



Rapportage Integrale aanpak voor de akkerbouw op zand, 2020-2023.

Auteurs | Wesselink, M., Molendijk, L., Evenhuis, B., Kessel, G., Bijker, J.W., Sprangers, T., Huiting, H., Peters, R., Verstegen, H., Teuns, D., Velt, V., Riemens, M.

WPR-OT-1100



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Rapportage

Integrale aanpak voor de akkerbouw op zand, 2020-2023.

Projectnummer TKI: LWV19093

WUR|OT-1100 3750413700

Auteurs: Marie Wesselink, Leendert Molendijk, Bert Evenhuis, Geert Kessel, William Bijker, Timo Sprangers, Hilfred Huiting, Rik Peters, Harry Verstegen, Damian Teuns, Vera Velt, Marleen Riemens

Wageningen University & Research

Dit onderzoek is uitgevoerd binnen de PPS Integrale aanpak gewasbescherming voor de Akkerbouw op zand (LWV19093) door de Stichting Wageningen Research (WR), business unit Open Teelten

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

Wageningen, juli 2024



Rapport WPR-OT-1100

Wesselink, M., Molendijk, L., Evenhuis, B., Kessel, G., Bijker, J.W., Sprangers, T., Huiting, H., Peters, R., Verstegen, H., Teuns, D., Velt, V., Riemens, M., 2024. *Rapportage Integrale aanpak voor de akkerbouw op zand, 2020-2023*. Wageningen Research, Rapport WPR-OT-1100

Dit rapport is gratis te downloaden op <https://doi.org/10.18174/662333>

Samenvatting

In 2020 is de PPS Akkerbouw op Zand gestart en is een veldproef te Vredepeel aangelegd. In deze proef werd een Referentie teeltsysteem 4 jaar vergeleken met een systeem ontworpen op basis van de Integrated Crop Management (ICM) aanpak. Het gebruik van Candidates for Substitution (CfS) werd sterk gereduceerd, maar niet helemaal tot 0 teruggebracht. Gewasopbrengsten bleven gemiddeld 6% achter in ICM, het saldo tot wel 16%. Grootste knelpunt is de onkruidbeheersing in fijnzadige gewassen. Alternatieve mechanische en geautomatiseerde bestrijdingsstrategiën zijn nodig voor een rendabel teeltsysteem met verminderde afhankelijkheid van chemische gewasbeschermingsmiddelen. Daarnaast is er een gebrek aan gecombineerde resistenties zodat bijvoorbeeld aaltjes- en schimmel-beheersing met elkaar op gespannen voet staan. De ICM aanpak is perspectiefvol maar is kennisintensief en vraagt alternatieven voor diverse knelpunten. Door de ICM aanpak te volgen komen deze knelpunten goed naar voren waardoor de ICM aanpak voor zowel onderzoek, beleid en voorlichting agendavormend is.

Trefwoorden: akkerbouw, integrated crop management (ICM), zandgrond.

© 2024 Wageningen, Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Open Teelten, 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

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-1100

Foto omslag: WUR Open Teelten

Inhoud

1	Integrated Crop Management (ICM)	14
2	Opzet van het project	16
	Ontwikkeling ontwerp en toetsing teeltsysteem volgens ICM aanpak	16
	Aanpak witte vlekken	17
	Projectaansturing	18
3	Inventarisatie schadelijke gewas-pathogeen/parasiet/onkruid combinaties	20
4	Gewaskeuze inclusief groenbemesters	22
	Gewasdiversiteit in ruimte en tijd	22
	Raskeuze	23
	Aardappel	24
	Gerst	24
	Suikerbiet	25
	Peen	25
	Mais	25
	Zaaiui	26
	Groenbemesters	26
5	Methodologie	28
	Proefveld opzet	28
	5.1.1 Achtergrond	28
	5.1.2 Proefopzet	28
	Nulmetingen	32
	5.1.3 Onkruidzaadbank	32
	5.1.4 Plantenparasitaire nematoden	34
	5.1.5 Milieuaaltjes	37
	5.1.6 Bodemvruchtbaarheid	40
	Monitoring voorafgaand aan de teelt	40
	5.1.7 Ritnaalden	40
	5.1.8 Plantenparasitaire nematoden	40
	5.1.9 Onkruidzaadbankbepalingen	40
	Monitoring tijdens en na de teelt	41
	Teelthandelingen	42
	5.1.10 Grondbewerking	42
	5.1.11 Bemestingsstrategie in REF en ICM	42
	5.1.12 Gewasbescherming	43
	Opbrengst- en kwaliteitsbepalingen	43
	Data-analyse	43

6	Beheersingsstrategieën in REF en ICM	44
7	Resultaten	46
	Gewasopbrengsten 2020-2023	46
	Populatieontwikkeling plantenparasitaire nematoden	47
	7.1.1 <i>Trichodorus similis</i>	47
	7.1.2 <i>Meloidogyne chitwoodi</i>	48
	7.1.3 <i>Pratylenchus</i> spp.	48
	Aardappel	50
	7.1.4 <i>Phytophthora</i> en <i>Alternaria</i>	51
	7.1.5 Coloradokevers	54
	7.1.7 Onkruidbestrijding	57
	Suikerbiet	57
	7.1.8 <i>Cercospora</i>	59
	Gerst	63
	7.1.9 Onkruidbestrijding	63
	Peen	64
	7.1.10 Onkruidbestrijding	64
	Mais	66
	Zaaiui	67
	7.1.11 Ziekten	68
	7.1.12 Onkruid	71
	7.1.13 Overig	72
8	Economische analyse	74
	Materiaal en methodes	74
	8.1.1 Economische en agronomische data	74
	8.1.2 Gewassaldo	74
	8.1.3 Bouwplansaldo	75
	Resultaten	76
	8.1.4 Gewassaldo's	76
	8.1.5 Arbeid	85
	8.1.6 Bouwplansaldo	87
	9.2.4 Conclusies	88
9	Milieu-impact	90
	Materiaal en methoden	90
	Resultaten	91
	Discussie en conclusies	94
10	Satellietproeven	96
	Waardplantgeschiktheid groenbemesters voor <i>Trichodorus similis</i> en <i>Verticillium dahliae</i>	96
	10.1.1 Inleiding	96
	10.1.2 Opzet en uitvoering	96
	10.1.3 Resultaten en discussie	97
	10.1.4 Conclusie	100

	Evaluatie van de werking van laag-risico middelen voor de beheersing van enkele bodemschimmels in aardappel	101
	10.1.5 Inleiding	101
	10.1.6 Opzet en uitvoering	101
	10.1.7 Resultaten en discussie	102
	10.1.8 Conclusie	104
	Evaluatie <i>Alternaria</i> beheersing in aardappelen	104
	10.1.9 Inleiding	104
	10.1.10 Materiaal en methoden	104
	10.1.11 Resultaten	106
	10.1.12 Discussie en conclusies	110
	Lelie in de akkerbouw rotatie	111
11	Communicatie	114
12	Discussie	116
	Per pijler	117
13	Conclusies	120
	Literatuur	123
	Bijlage 1 Actieve stoffen (CfS) met toelating in NL	124
	Bijlage 2 Opbrengstcijfers	125
	Bijlage 3 Plantenparasitaire nematoden	126
	Aardappel	126
	Suikerbiet	128
	Gerst	129
	Peen	129
	Snijmais	129
	Zaaiui	130
	Bijlage 4 Communicatie uitingen	131

Woord vooraf

De akkerbouw ziet de noodzaak en heeft de ambitie zoveel mogelijk onafhankelijk te worden van chemische gewasbescherming. De vraag daarbij is hoe dit technisch haalbaar te maken en hoe de risico's op opbrengstderivingen in tonnen maar ook in kwaliteit beheersbaar zijn te houden. Een methodische benadering is het Integrated Crop Management (ICM) dat sinds 2017 in ontwikkeling is. Voor de dekzandgronden is het ICM concept toegepast binnen het project Integrale aanpak gewasbescherming voor de akkerbouw op zand (LWV19093) met de BO akkerbouw als penvoerder. De voorliggende rapportage beschrijft de opzet en resultaten van de eerste periode 2020 tot en met 2023.

De ontwikkeling van ICM is alleen mogelijk wanneer alle geledingen van de landbouw er actief mee aan de gang gaan en er veel energie in steken. De afgelopen vier jaren hebben we binnen deze PPS die energie mogen ervaren. Adviseurs, kwekers, gewasbeschermingsindustrie, beleid en onderzoek hebben met elkaar het consortium gevormd om dit onderzoek mogelijk te maken. Steeds hebben we weer kans gezien bij tegenslagen nieuwe oplossingen te vinden en zo met elkaar een eerste beeld gekregen wat ICM voor de zandgronden betekent en hoe de marsroute naar verdere ontwikkeling van ICM oplossingen eruit moet zien.

Het project heeft onder leiding gestaan van een stuurgroep, die in eerste instantie werd geleid door dhr. Dirk Jan Beuling van LTO Noord en vervolgens door dhr. Bert Merx van de LLTB.

Dank aan eenieder die op welke wijze dan ook aan deze PPS heeft bijgedragen. We hopen dat u met dit verslag een helder beeld krijgt en het u inspireert voor de innovaties in uw eigen werkomgeving. We houden ons aanbevolen voor commentaar en reacties en verwelkomen u graag op onze proeflocaties en bij de ICM bijeenkomsten om de zo noodzakelijke ontwikkelingen een stimulans te geven.

Marie Wesselink marie.wesselink@wur.nl
Leendert Molendijk leendert.molendijk@wur.nl
Marleen Riemens marleen.riemens@wur.nl



Samenvatting

In 2018 hebben de plantaardige sectoren (BO-akkerbouw, LTO) hun visies op het gebied van Plantgezondheid gepresenteerd; het ministerie van LNV lanceerde zijn visie op de Kringlooplandbouw. Daar is in 2019 nog de Visie Gewasbescherming van het ministerie LNV aan toegevoegd. De ambitie die daaruit voortvloeit is gericht op 2030: In 2030 zijn gewassen weerbaar en vindt bijsturen tijdens de teelt op het juiste moment zeer gericht met minimale impact plaats, draagt het teeltsysteem bij aan de weerbaarheid tegen ziekten en plagen en een gezonde leefomgeving voor mens en dier, en staat het Nederlandse product nationaal en internationaal sterk in de markt.

Om bovenstaande doelen te bereiken ontwikkelt WUR in samenspraak met ketenpartijen en de praktijk de ICM (Integrated Crop Management) aanpak. De voorliggende PPS is daar een voorbeeld van (zie partner logo's).

ICM is een methode om een maatwerk gewasbeschermingsstrategie te ontwikkelen startend op perceelsniveau om daarna te verbreden tot op bedrijfsniveau. Het start met de inventarisatie van de huidige knelpunten en de te verwachten knelpunten op basis van de geteelde gewassen, grondsoort en regio. Vervolgens wordt gekeken welk instrumentarium kan worden ingezet door de vijf ICM pijlers; vruchtwisseling in ruimte en tijd, raskeuze en teeltwijze, bodem, gerichte bestrijding en monitoring/evaluatie langs te lopen en passende maatregelen te kiezen.

In dit project is in 2020 op de WUR OT locatie Vredepeel een perceel geselecteerd waarin de ICM methodiek wordt vergeleken met een referentie systeem (conform praktijk). Het is een acht jarige rotatie met tweemaal aardappel en tweemaal biet. Mais, peen, uien en zomergerst maken de vruchtwisseling compleet. Groenbemesters worden ingezet daar waar mogelijk en zinvol.

Als randvoorwaarde bij het ontwerp is gesteld dat er geen gebruik gemaakt gaat worden van Candidates for Substitution (CfS) in de ICM aanpak, omdat er grote waarschijnlijkheid is dat deze actieve stoffen op korte termijn niet meer toegelaten zullen zijn in de Nederlandse akkerbouw. Het gebruik van Candidates for Substitution (CfS) werd sterk gereduceerd, maar niet helemaal tot 0 teruggebracht. Gewasopbrengsten bleven gemiddeld 6% achter in ICM, het saldo inclusief de handwieduren lag deze eerste periode 16% lager.

Aaltjes konden door een doordacht bouwplan goed worden beheerst in samenhang met de rassenkeuze aardappel. Fontane is weinig gevoelig voor de symptoomontwikkeling van *Meloidogyne chitwoodi*. Grootste knelpunt bleek de onkruidbeheersing in fijnzadige gewassen. Alternatieve mechanische en geautomatiseerde bestrijdingsstrategieën zijn absoluut nodig voor een rendabel teeltsysteem met verminderde afhankelijkheid van chemische gewasbeschermingsmiddelen. Verlagen van de onkruiddruk door terug te keren naar ploegen is een noodzakelijk eerste stap.

Daarnaast is er een gebrek aan gecombineerde resistenties zodat bijvoorbeeld aaltjes- en schimmelbeheersing met elkaar op gespannen voet staan.

Samen met de veredelaars is een aangepaste ICM kweekstrategie nodig om zinvolle gecombineerde resistenties beschikbaar te krijgen. Het is van belang dat de kweekbedrijven inzien dat ze de oplossing van een probleem in hun doelgewas kunnen oplossen door resistenties in te kruisen in een gewas dat binnen de rotatie een hoofdrol speelt. Daar horen resistente groenbemesters ook bij. Zo zouden resistenties in mais tegen nematoden en bodemschimmels de problemen in aardappel kunnen oplossen. Gewasbeschermingsmiddelen blijven nodig om aan het einde van het groeiseizoen de ontwikkeling van virulente sporenop resistente gewassen te voorkomen.

ICM voor de akkerbouw kan alleen succesvol zijn als ingeval van huur en verhuur van land het beheer

van die percelen een integraal onderdeel uitmaakt van de ICM strategie. ICM ontwikkeling in samenhang met de bollensector en de veehouderij moet dan ook verder gestalte krijgen. ICM beperkt zich nu nog grotendeels tot gewasbescherming. In de uitbreiding naar grondbewerking, waterbeheer en bemesting liggen er kansen om het concept te ontwikkelen tot een totaal bedrijfsaanpak.

Het ontwikkelen van een ICM netwerk waarin telers, adviseurs, beleid en onderzoekers met elkaar actief de knelpunten aanpakken en de systematiek uitrollen naar de praktijk is een voorwaarde om de resultaten en verworven inzichten verder te brengen. Een realistische regelgeving gebaseerd op feiten zijn van groot belang om innovaties tot stand te brengen.

De ICM aanpak is perspectiefvol maar is kennisintensief en vraagt alternatieven voor diverse knelpunten. Door de ICM aanpak te volgen komen deze knelpunten goed naar voren waardoor de ICM aanpak voor zowel onderzoek, beleid en voorlichting agendavormend is.



Inleiding

In 2018 hebben de plantaardige sectoren (BO Akkerbouw, LTO) hun visies op het gebied van Plantgezondheid gepresenteerd; het ministerie van LNV lanceerde zijn visie op de Kringlooplandbouw. Daar is in 2019 nog de Visie Gewasbescherming van het ministerie LNV aan toegevoegd. De ambitie die daaruit voortvloeit is gericht op 2030: In 2030 zijn gewassen weerbaar en vindt bijsturen tijdens de teelt op het juiste moment zeer gericht met minimale impact plaats, draagt het teeltsysteem bij aan de weerbaarheid tegen ziekten en plagen en een gezonde leefomgeving voor mens en dier, en staat het Nederlandse product nationaal en internationaal sterk in de markt.

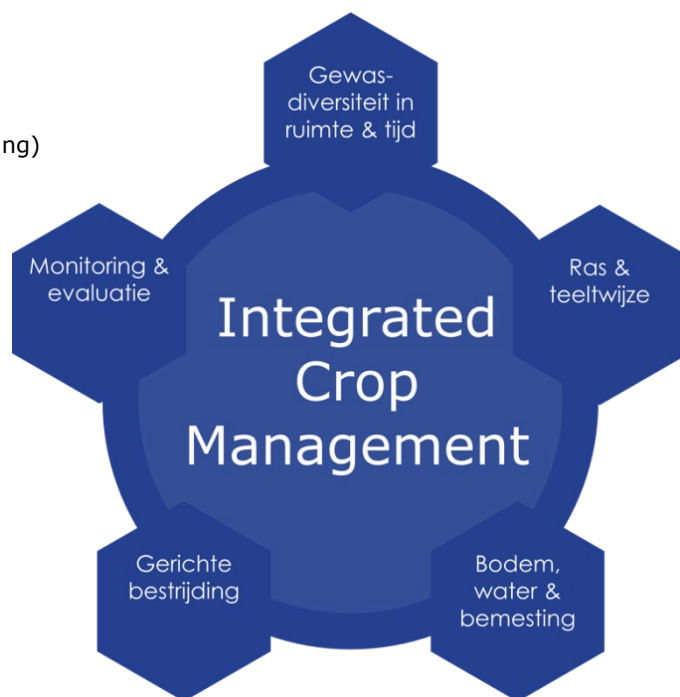
Door het centraal stellen van weerbare planten en teeltsystemen, aangevuld met nieuwe technologieën waarmee schadelijke emissies verder teruggedrongen worden, kunnen stappen richting realisatie van deze ambitie worden gezet. Dit vergt een integrale aanpak, niet alleen van de gewasbescherming, maar van de bedrijfsvoering als geheel. De natuurlijke omgeving, bodem, waterbeheer en bemesting zijn immers medebepalend voor een al dan niet gezond gewas. Gewasrotatie en keuze uit (weerbare) rassen zijn daarbij belangrijke elementen voor een weerbaar teeltsysteem.

Doel van dit project is het mogelijk maken van deze integrale aanpak voor de akkerbouw op de zandgronden en de daarvoor benodigde kennis te ontwikkelen en beschikbaar te stellen. Dit project levert tevens de ontwerpconcepten en de gereedschappen om via een systematische integrale aanpak de kwetsbaarheid van het huidige systeem weg te nemen. Het resultaat van deze PPS is een uitgewerkte integrale systeemaanpak voor akkerbouwers op de zandgronden, waarmee zij voor hun specifieke situatie in staat zijn keuzes te maken die leiden tot een weerbaar teeltsysteem en een sterk verminderde afhankelijkheid van chemische gewasbescherming, met ecologisch en economisch perspectief op de korte en lange termijn.

1 Integrated Crop Management (ICM)

De integrale aanpak voor het ontwerp van een weerbaar systeem (Integrated Crop Management), is gebaseerd op de volgende vijf pijlers (**Figuur 1**):

- Gewasdiversiteit in ruimte & tijd.
Dit betreft ruimtelijke plaatsing van gewassen en de gewasvolgorde over de jaren (vruchtwisseling)
- Ras & teeltwijze: sterke, goed aan omgeving en markt aangepaste rassen in combinatie met een manier van telen die de gevoeligheid voor ziekten en plagen vermindert
- Bodem, water & bemesting; een goede bodem en bodembeheer zijn de basis voor een goede groei en daarmee verminderde gevoeligheid voor ziekten en plagen
- Gerichte bestrijding van ziekten, plagen en onkruiden in tijd en ruimte, mede op basis van beslissingsondersteunende systemen.
- Monitoring van ziekten, plagen en onkruiden in het seizoen is onderdeel van Gerichte bestrijding.
Daarnaast is er de jaarlijkse monitoring en evaluatie over het verloop van ziekten en plagen die tot bijstelling van de ICM strategie kan leiden.



Figuur 1 Vijf pijlers waarop de systeemaanpak van Integrated Crop Management is gebaseerd.

Voor een aantal ziekten en plagen zijn beslissingsondersteunende systemen beschikbaar, waar in de praktijk op beperkte schaal gebruik van wordt gemaakt. In dit project worden deze beslissingsondersteunende systemen (bestaande uit waarnemen, beslisregels en actiedrempels) getoetst en wordt een bijdrage geleverd aan de verdere ontwikkeling daarvan binnen het kader van de integrale ICM aanpak. Hierbij wordt bij aangetoonde noodzaak van gebruik van chemische gewasbeschermingsmiddelen zoveel mogelijk gebruik gemaakt van laag-risico middelen. Daar waar beslisregels ontbreken, wordt hiertoe een aanzet gegeven door de ontwikkeling van de benodigde kennis over levenscycli van ziekten en plagen, schadedrempels en schaderelaties. De locatie vormt tevens een platform voor inspiratie, onderzoek en dialoog op de zandgronden voor telers en adviseurs.

2 Opzet van het project

Ontwikkeling ontwerp en toetsing teeltsysteem volgens ICM aanpak

Ten behoeve van dit onderzoek is door WUR-onderzoekers een eerste inventarisatie van knelpunten op het gebied van ziekten, plagen en onkruiden uitgevoerd (zie hoofdstuk 3). Bij de start van het project is deze inventarisatie geëvalueerd en definitief gemaakt door deze met partners en regiovertegenwoordigers af te stemmen en aan te vullen.

De inventarisatie van de prioritaire knelpunten van de percelen en het systematisch nalopen van de vijf ICM pijlers voor die knelpunten resulteert in een gewogen aanpak van de gewasbescherming waarbij de te nemen maatregelen logisch volgen uit de ICM schema's van de individuele knelpunten.

Als randvoorwaarde bij het ontwerp is gesteld dat er geen gebruik gemaakt gaat worden van Candidates for Substitution (CfS) in de ICM aanpak, omdat er grote waarschijnlijkheid is dat deze actieve stoffen op korte termijn niet meer toegelaten zullen zijn in de Nederlandse akkerbouw. Zie Bijlage 1 voor een overzicht van de CfS stoffen.

Weerbare rassen

In het ontworpen teeltsysteem worden zo veel mogelijk weerbare rassen ingezet. Weerbare rassen zijn in deze context rassen met resistenties en tolerantie, niet alleen tegen ziekten en plagen, maar ook tegen abiotische factoren zoals droogte en wateroverlast. Weerbare zaden, planten en gewassen zijn een zeer waardevolle basis in de gewasbeschermingsstrategieën. Rassenkeuze binnen het ICM teeltsysteem worden gemaakt op basis van bovenstaande eigenschappen en de geïdentificeerde knelpunten, hierdoor dragen deze bij aan de weerbaarheid van het teeltsysteem. Jaarlijks worden de rassen geëvalueerd en beoordeeld op hun bijdrage aan het systeem. Trade-offs tussen deze eigenschappen zijn onvermijdelijk en vragen nog de nodige kennisontwikkeling voordat onderbouwde keuzes gemaakt kunnen worden

Beslissingsondersteunende systemen

Beslissingsondersteunende systemen (BOS-en) verzamelen en analyseren relevante informatie voor beheersing van ziekten en plagen. Dergelijke systemen zijn bij uitstek geschikt om een belangrijke ondersteunende rol te spelen binnen de zeer kennisintensieve, circulaire en weerbare landbouwsystemen van de toekomst. Voor een aantal ziekten en plagen zijn dergelijke systemen al ver ontwikkeld, voor vele andere ziekten en plagen staan ze nog in de kinderschoenen. Geen van de huidige BOS systemen is echter toegespitst op gebruik in weerbare, circulaire systemen waarin alternatieve maatregelen de voorkeur hebben boven agrochemisch ingrijpen.

In dit project wordt in kaart gebracht welke kennis en aanpassingen nodig zijn om BOS-en in weerbare systemen succesvol toe te passen. De huidige systemen houden b.v. weinig rekening met ziekte-/plaagdruk, zeker niet als die beïnvloed wordt door gewasrotatie en vruchtopvolging. Opties voor pathogeen/plaag populatiemonitoring, actiedrempels, schadedrempels en beslisregels worden binnen dit project getoetst door toepassing in het systeem op zand. In die gevallen waar onvoldoende

kennis beschikbaar is (witte vlekken), levert deze PPS een bijdrage aan de ontwikkeling daarvan. Daar waar beslisregels ontbreken, wordt hiertoe een aanzet gegeven.

Het teeltsysteem ontworpen met behulp van het ICM raamwerk wordt onderzocht op zijn effect op gewasopbrengst, gewasbeschermingsmiddelen gebruik, optreden van ziekten, plagen en onkruiden, economische opbrengst en vergeleken met de effecten van een referentie teeltsysteem (Ref). Op deze wijze blijft er een goede connectie met de landbouwpraktijk en kunnen innovaties objectief worden beoordeeld.

Naast de economische evaluatie van een ICM aanpak is het ook wenselijk om de impact van de geïntegreerde aanpak te beoordelen op de milieurisico's van de gebruikte gewasbeschermingsmiddelen. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de Harmonized Risk Indicator (HRI), omdat bij aanvang van dit project dit instrument als meest belangrijk werd gezien in het beoordelen van de milieu impact van landbouwteeltsystemen.

Aanpak witte vlekken

De afhankelijkheid van *Alternaria*, *Phytophthora* en *Cercospora* van chemische gewasbeschermingsmiddelen in de huidige teeltsystemen is zeer groot. Een van de witte vlekken die is geïdentificeerd is een BOS systeem voor deze organismen binnen de ICM aanpak. De huidige BOS systemen missen kwantitatieve/kwalitatieve informatie over resistentieniveau van rassen, informatie over fysiologische veroudering van een gewas en sporenverspreiding. In dit project is voor *Alternaria*, *Phytophthora* en *Cercospora* aan deze witte vlekken gewerkt.

Om in een BOS op de juiste manier met weerbare gewassen en dynamische plaag-/pathogeen-/onkruidpopulaties om te gaan, inclusief resistentiemanagement, is het nodig een aanpassing van de BOS en/of de beslisriteria te doen. In dit project wordt voor de geselecteerde ziekten en plagen onderzocht welke aanpassingen nodig zijn in bestaande BOS-en waarin bouwplannen kunnen worden doorgerekend op basis van modellen voor populatiedynamica en schaderelaties. Een voorbeeld van een dergelijk bouwplan-brede aanpak inclusief resistenties en bestrijdingsmethoden is het aaltjesadviesprogramma NemaDecide. Voor *Phytophthora* in aardappel werd gewerkt aan opname van het resistentieniveau van de rassen in de beslisriteria om al dan niet in te grijpen. Voor *Alternaria* in aardappel werd de gevoeligheid van het gewas als gevolg van fysiologische veroudering verwerkt in de beslisriteria. Tevens werd gekeken naar het belang van opspattende sporen uit de bouwvoor en influx van sporen uit de omgeving. Voor *Cercospora* in suikerbiet werd gewerkt aan het opnemen van tolerantie en resistentie in de beslisriteria.

In het onderzoek is als uitgangspunt genomen dat er geen Cfs worden gebruikt. Daarmee vervalt de inzet van een aantal bodemherbiciden die met name in fijnzadige gewassen belangrijk zijn voor de onkruidbestrijding. Ook de bladschimmelbeheersing in suikerbieten en aardappel berustte voor een groot deel op de inzet van CfS. In de ICM benadering wordt vaker voor een groenbemester gekozen dan in de referentie. Echter het is wel belangrijk te weten of de betreffende groenbemesters geschikt zijn als het gaat om het niet vermeerderen van bodemschimmels en nematoden. Voor aardappelen is er gekozen om te werken aan biologische buffering in relatie tot schilkwaliteit. Hoewel er meer knelpunten zijn gedefinieerd bij aanvang van het onderzoek is aan de volgende onderwerpen gewerkt:

- Onkruidbeheersing in peen en uien
- Waardplantgeschiktheid groenbemesters voor *Trichodorus similis* en *Verticillium dahliae*
- Schilkwaliteit van aardappelen

-
- Beheersing van Alternaria in aardappel

Projectaansturing

Het project heeft onder leiding gestaan van een stuurgroep, die in eerste instantie werd geleid door dhr. Dirk Jan Beuling en vervolgens door dhr. Bert Merx, beide namens BO Akkerbouw. Elk werkpakket heeft een eigen klankbordgroep waarbij in detail kon worden ingegaan op de inhoud.

3 Inventarisatie schadelijke gewaspathogeen/parasiet/onkruid combinaties

Bij de start van het project is een inventarisatie gemaakt van de meest voorkomende ziekten, plagen en onkruiden per gewas. Hierbij zijn alleen de gewassen meegenomen die in aanmerking komen voor opname in het teeltsysteem. De tabel heeft als basis gediend voor de bepaling van de gewasvolgorde in de ICM aanpak voor de betreffende ziekten, plagen en onkruiden. Onderstaande tabel geeft hiervan het resultaat.

Tabel 1 Combinaties van gewassen met ziekten, plagen en onkruiden die van belang zijn voor de akkerbouw op dekzandgronden.

Categorie	Aardappel	Suikerbiet	Granen	Maïs	Peen	Ui
1. Insecten						
Bladluizen	x	x	x		x	
Tabakstrips						x
Wortelvlieg					x	
Uienvlieg						x
Bonenvlieg						x
Ritnaalden	x			x		
Engerlingen	x					
Bietenkever		x				
Coloradokever	x					
Graanhaantje			x			
2. Ziekten						
<i>Alternaria dauci</i>					x	
<i>Alternaria radicina</i>					x	
<i>Alternaria solani</i>	x					
<i>Aphanomyces cochlioides</i>		x				
Bladvlekken			x	x		x
<i>Cercospora</i>		x				
Echte meeldauw		x	x		x	
<i>Fusarium spp.</i>	x		x		x	x
<i>Fusarium graminearum</i>			x	x		
<i>Phytophthora infestans</i>	x					
<i>Puccinia spp.</i>		x	x			
<i>Ramulariaspp.</i>		x	x			
<i>Rhizoctonia solani</i>	x	x			x	
<i>Sclerotinia spp.</i>	x				x	
<i>Stemphyllium beticola</i>		x				
<i>Stemphyllium vesicarium</i>						x
<i>Peronospora destructor</i>						x
<i>Verticillium spp.</i>	x	x			x	
3. Nematoden						

Categorie	Aardappel	Suikerbiet	Granen	Maïs	Peen	Ui
Aardappelcysteaaaltje	x					
Bietencysteaaaltje		x				
Havercysteaaaltje			x			
<i>Meloidogyne chitwoodi</i>	x	x			x	x
<i>Meloidogyne fallax</i>	x	x			x	x
<i>Meloidogyne hapla</i>	x	x			x	x
<i>Meloidogyne naasi</i>		x	x			x
Wortellesieaaltjes	x			?	x	x
Stengelaaltje	x	x		?		x
Trichodoriden	x	x		x	x	x
<i>Xiphinema</i> spp.					x	
4. Onkruiden						
Zaadonkruiden	x	x	x	x	x	x
Vegetatief vermeerderende onkruiden (o.a. aardappelopslag, knolcyperus, haagwinde, etc.)	x	x	x	x	x	x
5. Virussen						
Rhizomanie		x				
Tabaksratelvirus	x					
Gerstvergelingsziekte			x			

4 Gewaskeuze inclusief groenbemesters

Gewasdiversiteit in ruimte en tijd

Bij het samenstellen van het bouwplan en de vruchtwisseling zijn in samenspraak met de partners de volgende voorwaarden gehanteerd:

- Het bouwplan moet de meest representatieve gewassen van de regio bevatten
- Het totaal aan te telen gewassen moet voldoende salderend zijn
- De aaltjesuitgangssituatie (zie hoofdstuk 6.2.2) bepaalt grotendeels de vruchtopvolging
- Na het bepalen van de hoofdgewassen en de volgorde hierin worden de groenbemesters gekozen

Op basis van deze randvoorwaarden is de volgende vruchtwisseling samengesteld zoals weergegeven in **Tabel 2**. Het ruimtelijk aspect van gewasdiversiteit is in deze proefopzet niet meegenomen.

