse (l)	Anaerobe periode (maanden)	Wortelstokken -10 cm -mv			Wortelstokken -70 cm -mv		
			Aantal totaal	Aantal vitaal	% dood	Aantal totaal	Aantal vitaal	% dood
standaard	1	3	13	1	92%	12,5	2	84%
standaard	1	4	13,5	0,5	96%	14	0,5	96%
standaard	1	5	12,5	0,5	96%	13	0,5	96%
standaard	1	8	15,5	0	100%	15,5	0	100%
standaard	½	4	14	1	93%	17	0,5	97%
standaard	½	5	15,5	0	100%	17	0	100%
standaard	½	8	17	0	100%	17,5	0	100%
+ OS	1	4	16,5	1	94%	14	0,5	96%
+ OS	1	5	15,5	0	100%	16,5	2	88%
+ OS	1	8	17	0	100%	17	0	100%
standaard	-	8	18	0	100%	19	0	100%

4 Conclusies

De testen met anaerobe grondbehandeling die in de periode mei 2023 tot en met februari 2024 zijn uitgevoerd leiden tot de volgende conclusies:

- Vier dagen na sluiting van de containers was het zuurstofpercentage in vrijwel alle bakken met substraat gedaald tot <0,5%;
- Een halve dosering substraat of toevoeging van extra organische stof heeft weinig invloed op de tijdsduur tot zuurstofloosheid;
- In de container zonder substraat toevoeging (referentie) duurt het ongeveer 10 dagen tot het zuurstofpercentage is gezakt tot <0,5%;
- Vijf maanden onder anaerobe omstandigheden is onvoldoende om alle duizendknoop wortelstokken te doden, een of enkele wortelstokfragmenten bleven vitaal. Soms was er sprake van meerdere vitale knopen op een wortelstokfragment;
- Wortelstokfragmenten met nog vitale knopen na behandeling groeiden allemaal uit tot volwaardige planten. Wortelstokfragmenten met alleen uitlopers van echte wortels groeiden niet allemaal uit tot volwaardige planten;
- Na acht maanden onder anaerobe omstandigheden zijn geen vitale wortelstokfragmenten meer aangetroffen ongeacht de dosering van substraat en/of toevoeging van extra organische stof;
- De effectieve tijdsduur voor volledige bestrijding van duizendknoop ligt ergens tussen 5 en 8 maanden;
- Er is in geen van de behandelingen een verschil in effectiviteit gevonden tussen wortelstokken die op 10 of 70 cm diepte lagen;
- Toevoeging van substraat leidt tot een snellere zuurstofloosheid maar niet tot een kortere behandelingsduur. Met andere woorden, toevoeging van substraat maakt de methode niet effectiever;
- Toevoeging van extra organisch stof leidt niet tot een snellere zuurstofloosheid of tot een kortere behandelingsduur;
- Anaerobe omstandigheden kunnen snel worden opgeheven door de grond om te werken als de afdekking is verwijderd.

Literatuur

- Hulme, P.E.; Bacher, S.; Kenis, M.; Klotz, S.; Kuhn, I.; Minchin, D.; Nentwig, W.; Olenin, S.; Panov, V.; Pergl, J.; Pysek, P.; Roques, A.; Sol, D.; Solarz, W.; Vila, M. 2008 Grasping at the routes of biological invasions: a framework for integrating pathways into policy. *Journal of Applied Ecology* 45 (2): 403-414.
- Hulme, P.E. 2009. Trade, transport and trouble: managing invasive species pathways in an era of globalization. *Journal of Applied Ecology* 46 (1): 10-18.
- Oldenburger, Jan, Joyce Penninkhof, Casper de Groot en Fons Voncken, 2017. Praktijkproef bestrijding duizendknoop. Resultaten en kostenefficiëntie van zeven bestrijdingsmethoden voor duizendknoop en varianten daarop. Stichting Probos, Wageningen.
- L.N.H. Verbrugge, L. de Hoop, R.S.E.W. Leuven, R. Aukema, R. Beringen, R.C.M. Creemers, G.A. van Duinen, H. Hollander, M. Scherpenisse, F. Spikmans, C.A.M. van Turnhout, S. Wijnhoven & E. de Hullu, 2015. Expertpanelbeoordeling van (potentiële) risico's en managementopties van invasieve exoten in Nederland. Nederlands Expertise Centrum Exoten (NEC-E), Radboud Universiteit Nijmegen (Institute for Water and Wetland Research en Institute for Science Innovation and Society), NIOZ, Stichting Bargerveen, Sovon Vogelonderzoek Nederland, Bureau van de Zoogdiervereniging, Natuurbalans, FLORON en RAVON.

