



Inundatie ritnaalden

Verkennen van inundatie als alternatieve beheersingsmaatregel voor het afdoden van ritnaalden in een emmerproef

Auteur | Marjolein de Graaf, Thibault Costaz, Klaas van Rozen & Hilfred Huiting

WPR-OT-1067



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Inundatie ritnaalden

Verkennen van inundatie als alternatieve beheersingsmaatregel voor het afdoden van ritnaalden in een emmerproef

Marjolein de Graaf, Thibault Costaz, Klaas van Rozen & Hilfred Huiting

Wageningen University & Research, Wageningen Plant Research, Open Teelten

Dit onderzoek is uitgevoerd door de Stichting Wageningen Research (WR), in het kader van de PPS Beter Bodembeheer, integraal en naar de praktijk (TKI-AF-16064/BO-56-001-061; LWV2042/BO-56-001-061), het KB-33 programma "Towards a circular climate positive today society" (KB-33-006-005) en de PPS Grondige Aanpak Bodemplagen (TKI-LWV21197).

WR is een onderdeel van Wageningen University & Research, samenwerkingsverband tussen Wageningen

Wageningen, januari 2024



Rapport WPR-OT-1067

De Graaf, H.M., T. Costaz, K. van Rozen, H. Huiting, 2024. *Inundatie ritnaalden; Verkennen van inundatie als alternatieve beheersingsmaatregel voor het afdoden van ritnaalden in een emmerproef*. Wageningen Research, Rapport WPR-OT-1067.

Dit rapport is gratis te downloaden op <https://doi.org/10.18174/646959>

Deelnemende partijen: Topsector Agri & Food, BO-Akkerbouw, LTO Nederland, ZLTO, LLTB, LLTB/Arvalis, LTO Noord, Agrifirm NWE B.V., Cosun Beet Company, IRS, CZAV/CAV Agrotheek/Crop Solutions, AVEBE, Van Iperen, BVOR, Vereniging Afvalbedrijven, Biohuis, CAV Agrotheek, Kairos, Rabobank, ASR real estate, Vitens N.V., Van Tafel naar Kavel, SPNA, NMI, Eurofins, Agrocarea/HLB, Imants, Delphy, KAVB, Holland Fyto, VAVI, NAO, ZuivelNL, Vertify



Trefwoorden: ritnaald, inundatie

© 2024 Wageningen, Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Open teelten, Postbus 430, 8200 AK Lelystad; T 0320 -291 111; www.wur.nl/plant-research

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

Stichting Wageningen Research. 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 Stichting Wageningen Research.

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

Rapport WPR-OT-1067

Foto omslag: Wageningen Plant Research

Inhoud

Samenvatting	4
1 Inleiding en doel	5
2.1 Opzet emmerproef	6
2.2 Omschrijving factoren	6
2.2.1 Inundatieduur	6
2.2.2 Temperatuur en licht	6
2.2.3 Grondsoort	8
2.2.4 Grootte van grond- en waterlaag	8
2.2.5 Toevoegen van zuurstof	9
2.2.6 Techniek toedienen ritnaalden	9
2.3 Waarnemingen	10
2.4 Statistiek	11
3.1 Inundatieduur	12
3.2 Temperatuur	13
3.3 Grondsoort	14
3.4 Methodologische variatie	14
3.4.1 Grondlaag	14
3.4.2 Waterlaag	15
3.4.3 Toevoegen van zuurstof	15
3.4.4 Licht/donker	16
3.4.5 Toepassingstechniek ritnaalden	16
3.5 Controle	17
3.6 Ritnaalden op het bodemoppervlak	17
4 Discussie	19
4.1 Inundatieduur	19
4.2 Temperatuur	19
4.3 Grondsoort	20
4.4 Methodologische variatie	21
4.4.1 Grondlaag	21
4.4.2 Waterlaag	21
4.4.3 Toevoegen van zuurstof	21
4.4.4 Licht/donker	21
4.4.5 Toepassingstechniek ritnaalden	21
5 Conclusie en aanbevelingen	23
Literatuur	24
Bijlage 1 Verkennende proef bij 4 C°	25
Bijlage 2 Proefschema onderzoekscel 12 C°	33
Bijlage 3 Totale dataset	34
Bijlage 4 Effect van inundatie op ritnaalden in twee percelen	38

Samenvatting

Bodemplagen vormen een belangrijk probleem in diverse landbouwgewassen, omdat ze daarin vaak tot opbrengst- en kwaliteitsverlies leiden. Binnen de bodemplagen spelen ritnaalden een belangrijke rol. Ritnaalden zijn sterk polyfaag en kennen een brede waardplantreeks in landbouwgewassen. De afgelopen jaren is de aandacht voor bodemplagen weer toegenomen, omdat er steeds minder insecticiden tegen bodemplagen beschikbaar zijn en gezocht wordt naar alternatieve, duurzamere beheersmaatregelen.

Van april tot en met juni 2023 is het effect van inunderen op de afdoding van ritnaalden onderzocht in een emmerproef. De proef bevatte zes factoren met verschillende niveaus die elk in combinatie met inundatieduur zijn getest. De onderzochte factoren waren temperatuur, grondsoort, hoogte van de grond- en waterlaag, geconditioneerd in licht en donker en toevoegen van zuurstof aan de grond. Daarnaast is gekeken naar de manier waarop ritnaalden aan het water zijn toegediend. Het doel van het onderzoek was het verkennen van inundatie als alternatieve beheersingsmaatregel op het afdoden van ritnaalden.

Langer inunderen, een hogere temperatuur en een grotere grond- en waterlaag zorgde voor een hogere afdoding van ritnaalden. De grond afkomstig uit Rossum zorgde voor een significant hogere afdoding in vergelijking met de gronden uit Lelystad en Wieringermeer. Het toevoegen van zuurstof (tijdelijke afstromen van water en weer aanvullen), het plaatsen van de emmers in het licht of donker en de manier van het toepassen van de ritnaalden aan het water hadden geen eenduidig effect.

1 Inleiding en doel

Bodemplagen vormen een belangrijk probleem in diverse landbouwgewassen, omdat ze daarin vaak tot opbrengst- en kwaliteitsverlies leiden. Binnen de bodemplagen spelen ritnaalden een belangrijke rol. Ritnaalden vreten aan de ondergrondse delen van de plant, wat kan leiden tot wegval van jonge planten. Ook leidt de vraat tot gaatjes en gangen in bijvoorbeeld aardappel. Ritnaalden zijn sterk polyfaag en kennen een brede waardplantreeks in landbouwgewassen. De afgelopen jaren is de aandacht voor bodemplagen weer toegenomen, omdat er steeds minder insecticiden tegen bodemplagen beschikbaar zijn en gezocht wordt naar alternatieve, duurzamere beheersmaatregelen.

Voorafgaand aan dit onderzoek zijn op twee percelen in de zomer van 2022 vlak voor inundatie van deze twee percelen ritnaalden in de bodem aangebracht. Daarbij werden netzakjes tot de helft gevuld met vochtige grond. Daarna werden 10 ritnaalden per zakje op de grond gelegd, waarna de zakjes vervolgens werden afgevuld met grond. Emmers met geperforeerde bodems werden 10 cm gevuld met grond, de zakjes werden hierin geplaatst waarna de emmers werden afgevuld met grond. Binnen 48 uur zijn deze percelen onder water werd gezet. De pilot werd in een warme periode uitgevoerd bij een bodemtemperatuur rond de 18°C. Na 2 weken waren alle ritnaalden dood. Om te kijken wat een ondergrens in temperatuur zou zijn voor het inunderen van ritnaalden is er van januari tot en met maart 2023 een verkennende inundatieproef gedaan in emmers van 1 liter bij 4°C. De laatste emmers werden na 4 weken inunderen beoordeeld, maar er waren nauwelijks tot geen ritnaalden doodgegaan bij 4°C. In bijlage 1 is het verslag van deze verkennende proef opgenomen.

Van april tot en met juni 2023 is het effect van inunderen op de afdoding van ritnaalden verder onderzocht in een emmerproef. Binnen dit onderzoek zijn de resultaten van de verkennende proeven meegenomen en zijn er verschillende factoren met verschillende niveaus onderzocht. Het doel van dit onderzoek was het verkennen van inundatie als alternatieve beheersingsmaatregel op het afdoden van ritnaalden. De resultaten van dit onderzoek zijn opgenomen in dit rapport

2 Materiaal & methoden

2.1 Opzet emmerproef

De proef is op 30 maart ingezet. Per proef zijn de emmers klaargemaakt door eerst de benodigde hoeveelheid grond in de emmers te doen en daarop 5 ritnaalden te leggen van een gemengde populatie *Agriotes lineatus* en *A. obscurus*, verzameld in Lelystad, Wijster en Rossum. In de ruimte met de juiste temperatuur zijn de emmers gevuld met de juiste hoeveelheid water. Het water werd voorzichtig langs de zijkant in de emmers gegoten, zodat er geen luchtballen in de emmers ontstonden. Tijdens het onderzoek zijn de emmers op dezelfde manier bijgevuld, waardoor het waterniveau op min of meer hetzelfde peil bleef

2.2 Omschrijving factoren

De proef bevatte zes factoren met verschillende niveaus die elk in combinatie met inundatieduur zijn getest. Elke combinatie had één herhaling. De onderzochte factoren zijn temperatuur, grondsoort, hoogte van de grond- en waterlaag, conditionering bij licht en donker en toevoegen van zuurstof aan de grond. De zuurstofvariant is uitgevoerd door het water van het oppervlak af te gieten en na een dag weer aan te vullen tot het juiste niveau. Verder is er naar aanleiding van de uitkomsten van de verkennende proef, uitgevoerd bij 4 C (bijlage 1), gekeken naar de manier waarop de ritnaalden werden toegediend. Dit is uitgevoerd in bamibakjes in plaats van in emmers zonder herhaling.

2.2.1 Inundatieduur

Het effect van een inundatieduur van 2, 4, 6 en 8 weken is onderzocht voor elk van de factoren.

2.2.2 Temperatuur en licht

In de emmers 1 tot en met 24 is er gekeken naar het effect van inunderen bij 4°C, 12°C en 20°C op het afdoden van ritnaalden (tabel 1). Emmers 113, 114 en 121 tot en met 124 waren de controle-emmers voor de factor temperatuur. Aan de controle emmers is geen water toegevoegd. In de emmers 99, 100, 103 en 104 is er gekeken naar het effect van licht op het afdoden van ritnaalden door inundatie bij 20°C (tabel 2). De overige emmers hebben allemaal in het donker gestaan.

Tabel 1. Opzet emmers verschillende temperaturen en verschillende inundatieduren in weken. *Cursief de controle-emmers.*

Emmer-nummer	Temp. (°C)	Afkomst grond	Inhoud emmer in L	Grondlaag in cm	Waterlaag in cm	Inundatieduur in weken
1,2	4	Lelystad	12	15	5	2
3,4	12	Lelystad	12	15	5	2
5,6	20	Lelystad	12	15	5	2
7,8	4	Lelystad	12	15	5	4
9,10	12	Lelystad	12	15	5	4
11,12	20	Lelystad	12	15	5	4
13,14	4	Lelystad	12	15	5	6
15,16	12	Lelystad	12	15	5	6
17,18	20	Lelystad	12	15	5	6
19,20	4	Lelystad	12	15	5	8
21,22	12	Lelystad	12	15	5	8
23,24	20	Lelystad	12	15	5	8
121,122	4	Lelystad	12	15	0	8
123,124	12	Lelystad	12	15	0	8
113,114	20	Lelystad	12	15	0	8

Tabel 2. Opzet emmers met factor licht tegenover verschillende inundatieduren in weken.

Emmernummer	Temp. (°C)	Afkomst grond	Inhoud emmer in L	Grondlaag in cm	Waterlaag in cm	Inundatieduur in weken	Licht/donker
99,100	20	Lelystad	12	15	5	4	Licht
103,104	20	Lelystad	12	15	5	8	Licht

De proef bij 4°C en 12°C zijn uitgevoerd in twee onderzoekscellen met een constante temperatuur en in het donker. De temperatuur is op verschillende momenten en op verschillende plekken in de onderzoekscel gemeten (tabel 3). De emmers zijn gewaard in de cel gezet volgens het proefschema in bijlage 2 (afb. 1). De emmers bij 20°C stonden in een laboratoriumruimte bij kamertemperatuur, de temperatuur was gemiddeld genomen 18°C en varieerde ruwweg tussen de 16 en 19°C. Over de emmers is een zwart zeil gelegd, zodat de emmers in het donker stonden (afb. 2).

Tabel 3. Temperatuur gemeten op verschillende momenten tijdens het onderzoek in de onderzoekscel.