Tabel 2 Vruchtwisseling en groenbemesterkeuze voor Ref (links) en ICM (rechts).

Referentie		ICM	
Gewas	Groenbemester	Gewas	Groenbemester
Aardappel 1 (laat)	-	Aardappel 1 (laat)	-
Zomer-/wintergerst ¹	Bladrammenas	Zomer-/wintergerst ¹	<i>Tagetes</i>
Suikerbiet 1 (laat)	-	Suikerbiet 1 (laat)	-
Peen	-	Peen	-
Aardappel 2 (vroeg)	-	Aardappel 2 (vroeg)	Bladrammenas
Snijmais	Nazaai wintergerst	Snijmais	Onderzaai Engels raaigras/ nazaai wintergerst ²
Suikerbiet 2 (vroeg)	Wintergerst	Suikerbiet 2 (vroeg)	Wintergerst
Zaaiui	Bladrammenas/ wintergerst ³	Zaaiui	Bladrammenas/wintergerst ³

¹ In 2020 is er zomergerst geteeld, vanwege start van de proef begin 2020. In opvolgende jaren is wintergerst geteeld.

² In 2020 is in ICM in de snijmais Engels raaigras ondergezaaid. Vanwege de matige slaging en bemoeilijking van de onkruidbestrijding bij onderzaai, is er vanaf 2021 voor gekozen om wintergerst na te zaaien.

³ Afhankelijk van het oogsttijdstip van de zaaiui wordt er gekeken of het nog mogelijk is om bladrammenas in te zaaien; mocht dit te laat zijn dan wordt er gekozen voor wintergerst.

In het geval van de suikerbiet betekent de toevoeging 'vroeg' of 'laat' dat het om vroege of late levering gaat. In het geval van de aardappel wordt er (bij inzet van verschillende rassen binnen een systeem) voor gekozen om het vroegste ras op de plek 'Aardappel 2' in te zetten, zodat daar zoveel mogelijk ruimte blijft voor de ontwikkeling van de groenbemester. Na aardappel 1 volgt de hoofdteelt wintergerst, waarbij tijdige zaai minder een vereiste is.

Vanuit de Integrated Crop Management strategie waren er geen redenen om tot een andere vruchtwisseling te komen, vandaar dat deze gelijk is voor beide systemen. In de groenbemesterkeuze is op enkele plekken in de rotatie wel afgeweken van de referentie (zie hoofdstuk 0).

	Cyste-aaltjes												Wortelknobbelaaltjes												Wortellesieaaltjes												Vrussen											
	Glabodera rostochiensis / G. pallida Aardappelsysteeltje				Heterodera betae Geel bietensysteeltje				Heterodera schachtii Witte bietensysteeltje				Meloidogyne chitwoodi Maiswortelknobbelaaltje				Meloidogyne fallax Bedrieglijk maaiswortelknobbelaaltje				Meloidogyne hapla Noordelijk wortelknobbelaaltje				Pratylenchus crenatus Graanwortellesieaaltje				Pratylenchus penetrans Wortellesieaaltje				Trichodorus similis				Tobacco rattle virus (TRV) Tabaksrattelvirus											
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4																
Aardappel	●●●	-	-	-	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●												
Gerst	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-												
Suikerbiet	-	●●●	R	●●●	●●●	R	●●●	R	●●●	R	●●●	R	●●●	R	●●●	R	●●●	R	●●●	R	●●●	R	●●●	R	●●●	R	●●●	R	●●●	R	●●●	R	●●●	R	●●●	R												
Peen	-	-	-	-	●●	●●●	●●	●●	●●	●●●	●●	●●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●												
Aardappel	●●●	-	-	-	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●												
Mais	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-												
Suikerbiet	-	●●●	R	●●●	●●●	R	●●●	R	●●●	R	●●●	R	●●●	R	●●●	R	●●●	R	●●●	R	●●●	R	●●●	R	●●●	R	●●●	R	●●●	R	●●●	R	●●●	R	●●●	R												
Uit	-	-	-	-	●●	●●●	R	●	●	●	●	●	?	i	●	●	●●●	?	●●●	?	●●●	?	●●●	?	●●●	?	●●●	?	●●●	?	●●●	?	●●●	?	●●●	?												

©2024. Dit aaltjesschema is een product van Wageningen University & Research | Open Teelten, Lelystad

Legenda schade		Legenda waardplantstatus		Legenda grondsoort	
	onbekend	--	actieve afname	1	zand
	geen	?	onbekend	2	dalgrond
	weinig (0-15%)	-	natuurlijke afname	3	zavel
	matig (16-35%)	●	weinig	4	klei
	zwaar (36-100%)	●●	matig	5	löss
		●●●	sterk		
		R	rasafhankelijk		
		S	serotypeafhankelijk		
		i	enige informatie		



Figuur 2 Aaltjesschema voor de gekozen vruchtwisseling. www.best4soil.eu

Op de zandgronden in Zuidoost-Nederland komen een aantal cyste- en vrijlevende nematodensorten vrij algemeen voor. Aardappel- en bietencysteeltjes zijn door een ruime vruchtwisseling en de teelt van resistente rassen goed beheersbaar. In Noordoost Nederland ontstaan echter virulente ACA-populaties waartegen de bestaande resistenties in aardappel onvoldoende werken. Het zijn met name de vaak polyfage nematodensorten die de meeste problemen veroorzaken. Deze voor het zuidoostelijke zandgebied belangrijkste plantenparasitaire aaltjessoorten zijn de wortellesieaaltjes (*Pratylenchus penetrans*, *P. crenatus* en *P. neglectus*), wortelknobbelaaltjes (*Meloidogyne chitwoodi*, *M. fallax*, *M. hapla* en *M. naasi*) en Trichodoride-aaltjes (*Paratrichodorus pachydermus*, *P. teres* en *Trichodorus similis*). Deze aaltjessoorten kunnen, soms al bij zeer lage dichtheden, aanzienlijke schade veroorzaken in akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen, industriegroenten en bolgewassen. De schade kan afhankelijk van de aaltjessoort zowel kwantitatief (lagere opbrengsten) als kwalitatief (aantasting op het geogste product) van aard zijn. Beheersing van Trichodoriden is een extra uitdaging vanwege hun polyfage eigenschappen.

Raskeuze

Voorafgaande aan elk proefjaar is, in overleg met PPS-partners, kweekbedrijven en deskundigen, voor elk gewas gekeken wat de beste raskeuze vanuit ICM perspectief zou zijn. Belangrijkste overwegingen voor de raskeuze onder ICM zijn relevante resistenties of toleranties t.b.v. het voorkomen van schade door ziekten en of plagen. In **Tabel 3** is de gerealiseerde raskeuze voor de verschillende gewassen en jaren weergegeven. De tint groen geeft het resistentieniveau voor de verschillende rassen weer. In het geval van aardappel gaat het over *Phytophthora*-resistentie, voor de suikerbiet gaat het om *Cercospora*-resistentie, bij zaaiui om valse meeldauw-resistentie, bij peen om resistentie tegen meeldauw, *A. radicina*, *C. carotae*, *P. sulcatum* en *P. violae*, en bij wintergerst met name om vergelingsvirus resistentie.

Tabel 3 Raskeuzes voor beide teeltsystemen voor alle gewassen voor de jaren 2020-2023. Groenkleuring geeft het resistentieniveau van het ras voor relevante ziektes weer. Hoe donkerder groen, des te hoger het resistentieniveau is.

	Gewas	Systeem	2020	2021	2022	2023
	Aardappel 1	Ref	Fontane	Fontane	Fontane	Fontane
	Aardappel 2	Ref	Fontane	Fontane	Fontane	Fontane
	Aardappel 1	ICM	Muse	Muse	Cammeo	Cammeo
	Aardappel 2	ICM	Fontane	Cammeo	Fontane	Fontane
	Suikerbiet 1	Ref	Annemonika	Annemonika	Annemmartha	Reforma
	Suikerbiet 2	Ref	Annemonika	Annemonika	Annemmartha	Reforma
	Suikerbiet 1	ICM	Annemonika	Annemmartha	Reforma	Reforma
	Suikerbiet 2	ICM	Annemonika	Annemmartha	Reforma	Reforma
	Ui	Ref	Rs 07751481	Rs 07751481	Rs 07751481	Rs 07751481
	Ui	ICM	Hylander	Hylander	Hylander	Hylander
	Peen	Ref	Nerac	Nerac	Nerac	Nerac
	Peen	ICM	Nerac	Norway	Norway	Nordhorn
	Mais	Ref	Skandik	Skandik	Skandik	Skandik
	Mais	ICM	Skandik	Dakini	Skandik	Skandik
	Gerst	Ref	Irina	Rafaela	LG Zebra	LG Zebra
	Gerst	ICM	Irina	Rafaela	LG Zebra	LG Zebra

	Gewas	Systeem	2020	2021	2022	2023
	Aardappel 1	Ref	Fontane	Fontane	Fontane	Fontane
	Aardappel 2	Ref	Fontane	Fontane	Fontane	Fontane
	Aardappel 1	ICM	Muse	Muse	Cammeo	Cammeo
	Aardappel 2	ICM	Fontane	Cammeo	Fontane	Fontane
	Suikerbiet 1	Ref	Annemonika	Annemonika	Annemmartha	Reforma
	Suikerbiet 2	Ref	Annemonika	Annemonika	Annemmartha	Reforma
	Suikerbiet 1	ICM	Annemonika	Annemmartha	Reforma	Reforma
	Suikerbiet 2	ICM	Annemonika	Annemmartha	Reforma	Reforma
	Ui	Ref	Rs 07751481	Rs 07751481	Rs 07751481	Rs 07751481
	Ui	ICM	Hylander	Hylander	Hylander	Hylander
	Peen	Ref	Nerac	Nerac	Nerac	Nerac
	Peen	ICM	Nerac	Norway	Norway	Nordhorn
	Mais	Ref	Skandik	Skandik	Skandik	Skandik
	Mais	ICM	Skandik	Dakini	Skandik	Skandik
	Gerst	Ref	Irina	Rafaela	LG Zebra	LG Zebra
	Gerst	ICM	Irina	Rafaela	LG Zebra	LG Zebra

Groenkleuring bij ui – Hylander: Over de jaren bleek de resistentie steeds minder effectief.

Aardappel

Op het zuidoostelijk zand worden voornamelijk aardappelen geteeld voor de frietindustrie, zo ook in deze proef. Er is gekozen voor één op vier aardappel in de vruchtwisseling, mede om het totale bouwplan bedrijfseconomisch interessant te maken. Het geselecteerde perceel is vrij van aardappelmoeheid, zodat daar met de rassenkeuze geen rekening mee hoefde te worden gehouden. Voor ziekten is *Phytophthora* de belangrijkste om rekening mee te houden, mede omdat een groot deel van de ingezette middelen in de teelt direct terug te leiden zijn tot de *Phytophthora*-beheersing. Bij de rassenkeuze voor ICM wordt *Phytophthora*-resistentie dan ook als een van de belangrijkste voorwaarden meegenomen. In REF wordt ook gekeken naar de gevoeligheid voor het maiswortelknobbelaaltje *M. chitwoodi*.

Gerst

De gerstteelt mag gezien worden als rustgewas voor de bodem(structuur) in deze vruchtwisseling met veel rooigewassen. De keuze voor een wintergerst draagt bij aan onkruidbeheersing, omdat hiermee een najaarszaai wordt geïntroduceerd. Dit betekent een ander tijdsmoment voor de kieming van onkruiden. In een graanteelt is het ook tot op zekere hoogte mogelijk eventuele aardappelopslag te bestrijden.

Puur uit praktisch oogpunt is er in 2020 gekozen voor de teelt van zomergerst. Het project is toegekend per 2020, en toen was het simpelweg te laat om nog wintergerst te zaaien. Wintergerst heeft een hogere opbrengstpotentie en biedt door een vroeger oogstmoment meer ruimte voor een groenbemesterteelt dan zomergerst, en verdient daarom de voorkeur.

Voor de rassenkeuze binnen ICM waren resistenties tegen het dwergvergelingsvirus, mozaïekvirus 1, meeldauw, netvlekkenziekte en bladvlekkenziekte belangrijke aandachtspunten. De opbrengstpotentie moest bij dit alles goed blijven.

Suikerbiet

De suikerbiet is een gangbaar veel geteeld gewas en vandaar opgenomen in één op vier in de vruchtwisseling. Zowel voor peen als ui is suikerbiet een goede voorvrucht, omdat deze een slechte waard is voor het wortellesieaaltje *P. penetrans*, dat bij hogere dichtheden schadelijk is voor peen en ui.

Er is gekozen om één keer te gaan voor vroege levering en één keer voor late levering. Zo wordt spreiding gecreëerd en is na de vroege levering nog ruimte voor een groenbemester. De late levering suikerbieten is bewust gepositioneerd voor de peenteelt. Peen is een gewas dat veel last kan hebben van gewasresten. Een groenbemesterteelt voorafgaand aan peen is dus onwenselijk.

Vanuit het belang van de suikerbietenteelt wordt bietenteelt na snijmais niet als de meest wenselijke opvolging gezien, omdat er risico op schade is in de bieten door de combinatie van *Rhizoctonia*-druk en structuurschade na de maisteelt (een hogere bulkdichtheid leidt tot hogere *Rhizoctonia*-percentages. Echter, de ervaring op het zuidoostelijk zand is dat structuurschade na de maisoogst wel meevalt, zeker met het gebruik van vroegere rassen (onder andere in het kader van de vanggewasverplichting op 1 oktober). Daarnaast leidt het alternatief (snijmais en suikerbiet omwisselen in de vruchtwisseling) voor een ongunstigere uitgangssituatie voor de zaaiui, met name op het gebied van aaltjes.

De rassenkeuze binnen ICM is met name gebaseerd op *Cercospora*-tolerantie of -resistentie. Zeker in de eerste jaren was de *Cercospora*-beheersing volledig afhankelijk van 'Candidates for Substitution' (CFS) die niet gebruikt konden worden onder ICM.

Peen

Peen is op het dekzand een graag geziene gast om het saldo van de rotatie te ondersteunen. Zoals gemeld is het in de rotatie opgenomen gewas suikerbiet vanuit aaltjesoogpunt de beste voorvrucht. De nateelt aardappel kan nadelig uitpakken wanneer de *M. chitwoodi* niveaus gaan oplopen. Voor de rassenkeuze werd gezocht naar een zo breed mogelijk pakket resistenties, o.a. tegen *Alternaria radicina*, *Cercospora carotae*, *Pythium sulcatum* en *Pythium violae*.

Mais

Snijmais is een gewas dat in de regio veel geteeld wordt, voor de veehouderij. Deels vindt dit plaats in akkerbouwrotaties en het is daarom ook een gewas dat in deze vruchtwisseling niet mag ontbreken. Mais na de aardappelteelt geeft de mogelijkheid om eventuele aardappelopslag te bestrijden. Mais

heeft relatief weinig last van ziekten en plagen. Voor de rassenkeuze werden resistenties daarom niet zwaar meegewogen. De uiteindelijke keuze voor het ras 'Skandik' bracht zowel een populair, veel geteeld en goed opbrengend ras als een resistentie tegen builenbrand.

Zaaiui

De zaaiui profiteert van de voorvrucht suikerbiet (slechte waard *P. penetrans*), en samen met de suikerbiet is zaaiui dan zelf weer een goede voorvrucht voor aardappel vanwege de beheersing van *M. chitwoodi*. Valse meeldauw is de ziekte waar veel tegen gespoten wordt in ui. Om het aantal bespuitingen te reduceren werd daarom binnen ICM gekozen voor een valse meeldauw resistent ras. Nadeel was de lagere potentiële opbrengst van dit ras ten opzichte van het ras in het referentiesysteem.

Groenbemesters

Na de eerste aardappelteelt volgt geen groenbemester, omdat in het najaar het volgende gewas, wintergerst, al gezaaid wordt. Verder komt het jaar na de laat geoogste suikerbieten het gewas peen. De combinatie van het late oogsttijdstip en een fijnzadig gewas als volgtteelt heeft ervoor gezorgd dat ook hier geen groenbemester geteeld wordt. De peen zelf wordt ook te laat geoogst om nog een groenbemester te kunnen telen. Op de andere plekken in de gewasrotatie wordt wel een groenbemester geteeld in het ICM-systeem.

Het verschil in groenbemesters tussen het referentiesysteem en het ICM-systeem zit hem met name in de keuze voor de soort groenbemester. Op één plek in de rotatie, na de tweede (vroeg) aardappel, wordt er in het ICM-systeem voor gekozen om wél een groenbemester te telen, terwijl dit in het referentie systeem niet gebeurt. De reden dat in het referentiesysteem geen groenbemester geteeld wordt, is om de achtergebleven knollen de kans te geven om te bevriezen in de winter, en zo de kans op aardappelopslag te verminderen. Na de wintergerst (in 2020: zomergerst) wordt *Tagetes patula* gezaaid, omdat deze groenbemester actief de wortellessieaaltjes vermindert en een zeer slechte waard is voor maiswortelknobbelaaltjes. Daarentegen is er bekend dat *Tagetes* een matige vermeerderaar van vrijlevende aaltjes is. Dit effect wordt op de koop toegenomen; liever een groenbemester waarvan deze effecten bekend zijn, dan een onbekend risico lopen op vermeerdering van aaltjes, ziekten en plagen.

Er is gekozen voor de groenbemester bladrammenas na de vroeg aardappel, vroeg suikerbiet en de zaaiui. Bij een vroeg oogsttijdstip heeft bladrammenas nog voldoende tijd om veel biomassa te ontwikkelen. Uiteindelijk zijn de suikerbieten in 2020 minder vroeg geoogst dan van tevoren gedacht, pas op 22 oktober, wat te laat is voor inzaai van bladrammenas, dus is er uiteindelijk voor gekozen om wintergerst te zaaien. Daar waar bladrammenas is ingezaaid, is gekozen voor het ras 'Angus'. Dit ras is resistent tegen maiswortelknobbelaaltjes (*M. chitwoodi*), maar wel waard voor *T. similis* en *P. penetrans*.

Bij de teelt van snijmais op zandgrond is het verplicht om uiterlijk op 1 oktober een vanggewas ingezaaid te hebben. In het ICM-systeem wordt ook waar mogelijk de bodem zoveel mogelijk gevoed met organisch materiaal, dus is in het geval van snijmais in 2020 gekozen voor onderzaai van Engels raaigras (geen gelijkzaai want dan is mechanische onkruidbestrijding niet meer mogelijk). Omdat de opkomst hiervan erg tegenviel, is er in 2021 voor gekozen om toch het vanggewas na te zaaien.

Eigenschappen die belangrijk zijn voor onderdrukking van onkruiden zijn grondbedekking en gewasmasse. De gekozen groenbemesters scoren goed op deze twee punten, bladrammenas zelfs excellent. Van *Tagetes* is echter bekend dat het een lange kiemplantfase heeft. *Tagetes* biedt onkruiden daarom lang kans om ook te kiemen. De onderdrukkende effecten van *Tagetes* op wortelstokkeplantjes en het feit dat *Tagetes* een slechte waard is voor het maiswortelknobbelaaltje en voor *T. similis* hebben de doorslag gegeven om toch voor deze groenbemester te kiezen.

5 Methodologie

Proefveld opzet

5.1.1 Achtergrond

Het proefveld waar alle eerdergenoemde strategieën onderzocht worden is gesitueerd op het zuidoostelijk zand, op een perceel van WUR-proefboerderij Vredepeel. Het proefbedrijf ligt op een Peel-ontginningsgrond, ca 8 kilometer ten westen van Venray. De bodem wordt geclassificeerd als een veldpodzol met een bouwvoor van 30 tot 40 centimeter. **Figuur 3** geeft de locatie van het proefveld weer. Op het proefveld zijn in de jaren voorafgaand aan de aanleg verschillende gewassen geteeld, waarbij niet altijd hetzelfde gewas op de hele oppervlakte stond. In 2019 stonden er mais (tegen het Peelkanaal) en stamslaboon (Vredeweg-zijde), met als groenbemesters respectievelijk wintergerst en Japanse haver.



Figuur 3 Luchtfoto (2019) van proefboerderij Vredepeel met de locatie van het proefveld oranje omlind.

5.1.2 Proefopzet

De proef omvat twee teeltsystemen, Ref en ICM. Beide systemen hebben eenzelfde achtjarige rotatie met 6 gewassen. De proef is aangelegd als een split-plot in vier herhalingen. De proefplattegrond is

weergegeven in **Figuur 4**. De twee systemen zijn steeds per twee banen geloot, niet willekeurig over alle acht banen, omdat er voorkennis is dat er een gradiënt in bodemkwaliteit voorkomt in het perceel, mede veroorzaakt door het Peelkanaal, dat aan de westkant het proefperceel begrenst. Per baan zijn de gewassen geloot over de veldjes met de volgende randvoorwaarden:

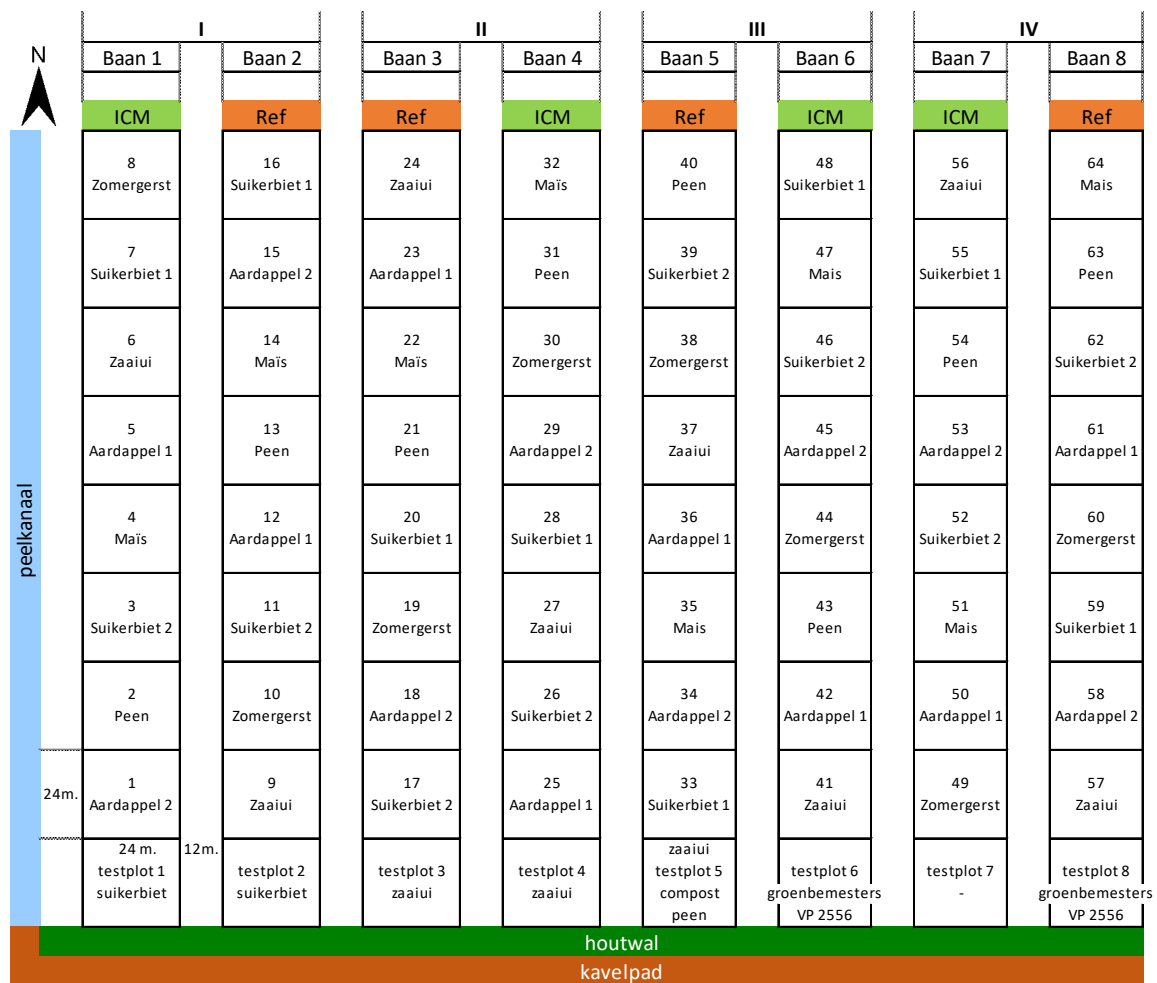
- Aardappel1 en aardappel2 mogen niet naast elkaar komen te liggen
- Suikerbiet1 en suikerbiet2 mogen niet naast elkaar komen te liggen

Deze randvoorwaarden werden gesteld om te voorkomen dat ziektes tussen deze veldjes makkelijk verspreiden.

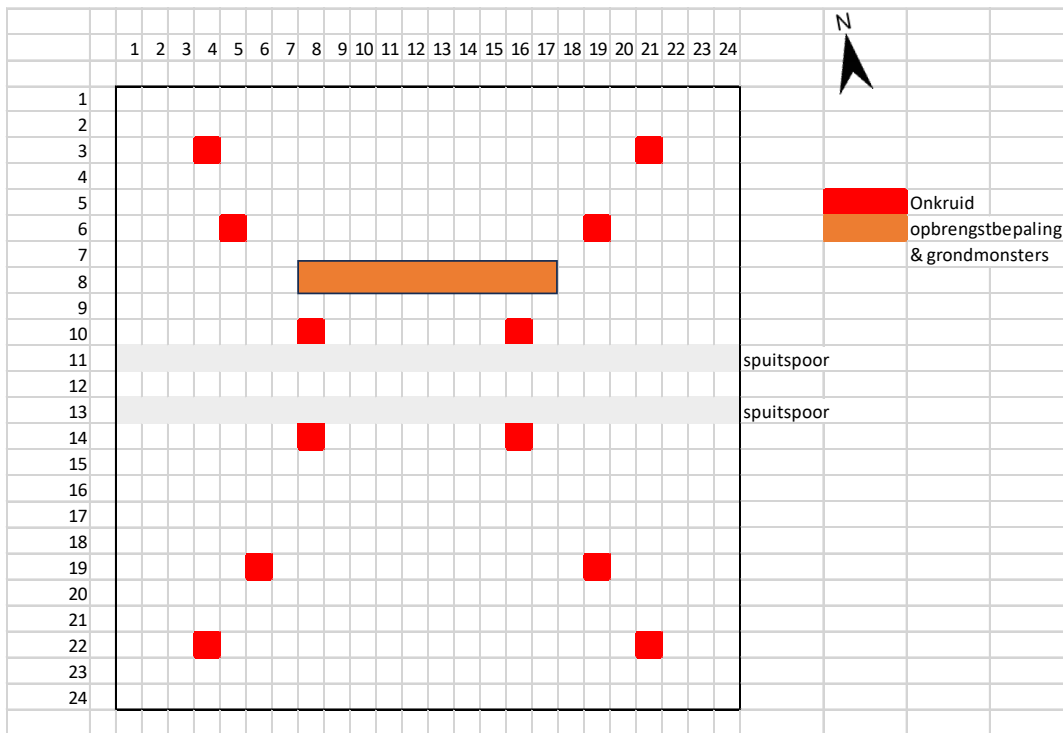
Elk veldje heeft een bruto oppervlak van 24 x 24 meter. Veldjes worden in oost-west richting beteeld. In dezelfde richting ligt middenin elk veldje een spuitspoor. Vanwege dit spuitspoor ligt het netto opbrengstbepalingsveld ten noorden van het spuitspoor. In **Figuur 5** tot en met **Figuur 8** worden de locaties van de verschillende waarnemingen in de gewassen weergegeven. Tussen de verschillende herhalingen ligt een rij- en keerstrook van 12 meter.

Monitoringsveldjes

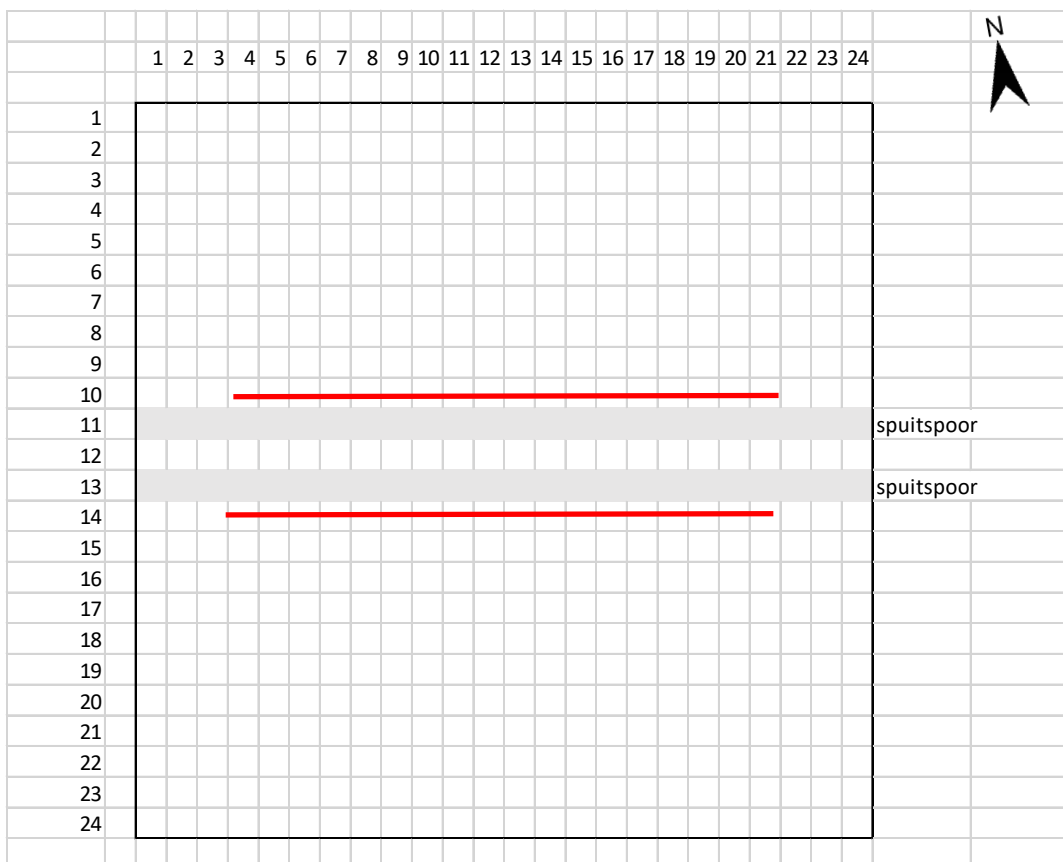
Van de 64 veldjes zijn er 16 aangewezen als monitoringsveldjes voor het volgen van de niet plantenparasitaire aaltjessoorten (milieuaaltjes). Dit zijn de veldjes waar in 2020 het gewas aardappel is geteeld, van zowel het Referentie als het ICM-systeem.