Bijlage 1 Vochtpercentage grond

Container	Type grond	Bak leeg	Bak vol	Bak vol	DS	%Vocht	naar 15% vocht	Toegevoegd water
		(g)	vers (g)	droog (g)	(%)		= + of - %	g/kg (=l/container)
1	standaard	800.96	2646.25	2406.75	87.02	12.98	2.02	20.21
2	standaard	801.3	2559.25	2308.32	85.73	14.27	0.73	7.26
3	standaard	802.25	2523.56	2289.35	86.39	13.61	1.39	13.94
4	standaard	801.22	2029.48	1846.29	85.09	14.91	0.09	0.85
5	standaard	801.18	2878.14	2570.37	85.18	14.82	0.18	1.82
6	standaard	511.13	2319.66	2025.77	83.75	16.25	-1.25	0.00
7	standaard	800.27	2701.42	2410.72	84.71	15.29	-0.29	0.00
8	standaard	801.36	2601.95	2331.06	84.96	15.04	-0.04	0.00
9	standaard	799.99	2559.48	2287.73	84.56	15.44	-0.44	0.00
10	standaard	519.4	2131.22	1907.09	86.09	13.91	1.09	10.95
11	standaard	801.94	2273	2055.86	85.24	14.76	0.24	2.39
12	standaard	799.86	2277.1	2061.6	85.41	14.59	0.41	4.12
13	standaard	800.62	2370.97	2124.15	84.28	15.72	-0.72	0.00
14	standaard	801.31	2489.1	2219.91	84.05	15.95	-0.95	0.00
15	+ potgrond (OS)	592.04	2086.36	1804.85	81.16	18.84	-3.84	0.00
16	+ potgrond (OS)	596.74	1962.17	1728.98	82.92	17.08	-2.08	0.00
17	+ potgrond (OS)	802.14	2516.84	2190.97	81.00	19.00	-4.00	0.00
18	+ potgrond (OS)	800.8	2330.32	2014.94	79.38	20.62	-5.62	0.00
19	+ potgrond (OS)	799.66	2678.91	2358.71	82.96	17.04	-2.04	0.00
20	+ potgrond (OS)	593.6	2364.42	2054.47	82.50	17.50	-2.50	0.00
21	standaard	508.87	2163.04	1960.82	87.78	12.22	2.78	20.81