	4 april	13 april	18 april	2 mei	22 mei
Onderzoekscel (12°C)	11.5-11.8°C	11.5-11.7°C	11.6-11.7°C	11.6-11.9°C	11.8-12.2°C



Afbeelding 1. Proefopstelling bij 12°C.



Afbeelding 2. Opstelling emmers licht/donker bij 20°C.

2.2.3 Grondsoort

In de emmers 25 tot en met 48 is het effect van grondsoort op het inundatie effect onderzocht door grond vanuit Lelystad (zavel), Wieringermeer (lemig zand), Marwijksoord (zand) en Rossum (zand) te gebruiken (tabel 4). Emmers 113 tot en met 120 waren de controle-emmers. Vanwege onvoldoende grond voor de controle van de Rossumgrond zijn 1 liter emmers gebruikt (emmers 117 en 118). Aan de controle emmers is geen water toegevoegd. Alle grondsoorten zijn voor gebruik gehomogeniseerd. Voor elk van de grondsoorten is een bodemanalyse door Eurofins uitgevoerd, de meest relevante eigenschappen zijn weergegeven in tabel 5.

Tabel 4. Opzet emmers verschillende grondsoorten en verschillende inundatieduren in weken. *Cursief de controle-emmers.*

Emmer-nummer	Temp. (°C)	Afkomst grond	Inhoud emmer in L	Grondlaag in cm	Waterlaag in cm	Inundatieduur in weken
25,26	12	Wieringermeer	12	15	5	2
27,28	12	Wieringermeer	12	15	5	4
29,30	12	Wieringermeer	12	15	5	6
31,32	12	Wieringermeer	12	15	5	8
33,34	12	Rossum	12	15	5	2
35,36	12	Rossum	12	15	5	4
37,38	12	Rossum	12	15	5	6
39,40	12	Rossum	12	15	5	8
41,42	12	Marwijksoord	12	15	5	2
43,44	12	Marwijksoord	12	15	5	4
45,46	12	Marwijksoord	12	15	5	6
47,48	12	Marwijksoord	12	15	5	8
<i>113,114</i>	<i>12</i>	<i>Lelystad</i>	<i>12</i>	<i>15</i>	<i>0</i>	<i>8</i>
<i>115,116</i>	<i>12</i>	<i>Wieringermeer</i>	<i>12</i>	<i>15</i>	<i>0</i>	<i>8</i>
<i>117,118</i>	<i>12</i>	<i>Rossum</i>	<i>1</i>	<i>6</i>	<i>0</i>	<i>8</i>
<i>119,120</i>	<i>12</i>	<i>Marwijksoord</i>	<i>12</i>	<i>15</i>	<i>0</i>	<i>8</i>

Tabel 5. Eigenschappen per grondsoort.

	Lelystad	Wieringermeer	Rossum	Marwijksoord
Grondsoort	Zavel	Lemig zand	Zand	Zand
pH	7,3	7,4	4,8	4,7
C-organisch %	1,5	0,8	1,5	1,5
Organische stof %	2,9	1,5	3,1	3,0
C/organische stof ratio	0,52	0,50	0,48	0,51
Koolzure kalk %	4,7	4,4	0,2	0,3
Klei %	9	7	1	2
Silt %	32	20	8	13
Zand %	51	67	88	82
Slib %	19	-	-	-
Geleidingsvermogen mS/cm bij 25C°	0,34	0,38	<0,05	<0,05
Verkrumelbaarheid	9,0	9,2	10,0	10,0
Verslemping	4,6	5,5	7,6	7,6
Stuifgevoeligheid	8,3	7,8	3,4	5,5
Microbiële biomassa mg C/kg	246	177	220	223
Microbiële activiteit mg N/kg	28	22	35	38
Schimmel/bacterie ratio	1,1	1,2	0,9	0,8

2.2.4 Grootte van grond- en waterlaag

In de emmers 49 tot en met 64 is het effect van de hoogte van de grondlaag onderzocht door gebruik te maken van emmers met een inhoud van 1 en 50 liter in plaats van de 12 liter emmers, welke voor de rest van het onderzoek zijn gebruikt.

In de 1 liter emmer ging 6 centimeter grond en in de 50 liter emmer ging 20 centimeter grond. In de emmers 71 tot en met 80 is het effect van een hogere waterlaag getest. Hiervoor zijn emmers van 50 liter gebruikt, waarin 15 centimeter grond is gedaan en 10 centimeter water in plaats van 5 centimeter. Emmers 65 tot en met 72 waren controle-emmers (tabel 6).

Tabel 6. Opzet emmers met verschillende grond- en waterlagen in cm en verschillende inundatieduren in weken. *Cursief de controle-emmers.*

Emmer-nummer	Temp. (°C)	Afkomst grond	Inhoud emmer in L	Grondlaag in cm	Waterlaag in cm	Inundatieduur in weken
49,50	12	Lelystad	1	6	5	2
51,52	12	Lelystad	1	6	5	4
53,54	12	Lelystad	1	6	5	6
55,56	12	Lelystad	1	6	5	8
57,58	12	Lelystad	50	20	5	2
59,60	12	Lelystad	50	20	5	4
61,62	12	Lelystad	50	20	5	6
63,64	12	Lelystad	50	20	5	8
65,66	12	<i>Lelystad</i>	12	15	0	2
67,68	12	<i>Lelystad</i>	12	15	0	4
69,70	12	<i>Lelystad</i>	12	15	0	6
71,72	12	<i>Lelystad</i>	12	15	0	8
73,74	12	Lelystad	50	15	10	2
75,76	12	Lelystad	50	15	10	4
77,78	12	Lelystad	50	15	10	6
79,80	12	Lelystad	50	15	10	8

2.2.5 Toevoegen van zuurstof

In de emmers 81 tot en met 88 is gekeken naar het effect van het toevoegen van zuurstof aan de grond op verschillende momenten tijdens het inunderen (tabel 7). Het toevoegen van zuurstof aan de grond werd eenmaal gedaan door het water af te gieten en na één dag weer aan te vullen met een maatbeker tot het oorspronkelijke waterpeil. Het water werd door een zeef gegoten, zodat ritnaalden die meedreven weer teruggeplaatst konden worden in de emmer.

Het moment van afgieten van het water vond als volgt plaats voor de verschillende inundatieperiodes:

- 2 weken -> 1 week na inundatie afgieten
- 4 weken -> 2 weken na inundatie afgieten
- 6 weken -> 4 weken na inundatie afgieten
- 8 weken -> 6 weken na inundatie afgieten

Tabel 7. Opzet emmers toevoegen van zuurstof op verschillende momenten in de tijd.

Emmer-nummer	Temp. (°C)	Afkomst grond	Inhoud emmer in L	Grondlaag in cm	Waterlaag in cm	Inundatieduur in weken	Zuurstof toegevoegd (afgieten)
81,82	12	Lelystad	12	15	5	2	Na 1 week
83,84	12	Lelystad	12	15	5	4	Na 2 weken
85,86	12	Lelystad	12	15	5	6	Na 4 weken
87,88	12	Lelystad	12	15	5	8	Na 6 weken

2.2.6 Techniek toedienen ritnaalden

Tijdens de verkennende proef bij 4°C (bijlage 1) werd waargenomen dat de ritnaalden die eerst met de achterkant in het water zijn gelegd en vervolgens met de kop, een luchtbel in het water kregen, net achter de kop. Om te testen of het laten "wennen" aan het water de overlevingskans van de ritnaalden vergroot zijn acht bamibakjes gevuld met 4 centimeter water (tabel 8). Bij bamibakje 105 tot en met 108 zijn de

ritnaalden direct onderwater geduwd (kop-staart). De ritnaalden in bamibakje 109-112 zijn eerst 10 seconden op het wateroppervlak gelegd en daarna naar de bodem geduwd (staart-kop). Alle bamibakjes hebben in het donker gestaan bij kamertemperatuur.

Tabel 8. Opzet bamibakjes met verschillende technieken voor het toedienen van de ritnaalden en verschillende inundatieduren in weken.

Bami-bakje	Temperatuur	Inhoud bamibakjes	Waterlaag in cm	Inundatieduur in weken	Toepassings-techniek ritnaald in water
105	Kamertemperatuur	100% water	4	2	Kop-staart
106	Kamertemperatuur	100% water	4	4	Kop-staart
107	Kamertemperatuur	100% water	4	6	Kop-staart
108	Kamertemperatuur	100% water	4	8	Kop-staart
109	Kamertemperatuur	100% water	4	2	Staart-kop
110	Kamertemperatuur	100% water	4	4	Staart-kop
111	Kamertemperatuur	100% water	4	6	Staart-kop
112	Kamertemperatuur	100% water	4	8	Staart-kop

2.3 Waarnemingen

Op 13 en 26 april en 11 en 25 mei zijn de ritnaalden verzameld voor respectievelijke inundatieperioden van 2, 4, 6 en 8 weken. Per emmer werd het water eerst over een zeef gegoten. De ritnaalden op de zeef werden beschouwd als de ritnaalden die "op het bodemoppervlak" lagen (grens water-bodem). Daarna werd de grond door een zeef gespoeld en werden de overige ritnaalden verzameld. De ritnaalden werden per emmer op een grondlaag in een bamibakje met zavelgrond uit Lelystad gelegd. Per emmer is genoteerd hoeveel van de 5 ritnaalden direct na het verzamelen actief waren.

Een biotoets is uitgevoerd om te beoordelen of de ritnaalden weer actief werden en ook weer vraatschade veroorzaakten. Nadat de ritnaalden op het grondoppervlak in het bamibakje waren gelegd zijn ze in de uren en dagen erna beoordeeld. Bij elke beoordeling werd er gekeken hoeveel ritnaalden er in de grond waren gekropen (=levend) en hoeveel er duidelijk dood waren (gebroken, beschimmeld, zwart verkleurd). Een week na het verzamelen werd er in elk bamibakje een schijfje aardappel gelegd om één en drie weken na plaatsen te kijken of de ritnaalden nog schade veroorzaakte. In tabel 9 staan de verzamel- en beoordelingsmomenten per inundatieduur.

Tabel 9. Schema van verzamelen en beoordelen van de ritnaalden per inundatieduur.

Inundatieduur	Datum	Activiteit
2 weken	13 april	Ritnaalden uit emmers verzameld en activiteit beoordeeld
	14 april	Activiteit beoordeeld
	17 april	Activiteit beoordeeld
	18 april	Schijfjes aardappel aan bamibakjes toegevoegd en activiteit beoordeeld
	26 april	Schade- en activiteit beoordeling
	10 mei	Schade- en activiteit beoordeling
4 weken	26 april	Ritnaalden uit emmers verzameld en activiteit beoordeeld
	28 april	Activiteit beoordeeld
	1 mei	Activiteit beoordeeld
	2 mei	Schijfjes aardappel aan bamibakjes toegevoegd en activiteit beoordeeld
	9 mei	Schade- en activiteit beoordeling
	19 mei	Schade- en activiteit beoordeling
6 weken	11 mei	Ritnaalden uit emmers verzameld en activiteit beoordeeld
	12 mei	Activiteit beoordeeld
	19 mei	Schijfjes aardappel aan bamibakjes toegevoegd en activiteit beoordeeld
	25 mei	Schade- en activiteit beoordeling
	19 juni	Schade- en activiteit beoordeling
	8 weken	24 mei
25 mei		Ritnaalden uit emmers verzameld en activiteit beoordeeld
26 mei		Activiteit beoordeeld
30 mei		Activiteit beoordeeld
1 juni		Schijfjes aardappel aan bamibakjes toegevoegd en activiteit beoordeeld
8 juni		Schade- en activiteit beoordeling
23 juni		Schade- en activiteit beoordeling

2.4 Statistiek

De invloed van temperatuur, grondlaag, grondsoort, zuurstof en waterlaag op de overleving van ritnaalden (weergegeven als binaire uitkomsten: 0 voor dood en 1 voor levend) werd onderzocht door middel van een logistische regressieanalyse. Voor elke verklarende factor werd een afzonderlijk gegeneraliseerd lineair model toegepast, uitgaande van een Bernoulli verdeling met een logit foutkoppeling. Bij analyse van alle factoren werd rekening gehouden met interactie met de inundatieduur.

Modelbeoordeling was gebaseerd op Pearson-residuen. Niet-significante interacties (p -waarde $> 0,05$) werden uit de modellen verwijderd. Geneste modellen werden vergeleken met behulp van het Akaike Informatie Criterium (AIC) en het model met de laagste AIC werd geselecteerd. Significante verklarende variabelen werden verder onderworpen aan Tukey post hoc analyse.

Alle analyses en visualisaties werden gegenereerd met behulp van R Studio (versie 4.2.3) (R Core Team, 2020). Logistische regressieanalyse maakte gebruik van het pakket 'lme4' (Bates et al., 2015), post-hocanalyse en groepsgemiddelde effectgroottes werden berekend met het pakket 'emmeans' (Lenth et al., 2018) en residuanalyse van de logistische modellen werd uitgevoerd met het pakket 'DHARMA' (Hartig, 2019).