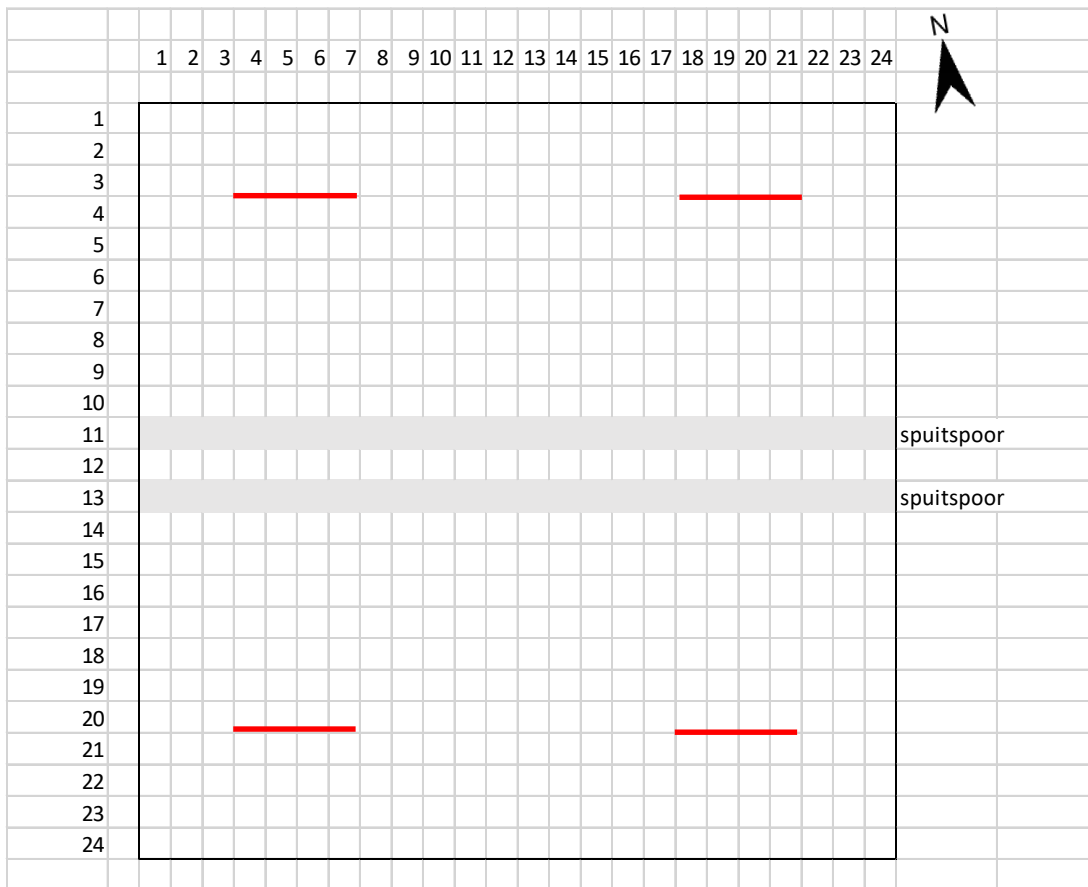
Figuur 4 Proefveldschema met invulling van de gewassen zoals in 2020 geteeld.



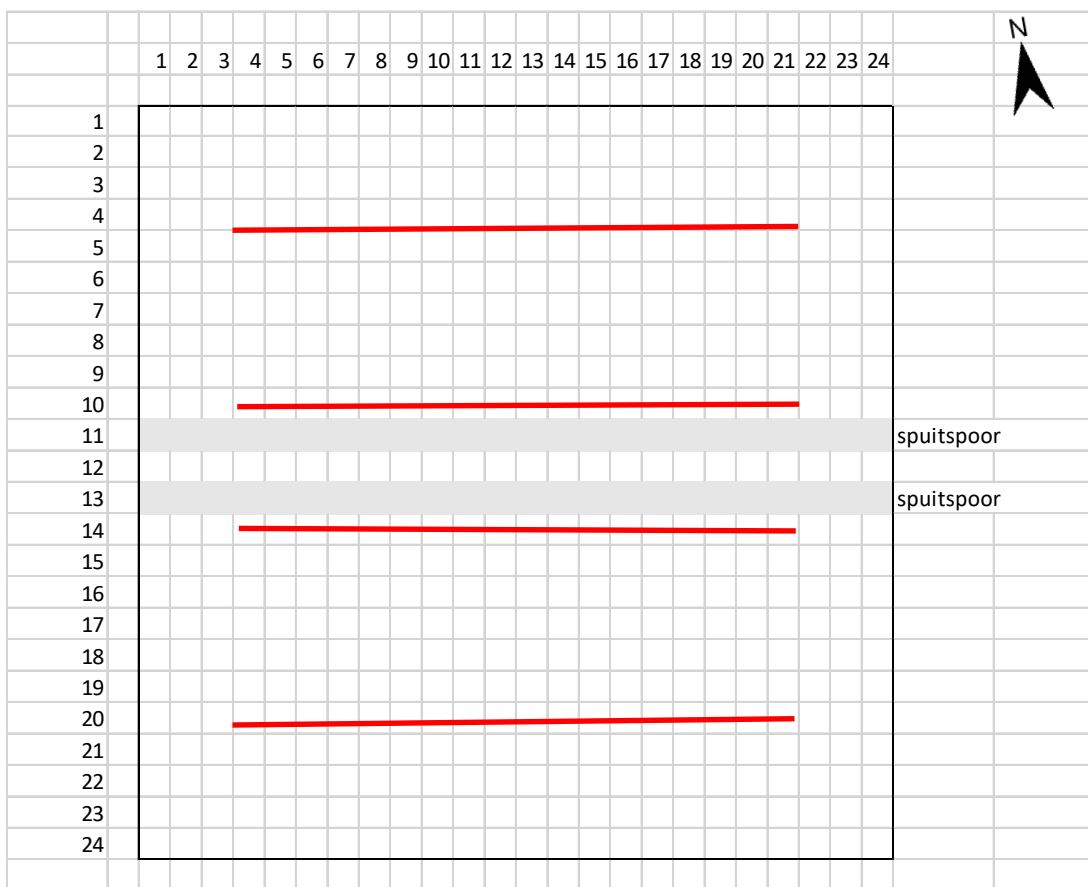
Figuur 5 Locatie van opbrengstbepaling en onkruidwaarnemingen voor alle gewassen. In het opbrengstbepalingsoppervlak zijn tevens grondmonsters genomen voor de onkruidzaadbankbepaling en aaltjes.



Figuur 6 Waarnemingslijnen (rood) voor bladschimmels en insecten in peen en aardappel. In wintergerst worden alleen bladschimmel waarnemingen gedaan, langs dezelfde lijnen



Figuur 7 Waarnemingslijnen (rood) voor insecten in suikerbieten.



Figuur 8 Waarnemingslijnen (rood) voor insecten en bladschimmels in uien.

Nulmetingen

Toe- of afname van bodemgebonden populaties pathogenen of onkruidzaden is een belangrijke maat voor de stabiliteit van het Ref- of ICM-systeem. Voorafgaand aan het inzaaien van de proef zijn daarom bepalingen gedaan om de uitgangssituatie van het proefveld in kaart te brengen. Van elke baan (zie schema Figuur 4) is een monster genomen dat door Eurofins geanalyseerd is op algemene bodemvruchtbaarheid.

Van elk veldje zijn monsters genomen en geanalyseerd op:

- Onkruidzaadbank
- Plantenparasitaire aaltjes

Van de monitoringsveldjes zijn extra monsters genomen die op milieuaaltjes geanalyseerd zijn.

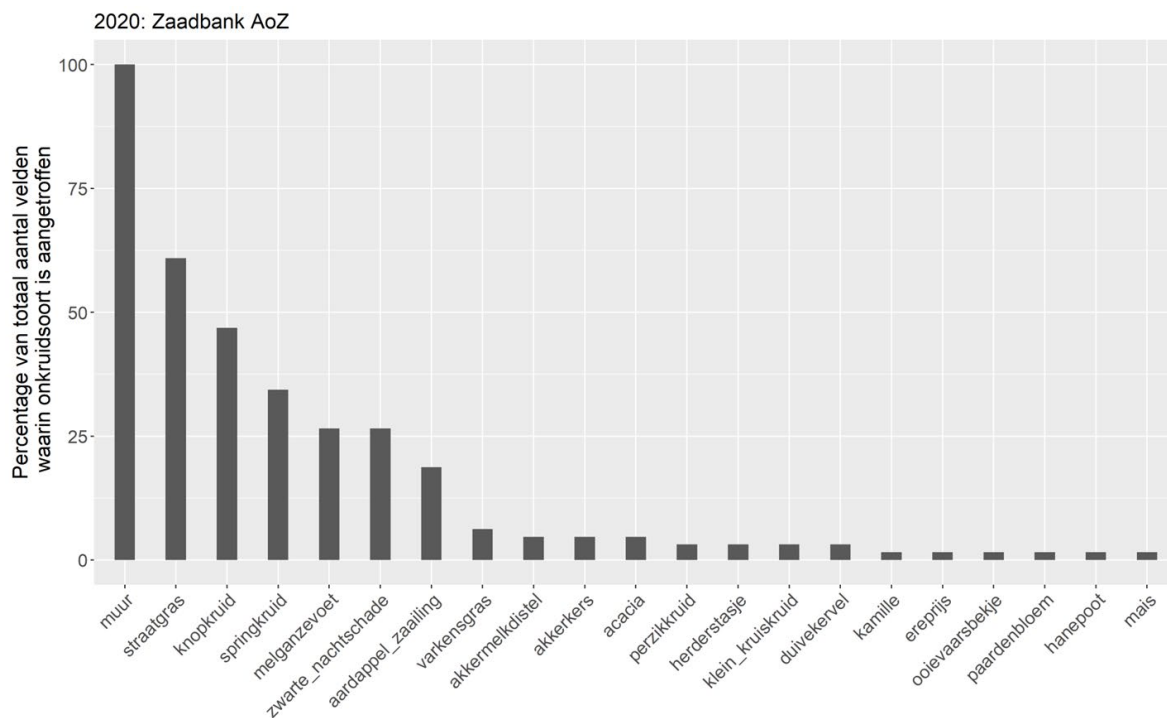
Daarnaast zijn grondmonsters van de monitoringsveldjes ingevroren bij -80°C , om eventueel op een later tijdstip DNA-extracties en -analyses te kunnen doen.

5.1.3 Onkruidzaadbank

De dichtheid en samenstelling van de onkruidzaadbank is voorafgaand aan de proef per veldje bepaald. De onkruidzaadbank is een belangrijke factor voor de persistentie van zaadonkruiden en een indicator voor de samenstelling en potentiële dichtheid van onkruiden tijdens het seizoen.

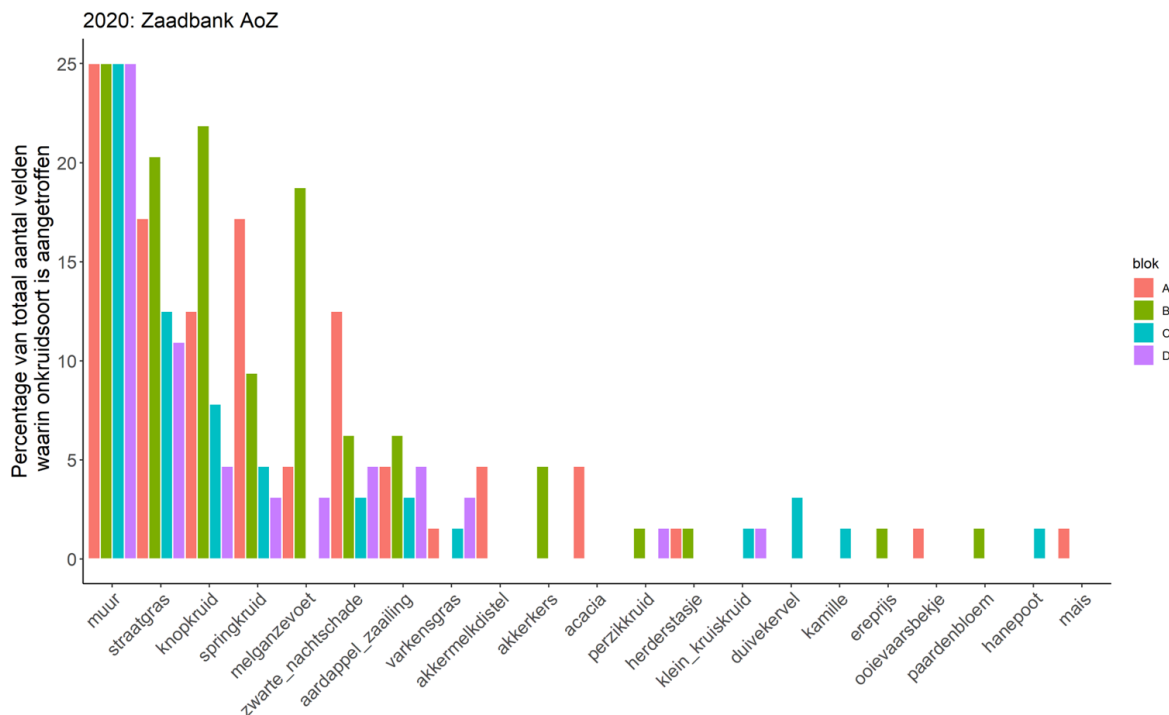
In het voorjaar van 2020 zijn grondmonsters genomen om de onkruidzaadbank te bepalen. Grondmonsters werden genomen in de vooraf vastgestelde subplots voor de grondbemonstering en oogstbepalingen, zie **Figuur 5**. Per veldje werd in een monsterplek van $1.50 \times 10.00 = 15 \text{ m}^2$ 10 liter grond verzameld door middel van een guts met een diameter van 25 mm. De monsters werden genomen uit de bouwvoor tot een diepte van 20 cm. Na monsternamen werden de monsters in de kas geplaatst en kregen de onkruiden de kans om te kiemen. De monsters werden uitgespreid in bakken van $0,1 \text{ m}^2$ met een laagdikte van ca. 10 cm. Op het moment dat geen nieuwe onkruiden meer ontkiemden, werden de monsters opnieuw gemengd om het proces vervolgens te herhalen. De onkruiden werden geteld en op soort gedetermineerd, om zo de grootte en soortensamenstelling van de onkruidzaadbank te bepalen.

De samenstelling van de onkruidzaadbank bij aanvang van de proef varieerde sterk tussen de veldjes. De soorten die in het merendeel van de veldjes werden aangetroffen, waren muur en straatgras. Ook knopkruid, springkruid, melganzevoet en zwarte nachtschade kwamen in meer dan een kwart van de plots voor in de zaadbank.



Figuur 9 Voorkomen van aangetroffen onkruidsoorten in de onkruidzaadbankbepaling als percentage van de veldjes waarin een onkruid voorkomt. Monstername heeft plaatsgevonden in het voorjaar van 2020 uit de bodemlaag 0-20 cm.

Kijkend naar de vier afzonderlijke blokken in het proefveld, werden duidelijke verschillen waargenomen in het voorkomen van onkruidsoorten in de afzonderlijke blokken. Muur kwam in alle blokken in alle veldjes voor, maar voor de overige soorten waren er duidelijke verschillen tussen de blokken. Voor onkruiden geldt algemeen dat soorten ruimtelijk vaak vlekkelig worden aangetroffen en dat enkele soorten de zaadbank domineren. Muur, straatgras, knopkruid, springkruid, zwarte nachtschade en aardappelopslag werden in alle blokken aangetroffen. Deze soorten zijn algemeen veelvoorkomend op dekzandgronden.



Figuur 10 Voorkomen van aangetroffen onkruidsoorten in de onkruidzaadbankbepaling, uitgesplitst per blok. Voorkomen is weergegeven als percentage van de veldjes waarin een onkruid voorkomt. Bij een percentage van 25% is onkruid aangetroffen in alle veldjes van een blok. Monsternamen heeft plaatsgevonden in het voorjaar van 2020 uit de bodemlaag 0-20 cm.

5.1.4 Plantenparasitaire nematoden

Het perceel is besmet met enkele voor de dekzandgronden (regio) belangrijke plantenparasitaire nematodensoorten (PPN).

In alle plots is een lichte tot matige besmetting met *T. similis* vastgesteld (**Figuur 11**). Zaaiuien is in de AoZ-rotatie het gewas dat het meest schadegevoelig is, gevolgd door mais en aardappel. In peen kan kwaliteitsschade ontstaan. Door het aanprikken van het aaltje kan de penwortel vertakken. Trichodoride-aaltjes zijn daarnaast vector voor het TabaksRateVirus (TRV), de veroorzaker van kringrigheid in aardappel.

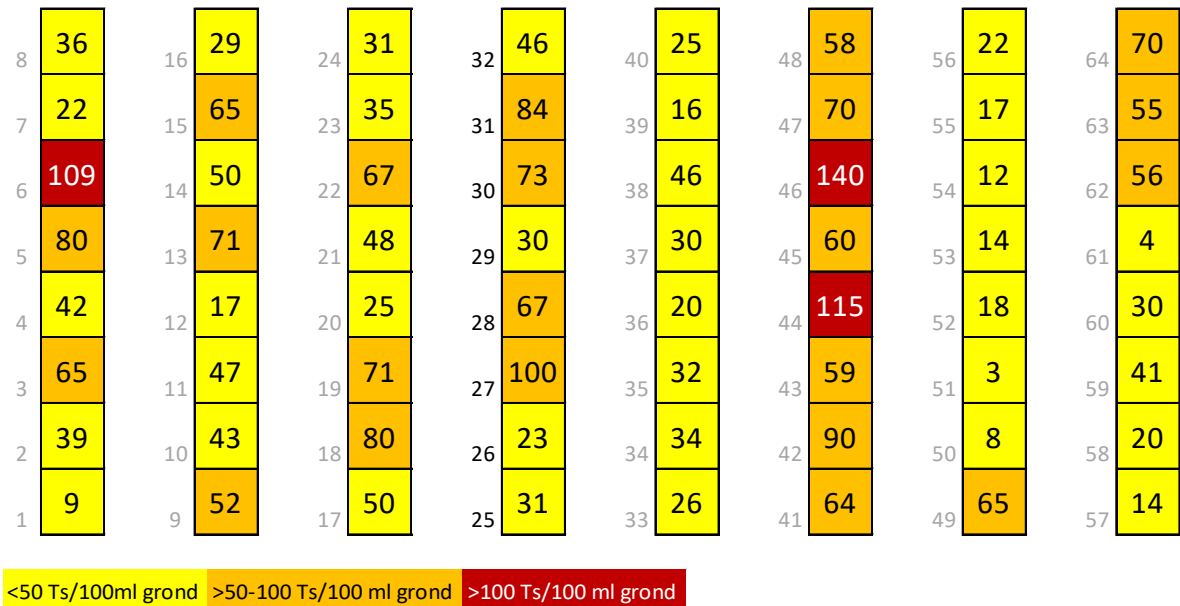
Vanwege missende kennis is het niet duidelijk of de aardappel na ui met schadelijke dichtheden zal worden geconfronteerd. Bij wintergerst, suikerbiet en peen is het risico op schade beperkt (alle geel in Aaltjesschema). De tweede aardappelteelt profiteert van de lage besmetting na peen. De mais kan schade ondervinden vanwege hoge vermeerdering door aardappel (drie-stipper in Aaltjesschema). De voorvrucht suikerbiet bij ui lijkt eveneens een risicovolle combinatie.

Het perceel is ook besmet met het maiswortelknobbelaaltje *M. chitwoodi*. De besmetting is het zwaarst in de herhaling 1 en 2 (blokken 1 t/m 4). Herhaling 3 en 4 zijn zeer licht besmet (**Figuur 12**). In 21 van de 32 plots, in herhaling 3 en 4, is geen besmetting aangetoond (besmetting onder de detectiegrens). Het verschil tussen de herhalingen in mate van *M. chitwoodi*-besmetting is het gevolg van de voorvruchten. Op het gedeelte van herhaling 1 en 2 is in de jaren voorafgaand aan de proef mais geteeld. Mais is een matige waard voor *M. chitwoodi*. Op het gedeelte van herhaling 3 en 4 hebben stamslabonen gestaan. De meeste rassen stamslaboon zijn resistent tegen *M. chitwoodi*. Door de teelt van de bonen is de besmetting zeer sterk teruggedrongen.

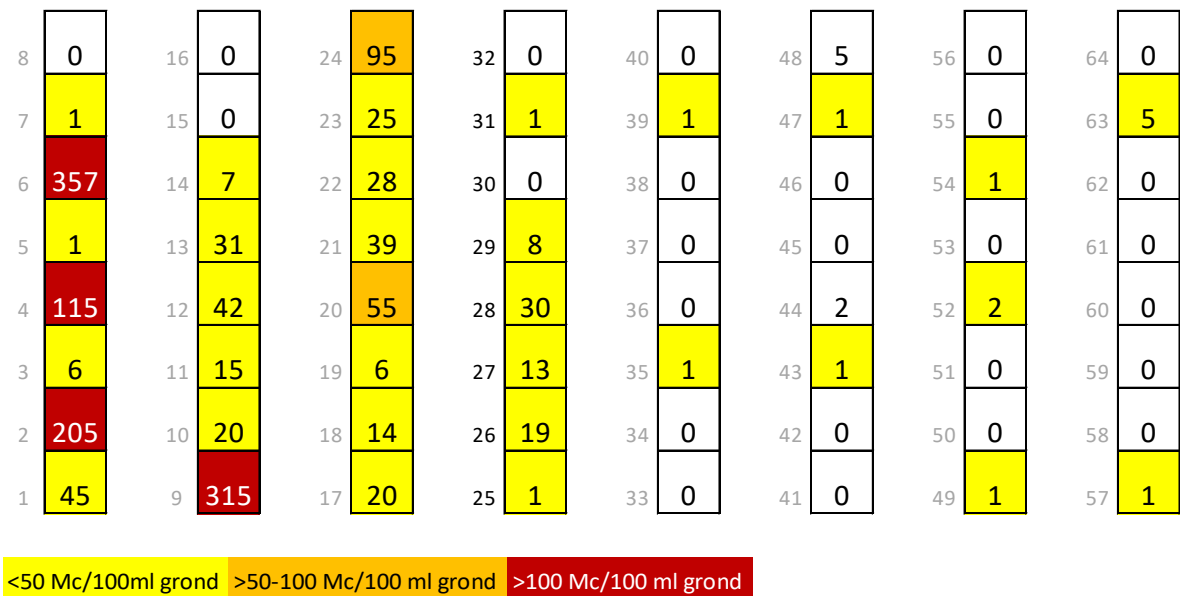
Aardappel en peen zijn in de AoZ-rotatie de meest gevoelige gewassen. *Meloidogyne chitwoodi* veroorzaakt voornamelijk kwaliteitsschade, door de knobbels die op de peen en aardappel worden gevormd. Alleen bij een zeer zware besmetting kan er ook kwantitatieve opbrengstschade ontstaan. De ervaring van de praktijk met het aardappelras 'Fontane' heeft geleerd dat dit ras weinig symptomen ontwikkelt en daardoor een kleiner risico met zich meebrengt dan andere rassen. In het ICM-systeem zijn de *Phytophthora*-resistente rassen 'Muze' en 'Cammeo' opgenomen. Van deze rassen is er geen informatie over de gevoeligheid voor symptoomontwikkeling. De eerste teelt aardappel wordt voorafgegaan door ui, die naar verwachting een lage besmetting nalaat. Gerst is een matige waard en in combinatie met een nateelt van een resistente bladrammenas zal de besmetting voorafgaand aan de volgteelt suikerbiet vrij laag zijn en is er geen schade in de bietenteelt te verwachten. Peen is vrij gevoelig voor *M. chitwoodi*, maar komt op de vrije lage besmetting die biet na laat te staan. Bovendien neemt, door het late zaaimoment van de B/C peen, de besmetting door natuurlijke sterfte in het voorjaar verder af. De aardappel na de voor *M. chitwoodi* matige waard peen is een risicovolle gewasvolgorde. In het REF-systeem staat hier 'Fontane' maar in ICM 'Muze', een ras waarvan de gevoeligheid niet bekend is. Mochten de *M. chitwoodi*-besmettingen te hoog oplopen, dan bestaat de mogelijkheid om in het REF-systeem een nematicide (Nemathorin (fosthiazaat)) toe te passen om schade te voorkomen/beperken. Mais is weinig gevoelig en een matige waard voor *M. chitwoodi*. Het risico op schade in de volgteelt suikerbiet is beperkt. Hoe groot dit risico is, zal vooral afhangen van het gekozen verplichte vanggewas dat in of na de mais wordt geteeld. De dichtheden zijn na suikerbiet naar verwachting zo laag, dat er geen schade in de uien is te verwachten.

Het perceel is ook besmet met worteltesieaaltjes (*Pratylenchus* spp.). De besmetting bestaat voornamelijk uit de soort *P. crenatus*, het graanworteltesieaaltje. Deze worteltesieaaltjessoort komt vrij algemeen voor op de zandgronden, maar veroorzaakt in het algemeen weinig problemen. Veel gewassen zijn niet of maar zeer weinig gevoelig voor *P. crenatus*. Granen, en met name gerst, zijn in combinatie met een lage pH wel schadegevoelig voor hoge aantallen *P. crenatus*. In één veldje is ook een zeer lichte besmetting met het gewone worteltesieaaltje *P. penetrans* gevonden. Deze soort is in vergelijking met *P. crenatus* veel schadelijker. Peen en zaaiuien zijn zeer gevoelig en aardappel en mais vrij gevoelig voor deze aaltjessoort.

Mocht de besmetting met *P. penetrans* sterk toenemen, dan is in de AoZ-gewasrotatie het risico op schade het grootst in de aardappelen die na de uien worden geteeld. Verder zijn er geen kritische combinaties. De gevoelige peen profiteert van de slechte waardplant biet als voorvrucht. Dat geldt ook voor de schadegevoelige ui. Door eens in de acht jaar *Tagetes* in het bouwplan op te nemen, neemt het risico op schade sterk af.



Figuur 11 *Trichodorus similis*-besmetting (n/100 ml grond) per veldje, maart 2020

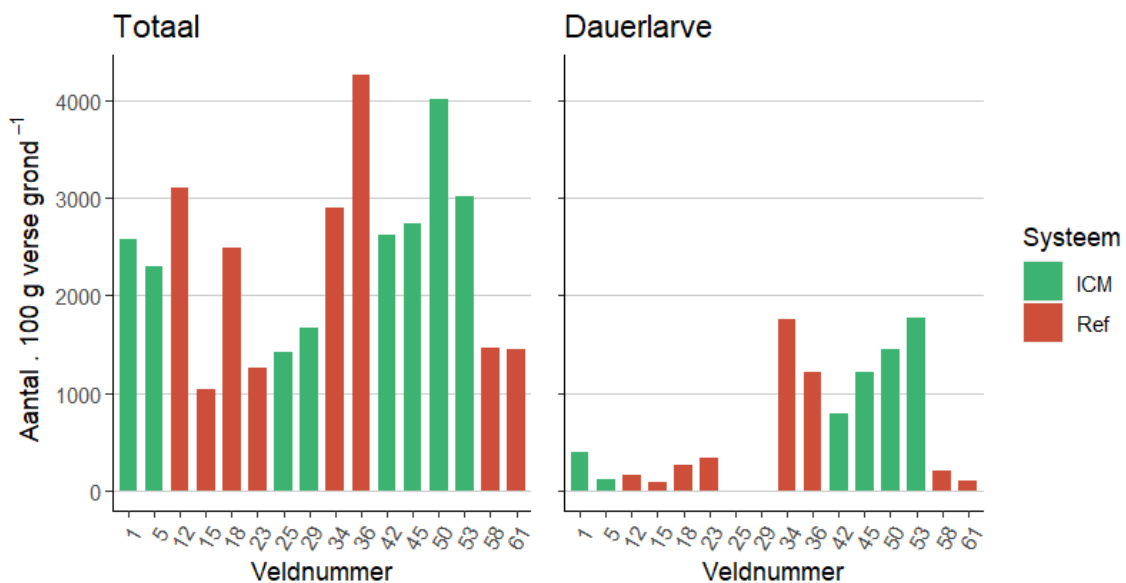


Figuur 12 *Meloidogyne chitwoodi*-besmetting (n/100 ml grond) per veldje, maart 2020

5.1.5 Milieuaaltjes

De milieuaaltjes zijn bepaald door middel van een visuele identificatie van ca. 150 aaltjes per monster (exclusief dauerlarven, een ruststadium dat niet op naam te brengen is). Daarnaast is het totale aantal aaltjes per 100 g verse grond bepaald. Met deze gegevens is per geïdentificeerd taxon het aantal aaltjes per 100 g verse grond berekend. De gegevens van de aaltjesgemeenschappen zijn geanalyseerd met het programma Ninja (Sieriebriennikov et al. 2014; <https://shiny.wur.nl/ninja/>), waarbij de dauerlarven zijn weggelaten uit de analyse. Met Ninja worden de aaltjes ingedeeld naar gelang hun voedingsbron (voedselgroepen): planteneters, schimmeleeters, bacterie-eters, predatoren en omnivoren. Daarnaast worden ze ingedeeld op basis van hun levensstrategie met zogenoemde colonizer-persister-waarden (CP-waarden). Er zijn aaltjes die opportunistisch zijn en snel in aantal kunnen toenemen wanneer er voedsel beschikbaar komt (CP-groep 1), aaltjes met een langere levenscyclus die vaak gevoeliger zijn voor verstoringen (CP-groep 5), en groepen daartussen. Met deze classificeringen worden indexen berekend zoals de Maturity Index, een gewogen gemiddelde van de CP-waarden. Er is geen statistische analyse uitgevoerd.

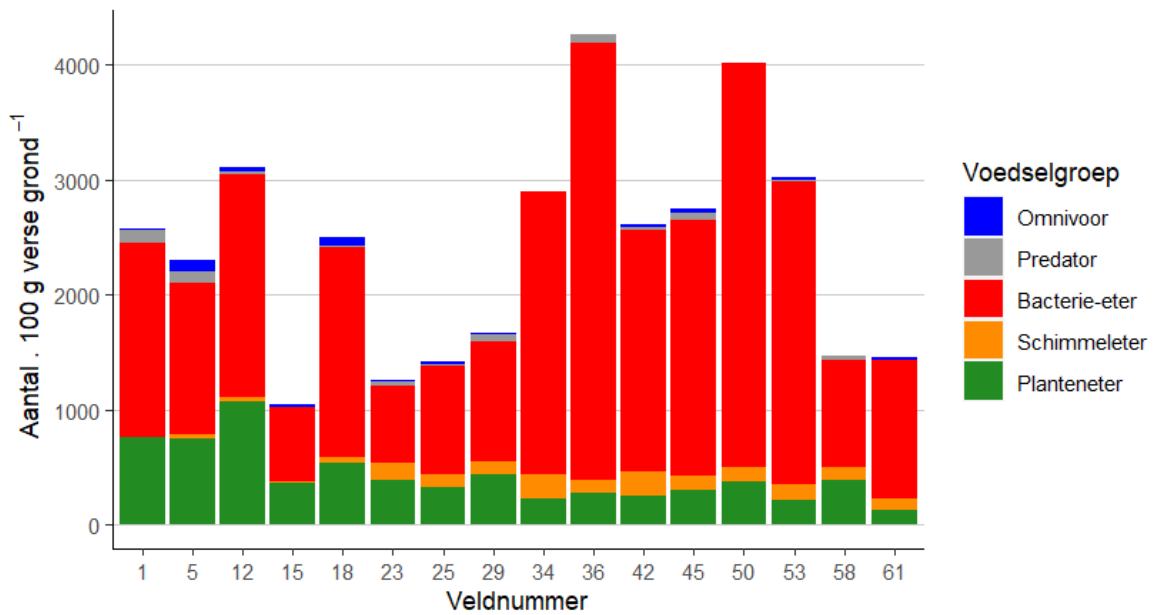
Tussen de veldjes was er verschil in het totale aantal actieve aaltjes en het aantal dauerlarven (**Figuur 13**). In de veldjes 34-53 (baan 5-7) was het totale aantal actieve aaltjes en dauerlarven hoger dan in de omringende banen. In baan 1 (veldjes 1-5) en de zuidkant van baan 2 en 3 (veldjes 15 en 23) was het totale aantal aaltjes ook wat hoger. Het totale aantal aaltjes inclusief dauerlarven varieerde van 1114 tot 5473 aaltjes per 100 g verse grond, met een gemiddelde van 2659 per 100 g verse grond.