Bijlage 2 Zuurstofmetingen

Container	Type grond	Substraat (l)	Zuurstofgehalte (%)													
			3-Jun	5-Jun	7-jun	9-jun	13-jun	20-jun	27-jun	7-jul	14-jul	4-aug	1-sep	28-sep	26-okt	4-dec
1	standaard	1	20.0	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.5	0.9	0.8	0.9		
2	standaard	1	20.0	7.6	0.4	0.4	0.3	0.5	0.3	0.5	n.b. ¹	n.b.	n.b.	n.b.		
3	standaard	1	20.0	2.9	0.4	0.4	0.3	0.6	0.3	0.4	0.4	1.0	0.9	0.9		
4	standaard	1	20.0	8.2	0.4	0.3	0.4	0.5	0.3	0.5	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.		
5	standaard	1	20.0	4.7	0.3	0.3	0.4	0.4	0.3	0.4	0.5	1.1	0.8	0.9	1.0	
6	standaard	1	20.0	12.3	0.6	0.4	0.3	0.6	0.3	0.6	0.4	1.4	1.1	1.0	1.0	
7	standaard	1	20.0	4.2	0.3	0.3	0.3	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
8	standaard	1	20.0	3.4	0.3	0.3	0.3	0.4	0.3	0.6	0.4	0.9	1.2	0.7	1.0	0.6
9	standaard	½	20.0	8.1	0.3	0.3	0.3	0.4	0.3	0.4	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.		
10	standaard	½	20.0	12.7	0.3	0.4	0.3	0.5	0.3	0.5	0.5	n.b.	n.b.	n.b.		
11	standaard	½	20.0	12.3	0.3	0.3	0.3	0.5	0.3	0.4	0.5	n.b.	n.b.	n.b.	0.9	
12	standaard	½	20.0	9	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.5	0.5	0.9	1.2	0.7	1.0	
13	standaard	½	20.0	5.6	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	n.b.	1.0	1.6	1.0	0.6
14	standaard	½	20.0	11.7	0.3	0.3	0.4	0.4	0.3	0.5	0.4	0.9	1.5	0.8	0.6	0.6
15	+ OS	1	20.0	2.8	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5	0.4	1.2	1.4	1.1		
16	+ OS	1	20.0	2.8	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	1.0	1.2	1.0		
17	+ OS	1	20.0	4.8	1.9	0.3	0.4	0.3	0.3	0.5	0.4	1.0	1.4	1.0	0.5	
18	+ OS	1	20.0	4.7	2.3	0.9	0.4	0.4	0.3	0.6	0.4	1.0	0.8	1.1	0.7	
19	+ OS	1	20.0	3.4	0.3	4.2	0.4	0.4	0.3	0.6	0.5	1.2	1.5	0.9	0.7	0.6
20	+ OS	1	20.0	11.1	0.3	0.3	0.4	0.4	0.3	0.5	0.5	1.0	1.4	0.5	0.9	0.6
21	standaard	0	20.0	17.2	11.9	5.4	0.4	0.5	0.3	0.5	0.5	0.9	0.7	0.9	0.7	0.6
¹ niet bepaald door verstopping van het bruisteentje en/of meetleiding																

Bijlage 3 Vitaliteitsbeoordeling

Vitaliteit Japanse duizendknoop na 3 maanden zuurstofloosheid										
Bakken geopend op 6-9-23										
baknr.	grond	Melasse dosering (1 of 1/2)	Wortelstokken		Vitaliteit				Uitgroei tot plant	Omschrijving
			positie (cm -mv)	Aantal	na 5d	na 10d		Vitale wortelstokken	na 20d	
						Stengels	Wortels	aantal	ja/nee	
2	standaard	1	-10	11	0	0	0	0	n.b.	Op 1 wortelstok 1 groeipuntje en 1 op 1 wortelstok een groeipuntje zichtbaar; op 1 andere wortelstok 4 worteltjes op 2 verschillende wortelstokken een groeipuntje zichtbaar; op 1 andere
2	standaard	1	-70	12	0	1	1	1	n.b.	
4	standaard	1	-10	15	0	1	4	2	n.b.	
4	standaard	1	-70	13	0	2	1	3	n.b.	
n.b. = niet bepaald										
Vitaliteit Japanse duizendknoop na 4 maanden zuurstofloosheid										
Bakken geopend op 3-10-23										
baknr.	grond	Melasse dosering (1 of 1/2)	Wortelstokken		Vitaliteit				Uitgroei tot plant	Omschrijving
			positie (cm -mv)	Aantal	na 5d	na 10d		Vitale wortelstokken	na 20d	
						Stengels	Wortels	aantal	ja/nee	
1	standaard	1	-10	12	0	0	0	0	nee	op 1 wortelstok een klein worteltje zichtbaar >> geen uitgroei tot plantje op 1 wortelstok drie kleine worteltjes zichtbaar >> vorming plantje(s) op 1 wortelstok een zeer kleine groeipunt zichtbaar >> geen uitgroei tot plantje op 1 wortelstok een zeer kleine groeipunt zichtbaar >> vorming plantje op 1 wortelstok een zeer kleine groeipunt zichtbaar >> vorming plantje Op 1 vertakte wortelstok 8 groeipunten en 9 worteltjes zichtbaar >> uitgroei tot op 1 wortelstok twee kleine worteltjes zichtbaar >> geen uitgroei tot plantje op 1 wortelstok twee kleine worteltjes zichtbaar >> geen uitgroei tot plantje op 1 wortelstok twee kleine worteltjes zichtbaar >> geen uitgroei tot plantje
1	standaard	1	-70	14	0	0	0	0	nee	
3	standaard	1	-10	15	0	0	1	1	nee	
3	standaard	1	-70	14	0	0	3	1	ja	
9	standaard	½	-10	17	0	1	0	1	nee	
9	standaard	½	-70	22	0	1	0	1	ja	
10	standaard	½	-10	11	0	1	0	1	ja	
10	standaard	½	-70	12	0	0	0	0	nee	
15	+ OS	1	-10	18	0	8	9	1	ja	
15	+ OS	1	-70	14	0	0	2	1	nee	
16	+ OS	1	-10	15	0	0	2	1	nee	
16	+ OS	1	-70	14	0	0	0	0	nee	