Uitkomsten van de analyses zijn weergegeven in aantallen of percentage levend waargenomen ritnaalden. Van de overige ritnaalden was merendeels dood en een klein deel niet teruggevonden.

3 Resultaten

In dit hoofdstuk wordt per factor de resultaten weergegeven. De totale dataset is opgenomen in bijlage III.

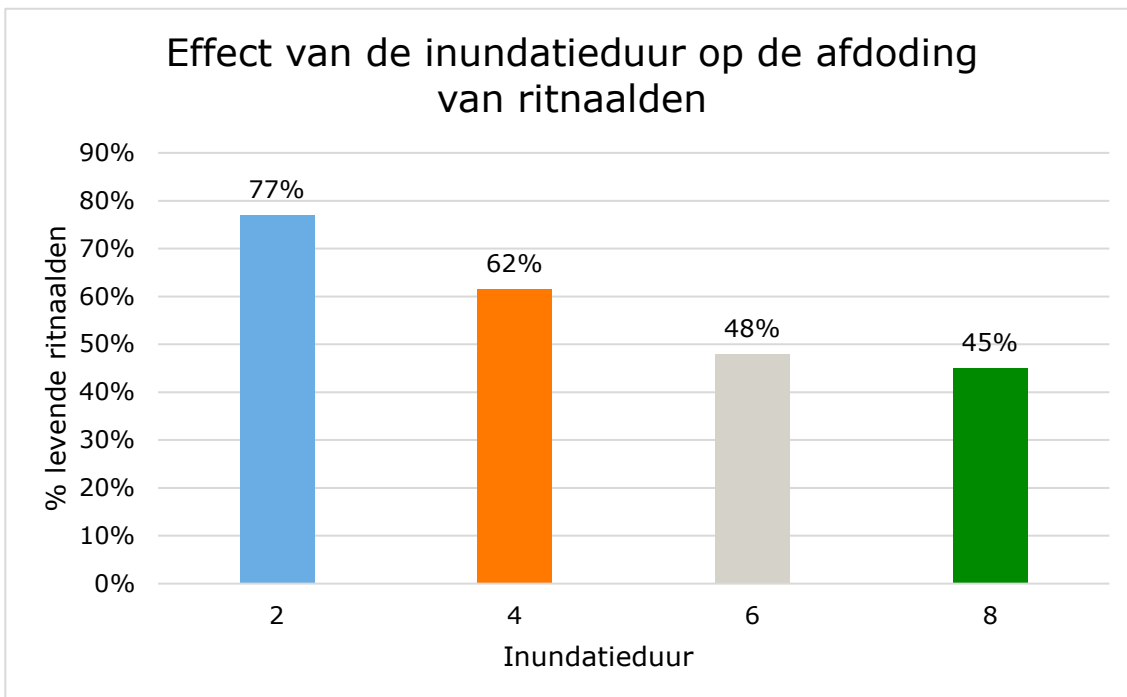
3.1 Inundatieduur

De factor inundatieduur is in combinatie met alle andere factoren getest, waardoor er interactie kon ontstaan. Tabel 10 laat zien dat er interactie was tussen de inundatieduur en de temperatuur, de grondlaaghoogte en de waterlaaghoogte. Tussen inundatieduur en het toedienen van zuurstof en tussen inundatieduur en de grondsoort was geen interactie. De interactie wordt verder per factor besproken.

Tabel 10. P-value per factor voor interactie met inundatieduur.

Factor	P-value interactie
Temperatuur	0,004
Grondsoort	0,236
Grondlaag	0,015
Zuurstof	0,794
Waterlaag	0,001

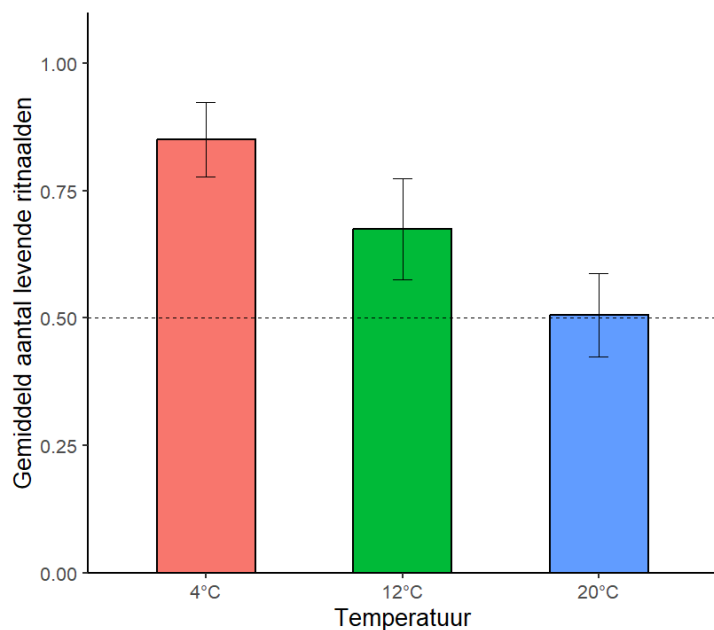
Analyse van de inundatieduur is hier over alle factoren heen genomen. Figuur 1 laat het effect van het verlengen van de inundatieduur op het afdoden van ritnaalden zien, weergegeven als het percentage levende ritnaalden. Hoe langer er werd geïnundeerd, hoe meer ritnaalden worden gedood. Na 6 en na 8 weken inunderen was er een afdoding van meer dan 50%.



Figuur 1. Het effect van de inundatieduur op het afdoden van ritnaalden door inundatie.

3.2 Temperatuur

Een verhoging van de temperatuur resulteerde in een hogere afdoding van de ritnaalden. Bij 4 °C werd 15% van de ritnaalden gedood. Bij 12 °C werd 34% van de ritnaalden gedood en van de ritnaalden bij 20 °C was 49% dood aan het einde van het onderzoek (fig. 2). Er gingen significant meer ritnaalden dood bij 20 °C in vergelijking met 4 °C.

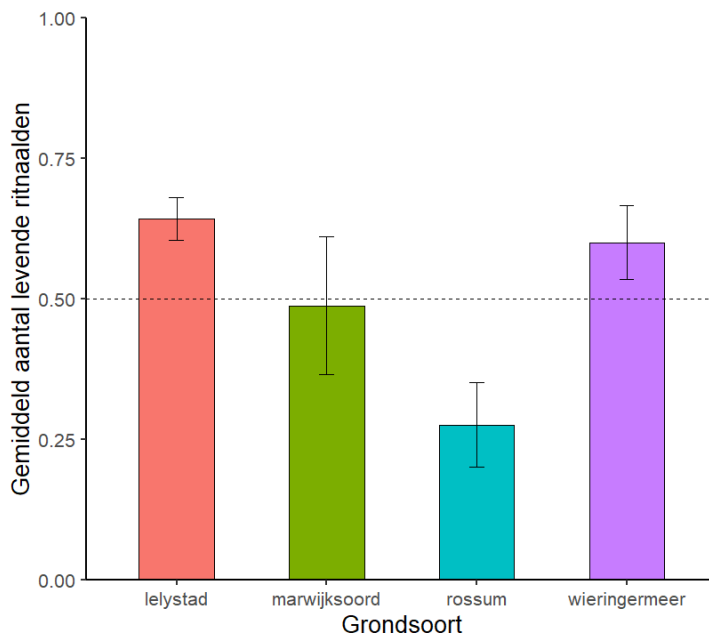


Temperatuur * Inundatieduur			
Factor	LR	Df	p.value
Temperatuur	10,79	2	0,004
Inundatieduur	0,012	1	0,914
Interactie	11,71	2	0,003

Figuur 2. *Het effect van de temperatuur op de afdoding van ritnaalden door inundatie.*

3.3 Grondsoort

De afdoding van ritnaalden verschilde significant tussen de verschillende grondsoorten. De grond van Rossum had met 72% de grootste afdoding en verschilde significant met de gronden uit Lelystad en de Wieringermeer die een afdoding hadden van respectievelijk 36% en 40% (fig. 3). De grond uit Marwijksoord had een afdoding van 52%. Er was geen interactie tussen grondsoort en inundatieduur.

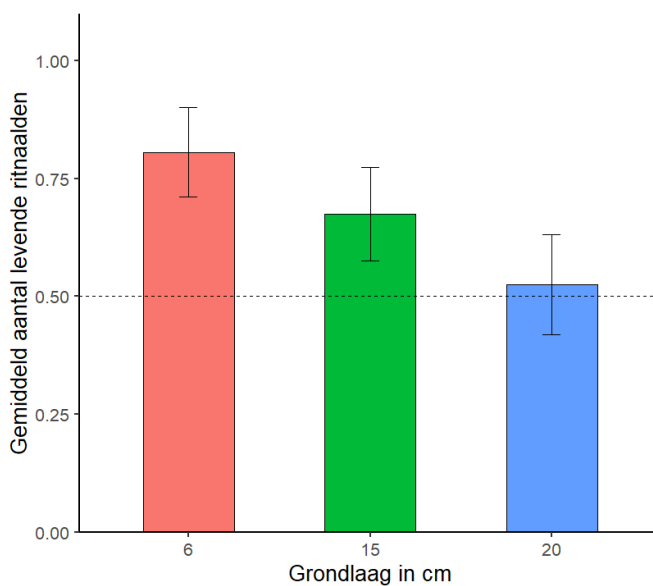


Figuur 3. Het effect van de grondsoort op de afdoding van ritnaalden door inundatie.

3.4 Methodologische variatie

3.4.1 Grondlaag

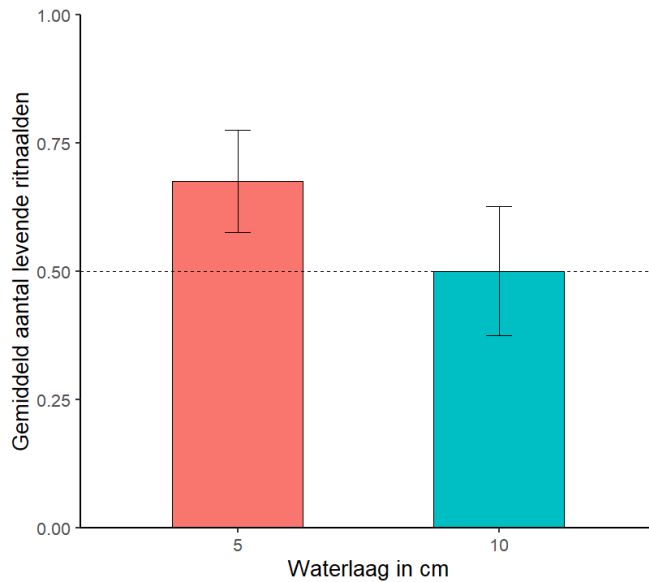
Een vergroting van de grondlaag resulteerde in een hogere afdoding van de ritnaalden, weergegeven in levende ritnaalden (1 = 100% van de geteste populatie). Bij 6 centimeter grond werd er 20% van de ritnaalden gedood. Bij 15 centimeter grond 37,5% en bij 20 centimeter grond werd er 47,5% van de ritnaalden gedood (fig. 4). Een grondlaag van 20 centimeter had een significant hogere afdoding dan een grondlaag van 6 centimeter.



Figuur 4. *Het effect van de grootte van de grondlaag op de afdoding van ritnaalden door inundatie.*

3.4.2 Waterlaag

Meer water boven het oppervlak resulteerde in een hogere afdoding van de ritnaalden, maar dit verschilde niet significant (fig. 5).