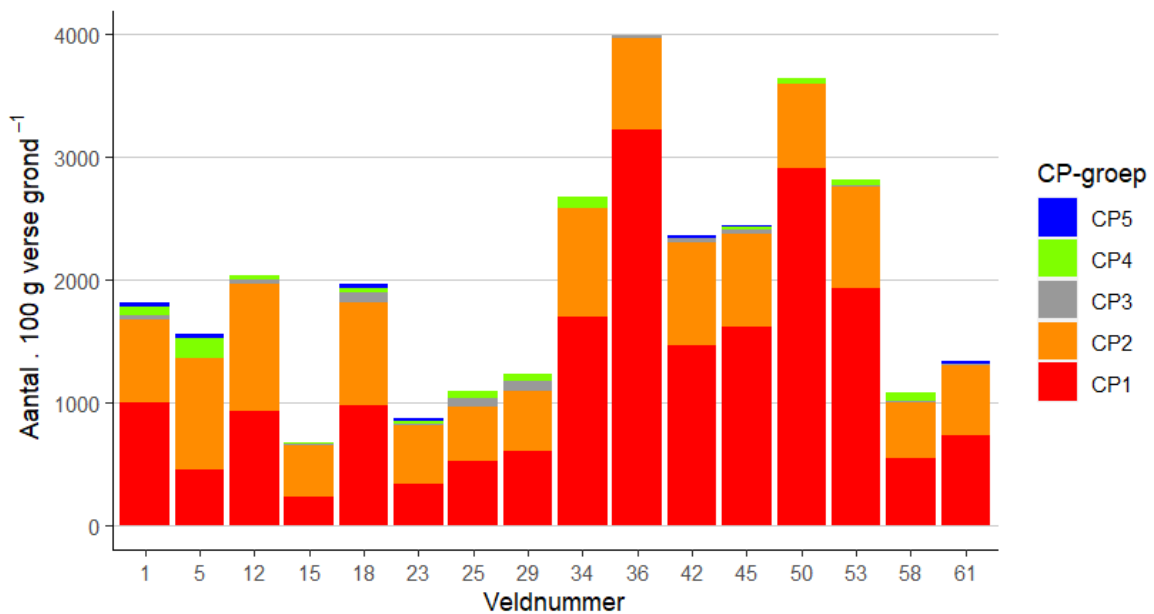
Figuur 13 Totaal aantal actieve aaltjes en aantal dauerlarven (ruststadium) in de veldjes in het ICM en het referentiesysteem waar in 2020 aardappel werd geteeld, maart 2020.

Het merendeel van de aaltjes in de grond bestond uit bacterie-eters (**Figuur 14**). In baan 5-7, de stroken met hoge aantallen aaltjes, waren dit voornamelijk aaltjes uit de familie Rhabditidae (CP-groep 1), in baan 1 langs het Peelkanaal Diplogastridae (CP-groep 1; **Figuur 15**). Veel geslachten uit de familie Diplogastridae zijn geassocieerd met evertrebraten, zoals bijvoorbeeld slakken, maar kennen een vrijlevend stadium in de grond. Aaltjes uit de CP-groep 1 kunnen zeer snel in aantal toenemen wanneer er voedsel beschikbaar komt, maar ook weer snel in aantal afnemen. Daarnaast kwamen vrij

veel bacterie-etende aaltjes uit de familie Cephalobidae (CP-groep 2) voor. Schimmeleters, predatoren en omnivoren kwamen in veel lagere aantallen voor, evenals aaltjes uit groepen met CP-waarde 3-5.

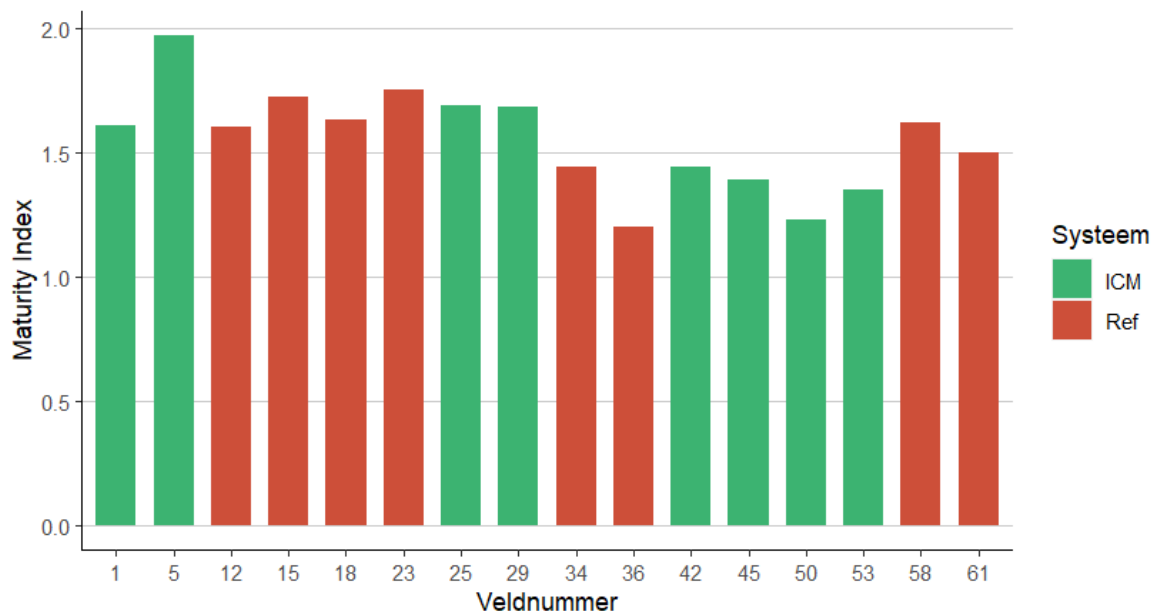


Figuur 14 Aantal aaltjes in verschillende voedselgroepen in veldjes waar in 2020 aardappel werd geteeld; maart 2020.



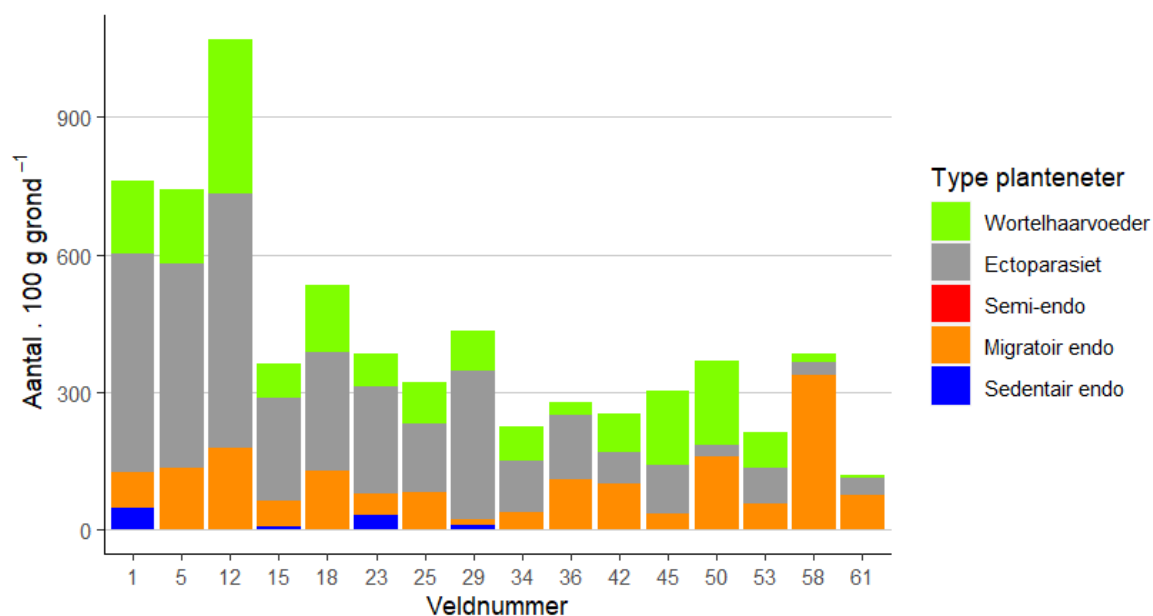
Figuur 15 Aantal niet-plantenetende aaltjes in verschillende colonizer-persister-groepen (CP-groepen) in veldjes waar in 2020 aardappel werd geteeld; maart 2020.

De Maturity Index varieerde van 1,20 tot 1,97, met de laagste waarden voor de veldjes in strook 5-7 (**Figuur 16**). De lage waarden worden veroorzaakt door het grote aandeel aaltjes met een CP-waarde van 1. Waarden van de Maturity Index rond de 2 zijn vrij gebruikelijk voor akkerbouwgronden.



Figuur 16 Maturity Index van aaltjesgemeenschappen in de veldjes in het ICM en het referentiesysteem waar in 2020 aardappel werd geteeld; maart 2020.

Het aantal plantenetende aaltjes was hoger in de veldjes 1, 5 (baan 1) en 13 (baan 2) dan in de andere veldjes (**Figuur 14**, **Figuur 17**). In baan 1-4 was het aantal ectoparasieten hoger dan in baan 5-8. Het verschil werd vooral veroorzaakt door het aantal Dolichodoridae, deels gedetermineerd als *Bitylenchus dubius* (in Aaltjesschema aangeduid als *Tylenchorhynchus dubius*). Dit verschil heeft te maken met het verschil in voorvrucht op de twee perceeldelen. Het is bekend dat *B. dubius* sterk vermeerdert op mais, maar onbekend wat de vermeerdering is op stamslaboon. Wortelhaarvoeders uit de familie Tylenchidae waren in alle veldjes in meer of mindere mate aanwezig. De extractie van milieuaaltjes geeft een onderschatting van het werkelijke aantal migratoire en sedentaire endoparasieten, hier vertegenwoordigd door *Pratylenchus* en *Meloidogyne*. Voor een bespreking van deze groepen wordt verwezen naar de paragraaf over plantenparasitaire nematoden.



Figuur 17 Aantal aaltjes behorende tot verschillende typen planteneters in veldjes waar in 2020 aardappel werd geteeld; maart 2020.

5.1.6 Bodemvruchtbaarheid

Er zijn geen noemenswaardige verschillen in chemische bodemkwaliteit geconstateerd bij aanvang van de proef (**Tabel 4**). Waardes van de parameters zijn kenmerkend voor het gebied, hoewel er ook bodems voorkomen met lagere organische stofgehaltes.

Tabel 4 Chemische bodemvruchtbaarheid per baan. Monsters genomen op 24 januari 2020. OS= organische stofgehalte, NLV= stikstof leverend vermogen

		OS %	pH	Pw	NLV	K-getal
Baan 1	ICM	4.5	5.5	48	55	14
Baan 2	Ref	4.5	5.5	48	60	15
Baan 3	Ref	4.6	5.5	42	60	14
Baan 4	ICM	4.7	5.4	39	55	10
Baan 5	Ref	4.6	5.4	43	60	14
Baan 6	ICM	4.8	5.4	40	50	16
Baan 7	ICM	4.6	5.6	39	45	16
Baan 8	Ref	4.4	5.1	42	45	15
Gem. Ref		4.5	5.4	43.8	56.3	14.5
Gem. ICM		4.7	5.5	41.5	51.3	14.0

Monitoring voorafgaand aan de teelt

5.1.7 Ritnaalden

Elk voorjaar wordt er op de veldjes waar dat jaar de aardappelteelt plaatsvindt, gemonitord op aanwezigheid van ritnaalden. Dit gebeurt door middel van het ingraven van aardappelknollen voorafgaand aan de teelt. Als ritnaalden worden aangetroffen, of schade aan de ingegraven knollen wordt geconstateerd, is een bestrijding gewenst, anders niet.

5.1.8 Plantenparasitaire nematoden

Jaarlijks in het vroege voorjaar (februari/maart) worden alle plots bemonsterd op plantenparasitaire nematoden. De hiermee verkregen informatie wordt gebruikt om de afweging te maken of er granulaat toegepast moet worden in REF. Voor ICM zijn geen middelen voorhanden om in te zetten om schade te beheersen.

5.1.9 Onkruidzaadbankbepalingen

Na het tweede en vierde jaar (voorafgaand aan de grondbewerking in het voorjaar van 2022 en 2024) werd de onkruidzaadbank opnieuw bepaald, volgens de methodiek zoals beschreven voor de nulmeting (paragraaf 5.1.3). Na afloop van de bepaling in 2024 zullen de veranderingen in grootte en soortensamenstelling van de onkruidzaadbank worden bepaald. Deze zullen later apart gerapporteerd worden.

Monitoring tijdens en na de teelt

Gedurende de teelt worden de gewassen op ziekten, plagen en onkruiden gemonitord (**Tabel 5**). Gelijktijdig vinden er algemene waarnemingen aan het gewas plaats, zoals de opkomst, stand, regelmatigheid, bloei, bedekking, legering en afsterving. Deze monitoring vormt, mede, de basis voor de beslissing al dan niet in te grijpen in het systeem om verdere aantasting van het gewas te voorkomen of problemen in een volggewas te voorkomen.

Tabel 5 Overzicht van waarnemingen per gewas gedurende het teeltseizoen.

	Aardappel	Zomergerst	Mais	Peen	Suikerbiet	Zaaiui
Plagen	per plant/blad	per plant/blad	per plant/blad	per plant/blad	per plant/blad	per plant/blad
	bladluis	bladluis	fritvlieg	zevenbladluis	groene luis	Tripsval
	coloradokever	graanhaantje	ritnaald	wortelvlieg val	zwarte bonenluis	trips
	ritnaald				gekruld blad	uivlieg
					rupsen	
					aardvlo	
Ziekten	per veld	per veld	per veld	per veld	per veld	per veld
	<i>Alternaria</i>	bladvlek	bladvlek	<i>Alternaria</i>	<i>Cercospora</i>	valse meeldauw
	<i>Phytophthora</i>	meeldauw	builenbrand	meeldauw	<i>Rhizoctonia</i>	<i>Stemphylium</i>
	<i>Sclerotinia</i>	netvlek	<i>Fusarium</i>	<i>Sclerotinia</i>	<i>Ramularia</i>	<i>Botrytis</i>
	<i>Verticillium</i>	<i>Ramularia</i>		groen loof	meeldauw	gestreken
	Afsterving	roest			groen blad	
		tarwehalmdoder			<i>Stemphylium</i>	
		aarfusarium			<i>Aphanomyces</i>	
					bladgezondheid	
					vergelingsziekte	
					roest	
Onkruiden¹	per telraam	per telraam	per telraam	per telraam	per telraam	per telraam
	soorten	soorten	soorten	soorten	soorten	soorten
Nematologie	per veld	per veld	per veld	per veld	per veld	per veld
	<i>T. similis</i>	<i>T. similis</i>	<i>T. similis</i>	<i>T. similis</i>	<i>T. similis</i>	<i>T. similis</i>
Algemeen	per veld	per veld	per veld	per veld	per veld	per veld
	plantaantallen	plantaantallen	plantaantallen	plantaantallen	plantaantallen	plantaantallen
	BBCH	BBCH	BBCH	BBCH	BBCH	BBCH
	gewashoogte	gewashoogte	gewashoogte	gewashoogte	gewashoogte	gewashoogte
	afsterving		% groen	groen loof	% groen	% groen
					bladgezondheid	% gestreken

¹Voor de onkruidwaarnemingen is in voorkomende gevallen vanwege praktische uitvoerbaarheid gekozen voor enkel onderscheid tussen grasachtige en breedbladige soorten in plaats van determinatie op soort. Bij waarnemingen voorafgaand aan de oogst is in voorkomende gevallen gekozen voor een schatting van de bodembedekking van onkruiden per soort.

Het overzicht van de verschillende waarnemingen is terug te vinden in **Tabel 5**. Van de categorie algemeen zijn de plantaantallen afzonderlijk bepaald (tellingen), de andere waarnemingen zijn zoveel mogelijk meegenomen tijdens het scouten van het gewas op ziekten en plagen. Waarnemingen na bewaring zijn alleen uitgevoerd in 2021 en 2022.

Tabel 6 Waarnemingen en metingen bij oogst en na bewaring.

	Aardappel	Zomergerst	Mais	Peen	Suikerbiet	Zaaiui
Oogst	per veld	per veld	per veld	per veld	per veld	per veld
	opbrengst	opbrengst	opbrengst	opbrengst	opbrengst	opbrengst
	sortering	vochtgehalte	droge stof %	sortering	suikergehalte	sortering
	onderwatergewicht	hectolitergewicht	voederwaarde	tarra ³	winbaarheid	tarra ²
	tarra ¹	duizendkorrelgewicht			tarra	
	<i>M. chitwoodi/ T. similis</i>	<i>M. chitwoodi/ T. similis</i>	<i>M. chitwoodi/ T. similis</i>	<i>M. chitwoodi/ T. similis</i>	<i>M. chitwoodi/ T. similis</i>	<i>M. chitwoodi/ T. similis</i>
Bewaring	per veld	per veld	per veld	per veld	per veld	per veld
	<i>Rhizoctonia</i>	<i>Geen bewaring</i>	<i>Geen bewaring</i>	Zwarte vlekken	onbekend	% gezond (#)
	zilverschurft			<i>Sclerotinia</i>		% gezond (gewicht)
	zwarte spikkel					

¹Hierbij wordt onderscheid gemaakt in groen, misvormd, rot, groeischeuren, vreterij en schurft.

²Hierbij wordt onderscheid gemaakt in rot, kaal, dikhals, groeischeuren, dubbel en scheurkont.

³Hierbij wordt onderscheid gemaakt in gescheurd, vertakt, vraat, *Trichoderma/P. penetrans* aantasting, zwarte vlekken en wortelvlieg aantasting.

Teelthandelingen

5.1.10 Grondbewerking

Bij start van de proef in 2020 is het hele proefveld in één keer geploegd. In de opvolgende jaren is de hoofdgrondbewerking per gewas uitgevoerd, op het moment dat het voor het individuele gewas nodig was. Deze grondbewerking is niet-kerend met een ecospitmachine uitgevoerd. Proefveldtechnisch was dit praktischer uitvoerbaar dan ploegen.

5.1.11 Bemestingsstrategie in REF en ICM

In het REF-systeem wordt er bemest zoals gangbaar is in de praktijk in de regio; aan de basis drijfmest, aangevuld met kunstmest. In het ICM-systeem wordt ervoor gekozen om zoveel mogelijk organische stof aan te voeren met de bemesting, door een deel van de drijfmest te vervangen door vaste mest. In 2020 en 2021 is er vaste mest ingezet voor de gewassen aardappel, suikerbiet en mais, in de jaren 2022 en 2023 in de gewassen aardappel en mais. In de eerste twee jaar is er daarmee in vijf van de acht jaren vaste mest toegepast, vanaf 2022 in drie van de acht jaren, omdat geconcludeerd werd dat de fosfaataanvoer aan de hoge kant was met zoveel vaste mest inzet. **Tabel 7** geeft een overzicht van de ingezette mestsoorten per gewas voor beide systemen. Gewassen worden bemest naar hun landbouwkundige behoefte, tenzij de wettelijke gebruiksnorm beperkend is op de aanvoer van nutriënten.

Tabel 7 Inzet mestsoorten in de verschillende systemen.

Gewas	REF	ICM
Aardappel	Drijfmest + kunstmest	Vaste mest + drijfmest + kunstmest
Zomer-/wintergerst	Kunstmest	Kunstmest
Suikerbiet	Drijfmest + kunstmest	Vaste mest + drijfmest + kunstmest
Peen	Drijfmest + kunstmest	Drijfmest + kunstmest
Snijmais	Drijfmest + kunstmest	Vaste mest + drijfmest + kunstmest
Zaaiui	Drijfmest + kunstmest	Drijfmest + kunstmest

5.1.12 Gewasbescherming

Mechanische onkruidbestrijding werd uitgevoerd door eggen, vingerwieden, aanaarden. Voor opkomst van het gewas branden van onkruid is toegepast in uien.

Volveldsbespuitingen werden uitgevoerd met een gedragen spuit, zonder luchtondersteuning, Er werd gespoten met een drift reductie techniek van 75% of 90% afhankelijk van het label voorschrift van het betreffende gewasbeschermingsmiddel.

Opbrengst- en kwaliteitsbepalingen

Van elk veldje wordt bij oogst een opbrengst- en kwaliteitsbepaling gedaan. Dit gebeurt op een vaste plot binnen het veldje. Dit is een plot van 1,5 bij 10 meter, ten noorden van het spuitspoor, zie **Figuur 5**. Er zijn per veldje twee opbrengstbepalingen gedaan, zowel in deze plot ten noorden van het spuitspoor, als op eenzelfde oppervlak ten zuiden van het spuitspoor. Dit is gedaan om een beeld te krijgen van de variatie van het proefveld. In de resultaten (hoofdstuk 7) worden de opbrengsten weergegeven.

In het geval van de zomergerst en de snijmais is de hele lengte van het veldje geoogst (24 m). Bij het gewas peen is binnen de opbrengstplot 3 strekkende meter geoogst. Bij de uien is binnen de opbrengstplot 6 strekkende meter geoogst voor de opbrengst- en kwaliteitsbepalingen.

Na de opbrengstbepaling is er van elk gewas een submonster genomen voor de kwaliteitsbepaling. In het geval van de snijmais ging dit monster naar Eurofins voor de voederwaarde bepaling. Alle andere kwaliteitsbepalingen zijn uitgevoerd door proefboerderij Vredepeel.

Data-analyse

Gewasopbrengsten zijn statistisch geanalyseerd met R en Rstudio.

De resultaten van de aaltjesbemonsteringen zijn verwerkt met het statistisch programma Genstat Windows 22nd Edition. De gegevens zijn, na $^{10}\log(x+1)$ -transformatie, met variantieanalyse (ANOVA) geanalyseerd. Met de student T-test (Genstat procedure ATTEST) zijn de objectgemiddelden met elkaar vergeleken. Wanneer de F-probability kleiner is dan 0,05 zijn de gevonden verschillen tussen de objecten betrouwbaar bevonden. Significante verschillen tussen objecten worden in de tabellen en figuren weergegeven door verschillende letters. Objecten met gemeenschappelijke letters zijn, met 95 % zekerheid, niet verschillend van elkaar.

6 Beheersingsstrategieën in REF en ICM

In het ICM systeem werd in principe geen gebruik gemaakt van gewasbeschermingsmiddelen waarvan één of meerdere actieve stoffen op de CFS-lijst staan. Bijlage 1 geeft een overzicht van deze stoffen die nu nog een toelating in Nederland hebben. Twee derde van de stoffen op de lijst is al niet meer toegelaten in NL en een groot deel daarvan niet meer in de EU.

<https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/start/screen/active-substances>.

Om de afhankelijkheid van gewasbeschermingsmiddelen in zijn algemeenheid en van CFS in het bijzonder te verminderen, is gewerkt aan een systeem om onkruid-, ziekte- en plaagdruk te verminderen door geïntegreerde aanpak in bouwplanverband. Onderstaande tabel geeft een overzicht op welke aspecten de teeltwijze in het ICM-systeem afweek van de referentie:

		Aardappel	Zaaiui	Suikerbiet	Graan	Peen	Mais
Groenbemesters	-	+		+	+		
Raskeuze	Nematoderesistentie						
	Snelle bodem bedekking						
	Ziekteresistentie	+	+	+			
	Insecttolerantie						
	Korte teeltperiode						
Zaaizaad hoeveelheid			+			+	
Zaad priming			+				
Bemesting	Type	+		+			+
Gewasbeschermings middel keuze		+	+	+	+	+	+
Wieden			+			+	+
Pleksgewijze bespuiting				+			
Mechanische onkruidbestrijding	Eggen, schoffelen vingerwieden	+	+	+	+	+	+
Branden			+			+	
Schade- en actiedrempels		+	+	+	+	+	+
Operationele BOS		+	+	+		+	
Strategische BOS		+	+	+		+	

Ondanks alle maatregelen die voorafgaand en gedurende de teelt waren uitgevoerd blijft het noodzakelijk om ziekten, plagen en onkruiden te bestrijden. Voor plagen zoals Coloradokever in aardappelen, bladluizen in suikerbieten & granen en trips in uien zijn schade drempels bekend en deze werden gebruikt om te bepalen of een bestrijding noodzakelijk was of niet. Voor wortelvlug in peen bestaat de strategie uit laat zaaien en monitoren op de tweede vlucht.

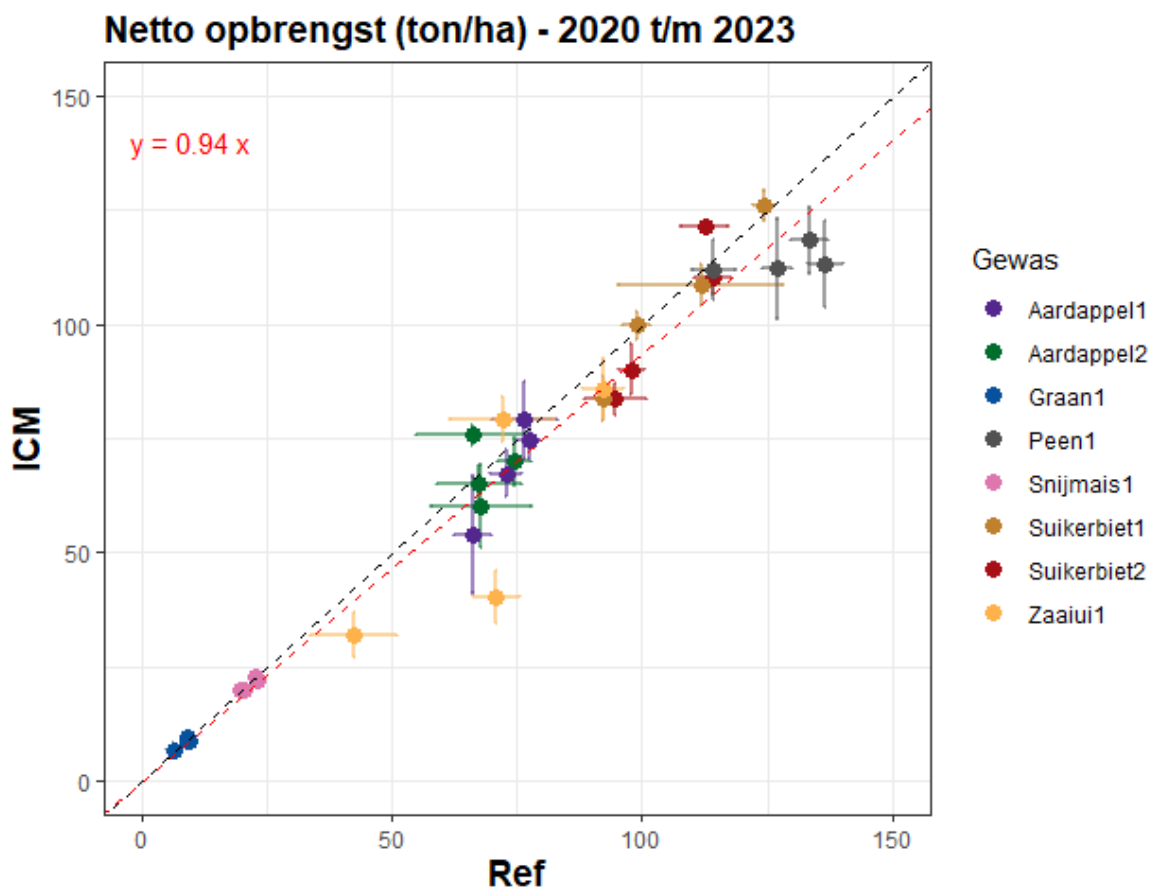
Voor de bestrijding van pathogenen is gebruikt gemaakt van BOS-en, monitoringsgegevens en zo mogelijk aanwezigheid van de ziekteverwekker. Daarnaast ook van de gevoeligheid of tolerantie van het gewas voor de betreffende ziekte. Voor een BOS geldt dat dit ondersteuning biedt voor de

beslissing om al of niet te spuiten. In aardappel is gebruik gemaakt van een BOS voor de beheersing van Phytophthora en Alternaria. In dit geval ging het vooral om een juiste timing van de bespuiting, waarbij raskeuze belangrijk was. Bij Phytophthora gaat het dan om robuuste rassen, waarbij de eerste bespuiting werd uitgesteld als er een resistentie gen in het ras zit. Bij Alternaria gaat het dan om veroudering van het gewas, ras afhankelijk, om te bepalen wanneer de aardappel echt gevoelig wordt voor de schimmel. In suikerbieten is een BOS gebruikt voor Cercospora en Ramularia. In dit geval is monitoring in het veld op aanwezigheid van de ziekteverwekker een belangrijke factor. In zaaiien is een BOS gebruikt voor valse meeldauw en bladvlekkenziekte. Gevoeligheid van het ras, gewasontwikkeling en weer zijn belangrijke aanvullende parameters voor de beheersing van valse meeldauw. Bij peen is een BOS gebruikt voor echte meeldauw en Alternaria. Monitoring op aanwezigheid van de ziekte was daarbij van belang. In Gerst is wel gekeken naar een BOS, maar zijn voor monitoringsdata gebruik voor de spuitbeslissing. In mais is niet tegen schimmels gespoten.

7 Resultaten

In dit hoofdstuk worden de agronomische resultaten van de veldproef te Vredepeel van de jaren 2020-2023 besproken, beginnend met alle gewasopbrengsten in één overzicht, gevolgd door de aaltjesresultaten op bouwplanniveau, waarna vervolgens wordt ingezoomd per gewas. De resultaten van de onkruidzaadbank komen in dit rapport verder niet aan bod, omdat op moment van schrijven (voorjaar 2024) de eindbepaling nog in uitvoering is.

Gewasopbrengsten 2020-2023



Figuur 18 Netto-opbrengsten van de gewassen in het Referentiesysteem (Ref) uitgezet tegen het ICM-systeem voor de jaren 2020-2023 in ton/ha (voor snijmais in ton droge stof/ha). De zwarte stippellijn geeft de 1:1 lijn weer, de rode stippellijn geeft de regressielijn weer. De horizontale en verticale balkjes rondom elk datapunt geven de standaarddeviatie weer.