Vitaliteit Japanse duizendknoop na 5 maanden zuurstofloosheid

Bakken geopend op 1-11-23

baknr.	grond	Melasse dosering	Wortelstokken		Vitaliteit				Uitgroei tot plant	Omschrijving
		(1 of 1/2)	positie (cm -mv)	Aantal	na 5 d	na 10d		Vitale wortelstokken	na 17d	
						Stengels	wortels	aantal	ja/nee	
5	standaard	1	-10	13	n.b.	0	0		nee	op 1 wortelstok een zeer kleine groeipunt zichtbaar>> geen uitgroei tot plantje
5	standaard	1	-70	11	n.b.	1	0	1	nee	
6	standaard	1	-10	12	n.b.	2	0	1	ja	Op1 wortelstok 2 groeipuntjes>> uitgroei tot een plantje
6	standaard	1	-70	15	n.b.	0	0	0	nee	
11	standaard	½	-10	17	n.b.	0	0	0	nee	
11	standaard	½	-70	17	n.b.	0	0	0	nee	
12	standaard	½	-10	14	n.b.	0	0	0	nee	
12	standaard	½	-70	17	n.b.	0	0	0	nee	
17	+ OS	1	-10	15	n.b.	0	0	0	nee	
17	+ OS	1	-70	16	n.b.	0	0	0	nee	
18	+ OS	1	-10	16	n.b.	0	0	0	nee	
18	+ OS	1	-70	17	n.b.	8	4	4	ja	5 x uitgroei tot plantje

(n.b.= niet beoordeeld)

Vitaliteit Japanse duizendknoop na 8 maanden zuurstofloosheid

Bakken geopend op 13-2-24

baknr.	grond	Melasse dosering	Wortelstokken		Vitaliteit				Uitgroei tot plant	Omschrijving
		(1 of 1/2)	positie (cm -mv)	Aantal	na 5 d	na 10d		Vitale wortelstokken	na 17d	
						Stengels	wortels	aantal	ja/nee	
7	standaard	1	-10	16	n.b.	0	0	0	nee	
7	standaard	1	-70	17	n.b.	0	0	0	nee	
8	standaard	1	-10	15	n.b.	0	0	0	nee	
8	standaard	1	-70	14	n.b.	0	0	0	nee	
13	standaard	½	-10	19	n.b.	0	0	0	nee	
13	standaard	½	-70	17	n.b.	0	0	0	nee	
14	standaard	½	-10	15	n.b.	0	0	0	nee	
14	standaard	½	-70	18	n.b.	0	0	0	nee	
19	+ OS	1	-10	19	n.b.	0	0	0	nee	
19	+ OS	1	-70	20	n.b.	0	0	0	nee	
20	+ OS	1	-10	15	n.b.	0	0	0	nee	
20	+ OS	1	-70	14	n.b.	0	0	0	nee	
21	standaard	-	-10	18	n.b.	0	0	0	nee	
21	standaard	-	-70	19	n.b.	0	0	0	nee	

(n.b.= niet beoordeeld)

Correspondentie adres voor dit rapport:

Postbus 16

6700 AA Wageningen

T 0317 48 07 00

wur.nl/plant-research

Rapport WPR-1333



De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 7.600 medewerkers (6.700 fte) en 13.100 studenten en ruim 150.000 Leven Lang Leren-deelnemers behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life



Correspondentieadres voor dit rapport:
Postbus 16
6700 AA Wageningen
T 0317 48 07 00
wur.nl/plant-research

Rapport WPR-1333

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 7.200 medewerkers (6.400 fte) en 13.200 studenten en ruim 150.000 Leven Lang Leren-deelnemers behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