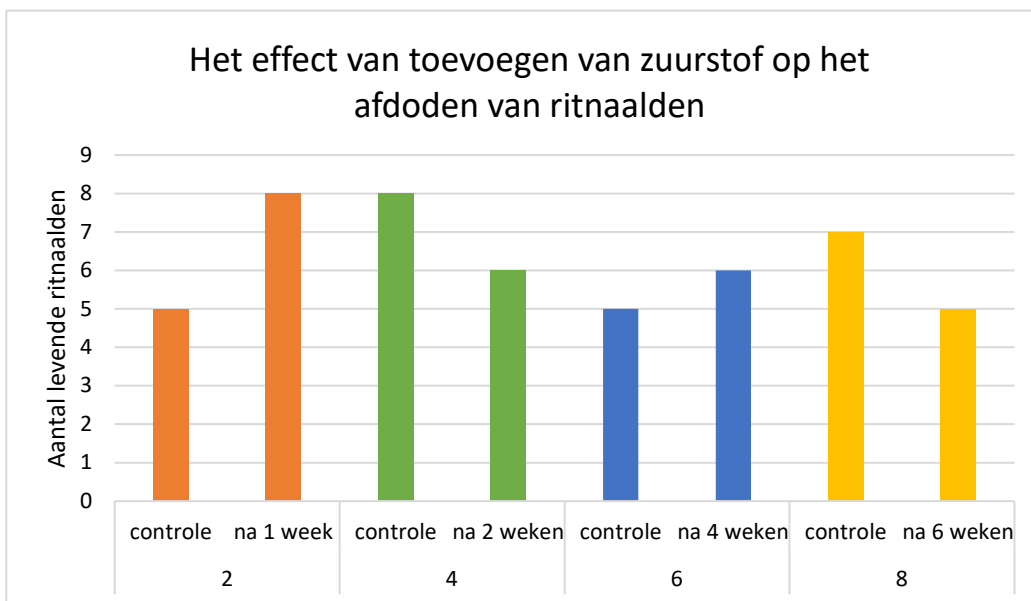


Waterlaag * Inundatieduur			
Factor	LR	Df	p.value
Waterlaag	2,33	1	0,127
Inundatieduur	3,23	1	0,072
Interactie	10,43	1	0,001

Figuur 5. *Het effect van de grootte van de waterlaag op het afdoden van ritnaalden door inundatie.*

3.4.3 Toevoegen van zuurstof

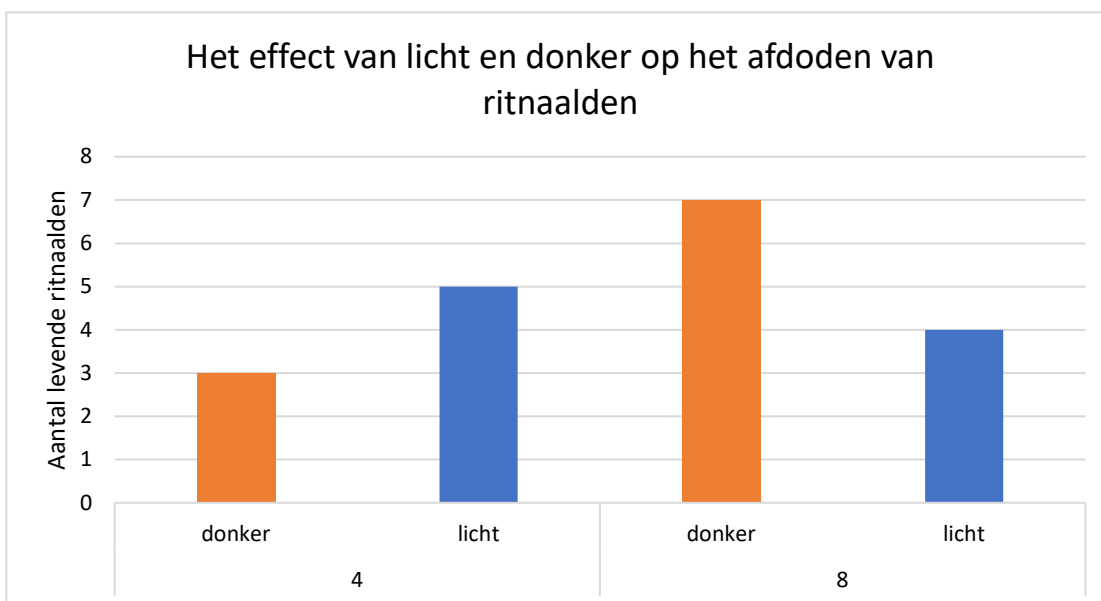
Het toevoegen van zuurstof na 1 en na 4 weken zorgde niet voor een hogere afdoding in vergelijking met de controle. Na 2 en na 6 weken zuurstof toevoegen zorgde wel voor een hogere afdoding (fig. 6).



Figuur 6. Het effect van het toevoegen van zuurstof op het afdoden van ritnaalden door inundatie.

3.4.4 Licht/donker

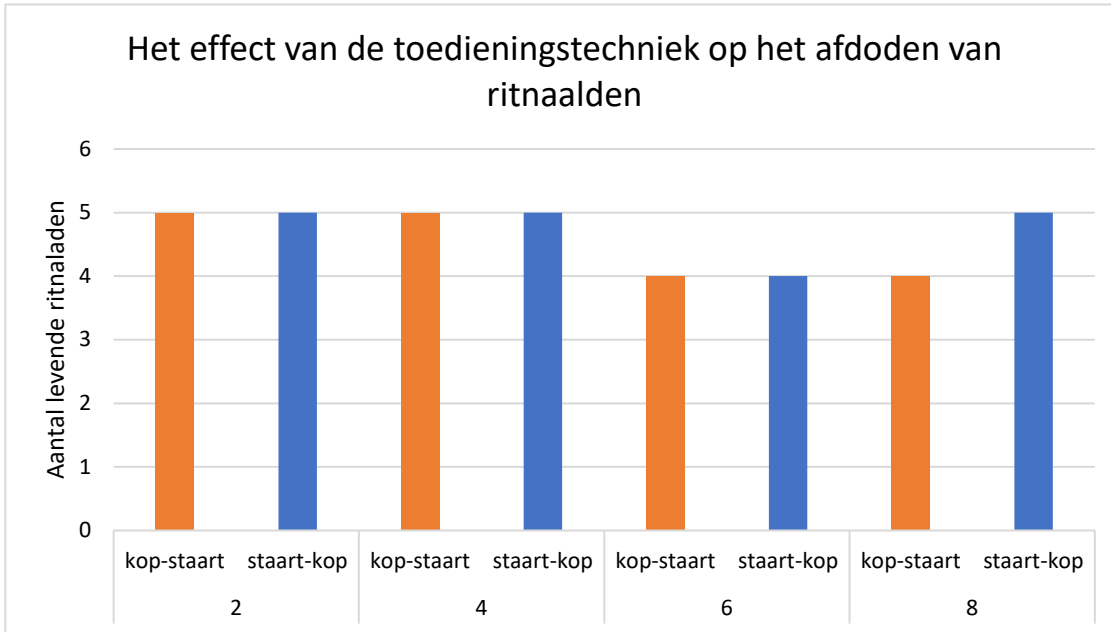
Er was geen eenduidig effect van inunderen in het licht of in het donker. Na 4 weken inunderen waren er meer ritnaalden dood bij de emmers die in het donker hadden gestaan, terwijl na 8 weken inunderen er meer ritnaalden dood waren bij de emmer die in het licht hadden gestaan (fig. 7).



Figuur 7. Het effect van licht of donker op het afdoden van ritnaalden door inundatie.

3.4.5 Toepassingstechniek ritnaalden

De manier van het toedienen van de ritnaalden aan het water had geen effect, ritnaalden overleven 8 weken in alleen water (fig. 8). Er werden ditmaal geen luchtbellen waargenomen.



Figuur 8. *Het effect van de toepassingstechniek van de ritnaalden aan het water op het afdoden van ritnaalden door inundatie.*

3.5 Controle

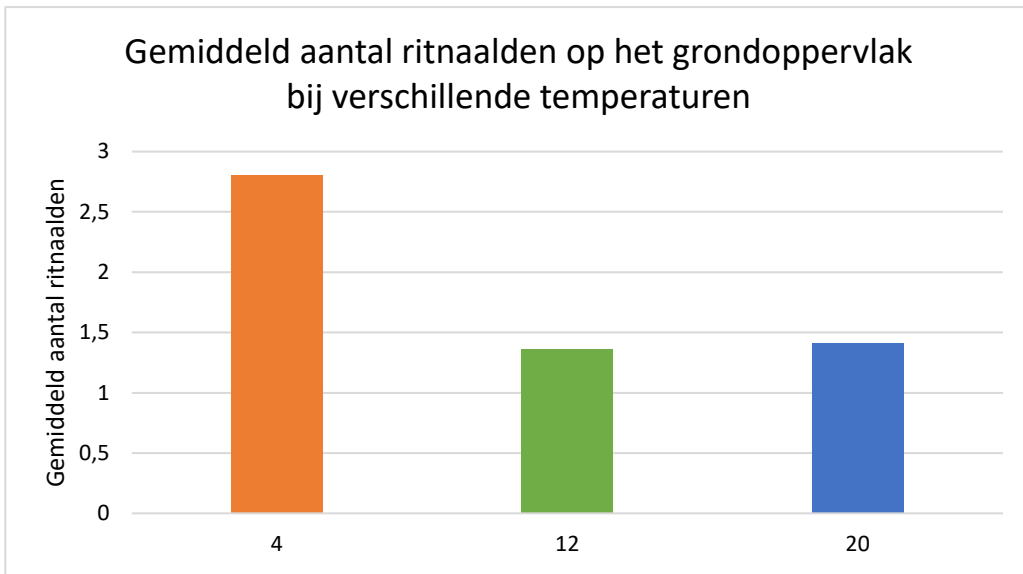
Van alle toegediende ritnaalden in de controle-emmers werden 88 van de 100 toegediende ritnaalden levend teruggevonden. Vier van de 5 toegediende ritnaalden in 1 emmer van de controle behandeling met grond van Rossum werden dood teruggevonden.

3.6 Ritnaalden op het bodemoppervlak

bij verschillende emmers lagen de ritnaalden op het grondoppervlak onder water (afb. 3). Een temperatuur van 4°C zorgde voor meer ritnaalden op het bodemoppervlak (fig. 9). Er zat geen verschil tussen het aantal ritnaalden dat is aangetroffen op het bodemoppervlak bij 12°C en bij 20°C.



Afbeelding 3. *Ritnaalden liggend op het grondoppervlak onder water.*



Figuur 9. *Gemiddeld aantal ritnaalden gevonden op het bodemoppervlak per temperatuur.*

4 Discussie

Alle factoren zijn in combinatie met de inundatieduur getest, waardoor er interactie kon ontstaan en er geen significante verschillen binnen de factor konden worden aangetoond. In onderstaande paragrafen wordt daarom, als er interactie met de inundatieduur was, de trend besproken die zichtbaar is. Daar waar 20°C wordt benoemd, is sprake van $\pm 18^\circ\text{C}$.

Het percentage van 88% aan levende ritnaalden teruggevonden in de controle-emmers (zonder water) is vrij laag ten opzichte van ervaringen met het bewaren van ritnaalden. Enkele emmers waar minder levende ritnaalden zijn teruggevonden waren aan de droge kant, wat de reden kan zijn geweest.

4.1 Inundatieduur

- Langer inunderen zorgde voor een grotere afdoding, al is dit wel afhankelijk van de grondsoort en de temperatuur.
- Na 8 weken inunderen werd een afdoding van 50% bereikt.

4.2 Temperatuur

- Een hogere temperatuur zorgde voor een hogere afdoding. Bij 20°C gingen significant meer ritnaalden dood in vergelijking met 4°C.
- De emmers die bij 20°C moesten, stonden in een ruimte waarvan de temperatuur niet handmatig kon worden ingesteld. Hierdoor schommelde de temperatuur gedurende de proef tussen de 16 en 19°C en heeft het de 20°C niet bereikt (tabel 3). Mogelijk heeft deze schommeling geleid tot minder afdoding van de ritnaalden in deze emmerproef, vergeleken met ander onderzoek. Van Herk & Vernon (2006) concludeerden dat inunderen bij 5°C pas na 2 maanden zorgt voor een 90%-afdoding, terwijl bij 10-20°C na 9 dagen inunderen al 90%-afdoding werd bereikt, maar afhankelijk van grondsoort en zoutgehalte. Onderzoek van Lane & Jones (1936) toonde aan dat 21 dagen inunderen bij 28°C zorgde voor een afdoding van 26%. Er was een temperatuur van 35,5°C nodig om een afdoding van 50% te bereiken en een temperatuur van 38°C om een afdoding van 100% te bereiken (tabel 11) (Lane & Jones, 1936). Mogelijk zijn de onderzochte temperatuurniveaus in dit onderzoek niet hoog genoeg geweest om een goed beeld van de afdoding van ritnaalden door inundatie te geven.