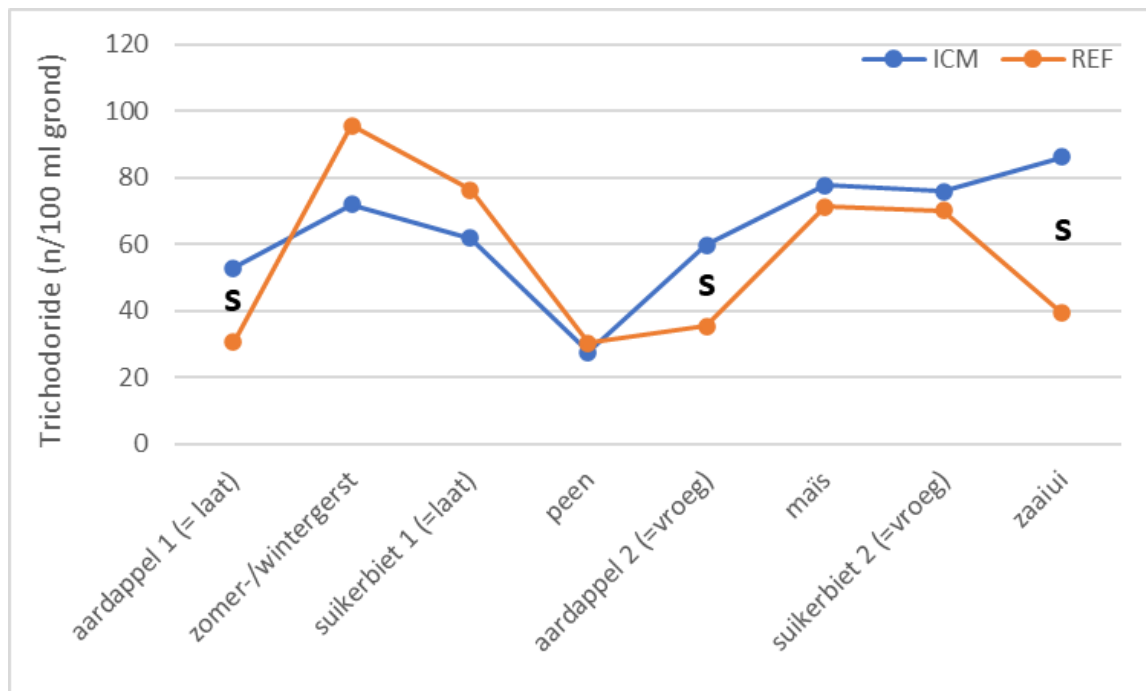
Alle absolute gewasopbrengsten voor de jaren 2020-2023 zijn geplot in **Figuur 18**. Gemiddeld genomen zijn de gewasopbrengsten van ICM 6% lager dan in de referentie. Statistiek is uitgevoerd per gewas en komt dus aan de orde in onderstaande paragrafen.

Populatieontwikkeling plantenparasitaire nematoden

7.1.1 *Trichodorus similis*

De *T. similis*-besmetting was bij aanvang van de proef gemiddeld vrij laag en bleef in beide systemen vrij laag (gemiddeld <100 Ts/100 ml grond; **Figuur 19**). De figuur geeft het effect van de rotatie op de besmetting weer, wat het gevolg is van voorvrucht en waardplantstatus van het betreffende gewas. Figuur geeft niet de absolute waardplantstatus (maximale einddichtheid) weer. De besmetting nam (licht) toe door de teelt van aardappel, gerst met bladrammenas en de teelt van mais. Door de teelt van suikerbiet leek de besmetting iets af te nemen en door de teelt van de slechte waard peen nam de besmetting duidelijk af. Aardappel en suikerbiet staan bekend als goede waard voor *T. similis*, maar hebben tot dusver in deze rotatie nog niet geleid tot een zeer sterke toename van de besmetting. De verschillen tussen de systemen waren relatief klein. Alleen na aardappel en zaaiuien was er een significant verschil en was de besmetting in het ICM-systeem significant hoger dan in het REF-systeem.

In het ICM-systeem werd na de vroege aardappel bladrammenas, een matige waard voor *T. similis*, geteeld. In het REF-systeem werd geen groenbemester na de vroege aardappel geteeld, wat mogelijk het kleine, maar significante, verschil tussen beide systemen kan verklaren.



Figuur 19 Effect van de vruchtwisseling op de populatieontwikkeling van *Trichodorus similis* (s= significant verschil tussen REF en ICM).

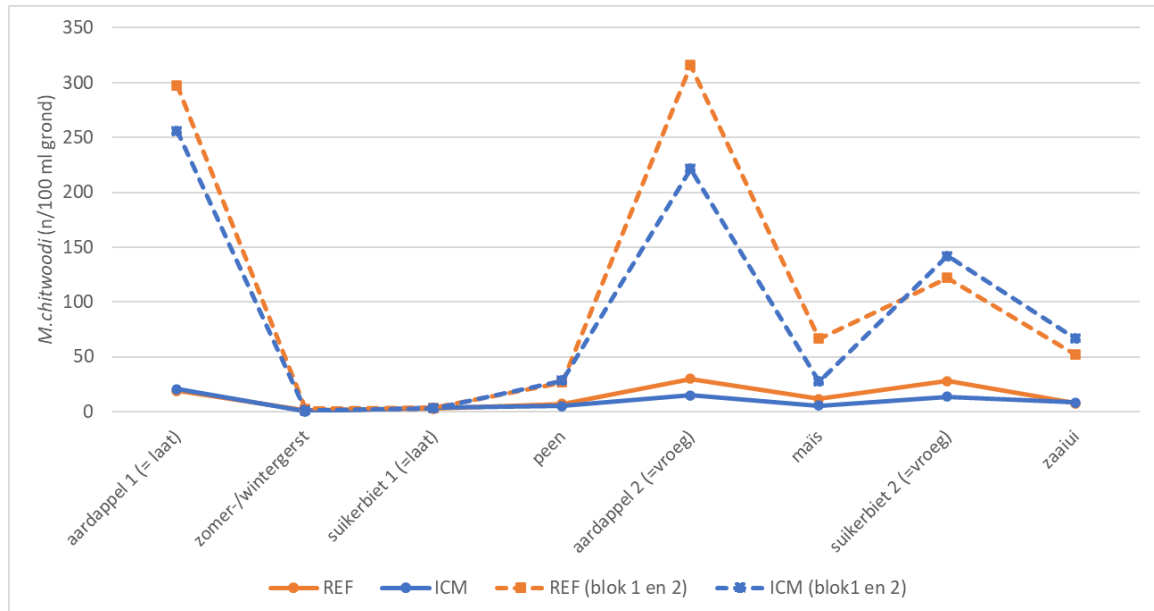
Na aardappel-laai werd in beide systemen geen groenbemester meer geteeld. Het verschil in *T. similis*-besmetting na aardappel-laai tussen beide systemen is mogelijk het gevolg van de uitgangssituatie voorafgaand aan de teelt. De voorvrucht zaaiui liet in ICM een hogere besmetting na dan in REF. Een duidelijke verklaring voor het verschil tussen de systemen na zaaiuien is niet te geven.

7.1.2 *Meloidogyne chitwoodi*

De *M. chitwoodi*-besmetting was bij de start van het experiment niet in alle herhalingen even zwaar. Bij de start van de proef was in de herhalingen 3 en 4 de *M. chitwoodi*-besmetting, in tegenstelling tot de herhalingen 1 en 2, zeer laag. Gemiddeld over alle veldjes was er maar een zeer gering effect van de rotatie op de *M. chitwoodi*-besmetting (**Figuur 20**). In de herhalingen 1 en 2 is wel een duidelijk effect van de gewassen op de *M. chitwoodi*-besmetting te zien. De populatie nam sterk toe door de teelt van de goede waard aardappel. Door de volgteelt gerst met een resistente groenbemester (bladrammenas) na aardappel-laai en de matige waard mais na aardappel-vroeg nam de *M. chitwoodi*-besmetting weer sterk af. Gerst en ook mais zijn vrij ongevoelig voor *M. chitwoodi*, zodat de toename van de besmetting door de teelt van aardappel niet heeft geleid tot opbrengstschade in gerst en mais (zie hoofdstuk gewasopbrengsten).

Ook door de teelt van suikerbiet-vroeg nam de *M. chitwoodi*-besmetting toe. Suikerbiet stond tot voor kort bekend als slechte waard voor *M. chitwoodi*, maar recent onderzoek heeft aangetoond dat *M. chitwoodi* zich vrij goed op suikerbiet kan vermeerderen. De teelt van suikerbiet-laai heeft niet geleid tot een toename van de besmetting, waarschijnlijk doordat de besmetting voorafgaand aan deze teelt zeer laag was (lager dan voorafgaand aan de teelt van suikerbiet-vroeg). Ook zaaiuien zijn vrij ongevoelig voor *M. chitwoodi*. In de teelt van de zaaiuien is dan ook geen schade door *M. chitwoodi* waargenomen (zie hoofdstuk gewasopbrengsten). Zaaiui stond bekend als vrij slechte waard voor *M. chitwoodi*, maar op basis van recent onderzoek is de waardplantstatus van zaaiuien aangepast naar matige (tot vrij goede) waard. Dit betekent dat het risico op schade in de aardappelteelt na de zaaiuien groter is dan op basis van de oude informatie werd verwacht.

Het teeltsysteem (REF-ICM) heeft geen effect gehad op de ontwikkeling van de *M. chitwoodi* populatie. De verschillen tussen de systemen zijn klein en niet significant.



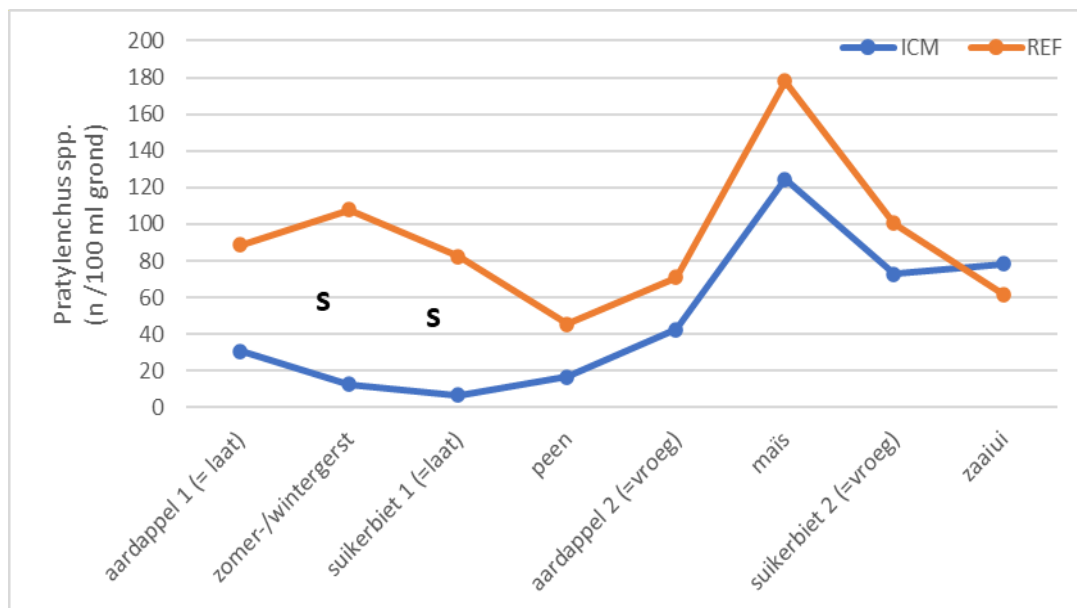
Figuur 20 Effect van de gewasrotatie op de populatie ontwikkeling van *Meloidogyne chitwoodi* (gemiddelden van alle blokken en van blok 1 en 2 apart).

7.1.3 *Pratylenchus* spp.

De besmetting met worteltesieaaltjes (*Pratylenchus* spp.) bestond voor het grootste deel uit de soort *P. crenatus*, het graanworteltesieaaltje. Deze soort is voor de meeste akkerbouwgewassen niet

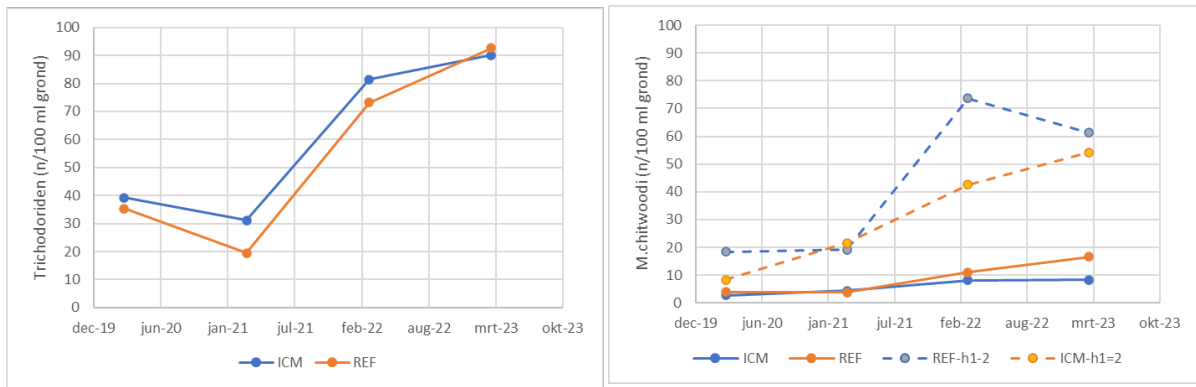
schadelijk. De verwachting was dan ook dat deze soort, mede omdat de besmettingsniveaus niet hoog waren, geen schade zou veroorzaken in de gewassen die in AoZ worden geteeld. De besmetting in het voorjaar van 2020, bij de start van de veldproef, was ruim 300 *Pratylenchus*-aaltjes per 100 ml grond. Slecht in één monster werd de soort *P. penetrans* gevonden, in alle andere monsters alleen *P. crenatus*. Gerst en mais staan bekend als goede waard voor *P. crenatus*. Aardappel, suikerbiet en peen zijn slechte waardgewassen, maar de waardplantstatus van zaaiuien voor *P. crenatus* is niet bekend.

De besmetting nam het sterkst toe door de teelt van mais (goede waard; **Figuur 21**). Ook bij peen en gerst was er een (lichte) toename van de besmetting, bij gerst alleen in het REF-systeem. In het ICM-systeem nam de besmetting juist af en verschilde betrouwbaar van het REF-systeem. Het verschil tussen de twee systemen was het gevolg van de keuze van de groenbemester die na het graan werd geteeld. In het REF-systeem werd bladrammenas geteeld, een groenbemester waarvan de waardplantstatus voor *P. crenatus* niet bekend is. In het ICM-systeem werd *Tagetes patula* (afrikaantjes) geteeld. Deze groenbemester bestrijdt een besmetting van wortelstokke-aaltjes actief. Dit wil zeggen dat de besmetting (veel) sterker afneemt dan door de natuurlijke sterfte in eenzelfde periode onder zwarte braak. Ook na de volgteelt suikerbiet-laag was de *Pratylenchus*-besmetting in het ICM-systeem nog betrouwbaar lager dan in het REF-systeem. Bij zowel de teelt van suikerbiet-laag als suikerbiet-vroeg nam de besmetting af, wat een bevestiging is voor de waardplantstatus. De eerste indruk is dat ui een vrij slechte waard is voor *P. crenatus*. De *Pratylenchus*-besmetting na zaaiuien was laag.



Figuur 21 Effect van de gewasrotatie op de populatie ontwikkeling van *Pratylenchus* spp.

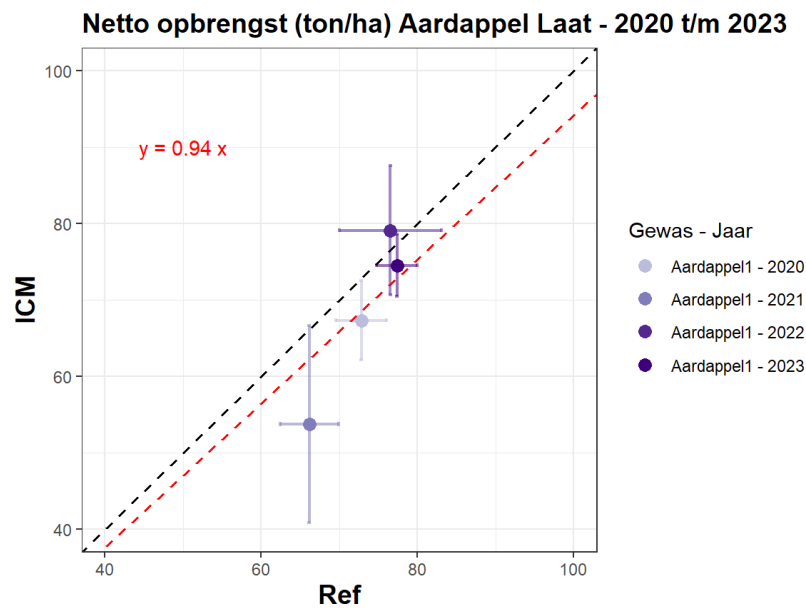
Gedurende het verloop van de proef nam de gemiddelde besmetting met *T. similis*- en *M. chitwoodi* (licht) toe (**Figuur 22**).



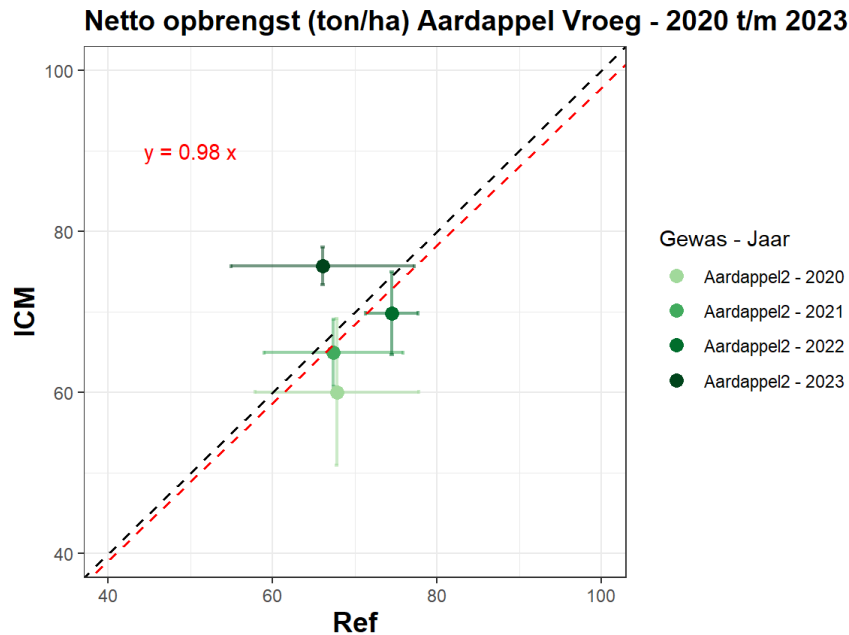
Figuur 22 Effect van teeltsysteem (REF/ICM) op de populatie ontwikkeling van *Trichodorus similis* en *Meloidogyne chitwoodi* (gemiddelden van alle herhalingen en van herhaling 1 en 2).

Aardappel

Onderstaande figuren (**Figuur 23** en **Figuur 24**) geven de opbrengsten van de vroege en late aardappelteelten voor de jaren 2020-2023 weer. Zowel voor aardappel1 als voor aardappel2 waren de verschillen tussen de referentie en ICM niet significant. Wat opvalt zijn de grote variaties in de opbrengst in aardappel1 (laat) in ICM in 2021, en in aardappel2 (vroeg) vooral in REF in de jaren 2020, 2021 en 2023. Daarnaast lijken de opbrengsten in ICM over het verstrijken van de jaren dichterbij, of zelfs boven, de Referentie te komen. Kanttekening bij deze verschillen is dat er niet altijd hetzelfde ras is geteeld, de raskeuze verschilde over de jaren en tussen de systemen, zie hoofdstuk 0.



Figuur 23 Netto-opbrengsten van aardappel1 in het Referentiesysteem (Ref) uitgezet tegen het ICM-systeem voor de jaren 2020-2023 in ton/ha. De zwarte stippellijn geeft de 1:1 lijn weer, de rode stippellijn geeft de regressielijn weer. De horizontale en verticale balkjes rondom elk datapunt geven de standaarddeviatie weer. De verschillen tussen Ref en ICM zijn niet significant.

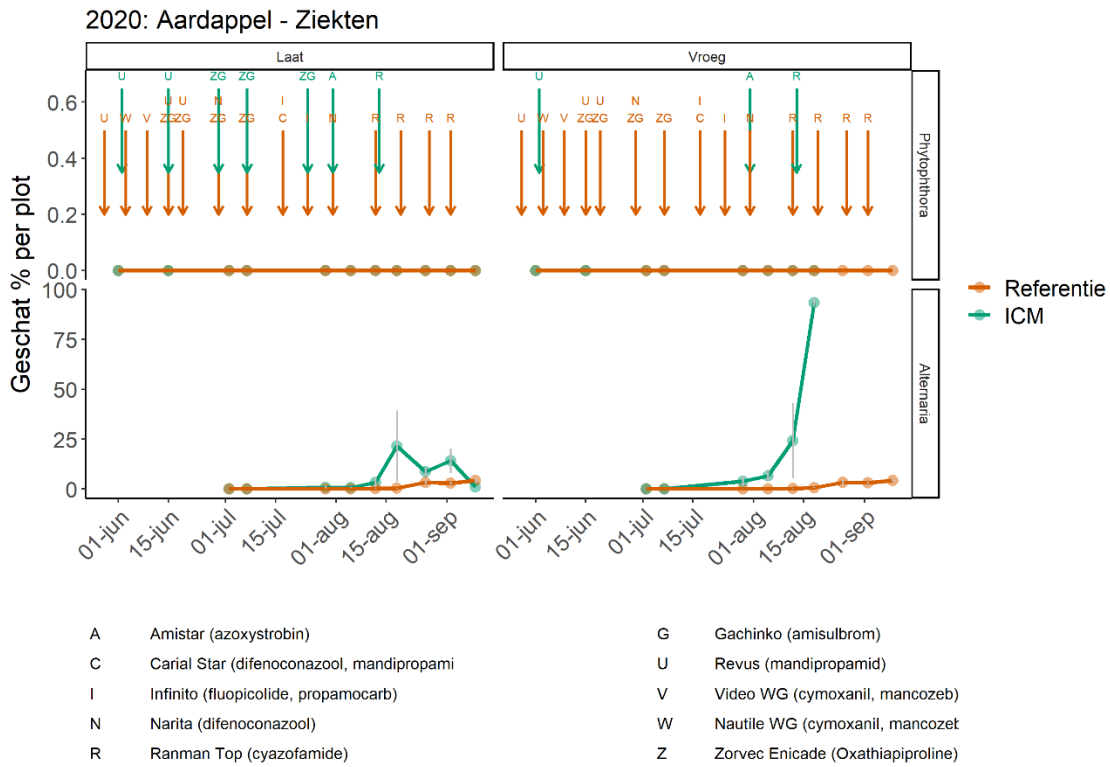


Figuur 24 Netto-opbrengsten van aardappel2 in het Referentie systeem (Ref) uitgezet tegen het ICM systeem voor de jaren 2020-2023 in ton/ha. De zwarte stippellijn geeft de 1:1 lijn weer, de rode stippellijn geeft de regressielijn weer. De horizontale en verticale balkjes rondom elk datapunt geven de standaarddeviatie weer. De verschillen tussen Ref en ICM zijn niet significant.

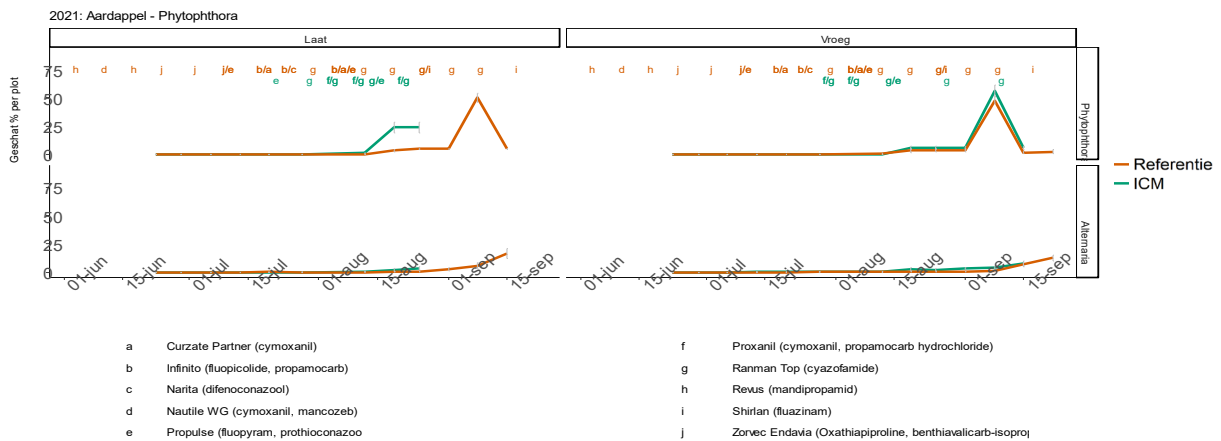
Hieronder worden de belangrijkste knelpunten en daarmee verklarende variabelen voor de verschillen verder toegelicht.

7.1.4 *Phytophthora* en *Alternaria*

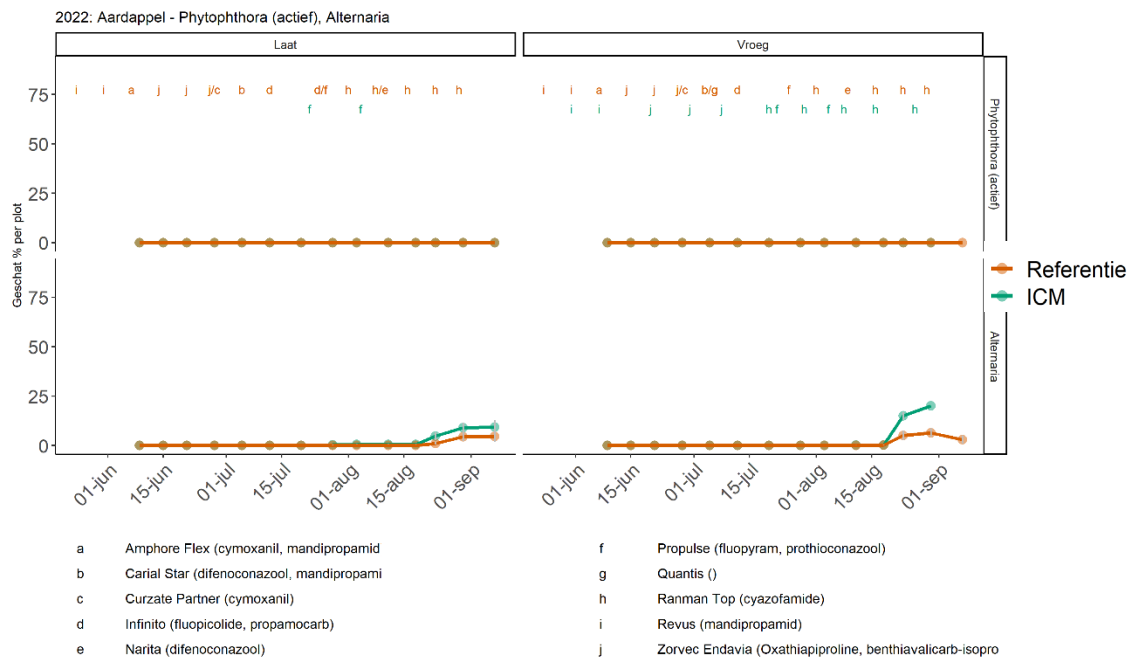
De ziektedruk van *Phytophthora* en *Alternaria* is een belangrijke verklaring voor de verschillen tussen REF en ICM in gewasopbrengst, zie onderstaande figuren. In 2020 was er een duidelijk hogere *Alternaria*-besmetting in ICM. Dit toonde zich vooral in de vroege aardappel (aardappel2), omdat een vroeg ras geteeld werd, welke over het algemeen eerder vatbaar worden voor aantasting door *Alternaria* dan de latere rassen. In 2022 werd ook in ICM eerder een hogere *Alternaria*-besmetting waargenomen, al waren de verschillen minder groot. In 2023 werd juist in REF eerder meer *Alternaria* waargenomen, vanwege te vroeg ingrijpen en te stoppen, ten opzichte van het BOS advies. Ook kan de middelenkeuze voor de *Phytophthora* beheersing een rol hebben gespeeld, door de mogelijke nevenwerking van deze middelen op *Alternaria*. *Phytophthora* was goed te beheersen zonder gebruik van Cfs in het ICM systeem.



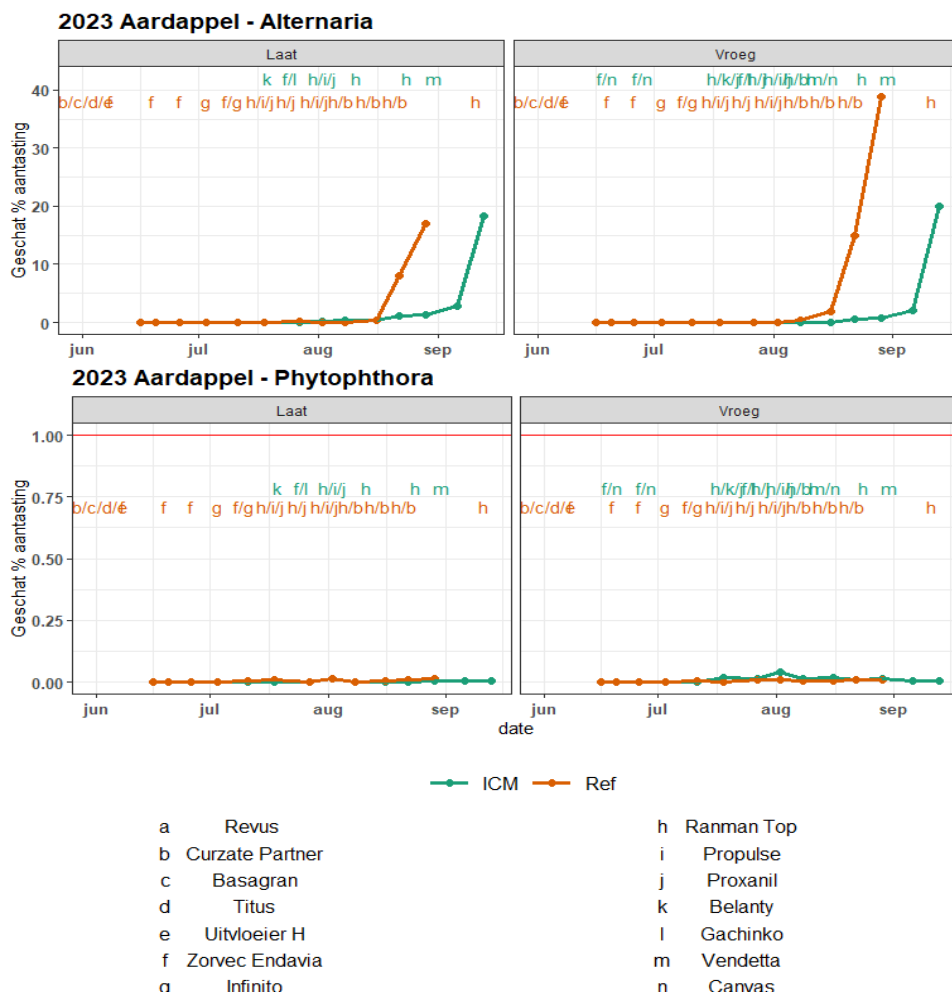
Figuur 25 Waargenomen Phytophthora (boven) en Alternaria (onder) in de twee aardappelteelten in 2020. Pijlen met letters geven moment en middel van bestrijding weer.