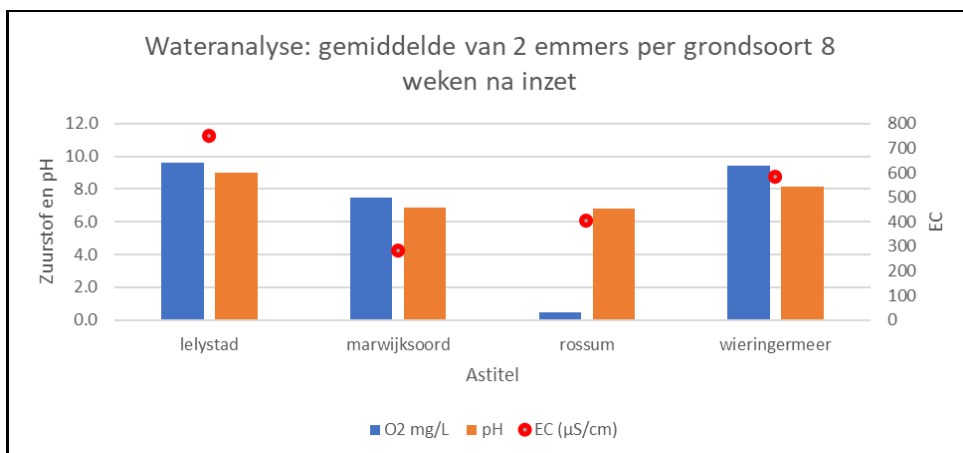
Tabel 11. Het effect van de temperatuur op de benodigde inundatieduur om een afdoding van 100% te bereiken (Lane & Jones, 1936).

Temperatuur in °C	Afdoding in %	Aantal dagen inunderen
28	26	21
33	26	21
36	50	21
38	100	12
41	100	9
43	100	7
46	100	5
48	100	4

- Van alle bij 4°C ingezette ritnaalden heeft 85% het overleefd. Mogelijk gaan de ritnaalden in een ruststand bij een (te) lage temperatuur. Opvallend was ook dat er bij 4°C twee keer zoveel ritnaalden op het grondoppervlak lagen ten opzichte van 12 en 20°C (fig. 13). Mogelijk houdt dit verband met elkaar.
- Het aanvullen van water in deze emmerproef kan ook weer geleid hebben tot meer toevoer van zuurstof. Bij van Herk et al. (2006) werden ritnaalden in afgesloten thee-eieren periodiek uit het water gehaald, uit dezelfde bak. Bij deze aanpak kan ook weer zuurstof in het water komen. Maar in de praktijk zal dit met neerslag en wind ook meespelen.

4.3 Grondsoort

- De grond vanuit Rossum had een significant hogere afdoding ten opzichte van de Lelystad- en Wieringermeergrond. De grond vanuit Rossum had een metaalachtig laagje op het water wat mogelijk geoxideerd ijzer was (afb. 4). De ijzerhoeveelheid is niet bepaald, wel bekend is dat in gronden met een lage pH veel opneembaar ijzer vrijkomt. Zuurstofanalyse van het water wees uit dat hierin veel minder zuurstof zat, 0,45 mg/L O₂ ten opzichte van hogere waarden in de overige emmers (fig. 10), wat kan hebben bijgedragen aan de afdoding. Opvallend was dat ook in een controle emmer 4 van de 5 ritnaalden dood zijn aangetroffen, dit komt mogelijk doordat de verzamelde grond erg nat was en nat in de emmer is aangebracht.
- De analyses van Eurofins geven weinig verschil tussen de gronden in Rossum en Marwijksoord.



Figuur 10. Wateranalyse van verschillende afkomsten grond.



Afbeelding 4. IJzerachtige laag op het water in de emmers met grond uit Rossum.

4.4 Methodologische variatie

4.4.1 Grondlaag

- Het vergroten van de grondlaag en hoeveelheid grond (grotere diameter) zorgde voor een hogere afdoding van ritnaalden, waarbij een grondlaag van 20 centimeter significant meer ritnaalden afdoodt in vergelijking met een grondlaag van 6 centimeter. Ook vond in 8 weken tijd geen afdoding plaats in alleen water, dit suggereert dat biologische en chemische processen van de bodem bijdragen aan de sterfte van ritnaalden. Dit suggereert ook dat de experimentele opzet met 10 liter emmers een te kleine inhoud is om deze proeven uit te voeren. Het hoofddeel van de emmerproef is uitgevoerd met 10 liter emmers, waardoor mogelijk de effectiviteit van inundatie onvoldoende is vastgesteld.
- In dit onderzoek werden 3 niveaus van de grondlaag onderzocht op hun effect op de afdoding van ritnaalden door inundatie. Er is niet gekeken naar de diepte waarop de ritnaalden zich binnen deze 3 niveaus bevonden. Uit het onderzoek van Campbell & Stone (1938) bleek dat de diepte waarop de ritnaalden zich bevonden van grote invloed was op de afdoding van de ritnaalden (tabel 12).

Tabel 12. Aantal dode ritnaalden per grondlaag na 7 dagen inunderen met een temperatuur rond de 40°C (Campbell & Stone, 1938).

Diepte grondlaag in cm	Aantal gevonden ritnaalden	Aantal ritnaalden dood
0-15	14	14
15-23	14	13
23-30	12	3
30-38	10	1

- De grondlaag van 6 centimeter werd getest in emmers van 1 liter, terwijl de grondlaag van 20 centimeter werd getest in emmers van 50 liter, waardoor deze emmers een groter oppervlakte hadden ten opzichte van de 1 liter emmers. Wat het effect van de grootte van de emmer op de afdoding van ritnaalden is geweest, is onbekend.
- Een onderzoek waarbij velden voor 5 weken onder water werden gezet liet zien dat de microbiële biomassa en de verhouding tussen bacteriën en schimmels in de bodem afneemt onder anaerobe omstandigheden (Unger, Kennedy, & Muzika, 2009), biotische verandering kan invloed hebben gehad op afdoding (Peters et al., 2024).

4.4.2 Waterlaag

- Een vergroting van de waterlaag zorgde voor een grotere afdoding van ritnaalden, maar dit verschil is niet significant.

4.4.3 Toevoegen van zuurstof

- Er is geen eenduidig effect gevonden van het toevoegen van zuurstof op het afdoden van ritnaalden.

4.4.4 Licht/donker

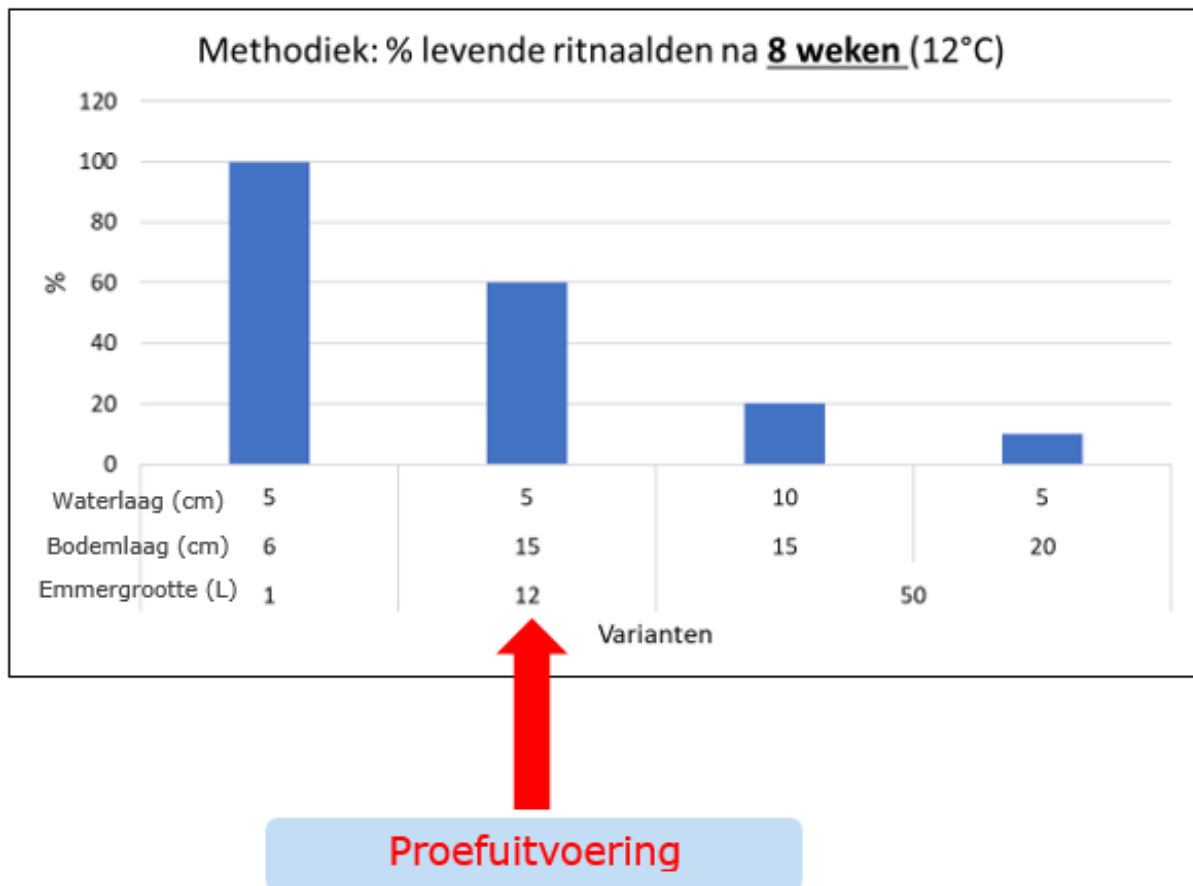
- Er is geen eenduidig effect van inundatie in het licht of donker gevonden.

4.4.5 Toepassingstechniek ritnaalden

- Ritnaalden overleven 8 weken in solo kraanwater. Mogelijk zijn factoren die in de bodem afspelen van invloed, zoals eerder besproken.
- De manier van het toedienen van de ritnaalden aan het water had geen effect. Een mogelijke

oorzaak hiervoor kan liggen bij de gebruikte temperatuur en inundatieduur. De bamibakjes hebben bij kamertemperatuur (rond de 20°C) gestaan en hebben maximaal 56 dagen gestaan. Volgens Lane & Jones (1936) zit er een verschil in het effect op de afdoding van de ritnaalden tussen water zonder grond, zoals bij de bamibakjes, en water met grond. Bij hun proef met water zonder grond was er bij een temperatuur van 28°C een inundatieduur van 365 dagen nodig om een afdoding van 90% te krijgen. Om een afdoding van 100% te krijgen bij 54 dagen inunderen was er een temperatuur van 43°C nodig.

Figuur 11 geeft een overzicht van de verschillen tussen teruggevonden levende ritnaalden en verschillende volumes water, en emmers (n=2), waarnaast ook de ritnaalden in 1L emmers met alleen water 100% overleefden onder dezelfde condities. Succes van afdoding is hoger naarmate de volumes toenemen. De hoofdproef is uitgevoerd in emmers van 12 liter.



Figuur 11. Overzicht resultaat verschillende factoren.

5 Conclusie en aanbevelingen

De belangrijkste conclusies van de emmerproef onder de gegeven condities zijn:

- Analyse van de inundatieduur over alle factoren heen genomen leidde tot ca. 50% afdoding in 8 weken tijd onder water, omgerekend 43% meer afdoding ten opzichte van de ritnaalden in de onbehandelde objecten zonder water;
- De experimentele aanpak met 12 L emmers is mogelijk te klein geweest om de daadwerkelijke impact van inundatie op ritnaalden goed vast te stellen;
 - Ritnaalden overleven 8 weken in water en kleinere emmers (1L) met grond bij 12°C;
 - In grotere emmers met meer grond is significant meer afdoding aangetoond, dit is een indicatie dat biologische en/of chemische bodemprocessen in de bodem een rol spelen;
 - Een grotere waterlaag lijkt dit effect trendmatig te verhogen;
- Naarmate langer wordt geïnundeerd neemt afdoding van ritnaalden toe;
- Bij toenemende temperatuur neemt afdoding van ritnaalden toe;
- Grondsoort heeft invloed op mate van afdoding;
- Ritnaalden worden na water toedienen vrij snel bovengronds waargenomen, op het grensvlak van bodem en water.

Verkennd onderzoek in een veldproef naar het effect van inundatie op ritnaalden, waarbij de ritnaalden in een afgesloten netzakje in de bodem waren ingegraven, leverde een week na toepassing 100% afdoding op (bijlage 4). Ritnaalden konden niet uit de netzakjes ontsnappen. Dit heeft, gezien de resultaten in deze emmerproef, waarschijnlijk meegespeeld in de snelle en hoge afdoding in het veld. De emmerproef toont aan dat inundatie een negatief effect heeft op ritnaalden, maar laat ook zien dat een deel van de ritnaalden lang onder water kunnen overleven. Hierbij werden veel ritnaalden op de grens van bodem en water 'in rust' waargenomen. Na het verzamelen werd in een biotoets vastgesteld dat ze weer actief werden en vervolgens vraatschade aan aardappelknollen veroorzaakten. Kort samengevat geeft het onderzoek aan dat inundatie een nuttige maatregel kan zijn, maar vooralsnog belangrijk is om het in de bredere context van IPM te plaatsen, rekening houdend met de specifieke omstandigheden zoals grondsoort en waterlaag. De hogere afdoding in grotere emmers en volumes geeft aan dat er wellicht in de praktijk meer afdoding is te verwachten dan in de emmerproef is vastgesteld. Testen onder praktische omstandigheden kan hierin meer duidelijkheid geven, waarbij percelen, bij voorkeur meerdere grondsoorten, met een hoge ritnaaldpopulatie worden onderzocht op het effect van inundatie.

Literatuur

- Bates, D., Mächler, M., Bolker, B. M., & Walker, S. C. (2015). Fitting linear mixed-effects models using lme4. *Journal of Statistical Software*, 67(1), 1–48. <https://doi.org/10.18637/jss.v067.i01>
- Campbell, R., & Stone, M. (1938). Flooding for the Control of Wireworms in California. *Journal of Economic Entomology*, 31(2), pp. 286-291.
- Hartig, F. (2019). DHARMa: residual diagnostics for hierarchical (multi-level/mixed) regression models. R Package Version 0.2, 4. <https://doi.org/http://florianhartig.github.io/DHARMa/>
- Lane, M., & Jones, E. (1936). Flooding as a means of reducing wireworm infestations. *Journal of Economic Entomology*, 29(5).
- Lenth, R., Singmann, H., Love, J., Buerkner, P., & Herve, M. (2018). Emmeans: Estimated marginal means, aka least-squares means. R Package Version, 1(1), 3. <https://cran.r-project.org/package=emmeans>
- Nikoukar, A., & Rashed, A. (2022). Integrated Pest Management of Wireworms (Coleoptera: Elateridae) and the Rhizosphere in Agroecosystems. *Insects*, 13(769).
- R Core Team. (2020). R: A Language and environment for statistical computing. Vienna, Austria. <https://www.rproject.org/>
- R. Peters, J. Visser, P. Brinkman, K. van Rozen, Mager, G. van Os & L.P.G. Molendijk, 2024. *Inundatie van alle kanten belicht; Historische achtergrond en effecten op bodemstructuur, -chemie, -biologie en bestrijdende werking*. Wageningen Research, Rapport WPR-OT-1062, 42 blz.; 10 afb.; 3 tab.; 125 ref. <https://doi.org/10.18174/644838>
- Unger, I., Kennedy, A., & Muzika, R.-M. (2009). Flooding effects on soil microbial communities. *Applied Soil Ecology*, 42, pp. 1-8.
- Vernon, R., & Van Herk, W. (2006). Effect of temperature and soil on the control of a wireworm, *Agriotes obscurus* L. (Coleoptera: Elateridae) by flooding. *Crop Protection*, 25, pp. 1057-1061.

Bijlage 1 Verkennende proef bij 4 °C

Proef 1. Inundatie bij 4 °C met 3 behandelduren

Materiaal

- 6 emmers (hoogte: 12,5 cm, breedte: 11,5 cm)
- 3,6 L grond (grond was klei vanuit Lelystad)
- 3,6 L water (koud water vanuit de kraan)
- 30 ritnaalden (kwamen uit koelcel bij 4 °C)
- 6 stickers
- Stift
- Maatbeker
- Zeef 2 mm
- Zeef 1,4 mm
- Lepel
- Grijs bak (45,5cm x 30,5 cm x 8,5 cm)
- A4

Doel

Er is gekeken naar de benodigde behandelduur voor inundatie van ritnaalden bij 4 °C. Er is gekeken bij drie behandelduren: één week inunderen, twee weken inunderen en vier weken inunderen. Bij 3 emmers zijn de ritnaalden 7 cm vanaf de bodem toegevoegd en bij 3 emmers zijn de ritnaalden 3,5 cm vanaf de bodem toegevoegd.

Methode

Methode ritnaalden 7 cm vanaf bodem

De proef is vrijdag 20 januari 2023 ingezet. Er zijn drie emmers gebruikt. Een emmer voor één week inunderen, een emmer voor twee weken inunderen en een emmer voor vier weken inunderen. In elke emmer is 600 ml grond gedaan. Vervolgens is er een gat in het midden gemaakt van ongeveer 5 cm diep. Daarin zijn per emmer 5 ritnaalden gelegd. De ritnaalden waren voor het toedienen actief. Vervolgens is het gat gedicht met grond vanuit dezelfde emmer. Daarna is er 2 keer 300 ml koud water vanuit de kraan aan de emmers toegevoegd (Afb. 3). Na de eerste 300 ml is er even gewacht tot de meeste luchtbellens eruit waren voordat de tweede 300 ml water werd toegevoegd. De emmers zijn gestickerd en in de koelcel bij 4 °C gezet (Afb. 4).

Na het vullen van de emmers met 300 ml water kwamen de ritnaalden boven de grond (Afb. 1). Daarom is er besloten om het proefje nog een keer in te zetten met de ritnaalden dieper in de grond.

Methode ritnaalden 3,5 cm vanaf bodem

Er zijn drie emmers gebruikt. Een emmer voor één week inunderen, een emmer voor twee weken inunderen en een emmer voor vier weken inunderen. In elke emmer is 300 ml grond gedaan. Op dat laagje grond zijn 5 ritnaalden gelegd (Afb. 2). De ritnaalden waren voor het toedienen actief. Vervolgens is er nog een laag van 300 ml grond in elke emmer gedaan. Daarna is er 2 keer 300 ml koud water vanuit de kraan aan de emmers toegevoegd (Afb. 3). Na de eerste 300 ml is er even gewacht tot de meeste luchtbellens eruit waren voordat de tweede 300 ml water werd toegevoegd. De emmers zijn gestickerd en in de koelcel bij 4 °C gezet (Afb. 4).

Methode beoordelen

Als de ritnaalden op het bodemoppervlak lagen zijn ze met een pincet of lepel verzameld. Alle ritnaalden die

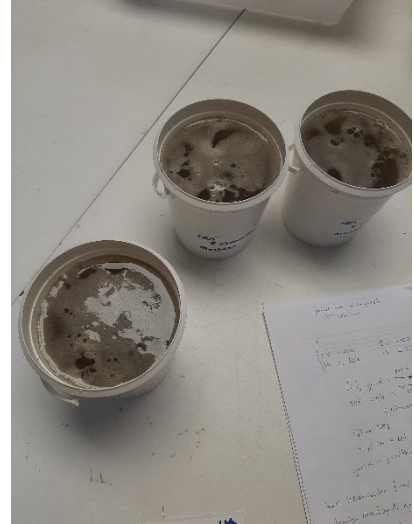
in de grond zaten zijn door middel van zeven uit de grond verzameld. De emmers zijn door een zeef (2 mm) die boven op een andere zeef (1,4 mm) stond in een grijze bak gegoten om de ritnaalden uit de grond te filteren. Dit is gedaan door met een lepel de grond in lagen in de zeef te scheppen. De grond werd vervolgens schoongespoeld, waardoor de ritnaalden zichtbaar werden. Vervolgens zijn de ritnaalden op een wit A4 gelegd en beoordeeld op: wegkruipen/heel actief = levend en gezond, verplaatsing/licht bewegen = sub-lethaal, geen beweging = dood (Herk & Vernon, 2006). Na de eerste beoordeling zijn de ritnaalden in een doorzichtig bamibakje met grond gedaan en bij kamertemperatuur bewaard. Ze zijn enkele dagen daarna nog een keer beoordeeld op levend en dood.



Afbeelding 1. Bovengedreven ritnaalden na toevoegen 1e 300 ml water bij ritnaalden op 7 cm vanaf bodem.



Afbeelding 2. Ritnaalden op 300 ml grond bij ritnaalden op 3,5 cm vanaf bodem.



Afbeelding 3. Emmers na toevoegen van 600 ml water.



Afbeelding 4. Emmers in koelcel bij 4°C.

Resultaten

Vrijdag 27 januari 1^e beoordeling emmers 1 week inundatie

In de emmer waarin de ritnaalden 3,5 centimeter vanaf de bodem erin waren gedaan lagen alle 5 de ritnaalden op het grondoppervlak (Afb. 5). Van de 5 ritnaalden waren er 3 vrijwel direct weer levend, de andere 2 begonnen na 1,5 minuut te bewegen. Na 5 minuten waren alle 5 de ritnaalden helemaal levend. In de emmer waarin de ritnaalden 7 centimeter vanaf de bodem in de grond waren gedaan lagen 2 ritnaalden op het grondoppervlak, 2 zaten in de bovenste 3 centimeter van de grond en 1 zat half in de grond en half erboven. Alle 5 de ritnaalden waren vrijwel direct weer levend.



Afbeelding 5. Ritnaalden op het grondoppervlak bij beoordeling week 1.

Maandag 31 januari 2^e beoordeling emmers 1 week inundatie

Zowel de ritnaalden die 3,5 centimeter vanaf de bodem waren aangebracht, als de ritnaalden die 7 centimeter vanaf de bodem waren ingebracht waren goed actief en dus levend.

Vrijdag 3 februari 1^e beoordeling emmers 2 weken inundatie

Bij beide toedieningshoogtes lagen de ritnaalden gestrekt op het grondoppervlak (Afb. 6). Om kwart voor 11 zijn de ritnaalden op filterpapier gelegd. Om kwart over 12 waren alle ritnaalden die op 7 centimeter vanaf de bodem zijn toegediend allemaal levend, maar waren ze niet heel actief. Ook de ritnaalden die op 3,5 centimeter vanaf de bodem zijn toegediend waren allemaal licht actief.



Afbeelding 6. Ritnaalden gestrekt op het grondoppervlak bij beoordeling week 2.

Maandag 6 februari 2^e beoordeling emmers 2 weken inundatie

De ritnaalden die op 7 centimeter vanaf de bodem zijn toegediend waren allemaal heel actief en dus levend. Van de 5 ritnaalden die op 3,5 centimeter vanaf de bodem zijn toegediend, zijn er 4 teruggevonden. Deze waren allemaal heel actief en dus levend. De overige ritnaald is waarschijnlijk ontsnapt.

Dinsdag 14 februari beoordeling van alle bij 1 en 2 weken inundatie gebruikte ritnaalden

Alle ritnaalden waren nog levend.

Vrijdag 17 februari 1^e beoordeling emmers 4 weken inundatie

Bij de emmers waarbij de ritnaalden 3,5 centimeter van de bodem zijn toegediend lagen er 4 ritnaalden op het grondoppervlak en zat er 1 in de grond. Bij de emmers waarbij de ritnaalden 7 centimeter vanaf de

bodem zijn toegediend lagen 4 ritnaalden op het grondoppervlak en zat er 1 half in de grond. Alle ritnaalden waren erg inactief. Onderstaande tabel laat door de tijd heen zien wanneer alle ritnaalden wat actief begonnen te worden. Geen enkele ritnaald heeft echt gekropen. Bewoog de ritnaald wat dan werd hij op de grond in een bamibakje gelegd. Vervolgens is er gekeken hoelang het duurde voordat de ritnaalden in de grond waren gekropen.

Tijd	3,5 centimeter	7 centimeter
9:03	4 RN inactief op papier, 1 zit nog in de grond in de emmer	5 RN inactief op papier
9:07	2 RN bewogen licht, 2 RN inactief, 1 RN nog in grond	5 RN inactief
9:11	2 RN bewogen licht, 2 RN inactief, 1 RN nog in grond	5 RN inactief
9:18	2 RN bewogen licht → op grond in bamibakje gelegd, 2 RN inactief, 1 RN nog in grond	5 RN inactief
9:25	Laatste RN uit grond gespoeld, inactief	5 RN inactief
9:35	2 RN op grond nog niet in de grond gegaan, 3 RN inactief	1 RN bewoog licht → op grond in bamibakje gelegd, 4 inactief
9:39	2 RN op grond nog niet in de grond gegaan, 3 RN inactief	2 RN bewogen heel licht → op grond, 1 RN op grond nog niet erin, 2 RN inactief
9:41	1 RN bewoog licht → op grond gelegd, 2 RN inactief	1 RN bewoog licht → op grond gelegd, 2 RN inactief
10:34	Laatste 2 RN licht actief → op grond, 1 RN in grond, 2 RN op grond nog	2 RN nog inactief, 1 RN half in grond, 2 RN op grond
11:48	3 RN in grond, 2 RN op grond	Laatste 2 RN licht actief → op grond, 1 RN in grond, 2 RN op grond
12:57	3 RN in grond, 2 RN op grond	1 RN in grond, 4 RN op grond
15:01	3 RN in grond, 2 RN op grond	2 RN in grond, 3 RN op grond
16:17	3 RN in grond, 2 RN op grond	2 RN in grond, 3 RN op grond

Dinsdag 21 februari 2^e beoordeling emmers 4 weken inunderen

Bij beide dieptes zaten de ritnaalden in de grond. De ritnaalden die op 3,5 cm van de bodem zijn aangebracht: nadat ze op de grond waren gelegd zaten 3 ritnaalden na 2 minuten in de grond, de andere 2 zaten half in de grond. 5 minuten later zaten alle 5 de ritnaalden in de grond. De ritnaalden die op 7 cm van de bodem zijn aangebracht: nadat ze op de grond waren gelegd zat na 3 minuten 1 ritnaald in de grond, 1 half in de grond en 3 lagen nog op de grond. 5 minuten later zaten 4 ritnaalden in de grond en lag er nog 1 ritnaald op de grond. 15 minuten later was dit nog steeds het geval.