Figuur 26 Waargenomen Phytophthora (boven) en Alternaria (onder) in de twee aardappelteelten in 2021. Letters geven moment en middel van bestrijding weer.



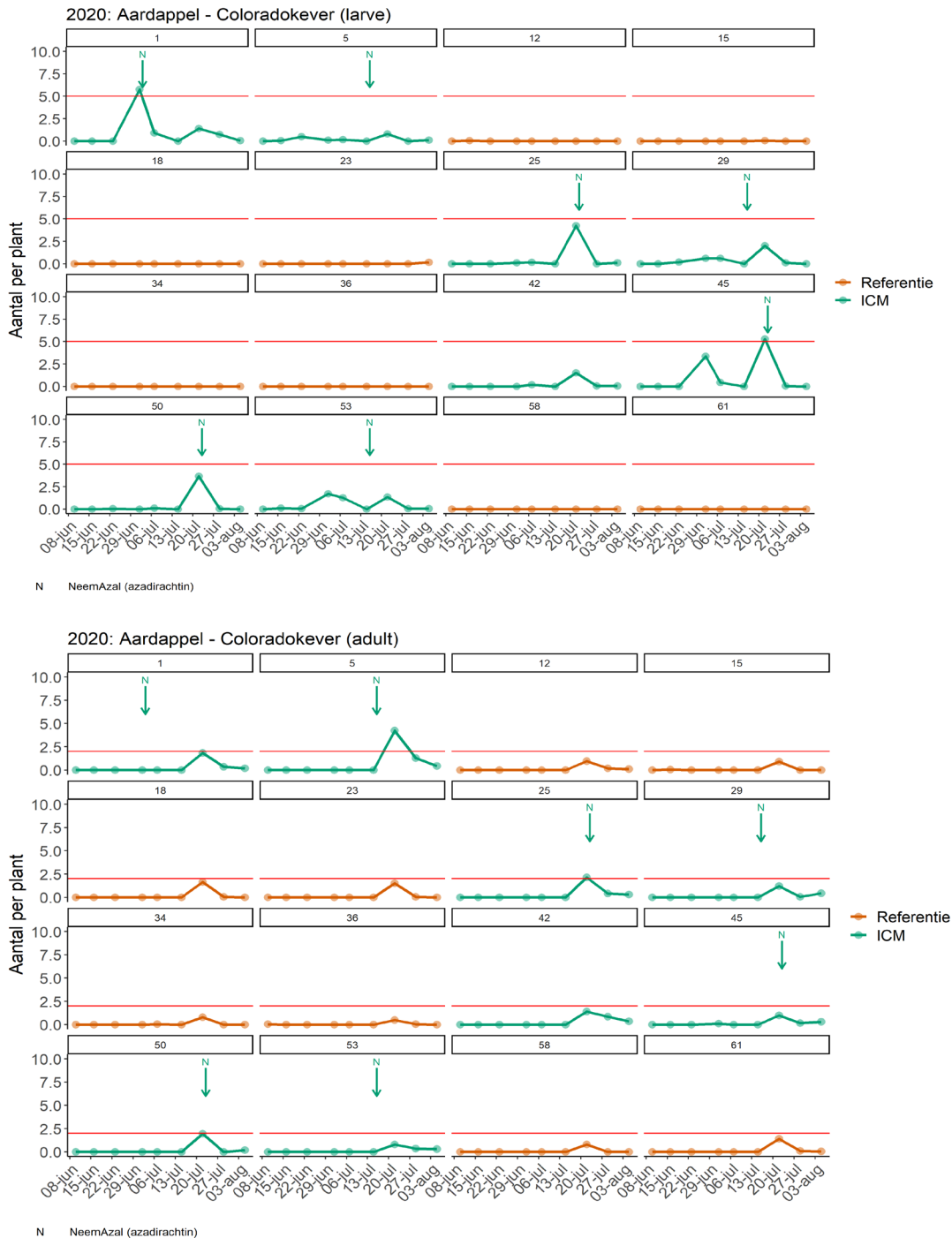
Figuur 27 Waargenomen *Phytophthora* (boven) en *Alternaria* (onder) in de twee aardappelteelten in 2022. Letters geven moment en middel van bestrijding weer.



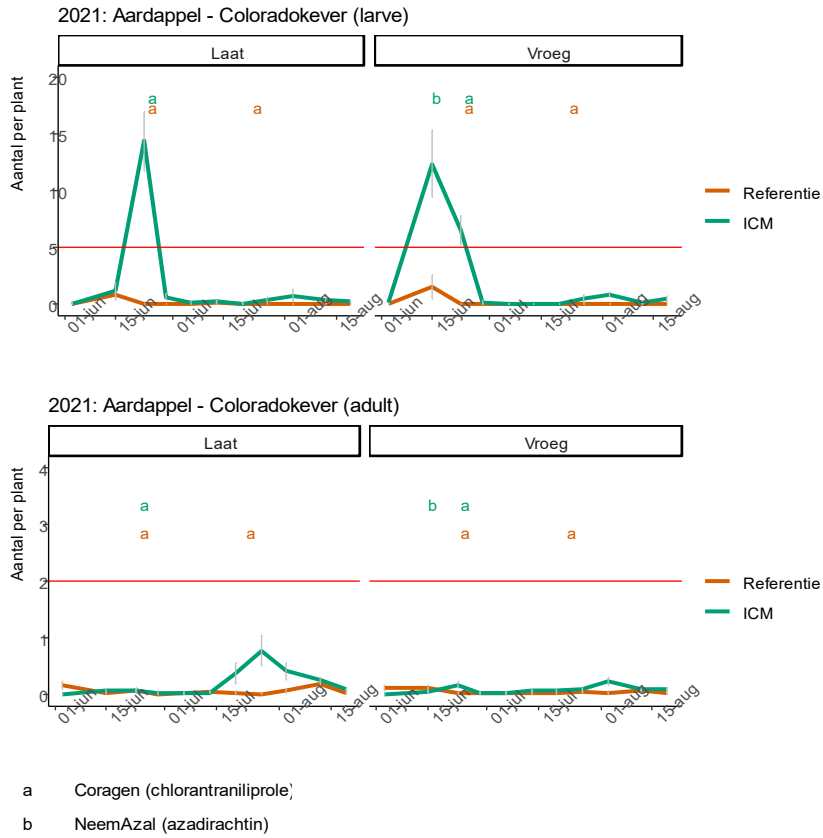
Figuur 28 Waargenomen *Phytophthora* (boven) en *Alternaria* (onder) in de twee aardappelteelten in 2023. Letters geven moment en middel van bestrijding weer.

7.1.5 Coloradokevers

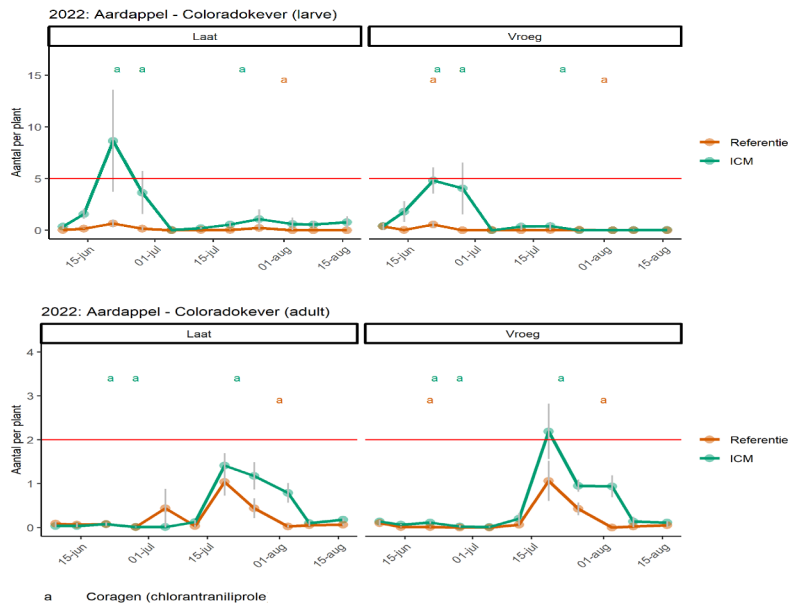
Coloradokevers waren binnen het ICM-systeem zonder inzet van CfS-middelen te beheersen. In ICM werd ingegrepen op coloradokevers als de actiedrempel voor larven en/of adulten werd overschreden voor een individueel veldje. In alle jaren bleek ingrijpen nodig, soms meermalen; doordat in het ICM-systeem per veldje werd besloten en ingegrepen, is er middel bespaard ten opzichte van het referentiesysteem.



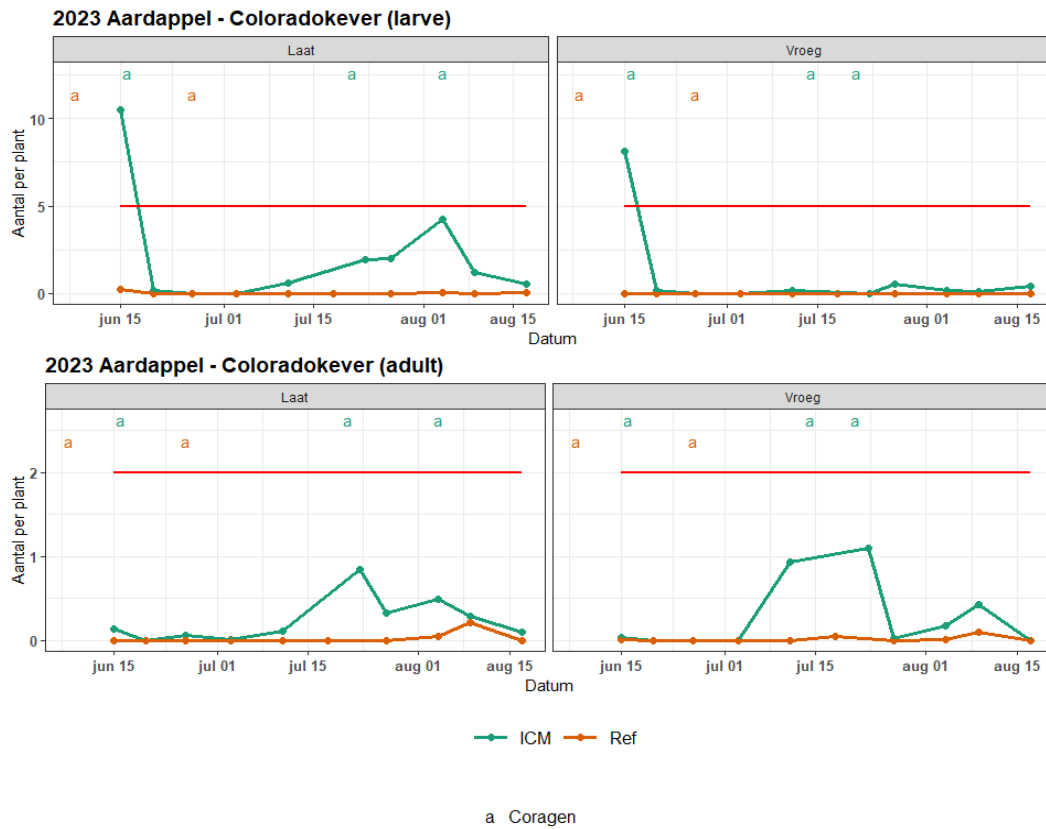
Figuur 29 Waargenomen coloradokever larven (boven) en adulten (onder) per veldje voor het jaar 2020. De rode lijn geeft de actiedrempel weer. De pijlen en letters geven moment en methode van bestrijding in ICM weer. In Ref zijn alle veldjes op 19 juni gespoten.



Figuur 30 Waargenomen coloradokever larven (boven) en adulten (onder) voor het jaar 2021. De rode lijn geeft de actiedrempel weer. De letters geven moment en methode van bestrijding weer.



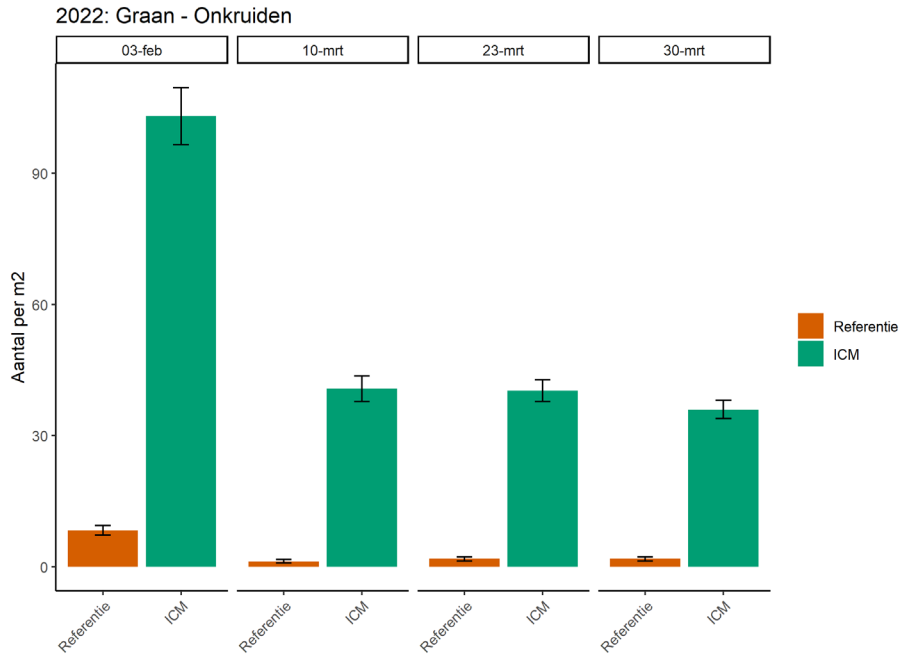
Figuur 31 Waargenomen coloradokever larven (boven) en adulten (onder) voor het jaar 2022. De rode lijn geeft de actiedrempel weer. De letters geven moment en methode van bestrijding weer; bij Referentie zijn alle veldjes (2 x) tegelijk gespoten, bij ICM o.b.v. overschrijding per veldje (1 of 2 x).



Figuur 32 Waargenomen coloradokever larven (boven) en adulten (onder) voor het jaar 2023. De rode lijn geeft de actiedrempel weer. De letters geven moment en methode van bestrijding weer; bij Referentie zijn alle veldjes (2 x) tegelijk gespoten, bij ICM o.b.v. overschrijding per veldje (1 of 2 x).

7.1.7 Onkruidbestrijding

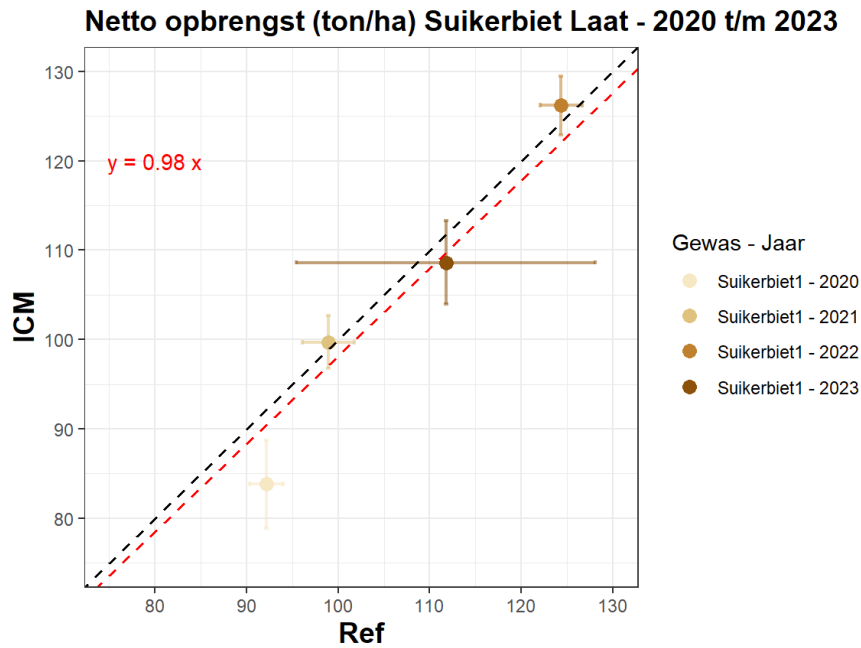
De onkruidbestrijding was in alle jaren voor zowel het REF- als ICM-systeem afdoende tijdens het groeiseizoen van de aardappelen. Echter, de kieming van nieuwe onkruiden tijdens en na het afsterven van het aardappelgewas leidde in het ICM-systeem in 2021 tot een uitgebreide vestiging van vogelmuur. De verklaring voor het verschil in onkruiddruk tijdens deze periode komt deels voort uit de verschillen in strategie voor loofdoeding, namelijk chemisch in het REF-systeem met Quickdown en fysisch door middel van loofklappen in het ICM-systeem. In het voorjaar van 2022 was in het volggewas graan een hogere onkruiddruk waarneembaar in het ICM systeem als gevolg van de hoge onkruiddruk en zaadvorming in het afstervende aardappelgewas in 2021 (**Figuur 33**).



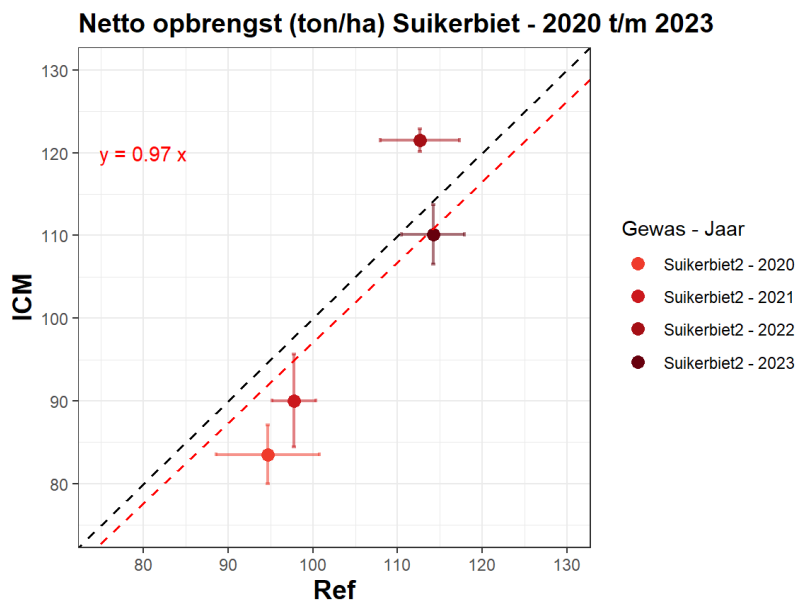
Figuur 33 Onkruiddruk in graan tijdens het voorjaar van 2022 voor zowel het Ref als ICM-systeem, gemiddeld over alle blokken.

Suikerbiet

De vroege suikerbieten werden rondom het midden van oktober geoogst en de late suikerbietenteelt werd gemiddeld genomen 5 weken later geoogst. **Figuur 34** en **Figuur 35** geven opbrengsten van beide suikerbiet teelten weer voor de jaren 2020-2023. Voor beide geldt dat de verschillen tussen REF en ICM klein en niet significant waren. Opvallend is de spreiding in opbrengst in de late suikerbieten in REF in 2023.



Figuur 34 Netto-opbrengsten van suikerbiet1 (laat) in het Referentie systeem (Ref) uitgezet tegen het ICM systeem voor de jaren 2020-2023 in ton/ha. De zwarte stippellijn geeft de 1:1 lijn weer, de rode stippellijn geeft de regressielijn weer. De horizontale en verticale balkjes rondom elk datapunt geven de standaarddeviatie weer. De verschillen tussen Ref en ICM zijn niet significant.

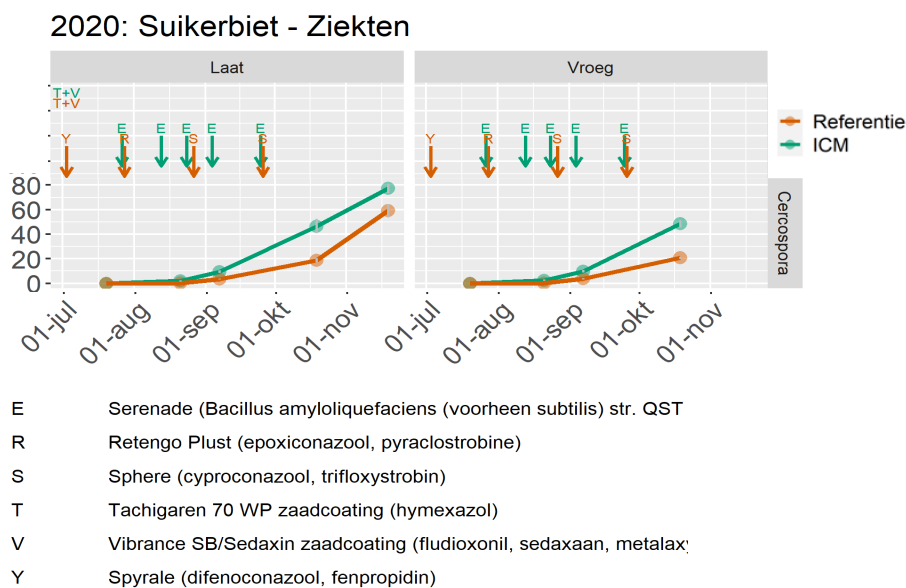


Figuur 35 Netto-opbrengsten van suikerbiet2 (vroeg) in het Referentie systeem (Ref) uitgezet tegen het ICM systeem voor de jaren 2020-2023 in ton/ha. De zwarte stippellijn geeft de 1:1 lijn weer, de rode stippellijn geeft de regressielijn weer. De horizontale en verticale balkjes rondom elk datapunt geven de standaarddeviatie weer. De verschillen tussen Ref en ICM zijn niet significant.

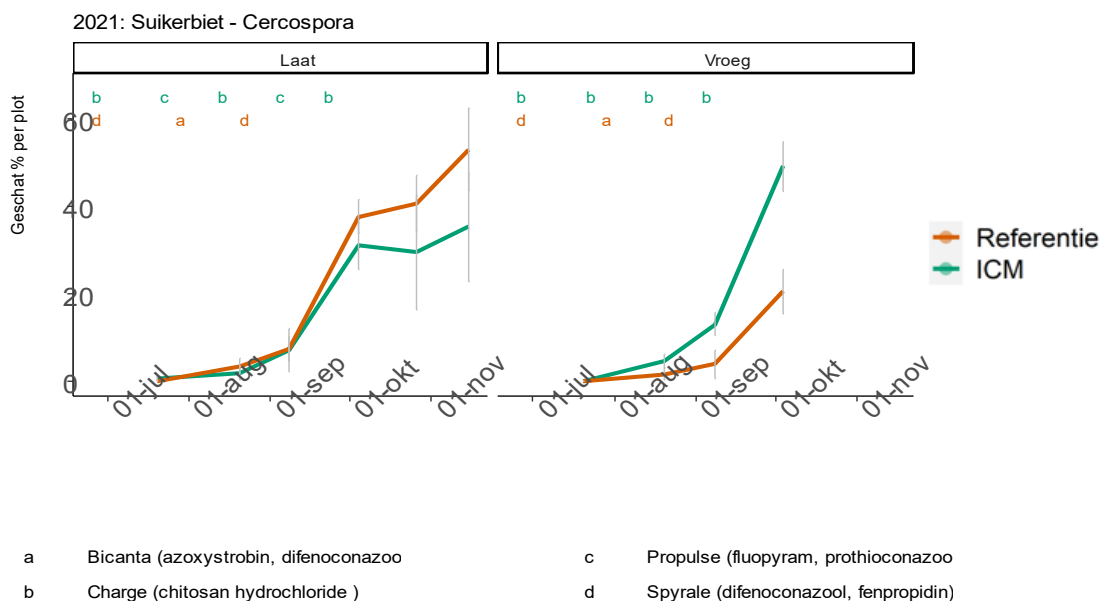
Hieronder worden de belangrijkste knelpunten en daarmee verklarende variabelen voor de verschillen verder toegelicht.

7.1.8 Cercospora

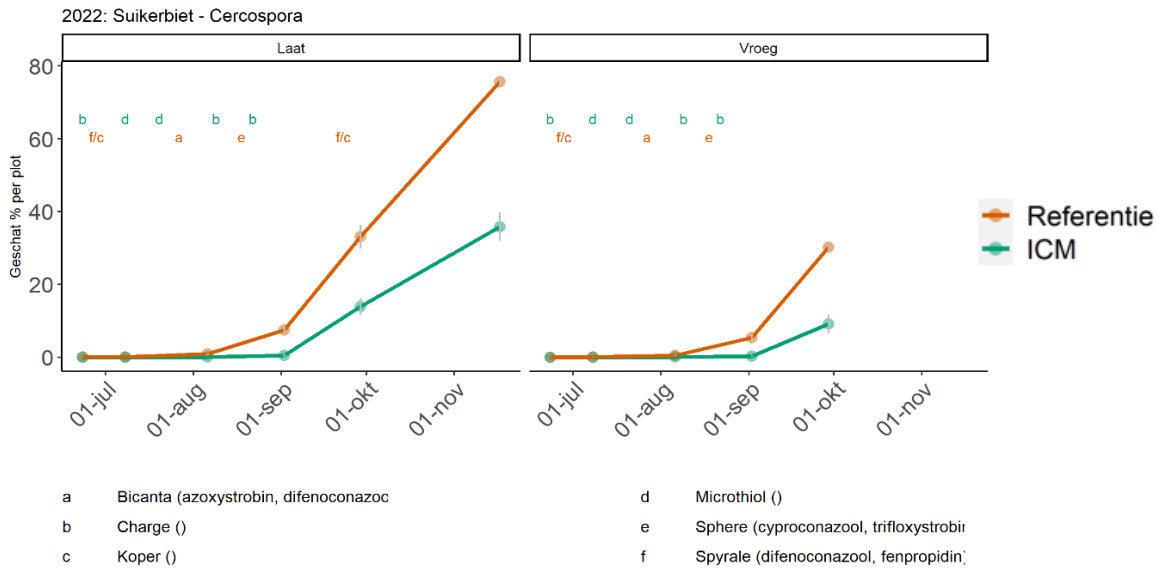
In 2020 was de *Cercospora*-aantasting in ICM eerder en hoger dan in REF (**Figuur 36**). In 2021 verschilde dit tussen de twee suikerbietenteelten (**Figuur 37**). De belangrijkste verklarende factor hiervoor zijn de randeffecten die optraden als gevolg van de proefopzet, zie ook **Figuur 40**. Het kwam voor dat een veldje aansluitend aan een suikerbietenveldje in het voorgaande jaar ook suikerbiet was. Voor 2021 zijn deze gevallen in **Figuur 40** roze gearceerd. In deze aangrenzende randen is *Cercospora*-aantasting eerder ontwikkeld dan in de veldjes die niet dit randeffect hadden. Zoals uit de figuur valt af te lezen, kwamen deze effecten in REF steeds voor in suikerbiet1 (laat) en in ICM voornamelijk in suikerbiet2 (vroeg). Dit correspondeert met de waarnemingen als in **Figuur 37**. Aanvullende analyse laat zien dat er significant meer *Cercospora* is waargenomen in de veldjes die grenzen aan een veldje waar in 2020 suikerbiet geteeld werd (**Figuur 41**). Daarnaast is er voor de data van 2021 een significante relatie gevonden tussen de *Cercospora*-aantasting en de netto-opbrengst van de suikerbiet.



Figuur 36 Waargenomen *Cercospora* in de suikerbietenteelten in 2020. Pijlen en letters geven moment en methode van bestrijding weer.



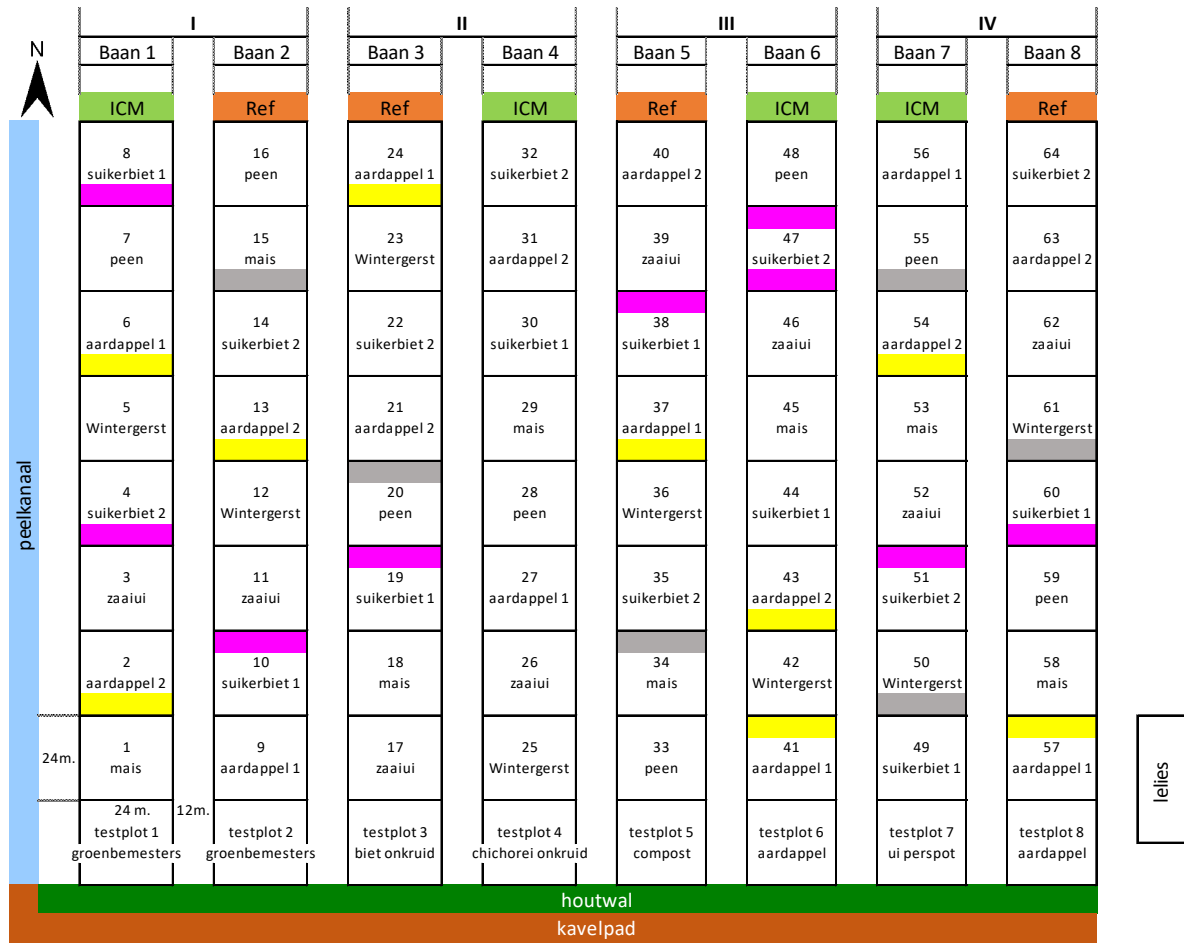
Figuur 37 Waargenomen *Cercospora* in de suikerbietenteelten in 2021. Pijlen en letters geven moment en methode van bestrijding weer.