Maandag 27 februari 3^e beoordeling emmers 4 weken inunderen

Bij beide dieptes zaten de ritnaalden in de grond. Van de ritnaalden die op 3,5 centimeter vanaf de bodem waren ingebracht, waren er 3 ritnaalden direct actief na opgraven. De andere 2 waren wat minder levendig. 5 minuten nadat ze op het grondoppervlak waren gelegd, zaten alle 5 de ritnaalden weer in de grond. Van de ritnaalden die 7 centimeter vanaf de bodem waren ingebracht waren alle 5 de ritnaalden actief na opgraven. 10 minuten nadat ze op het grondoppervlak waren gelegd zaten er 4 ritnaalden weer in de grond. 1 ritnaald lag op het grondoppervlak, maar bewoog wel.

Donderdag 9 maart 4^e beoordeling emmers 4 weken inunderen

Bij beide dieptes zaten de ritnaalden in de grond. De ritnaalden waren direct weer levendig nadat ze uit de grond waren gehaald.

Beoordeling	Datum beoordeling	Diepte ritnaald en vanaf bodem	Behandelduur	#levende ritnaalden	#dode ritnaalden	#sublethale ritnaalden
1^e beoordeling	27 januari	7 cm	1 week	5	0	0
	3 februari	7 cm	2 weken	0	0	5
	17 februari	7 cm	4 weken	0	0	5
	27 januari	3,5 cm	1 week	5	0	0
	3 februari	3,5 cm	2 weken	0	0	5
	17 februari	3,5 cm	4 weken	0	0	5
2^e beoordeling	31 januari	7 cm	1 week	5	0	0
	6 februari	7 cm	2 weken	5	0	0
	21 februari	7 cm	4 weken	5	0	0
	31 januari	3,5 cm	1 week	5	0	0
	6 februari	3,5 cm	2 weken	4	0	0
	21 februari	3,5 cm	4 weken	5	0	0
3^e beoordeling	27 februari	7 cm	4 weken	5	0	0
	27 februari	3,5 cm	4 weken	5	0	0
4^e beoordeling	9 maart	7 cm	4 weken	5	0	0
	9 maart	3,5 cm	4 weken	5	0	0

Proef 2. Ritnaalden in alleen water bij 4°C met 3 behandelduren

Materiaal

- 3 doorzichtige bamibakjes
- water (koud water vanuit de kraan)
- 9 ritnaalden (kwamen uit koelcel bij 4°C)
- 3 stickers
- Stift
- Maatbeker
- A4

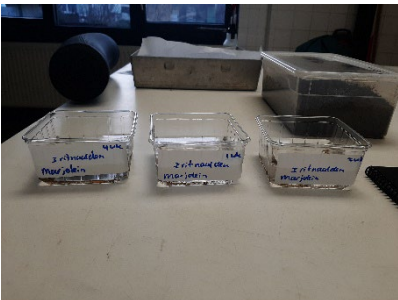
Doel

Er is gekeken bij welke behandelduur de ritnaalden doodgingen in alleen water bij 4°C. Er is gekeken bij drie behandelduren: één week inunderen, twee weken inunderen en vier weken inunderen.

Methode

De proef is dinsdag 14 februari 2023 ingezet. Er zijn drie doorzichtige bamibakjes gebruikt. Een bakje voor één week inunderen, een bakje voor twee weken inunderen en een bakje voor vier weken inunderen. In elk bakje zijn 3 ritnaalden gedaan. Vervolgens is er gewacht totdat de ritnaalden actief waren om zeker te weten dat ze levend waren voor aanvang van de proef. Daarna is er met een maatbeker ± 3 cm koud water in de bakjes gedaan. De bakjes zijn gestickerd en in de koelcel bij 4°C gezet. Afbeelding 7 laat de opstelling zien.

Methode beoordelen



Afbeelding 7. Opstelling proefje met ritnaalden in alleen water.

De ritnaalden zijn met een lepel uit de bakjes gehaald en vervolgens op een A4 gelegd en beoordeelt op: wegkruipen = levend en gezond, verplaatsing = sub-lethaal, geen beweging = dood. Na de eerste beoordeling zijn de ritnaalden in een doorzichtig bamibakje met grond gedaan en bij kamertemperatuur bewaard. Ze zijn enkele dagen daarna nog een keer beoordeeld op levend en dood.

Resultaten

Dinsdag 21 februari 1^e beoordeling ritnaalden 1 week onder water

Van de 3 ritnaalden die in het bakje waren gedaan, dreven er 2 op het water. De andere lag op de bodem. 4 minuten nadat ze op grond waren gelegd, zaten er 2 ritnaalden half in en 1 ritnaald lag erop. 3 minuten later zaten 2 ritnaalden in de grond en de andere zat er half in. 10 minuten later zaten alle ritnaalden in de grond.

Maandag 27 februari 2^e beoordeling ritnaalden 1 week onder water

Alle 3 de ritnaalden zaten in de grond. Na opgraven waren ze alle drie direct actief. Ze zaten na 3 minuten weer in de grond na ze op het grondoppervlak te hebben gelegd.

Dinsdag 28 februari 1^e beoordeling ritnaalden 2 weken onder water

Van de 3 ritnaalden die in het bakje waren gedaan, dreven er 2 op het water. De andere lag op de bodem. 17 minuten nadat ze op grond waren gelegd zaten alle drie de ritnaalden in de grond.

Donderdag 2 maart 2^e beoordeling ritnaalden 2 weken onder water

Alle drie de ritnaalden waren meteen actief nadat ze uit de grond waren gehaald.

Donderdag 9 maart 3^e beoordeling ritnaalden 1 week onder water

Alle drie de ritnaalden waren meteen actief nadat ze uit de grond waren gehaald.

Donderdag 9 maart 3^e beoordeling ritnaalden 2 weken onder water

Alle drie de ritnaalden waren meteen actief nadat ze uit de grond waren gehaald.

Woensdag 15 maart 1^e beoordeling ritnaalden 4 weken onder water

Alle 3 de ritnaalden lagen op de bodem van het bakje. 2 minuten nadat ze uit het water en op grond waren gelegd bewogen er 2 licht. 17 minuten nadat ze op grond waren gelegd, zat er 1 ritnaald in de grond en lagen er 2 op de grond. 3 minuten later zaten de 2 ritnaalden die op de grond lagen half in de grond. 4 minuten later zaten alle ritnaalden in de grond.

Beoordeling	Datum beoordeling	Behandelduur	#levende ritnaalden	#dode ritnaalden	#sublethale ritnaalden
1 ^e beoordeling	21 februari	1 week	3	0	0
	28 februari	2 weken	3	0	0
	15 maart	4 weken	3	0	0
2 ^e beoordeling	27 februari	1 week	3	0	0
	2 maart	2 weken	3	0	0
	17 maart	4 weken	3	0	0
3 ^e beoordeling	9 maart	1 week	3	0	0
	9 maart	2 weken	3	0	0

Ritnaald met luchtbel onderwater

Toen ik 28 februari de ritnaalden die 2 weken onder water hebben gestaan ging bekijken viel me het volgende op: van de 3 ritnaalden dreven er 2 op het wateroppervlak. Bij een lichte aanraking begonnen die al te bewegen. 1 ritnaald lag op de bodem. Toe ik hem uit het water haalde viel me op dat er een luchtbel zat aan de voorkant, net achter zijn kop (Afb. 8). Ik weet zeker dat het een luchtbel was en geen waterdruppel, want de bel spatte uit elkaar. Ik heb vervolgens een bakje water onder de binoculair gezet en daar ritnaalden ingedaan om te kijken of die ook een luchtbel kregen. Als ik de ritnaald gewoon in het water legde bleef hij drijven en gebeurde er niks. Als ik de ritnaald met een pincet direct onder water duwde dan kreeg hij ook geen luchtbel en bleef hij op de bodem liggen. Als ik de ritnaald met zijn achtereinde eerst onder water hield (hem een soort van liet wennen) en hem vervolgens helemaal onderwater duwde kreeg de ritnaald een luchtbel (Afb. 9).



Afbeelding 8. Ritnaald met luchtbel na 2 weken onder water te hebben gestaan.



Afbeelding 9. Ritnaald met luchtbel. Ritnaald eerst aan water laten wennen, voordat hij helemaal onderwater ging.

Literatuur verkennende proef

Vernon, R., & Van Herk, W. (2006). Effect of temperature and soil on the control of a wireworm, *Agriotes obscurus* L. (Coleoptera: Elateridae) by flooding. *Crop Protection*, 25, pp. 1057-1061.

Bijlage 2 Proefschema onderzoekscel 12 C°

		20	40	60	80	10	30	50	70
2		15	3	45	88	61	81	59	115
4		19	39	59	79	9	29	49	69
6		75	63	114	56	87	42	51	119
8		18	38	58	78	8	28	48	68
		84	39	73	37	47	58	44	22
		17	37	57	77	7	27	47	67
		74	78	64	35	85	120	77	27
		16	36	56	76	6	26	46	66
		65	36	48	82	28	118	80	66
		15	35	55	75	5	25	45	65
		46	33	32	72	54	79	83	25
		14	34	54	74	4	24	44	64
		31	43	34	50	68	116	9	4
		13	33	53	73	3	23	43	63
		49	26	62	117	21	113	40	67
		12	32	52	72	2	22	42	62
		55	29	86	16	10	38	30	53
		11	31	51	71	1	21	41	61
		60	52	41	70	69	71	76	57
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII

Bijlage 3 Totale dataset

em mer	temp	grondsoort	inhoud	grondlaag	waterlaag	licht/do nker	inund atied uur	zuurstof	toepassi ng	afkfst	leve nd	do od	totaal gevon den
1	4	Lelystad	12	15	5	donker	2	n.v.t.	n.v.t.	Ross um	5	0	5
2	4	Lelystad	12	15	5	donker	2	n.v.t.	n.v.t.	Ross um	5	0	5
3	12	Lelystad	12	15	5	donker	2	n.v.t.	n.v.t.	Ross um	2	3	5
4	12	Lelystad	12	15	5	donker	2	n.v.t.	n.v.t.	Ross um	3	2	5
5	20	Lelystad	12	15	5	donker	2	n.v.t.	n.v.t.	Ross um	2	3	5
6	20	Lelystad	12	15	5	donker	2	n.v.t.	n.v.t.	Ross um	3	2	5
7	4	Lelystad	12	15	5	donker	4	n.v.t.	n.v.t.	Ross um	5	0	5
8	4	Lelystad	12	15	5	donker	4	n.v.t.	n.v.t.	Ross um	5	0	5
9	12	Lelystad	12	15	5	donker	4	n.v.t.	n.v.t.	Ross um	4	1	5
10	12	Lelystad	12	15	5	donker	4	n.v.t.	n.v.t.	Ross um	4	1	5
11	20	Lelystad	12	15	5	donker	4	n.v.t.	n.v.t.	Ross um	2	3	5
12	20	Lelystad	12	15	5	donker	4	n.v.t.	n.v.t.	Ross um	1	4	5
13	4	Lelystad	12	15	5	donker	6	n.v.t.	n.v.t.	Ross um	5	0	5
14	4	Lelystad	12	15	5	donker	6	n.v.t.	n.v.t.	Ross um	3	2	5
15	12	Lelystad	12	15	5	donker	6	n.v.t.	n.v.t.	Ross um	1	4	5
16	12	Lelystad	12	15	5	donker	6	n.v.t.	n.v.t.	Ross um	4	0	4
17	20	Lelystad	12	15	5	donker	6	n.v.t.	n.v.t.	Ross um	4	1	5
18	20	Lelystad	12	15	5	donker	6	n.v.t.	n.v.t.	Ross um	1	3	4
19	4	Lelystad	12	15	5	donker	8	n.v.t.	n.v.t.	Ross um	3	2	5
20	4	Lelystad	12	15	5	donker	8	n.v.t.	n.v.t.	Ross um	3	2	5
21	12	Lelystad	12	15	5	donker	8	n.v.t.	n.v.t.	Ross um	4	1	5
22	12	Lelystad	12	15	5	donker	8	n.v.t.	n.v.t.	Ross um	3	2	5
23	20	Lelystad	12	15	5	donker	8	n.v.t.	n.v.t.	Ross um	3	2	5
24	20	Lelystad	12	15	5	donker	8	n.v.t.	n.v.t.	Ross um	4	1	5
25	12	Wieringermeer	12	15	5	donker	2	n.v.t.	n.v.t.	Ross um	3	2	5
26	12	Wieringermeer	12	15	5	donker	2	n.v.t.	n.v.t.	Ross um	4	1	5
27	12	Wieringermeer	12	15	5	donker	4	n.v.t.	n.v.t.	Ross um	4	1	5
28	12	Wieringermeer	12	15	5	donker	4	n.v.t.	n.v.t.	Ross um	3	2	5
29	12	Wieringermeer	12	15	5	donker	6	n.v.t.	n.v.t.	Ross um	4	1	5
30	12	Wieringermeer	12	15	5	donker	6	n.v.t.	n.v.t.	Ross um	2	3	5
31	12	Wieringermeer	12	15	5	donker	8	n.v.t.	n.v.t.	Ross um	2	3	5

32	12	Wieringermeer	12	15	5	donker	8	n.v.t.	n.v.t.	Rossum	2	3	5
33	12	Rossum	12	15	5	donker	2	n.v.t.	n.v.t.	Rossum	3	2	5
34	12	Rossum	12	15	5	donker	2	n.v.t.	n.v.t.	Rossum	2	3	5
35	12	Rossum	12	15	5	donker	4	n.v.t.	n.v.t.	Rossum	2	3	5
36	12	Rossum	12	15	5	donker	4	n.v.t.	n.v.t.	Rossum	2	3	5
37	12	Rossum	12	15	5	donker	6	n.v.t.	n.v.t.	Rossum	0	5	5
38	12	Rossum	12	15	5	donker	6	n.v.t.	n.v.t.	Rossum	1	4	5
39	12	Rossum	12	15	5	donker	8	n.v.t.	n.v.t.	Rossum	0	5	5
40	12	Rossum	12	15	5	donker	8	n.v.t.	n.v.t.	Rossum	1	4	5
41	12	Marwijksoord	12	15	5	donker	2	n.v.t.	n.v.t.	Rossum	5	0	5
42	12	Marwijksoord	12	15	5	donker	2	n.v.t.	n.v.t.	Rossum	5	0	5
43	12	Marwijksoord	12	15	5	donker	4	n.v.t.	n.v.t.	Rossum	3	2	5
44	12	Marwijksoord	12	15	5	donker	4	n.v.t.	n.v.t.	Rossum	2	3	5
45	12	Marwijksoord	12	15	5	donker	6	n.v.t.	n.v.t.	Rossum	1	4	5
46	12	Marwijksoord	12	15	5	donker	6	n.v.t.	n.v.t.	Rossum	1	4	5
47	12	Marwijksoord	12	15	5	donker	8	n.v.t.	n.v.t.	Rossum	1	5	6
48	12	Marwijksoord	12	15	5	donker	8	n.v.t.	n.v.t.	Rossum	2	4	6
49	12	Lelystad	1	6	5	donker	2	n.v.t.	n.v.t.	Rossum	5	0	5
50	12	Lelystad	1	6	5	donker	2	n.v.t.	n.v.t.	Rossum	5	0	5
51	12	Lelystad	1	6	5	donker	4	n.v.t.	n.v.t.	Rossum	1	3	4
52	12	Lelystad	1	6	5	donker	4	n.v.t.	n.v.t.	Rossum	5	0	5
53	12	Lelystad	1	6	5	donker	6	n.v.t.	n.v.t.	Rossum	3	2	5
54	12	Lelystad	1	6	5	donker	6	n.v.t.	n.v.t.	Rossum	4	1	5
55	12	Lelystad	1	6	5	donker	8	n.v.t.	n.v.t.	Rossum	4	1	5
56	12	Lelystad	1	6	5	donker	8	n.v.t.	n.v.t.	Rossum	5	0	5
57	12	Lelystad	50	20	5	donker	2	n.v.t.	n.v.t.	Wijster	4	1	5
58	12	Lelystad	50	20	5	donker	2	n.v.t.	n.v.t.	Wijster	4	1	5
59	12	Lelystad	50	20	5	donker	4	n.v.t.	n.v.t.	Wijster	2	3	5
60	12	Lelystad	50	20	5	donker	4	n.v.t.	n.v.t.	Wijster	4	1	5
61	12	Lelystad	50	20	5	donker	6	n.v.t.	n.v.t.	Wijster	3	2	5
62	12	Lelystad	50	20	5	donker	6	n.v.t.	n.v.t.	Wijster	3	2	5
63	12	Lelystad	50	20	5	donker	8	n.v.t.	n.v.t.	Wijster	1	4	5
64	12	Lelystad	50	20	5	donker	8	n.v.t.	n.v.t.	Wijster	0	5	5
65	12	Lelystad	12	15	0	donker	2	n.v.t.	n.v.t.	Wijster	5	0	5
66	12	Lelystad	12	15	0	donker	2	n.v.t.	n.v.t.	Wijster	5	0	5
67	12	Lelystad	12	15	0	donker	4	n.v.t.	n.v.t.	Wijster	5	0	5
68	12	Lelystad	12	15	0	donker	4	n.v.t.	n.v.t.	Wijster	5	0	5

										er			
69	12	Lelystad	12	15	0	donker	6	n.v.t.	n.v.t.	Wijster	3	2	5
70	12	Lelystad	12	15	0	donker	6	n.v.t.	n.v.t.	Wijster	5	0	5
71	12	Lelystad	12	15	0	donker	8	n.v.t.	n.v.t.	Wijster	4	1	5
72	12	Lelystad	12	15	0	donker	8	n.v.t.	n.v.t.	Wijster	3	2	5
73	12	Lelystad	50	15	10	donker	2	n.v.t.	n.v.t.	Wijster	4	1	5
74	12	Lelystad	50	15	10	donker	2	n.v.t.	n.v.t.	Wijster	5	0	5
75	12	Lelystad	50	15	10	donker	4	n.v.t.	n.v.t.	Wijster	4	1	5
76	12	Lelystad	50	15	10	donker	4	n.v.t.	n.v.t.	Wijster	3	2	5
77	12	Lelystad	50	15	10	donker	6	n.v.t.	n.v.t.	Wijster	0	5	5
78	12	Lelystad	50	15	10	donker	6	n.v.t.	n.v.t.	Wijster	1	4	5
79	12	Lelystad	50	15	10	donker	8	n.v.t.	n.v.t.	Wijster	1	4	5
80	12	Lelystad	50	15	10	donker	8	n.v.t.	n.v.t.	Wijster	2	3	5
81	12	Lelystad	12	15	5	donker	2	na 1 week	n.v.t.	A6	3	2	5
82	12	Lelystad	12	15	5	donker	2	na 1 week	n.v.t.	A6	5	0	5
83	12	Lelystad	12	15	5	donker	4	na 2 weken	n.v.t.	A6	3	2	5
84	12	Lelystad	12	15	5	donker	4	na 2 weken	n.v.t.	A6	3	2	5
85	12	Lelystad	12	15	5	donker	6	na 4 weken	n.v.t.	A6	3	2	5
86	12	Lelystad	12	15	5	donker	6	na 4 weken	n.v.t.	A6	3	2	5
87	12	Lelystad	12	15	5	donker	8	na 6 weken	n.v.t.	A6	4	1	5
88	12	Lelystad	12	15	5	donker	8	na 6 weken	n.v.t.	A6	1	3	4
99	20	Lelystad	12	15	5	licht	4	n.v.t.	n.v.t.	Wijster	2	3	5
100	20	Lelystad	12	15	5	licht	4	n.v.t.	n.v.t.	Wijster	3	2	5
103	20	Lelystad	12	15	5	licht	8	n.v.t.	n.v.t.	Wijster	1	5	6
104	20	Lelystad	12	15	5	licht	8	n.v.t.	n.v.t.	Wijster	3	1	4
105	20	geen	bamibakje	geen	4	donker	2	n.v.t.	kop-staart	A6	5	0	5
106	20	geen	bamibakje	geen	4	donker	4	n.v.t.	kop-staart	A6	5	0	5
107	20	geen	bamibakje	geen	4	donker	6	n.v.t.	kop-staart	A6	4	1	5
108	20	geen	bamibakje	geen	4	donker	8	n.v.t.	kop-staart	A6	4	1	5
109	20	geen	bamibakje	geen	4	donker	2	n.v.t.	staart-kop	A6	5	0	5
110	20	geen	bamibakje	geen	4	donker	4	n.v.t.	staart-kop	A6	5	0	5
111	20	geen	bamibakje	geen	4	donker	6	n.v.t.	staart-kop	A6	4	1	5
112	20	geen	bamibakje	geen	4	donker	8	n.v.t.	staart-kop	A6	5	0	5
113	12	Lelystad	12	15	0	donker	8	n.v.t.	n.v.t.	A6	5	0	5
114	12	Lelystad	12	15	0	donker	8	n.v.t.	n.v.t.	A6	5	0	5
115	12	Wieringermeer	12	15	0	donker	8	n.v.t.	n.v.t.	A6	4	0	4
116	12	Wieringermeer	12	15	0	donker	8	n.v.t.	n.v.t.	A6	5	0	5
117	12	Rossum	1	6	0	donker	8	n.v.t.	n.v.t.	A6	4	0	4

118	12	Rossum	1	6	0	donker	8	n.v.t.	n.v.t.	A6	1	4	5
119	12	Marwijksoord	12	15	0	donker	8	n.v.t.	n.v.t.	A6	5	0	5
120	12	Marwijksoord	12	15	0	donker	8	n.v.t.	n.v.t.	A6	5	0	5
121	4	Lelystad	12	15	0	donker	8	n.v.t.	n.v.t.	A6	5	0	5
122	4	Lelystad	12	15	0	donker	8	n.v.t.	n.v.t.	A6	4	1	5
123	20	Lelystad	12	15	0	donker	8	n.v.t.	n.v.t.	A6	5	0	5
124	20	Lelystad	12	15	0	donker	8	n.v.t.	n.v.t.	A6	5	0	5

Bijlage 4 Effect van inundatie op ritnaalden in twee percelen

Swifterbant

- Grondsoort : zware zavel
- Toets organisme : ritnaald (*Agriotes* spp.)
- Inzet : 16/17 juni 2022
 - 16 juni
 - aanleg schermen
 - 6 emmers
 - 50 cm diep
 - 5 boorgaten in de bodem van de emmer ($\emptyset = 7$ cm)
 - 3 emmers in het geïnundeerde deel
 - 3 emmers buiten het geïnundeerde deel op 4 m van het scherm
 - Emmers geplaatst in gat van 50 cm
 - Eerst tot 20 cm gevuld met grond
 - 3 L nylon netzakjes voor de helft gevuld met (vochtige) grond
 - 10 ritnaalden erin
 - Netzakjes afgevuld en dichtgeknoopt
 - Emmers tot de rand afgevuld met grond
 - 17 juni perceel geïnundeerd
- Waarnemingen
 - 23 juni
 - Alle 3 emmers goed onder water in het geïnundeerde deel
 - Ook de referentie emmers deels onder water
 - 30 juni
 - Een geïnundeerde emmer en een referentie-emmer opgegraven en beoordeeld:
 - In beide emmers alle 10 ritnaalden in de doorweekte netzakjes teruggevonden, 100% dood in zowel de geïnundeerde emmer als de referentie emmer
 - 8 juli
 - Overige vier emmers opgegraven en beoordeeld, uithalen en beoordelen – 100% afdoding (87,5% teruggevonden)

Bant

- Grondsoort : lichte zavel
- Toets organisme : ritnaald (*Agriotes* spp.)
- Inzet : 7/9 juli 2022
 - 7 juli
 - Schermen reeds aanwezig
 - Inzet als Swifterbant
 - 2 emmers in geïnundeerd perceel
 - 1 referentie emmer met zelfde grond in lab bij kamertemperatuur
 - 1 referentie emmer in Lelystad in lichte zavel geplaatst
 - Extra referentie emmer
 - 8 juli perceel geïnundeerd
- Waarnemingen
 - 15 juli
 - Alle emmers beoordeeld
 - Geïnundeerd perceel: 18 dood, 1 met stuiptrekkingen maar dood na paar uur, 1 niet teruggevonden (na 24 uur nog steeds dood)
 - Beide referenties alles 100% levend

Beide verkenningen zijn in de zomer uitgevoerd bij warm weer en een bodemtemperatuur van gemiddeld 18°C.

Op basis van deze resultaten is een emmerproef uitgevoerd met verschillende varianten.

Swifterbant



Bant



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



Wageningen University & Research

Open Teelten

Edelhertweg 1

Postbus 430

8200 AK Lelystad

T (+31)320 29 11 11

www.wur.nl/openteelten

info.openteelten@wur.nl

Rapport WPR-OT 1067

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.