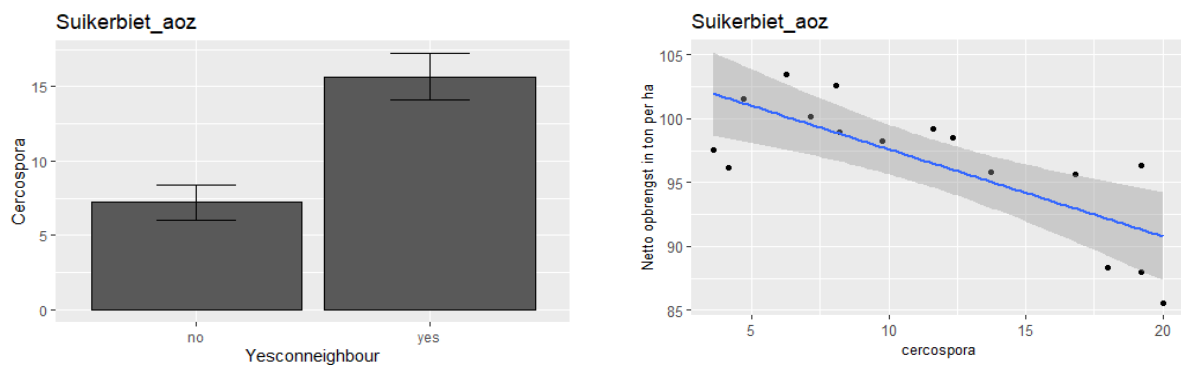
Figuur 38 Waargenomen *Cercospora* in de suikerbietenteelten in 2022. Pijlen en letters geven moment en methode van bestrijding weer.



Figuur 39 Waargenomen *Cercospora* in de suikerbietenteelten in 2023. Moment en methode van bestrijding missen.



Figuur 40 Randeffecten in de proef in 2021, gearceerd zijn randen van veldjes waarbij het aanliggende veldje in het voorgaande jaar (2020) hetzelfde gewas betroof als het gearceerde veldje in 2021. Roze: randen waarin het aangrenzende veldje in 2020 suikerbiet was, geel: randen waarin het aangrenzende veldje in 2020 aardappel was, grijs: overige randeffecten (mais, peen, wintergerst).



Figuur 41 Effect van wel of geen aangrenzend veldje met suikerbiet in 2020 op de Cercospora-aantasting in 2021 (links) en effect van Cercospora-aantasting op opbrengst in 2021 (rechts). Beide relaties zijn significant.

In 2022 hadden 3 van de 4 suikerbiet veldjes (zowel laat als vroeg) in REF last van het hierboven beschreven randeffect (**Figuur 42**). Voor ICM waren dit voor beide suikerbietteelten 2 van de 4 veldjes. Dit randeffect lijkt ook in 2022 de meest aannemelijke verklaring voor de waargenomen verschillen in Cercospora-aantasting tussen REF en ICM.

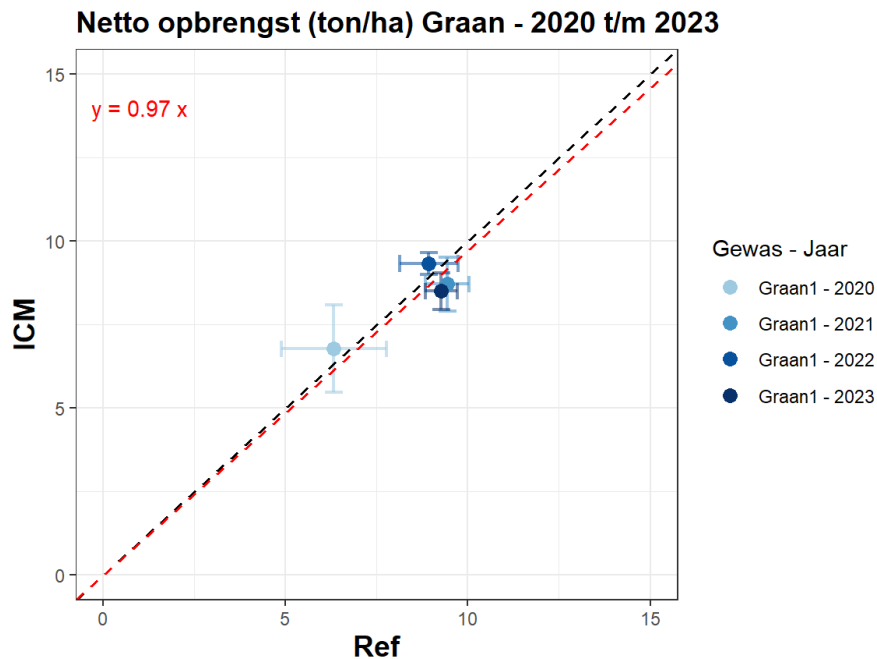


Figuur 42 Randeffecten in de proef in 2022, gearceerd zijn randen van veldjes waarbij het aanliggende veldje in het voorgaande jaar (2021) hetzelfde gewas betroof als het gearceerde veldje in 2022. Roze: randen waarin het aangrenzende veldje in 2020 suikerbiet was, geel: randen waarin het aangrenzende veldje in 2020 aardappel was, grijs: overige randeffecten (mais, peen, zaaiui wintergerst).

Gerst

Vanwege de start van de proef is er in 2020 zomergerst gezaaid, in de jaren 2021-2023 is er wel wintergerst geteeld. **Figuur 43** geeft de opbrengsten van de gerstteelt van REF en ICM weer. De verschillen tussen de systemen zijn klein en niet significant. In 2020 is er zomergerst geteeld in plaats van wintergerst, wat de verklaring is voor de lagere opbrengst voor beide teeltsystemen.

In de graanteelt zijn geen problematische ziekten of plagen waargenomen die voor noemenswaardige verschillen tussen REF en ICM hebben gezorgd, de onkruidbestrijding is echter wel een relevant aandachtspunt.



Figuur 43 Netto-opbrengsten van graan in het Referentiesysteem (Ref) uitgezet tegen het ICM-systeem voor de jaren 2020-2023 in ton/ha. In 2020 is zomergerst geteeld, de andere jaren wintergerst. De zwarte stippellijn geeft de 1:1 lijn weer, de rode stippellijn geeft de regressielijn weer. De horizontale en verticale balkjes rondom elk datapunt geven de standaarddeviatie weer. De verschillen tussen Ref en ICM zijn niet significant.

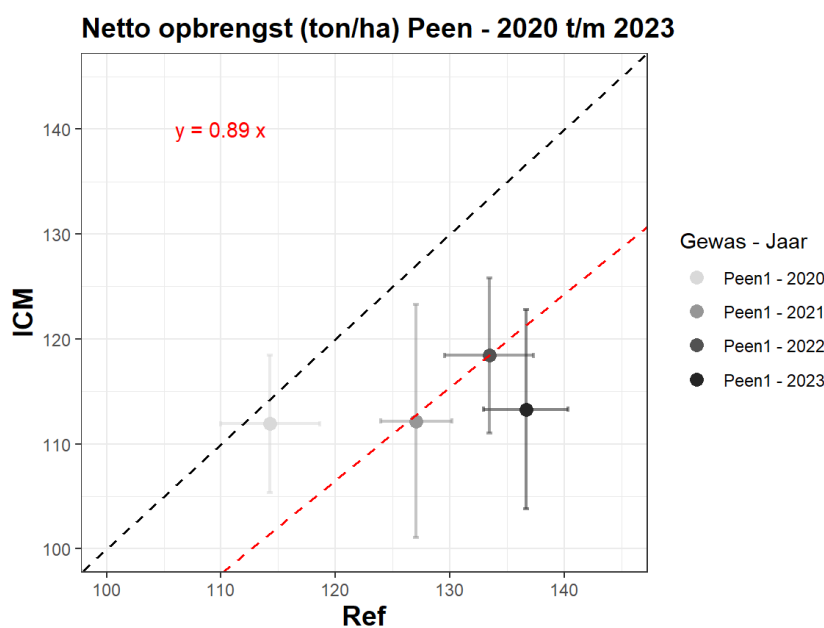
7.1.9 Onkruidbestrijding

De onkruidbestrijding in wintergerst voor het ICM-systeem was vanaf 2021 gebaseerd op een mechanische strategie. Als waarschijnlijk gevolg van deze mechanische strategie, waren in 2021 en 2023 de plantaantallen in ICM lager dan in REF. In 2022 waren de plantaantallen iets hoger in ICM, maar de verschillen waren klein. De marginale verschillen in plantaantallen waren in de opbrengstcijfers echter niet terug te zien. Ook de hogere onkruid aantallen in het ICM systeem, bijvoorbeeld in 2022 als gevolg van de onkruidvermeerdering in het aardappelgewas, heeft zich niet vertaald in een lagere opbrengst als gevolg van competitie door onkruiden ten opzichte van het REF-systeem.

In 2022 en 2023 is ook een halmentelling uitgevoerd om te kijken in hoeverre het gewas zelf compenseerde door meer uit te stoelen. In 2022 werd het kleine verschil in plantentelling nog kleiner bij de halmentelling, terwijl in 2023 dit verschil bleef bestaan.

Peen

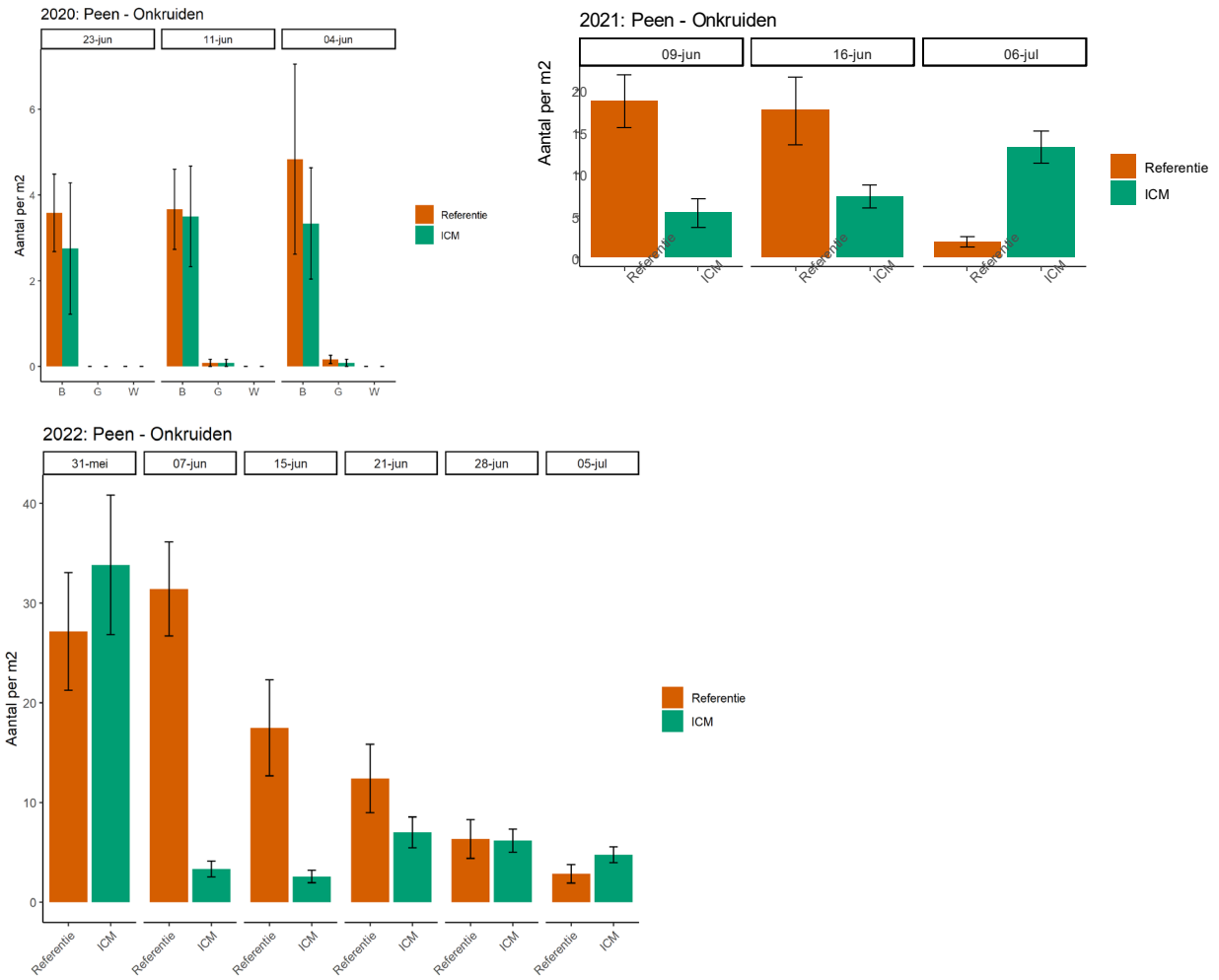
Onderstaande **Figuur 44** laat zien dat de peenopbrengst in het ICM-systeem gemiddeld genomen sterk achterbleef op REF. Dit verschil was significant ($p < 0.001$). In 2020 was het verschil tussen REF en ICM beperkt. In dat jaar is de onkruidbestrijding in ICM op dezelfde manier uitgevoerd als in REF, mét gebruik van CFS-middelen. In de andere jaren is een onkruidbestrijdingsstrategie uitgevoerd zonder CFS-middelen, wat de meest waarschijnlijke verklaring is voor de lagere opbrengst. Het branden en schoffelen van de peen in ICM zorgde voor plantuitval. Daarnaast zijn er verschillende rassen gebruikt in de verschillende systemen.



Figuur 44 Netto-opbrengsten van peen in het Referentie systeem (Ref) uitgezet tegen het ICM systeem voor de jaren 2020-2023 in ton/ha. De zwarte stippellijn geeft de 1:1 lijn weer, de rode stippellijn geeft de regressielijn weer. De horizontale en verticale balkjes rondom elk datapunt geven de standaarddeviatie weer. De verschillen tussen Ref en ICM zijn significant ($p < 0.001$).

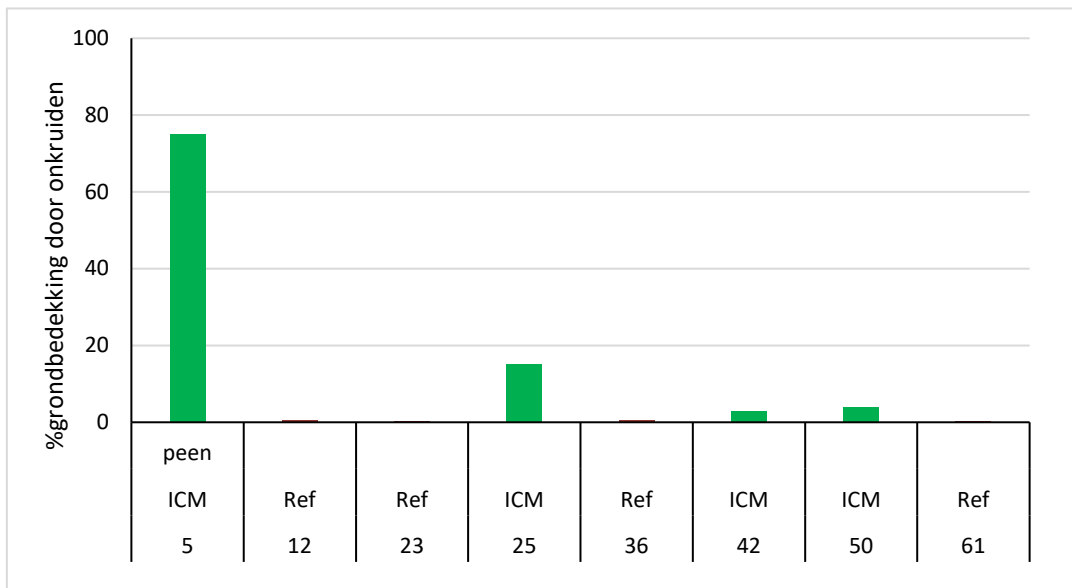
7.1.10 Onkruidbestrijding

In peen werden in 2020 als gevolg van de identieke onkruidbestrijding-strategieën geen verschillen in onkruid aantallen gevonden tijdens de tellingen gedurende het seizoen (**Figuur 45**). In 2021 en 2022 waren echter wel grote verschillen te zien. Aan het begin van de groeiperiode lagen de onkruid aantallen in het ICM-systeem doorgaans lager door de combinatie van branden en schoffelen. Echter, later in het seizoen waren de onkruid aantallen hoger voor het ICM-systeem.



Figuur 45 Gemiddelde aantal onkruiden (alle soorten) in peen voor het Ref en ICM-systeem in 2020, 2021 en 2022.

In 2023 is daarom ook gekeken naar onkruidbezetting vlak voor de oogst, als maat voor de ontsnappende onkruiden als gevolg van de strategie tijdens het seizoen. De toenemende onkruid aantallen tijdens het seizoen werden hier gereflecteerd in een percentage grondbedekking door onkruiden (46). Met name de grote bezetting met knopkruid in de ICM-veldjes 5 en 25 voorafgaand aan de oogst in 2023 viel op (47).



Figuur 46 Onkruidbedekking (% schatting) voorafgaand aan de oogst in 2023 voor de 4 veldjes van zowel het Ref en ICM-systeem.

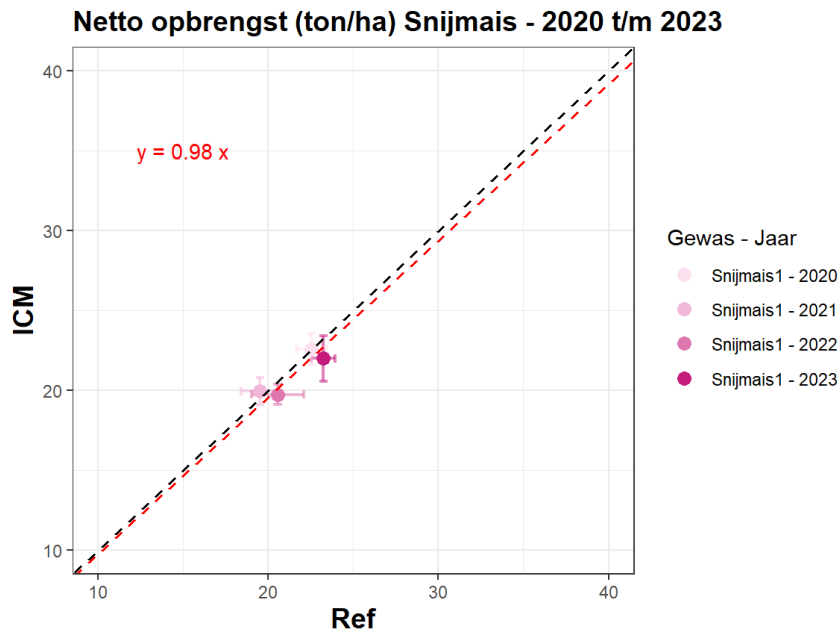


Figuur 47 Knopkruid in peen (veld 5) voorafgaand aan handwieden begin september 2023.

Mais

Er waren nauwelijks opbrengstverschillen tussen de snijmais in REF en ICM (**Figuur 46**). Opbrengsten waren in alle jaren voor beide systemen zeer goed. Mais is een gewas dat over het algemeen vrij weinig last heeft van ziekten en/of plagen, voornamelijk onkruiddruk kan een probleem zijn. Doordat mais een robuust gewas is, heeft het weinig tot geen hinder ervaren van de mechanische

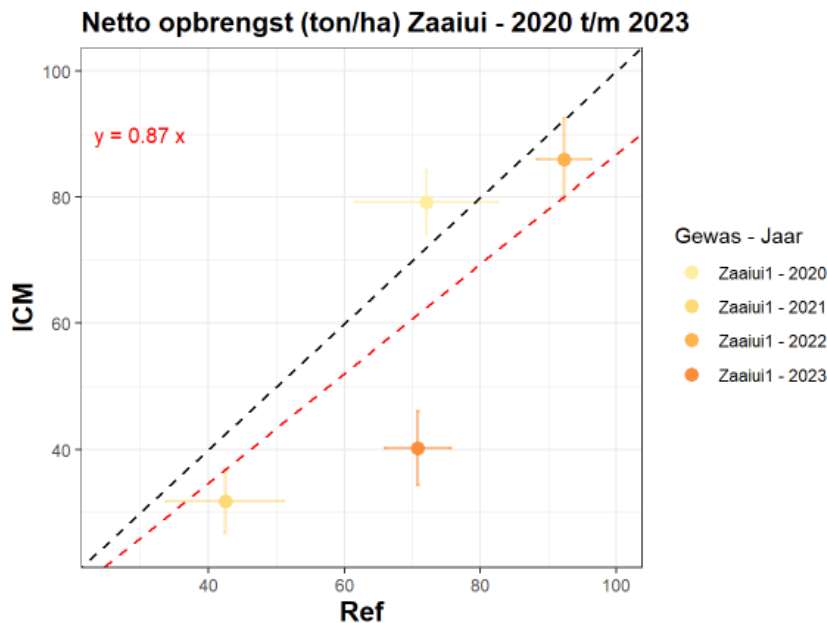
onkruidbestrijding. Eventueel resterende onkruiden zijn daarna geen bedreiging voor de teelt, maar dragen mogelijk wel bij aan opbouw van de onkruidzaadbank.



Figuur 46 Netto-opbrengsten van snijmais in het Referentiesysteem (Ref) uitgezet tegen het ICM-systeem voor de jaren 2020-2023 in ton droge stof/ha. De zwarte stippellijn geeft de 1:1 lijn weer, de rode stippellijn geeft de regressielijn weer. De horizontale en verticale balkjes rondom elk datapunt geven de standaarddeviatie weer. De verschillen tussen Ref en ICM zijn niet significant.

Zaaiui

De uienopbrengst bleef in ICM significant ($p < 0.0026$) achter op REF, zie **Figuur 47**. De variatie tussen de jaren was groot, zowel in absolute opbrengsten, als de verschillen tussen REF en ICM.

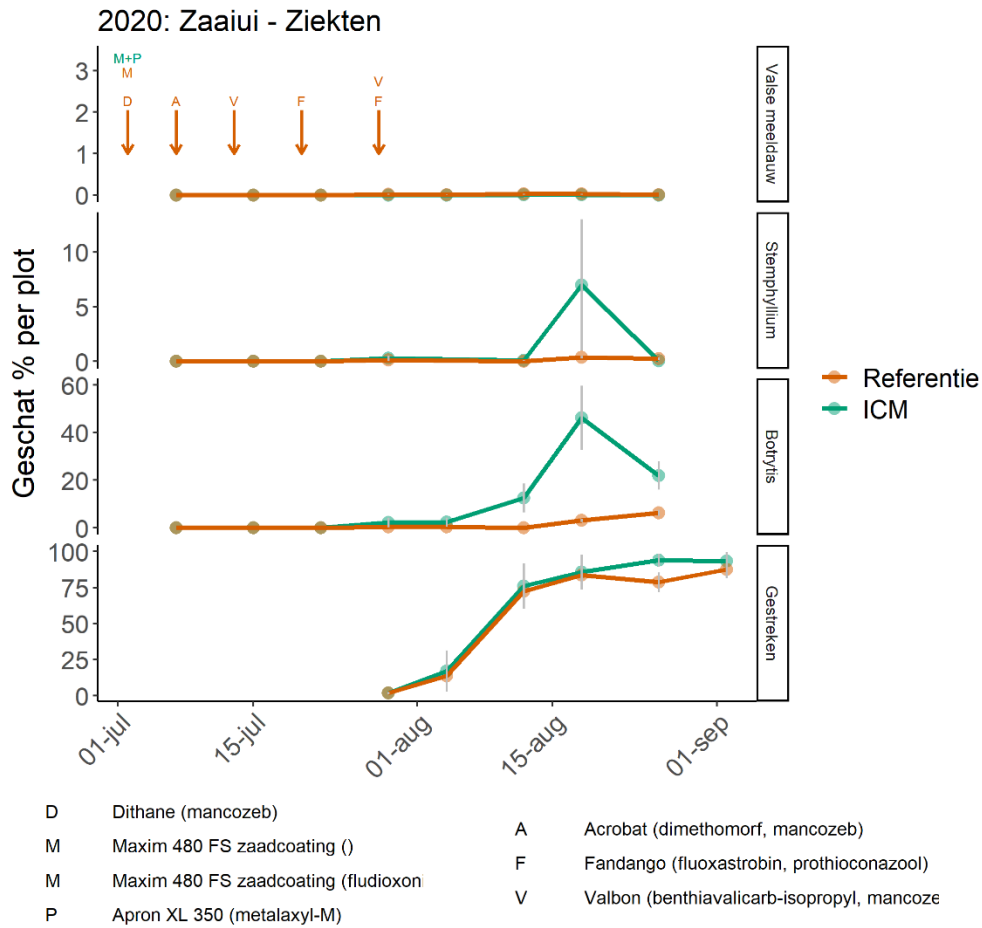


Figuur 47 Netto-opbrengsten van zaaiui in het Referentiesysteem (Ref) uitgezet tegen het ICM-systeem voor de jaren 2020-2023 in ton/ha. De zwarte stippellijn geeft de 1:1 lijn weer, de rode stippellijn geeft de regressielijn weer. De horizontale en verticale balkjes rondom elk datapunt geven de standaarddeviatie weer. De verschillen tussen Ref en ICM zijn significant ($p < 0.0026$).

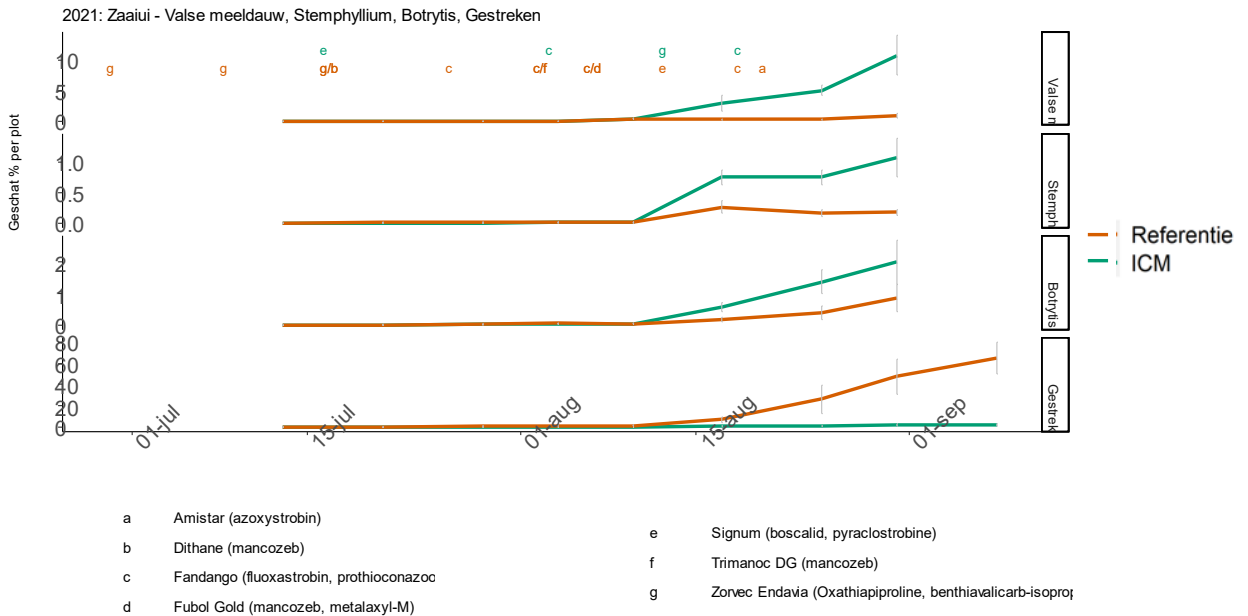
Hieronder worden de belangrijkste knelpunten, en daarmee verklaringen voor de verschillen toegelicht.

7.1.11 Ziekten

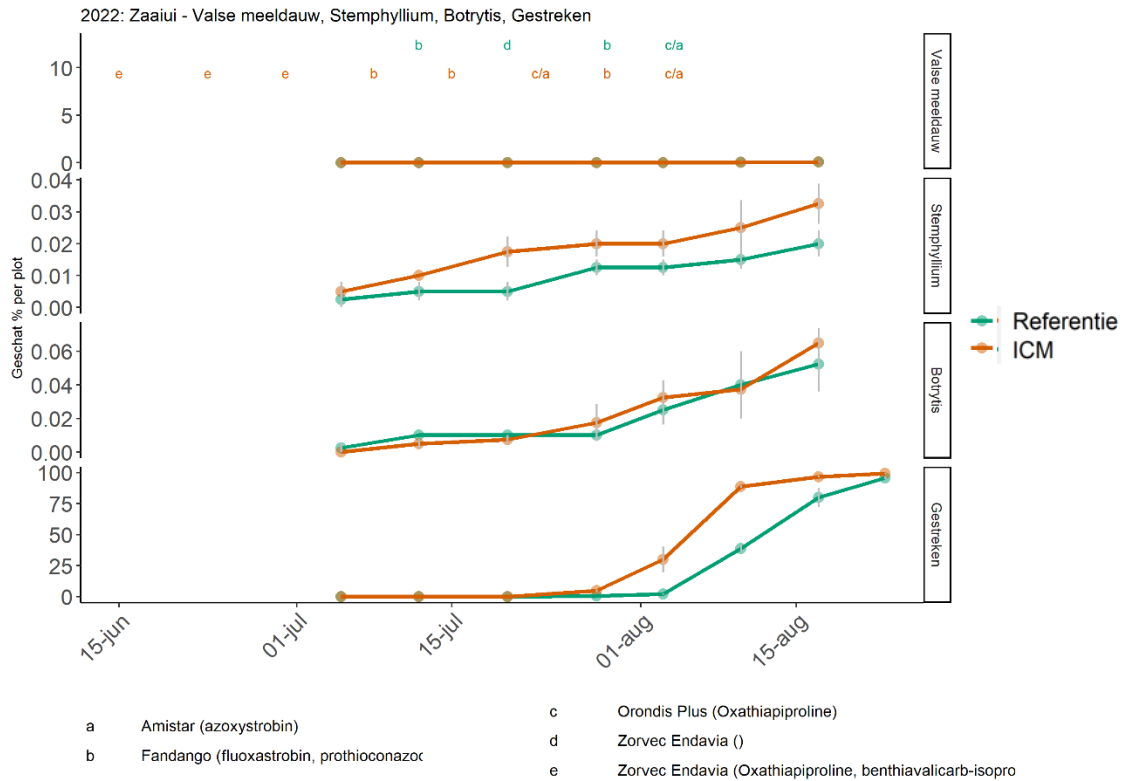
In 2020 waren ziektes niet echt een probleem in de uien door de weersomstandigheden in het seizoen, deze hebben niet voor verschillen tussen REF en ICM gezorgd (**Figuur 48**). In 2021 daarentegen waren ziektes duidelijk aanwezig (**Figuur 49**). De valse meeldauw-aantasting heeft een groot effect gehad in het ICM-systeem. Het gekozen ras zou valse meeldauw-resistent moeten zijn, maar heeft dat in 2021 niet waargemaakt. In 2022 en 2023 is in ICM hetzelfde ras ingezet, maar met de kennis dat het ras niet valse meeldauw-resistent is, is de strategie aangepast. Dit blijkt ook uit de resultaten van 2022 en 2023; met deze voorkennis was valse meeldauw controleerbaar in ICM (**Figuur 50** en **Figuur 51**).



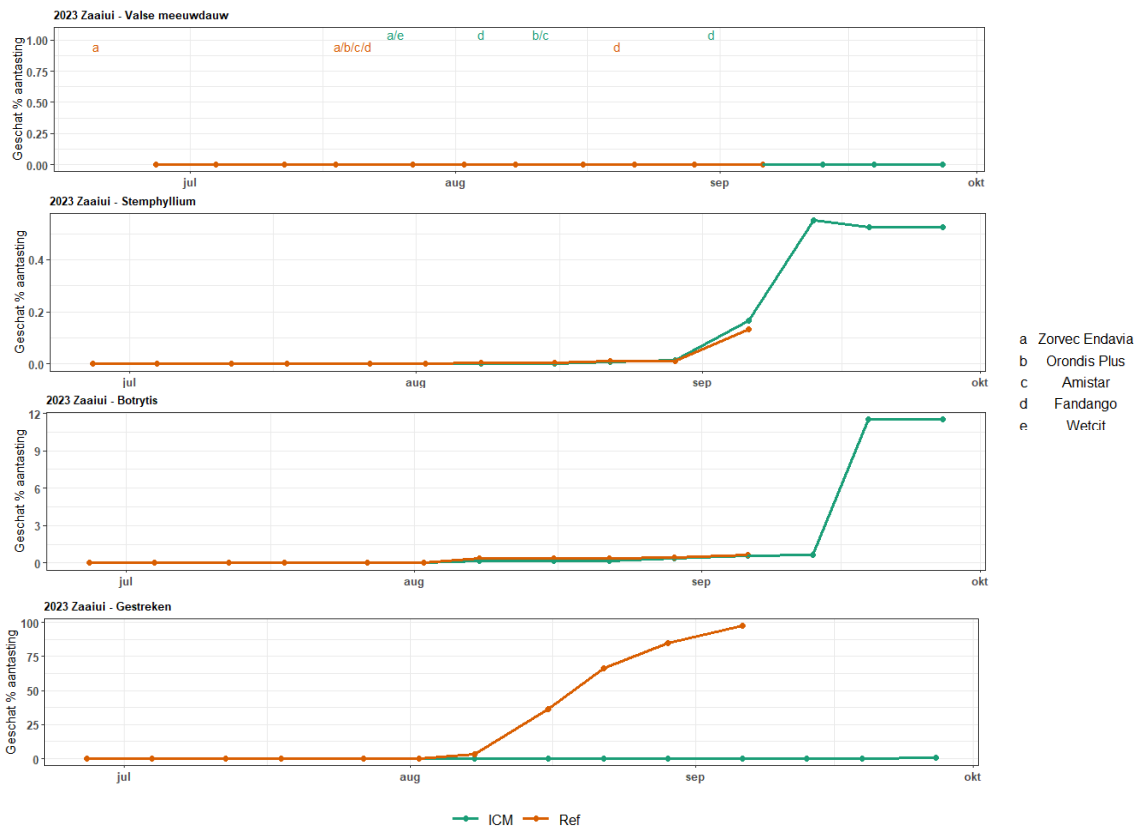
Figuur 48 Waarnemingen aan ziekten in zaaiui in 2020. Pijlen en letters geven moment en methode van bestrijding weer.



Figuur 49 Waarnemingen aan ziekten in zaaiui in 2021. Letters geven moment en methode van bestrijding weer.



Figuur 50 Waarnemingen aan ziekten in zaaiui in 2022. Letters geven moment en methode van bestrijding weer.



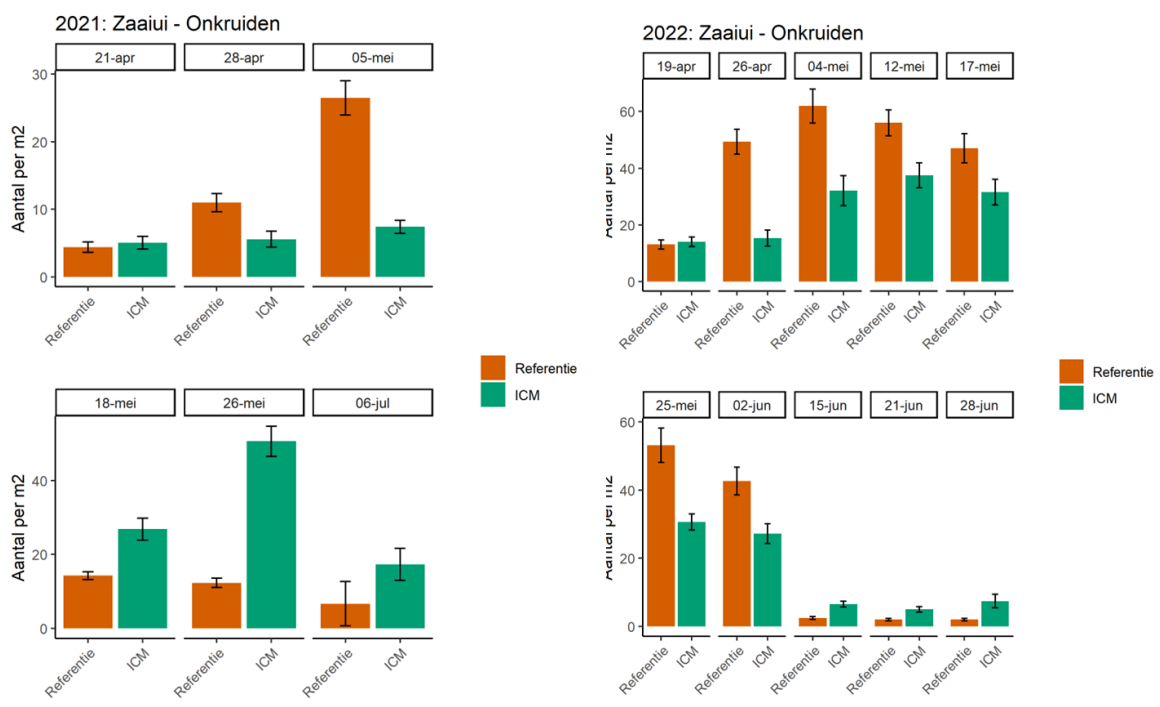
Figuur 51 Waarnemingen aan ziekten in zaaiui in 2023. Letters geven moment en methode van bestrijding weer.

7.1.12 Onkruid

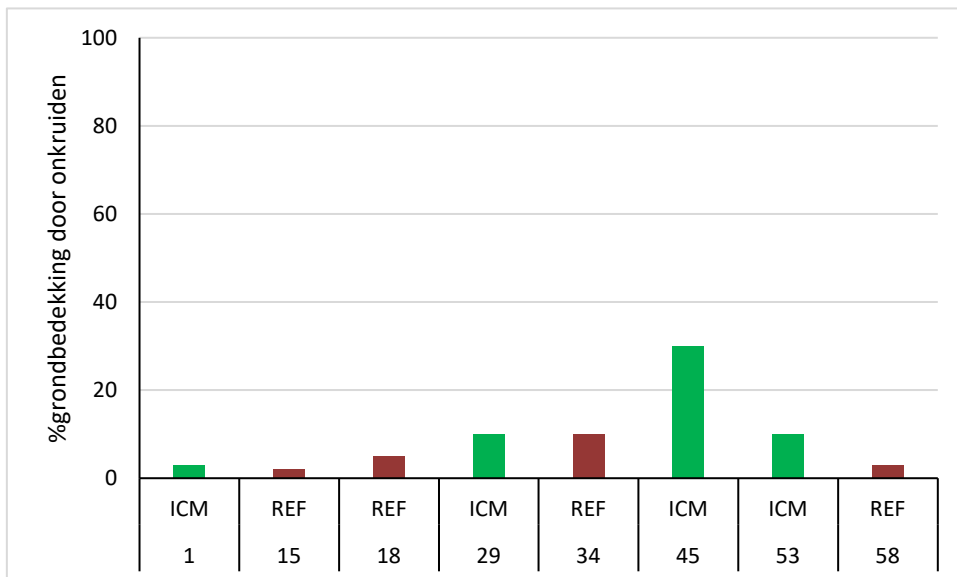
In 2020 was er geen verschil in de onkruidbestrijding tussen REF en ICM en werden er wel CFS-middelen gebruikt in ICM. Vanaf 2021 betrof de strategie een combinatie van chemische, thermische en mechanische onkruidbestrijding. Voor opkomst en in het kramstadium werd gebrand, gevolgd door een combinatie van inzet van herbiciden en mechanische onkruidbestrijding, met name schoffelen. In 2023 is als gevolg van branden het gewas ook afgestorven en overgezaaid. Dit verklaart de lage opbrengst van het ICM-systeem t.o.v. de referentie in dat jaar. Na herzaai is gekozen voor een volledig chemische strategie, onder andere als gevolg van weersomstandigheden.

Naast de combinatie van chemische, thermische en mechanische maatregelen, werd ieder jaar ook gehandwied om het gewas vrij van onkruid te krijgen. Handwieduren liepen op tot ca. 85 uur per hectare in 2022 in het ICM systeem. Dit is een zeer fors en onwenselijk effect.

Het aantal onkruiden in zaaiuien was in de start van het seizoen hoger voor het REF- dan het ICM-systeem. Echter, aan het einde van de onkruidbestrijdingsperiode was het aantal onkruiden in het ICM-systeem hoger, leidend tot inzet van handwieden en ontsnappende onkruiden. Dit werd ook bevestigd door de onkruidwaarneming voorafgaand aan de oogst in 2023 (**Figuur 53**).



Figuur 52 Gemiddelde aantal onkruiden (alle soorten) in zaaiuien voor het Ref en ICM-systeem in 2021 en 2022.



Figuur 53 Onkruidbedekking (% schatting) in zaaiuien eind september 2023 voor de vier veldjes van zowel het Ref en ICM-systeem.

7.1.13 Overig

In het startjaar van de proef (2020) werd veel stuifschade waargenomen, waarna er vervolgens alsnog een stuifdek met papierpulp is aangebracht. In alle andere jaren is dit preventief toegepast in zowel REF als ICM.

In 2022 is ervoor gekozen om in ICM geprimed uienzaad te gebruiken, omdat er in 2021 lagere plantaantallen werden gevonden in dit systeem. Door zaad te primen wordt het kiemproces op gang gebracht en vervolgens weer stopgezet, zodat de plantopkomst sneller en meer gelijkmatig plaatsvindt. De voornaamste redenen om te kiezen voor geprimed zaad in plaats van een hogere zaaidichtheid waren:

- Vlottere weggroei helpt bij mechanische onkruidbestrijding, handeling kan eerder worden uitgevoerd met minder risico
- Snellere beginontwikkeling dus algemeen minder kans op plantuitval
- Eerder gewas, dus bij inval van valse meeldauw (kans op) hogere opbrengst
- Minder schadegevoeligheid voor Trichodoridae door snellere weggroei.

Geprimed zaad wordt 10% dunner gezaaid. Na het teeltseizoen 2022 is ervoor gekozen om niet weer met geprimed zaad te werken. Achteraf bleek dat door een vroeger gewas het tijdsframe voor het thermisch branden van onkruid kleiner werd. Door het eerder branden is de onkruidopbouw in het seizoen vervolgens hoger. In 2023 is er 10% dikker gezaaid in plaats van het gebruik van geprimed zaad.

8 Economische analyse

Het doel van de economische analyse is om de prestaties van het Referentie- en het ICM-systeem te evalueren. De economische prestaties van de twee systemen worden vergeleken op basis van opbrengsten, kosten en arbeid. Hiervoor wordt economische data uit de systeemproof gecombineerd met aanvullende economische data zoals uitgewerkt in 9.1.1. Vervolgens worden op basis hiervan gewassaldi berekend (9.1.2). Deze saldi geven inzicht in de gewasopbrengsten en de bijbehorende kosten, waardoor de economische prestaties van beide systemen kunnen worden bepaald.

Naast de individuele gewassaldi wordt ook het bouwplansaldo van de Referentie- en ICM-strategie berekend. Deze bouwplansaldi geven het gemiddelde saldo per hectare weer. Hierbij wordt rekening gehouden met het saldo per gewas in combinatie met het gewasaandeel in de rotatie, zoals uitgewerkt in 9.1.3. Het bouwplansaldo geeft de economische prestaties weer van de gehele gewasrotatie, inclusief groenbemesters.

De resultaten (9.2) bestaan uit een economische analyse over alle jaren, waarna vervolgens per gewas en jaar de economische prestaties worden geanalyseerd. Hierdoor wordt inzichtelijk hoe het Referentie- en het ICM-systeem over een langere periode presteren, met inzicht in de jaarlijkse invloed op de economische resultaten.

Materiaal en methodes

8.1.1 Economische en agronomische data

De data voor de economische analyse bestaan uit agronomische data (input en fysieke opbrengsten), afkomstig uit de veldexperimenten van Akkerbouw op Zand en economische data uit de Kwantitatieve Informatie Akkerbouw en Vollegrondsgroenteteelt 2022 (KWIN) (van der Voort, 2022). De agronomische data bestaan uit de fysieke opbrengsten, bewerkingen die zijn uitgevoerd, met daarbij de gebruikte hoeveelheid input (uitgangsmateriaal, meststoffen, gewasbeschermingsmiddelen, overige grond- en hulpstoffen, overige productgebonden kosten en arbeid) en de uren voor handwieden. De KWIN bevat prijsinformatie van de hiervoor genoemde input en de hoeveelheid energie en arbeidsinzet van de verschillende bewerkingen. Waar prijsinformatie in de KWIN ontbreekt, zijn data uit het project gebruikt. Voor de economische analyse zijn de teeltseizoenen van 2020 tot en met 2023 geanalyseerd.

8.1.2 Gewassaldo

De uitgangspunten van het berekenen van het gewassaldo zijn gebaseerd op de uitgangspunten van saldoberekening uit Schoorlemmer & Krikke (1997). Het saldo wordt berekend door de bruto-geldopbrengst te verminderen met de toegerekende kosten:

$$S = B - TK$$

Hierbij geldt:

- B : = bruto-geldopbrengst
- TK : = toegerekende kosten
- S : = saldo

Bruto-geldopbrengst

Om de bruto-geldopbrengst te berekenen wordt de marktbaar fysieke opbrengst vermenigvuldigd met de opbrengstprijs:

$$B = O \times P$$

Hierbij geldt:

- O : marktbaar fysieke opbrengst
- P : prijs per eenheid marktbaar fysieke opbrengst
- B : bruto-geldopbrengst

Toegerekende kosten

De toegerekende kosten kenmerken zich door het gegeven dat ze samenhangen met de teelt van het gewas en kunnen in de volgende categorieën worden onderverdeeld:

- Uitgangsmateriaal: hieronder vallen de kosten van zaaizaad, pootgoed en plantmateriaal.
- Meststoffen: bestaat uit de kosten van de verschillende soorten meststoffen en sporenelementen.
- Gewasbeschermingsmiddelen: hieronder vallen de kosten van middelen voor de bestrijding van ziekten, plagen en onkruiden.
- Energie: dit omvat kosten van brandstof, elektriciteit, gas, olie; andere gerelateerde uitgaven waaronder kosten voor machines; en kosten voor het drogen, koelen en opwarmen van partijen product.
- Overige grond- en hulpstoffen: hieronder vallen de kosten van overige fysieke materialen.
- Afzetkosten: de kosten die samenhangen met de afzet van de producten zoals koelen, conditioneren en bewaren, veiling, pallet- en fusthuur, veilingheffingen en provisie en transport naar de veiling.
- Overige productgebonden kosten: hier zijn inbegrepen de kosten van rente omlopend vermogen, verzekering van het gewas en al dan niet het product, tarra, licentiekosten, collectieve gewasheffingen en drogen en schonen door derden.
- Loonwerk en losse arbeid.

8.1.3 Bouwplansaldo

Om het bouwplansaldo te berekenen wordt de som van het product van het gewassaldo per hectare en het aandeel van het gewas in het bouwplan voor alle gewassen berekend, vervolgens wordt dit gedeeld door de som van de aandelen van de gewassen:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n w_i \times x_i}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

Hierbij geldt:

- \bar{x} : gemiddeld bouwplansaldo per hectare jaar.
- w_i : aandeel van een bepaald gewas in het bouwplan.
- x_i : gewassaldo per hectare.
- i : sommatie-index (berekening van elk afzonderlijk gewas).
- n : totaal aantal gewassen.

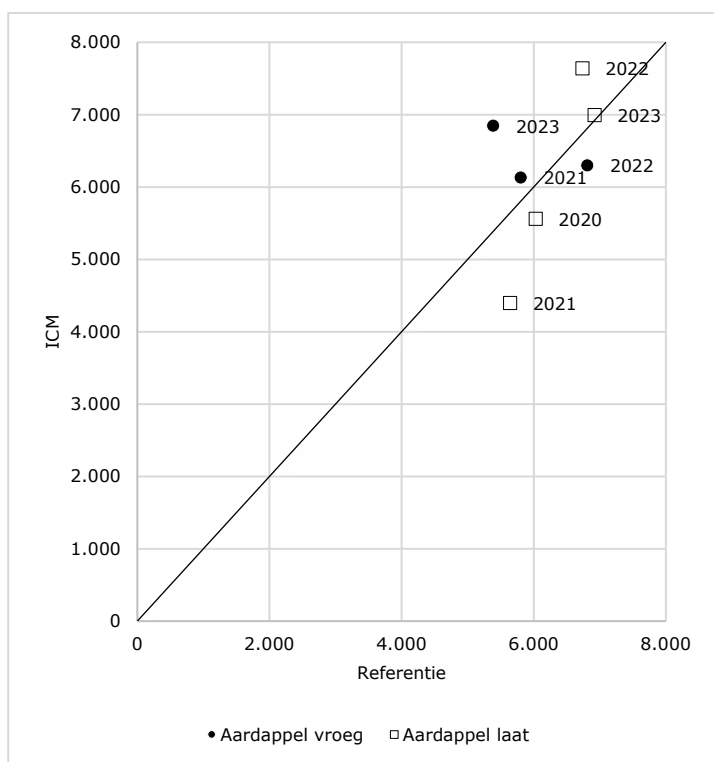
Resultaten

8.1.4 Gewassaldo's

8.1.4.1 Aardappel vroeg en laat

Gewassaldo's per jaar

In de **Figuur 54** worden de gewassaldo's na aftrek van loonwerk en losse arbeid getoond voor aardappel-vroeg en -laat over de jaren 2020-2023. Hieruit valt op te maken dat de gewassaldo's zowel onder als boven de diagonale lijn uitkomen, wat aangeeft dat er geen systeem overduidelijk beter presteerde dan het andere. Opvallend is echter dat de saldo's van aardappel laat in 2022 en 2023 beduidend hoger lagen dan in 2020 en 2021, met hierbij hogere saldo's voor ICM. De saldo's van aardappel-vroeg lagen dicht bij elkaar, waarbij opvalt dat in twee van de drie jaren de saldo's in het ICM-systeem hoger lagen dan het Referentie-systeem. De uiteindelijke verschillen tussen Referentie en ICM waren klein voor aardappel-vroeg. Bij aardappel-laai lagen de uitkomsten voor ICM iets lager dan Referentie.



Figuur 54 Gewassaldo's (€/ha) aardappel (Referentie en ICM) na aftrek van loonwerk en losse arbeid (2020-2023)

Gemiddelde saldo's met opbrengsten en toegerekende kosten aardappel-vroeg

In Tabel 8 wordt het gemiddelde saldo per hectare over de afgelopen vier jaar voor aardappel-vroeg voor de Referentie- en ICM strategie weergegeven. De bruto-geldopbrengst liet een kleine daling zien (-2%) in het ICM-systeem ten opzichte van de Referentie. Verder valt op dat de kosten voor meststoffen (-46%) en gewasbeschermingsmiddelen (-27%) sterk daalden. Door de raskeuze was er minder kunstmest nodig (lager behoeftig ras) en minder middelinzet (resistent ras). De kosten voor energie (+21%) en loonwerk (+17%) namen daarentegen toe in het ICM-systeem onder andere door mechanische onkruidbestrijding. De totale toegerekende kosten daalden in het ICM-systeem met 7%. Uiteindelijk bleef het saldo na aftrek van loonwerk losse arbeid vrijwel gelijk, met een daling van slechts 1%.

Tabel 8 Gemiddelde saldo's met opbrengsten en toegerekende kosten (€/ha) aardappel vroeg Referentie (2021-2023) en ICM (2020-2023)

	Aardappel vroeg		
	Referentie	ICM	Δ ICM t.o.v. Referentie
Opbrengsten			
Hoofdproduct	9.465	9.271	-2%
Bijproduct	0	0	0%
Bruto-opbrengst	9.465	9.271	-2%
Toegerekende kosten			
Uitgangsmateriaal	1.344	1.344	0%
Meststoffen	206	112	-46%
Gewasbeschermingsmiddelen	771	562	-27%
Energie	521	631	21%
Overige grond- en hulpstoffen	0	0	0%
Afzetkosten	244	239	-2%
Overige productgebonden kosten	76	70	-9%
Totaal toegerekende kosten	3.163	2.957	-7%
Saldo (per ha) in eigen mechanisatie	6.302	6.314	0%
Loonwerk en losse arbeid			
Loonwerk	300	350	17%
Losse arbeid	0	0	0%
Saldo (€ ha-1) na aftrek van loonwerk en losse arbeid	6.002	5.964	-1%

Gemiddelde saldo's met opbrengsten en toegerekende kosten aardappel-laai

In Tabel 9 wordt het gemiddelde saldo per hectare over de afgelopen vier jaar voor aardappel-laai voor de Referentie- en ICM strategie getoond. De bruto-geldopbrengst liet een daling zien (-5%) in het ICM-systeem ten opzichte van de Referentie. Tevens valt op dat de kosten daalden van meststoffen (-34%) en gewasbeschermingsmiddelen (-45%), terwijl de kosten van energie (+20%) stegen in het ICM-systeem. De totale toegerekende kosten daalden met 10%. Na aftrek van loonwerk en losse arbeid daalde het saldo in de ICM strategie met 3% ten opzichte van het Referentie-systeem.

Tabel 9 Gemiddelde saldo's met opbrengsten en toegerekende kosten (€/ha) aardappel laai (Referentie en ICM) (2020-2023)

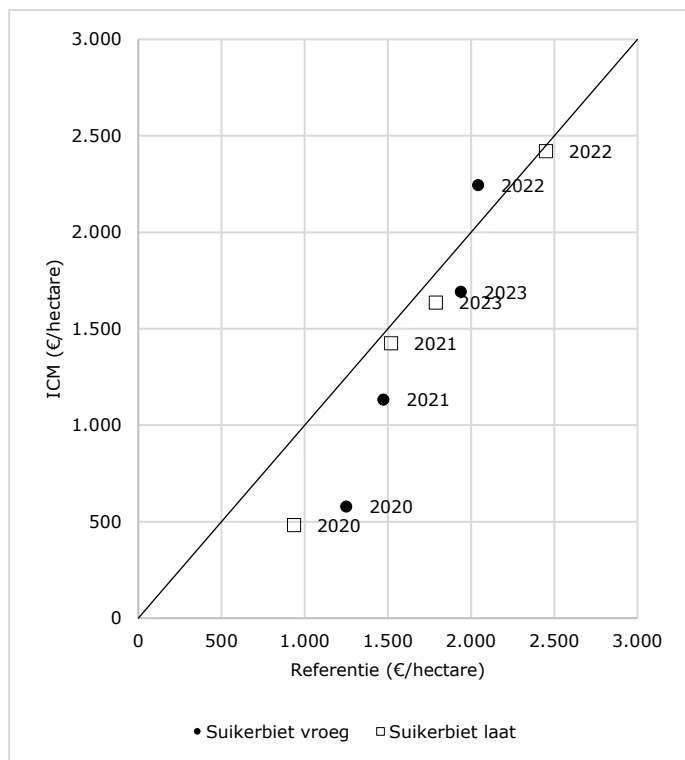
	Aardappel laai		
	Referentie	ICM	Δ ICM t.o.v. Referentie
Opbrengsten			
Hoofdproduct	9.806	9.315	-5%
Bijproduct	0	0	0%
Bruto-opbrengst	9.806	9.315	-5%
Toegerekende kosten			
Uitgangsmateriaal	1.344	1.344	0%
Meststoffen	171	113	-34%
Gewasbeschermingsmiddelen	738	409	-45%
Energie	541	648	20%
Overige grond- en hulpstoffen	0	0	0%
Afzetkosten	253	240	-5%
Overige productgebonden kosten	75	66	-12%
Totaal toegerekende kosten	3.121	2.820	-10%
Saldo (per ha) in eigen mechanisatie	6.685	6.495	-3%

Loonwerk en losse arbeid			
Werk door derden	350	350	0%
Losse arbeid	0	0	0%
Saldo (€ ha-1) na aftrek van loonwerk en losse arbeid	6.335	6.145	-3%

Aardappel-vroeg en -laat lieten vergelijkbare trends zien. De bruto-geldopbrengst lag voor beide gewassen in het ICM-systeem lager. De kosten van meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen daalden voor beide gewassen, met name door de raskeuze, terwijl de energiekosten stegen. Dit resulteerde voor beide gewassen in een iets lager saldo.

8.1.4.2 Suikerbiet

In **Figuur 55** de worden de gewassaldo's na aftrek van loonwerk en losse arbeid getoond voor zowel vroege als late suikerbiet over de jaren 2020-2023. Hieruit valt af te leiden dat de meeste gewassaldo's onder de lijn uitkomen, wat betekent dat het Referentie-systeem economisch beter presteerde dan het ICM-systeem. Een vergelijking tussen de jaren laat zien dat de saldo's de afgelopen jaren hoger lagen dan in de beginjaren.



Figuur 55 Gewassaldo's (€/ha) suikerbiet vroeg en laat (Referentie en ICM) na aftrek van loonwerk en losse arbeid (2020-2023)

Gemiddelde saldo's met opbrengsten en toegerekende kosten suikerbiet-vroeg

In Tabel 10 wordt het gemiddelde saldo per hectare over de afgelopen vier jaar voor suikerbiet-vroeg voor de Referentie- en ICM strategie getoond. De bruto-geldopbrengst liet een daling zien (-4%) in het ICM-systeem ten opzichte van de Referentie. Tevens valt op dat de kosten daalden van meststoffen (-43%), terwijl de kosten van gewasbeschermingsmiddelen (+16%) en energie (+14%) stegen in het ICM-systeem. De totale toegerekende kosten stegen met 9%. Na aftrek van loonwerk en losse arbeid daalde het saldo in de ICM strategie met 16% ten opzichte van het Referentie-systeem.

Tabel 10 Gemiddelde saldo's met opbrengsten en toegerekende kosten (€/ha) suikerbiet vroeg (Referentie en ICM) (2020-2023)

	Suikerbiet vroeg		
	Referentie	ICM	Δ ICM t.o.v. Referentie
Opbrengsten			
Hoofdproduct	3.969	3.807	-4%
Bijproduct	0	0	0%
Bruto-opbrengst	3.969	3.807	-4%
Toegerekende kosten			
Uitgangsmateriaal	256	256	0%
Meststoffen	65	37	-43%
Gewasbeschermingsmiddelen	581	673	16%
Energie	272	311	14%
Overige grond- en hulpstoffen	0	0	0%
Afzetkosten	0	0	0%
Overige productgebonden kosten	13	14	7%
Totaal toegerekende kosten	1.187	1.291	9%
Saldo (per ha) in eigen mechanisatie	2.782	2.517	-10%
Loonwerk en losse arbeid			
Werk door derden	1.105	1.105	0%
Losse arbeid	0	0	0%
Saldo (€ ha-1) na aftrek van loonwerk en losse arbeid	1.677	1.412	-16%

Gemiddelde saldo's met opbrengsten en toegerekende kosten suikerbiet-laai

In Tabel 11 wordt het gemiddelde saldo per hectare over de afgelopen vier jaar voor suikerbiet-laai voor de Referentie- en ICM strategie weergegeven. De bruto-geldopbrengst liet een kleine daling zien (-2%) in het ICM-systeem ten opzichte van de Referentie. Verder valt op dat de kosten voor meststoffen (-30%) daalden. De kosten voor gewasbeschermingsmiddelen (+14%) en energie (+14%) namen daarentegen toe in het ICM-systeem. De totale toegerekende kosten stegen in het ICM-systeem met 8%. Uiteindelijk daalde het saldo na aftrek van loonwerk en losse arbeid met 11%.

Tabel 11 Gemiddelde saldo's met opbrengsten en toegerekende kosten (€/ha) suikerbiet laai (Referentie en ICM) (2020-2023)

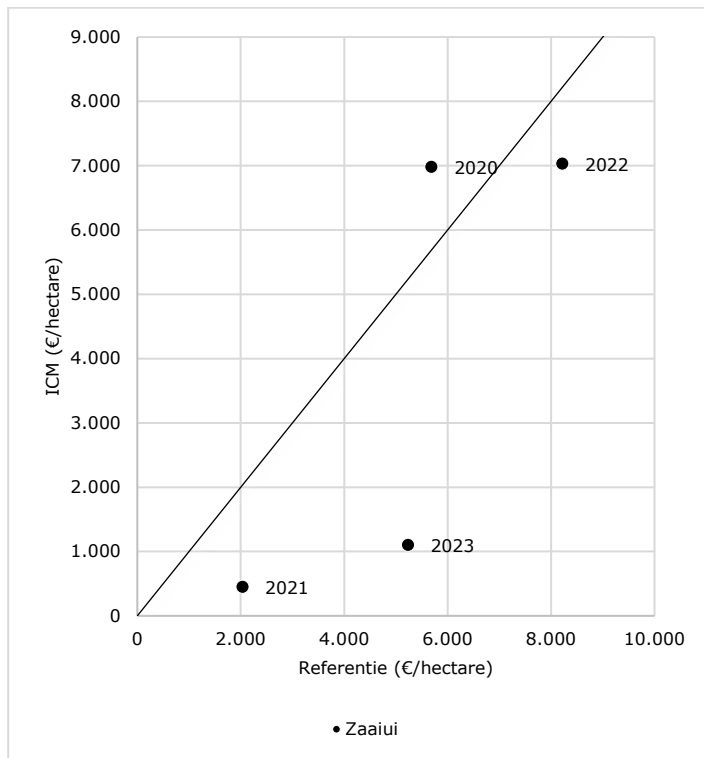
	Suikerbiet laai		
	Referentie	ICM	Δ ICM t.o.v. Referentie
Opbrengsten			
Hoofdproduct	4.017	3.931	-2%
Bijproduct	0	0	0%
Bruto-opbrengst	4.017	3.931	-2%
Toegerekende kosten			
Uitgangsmateriaal	256	256	0%
Meststoffen	91	64	-30%
Gewasbeschermingsmiddelen	603	690	14%
Energie	274	312	14%
Overige grond- en hulpstoffen	0	0	0%
Afzetkosten	0	0	0%
Overige productgebonden kosten	13	14	6%
Totaal toegerekende kosten	1.238	1.336	8%
Saldo (per ha) in eigen mechanisatie	2.779	2.595	-7%

Loonwerk en losse arbeid			
Werk door derden	1.105	1.105	0%
Losse arbeid	0	0	0%
Saldo (€ ha-1) na aftrek van loonwerk en losse arbeid	1.674	1.490	-11%

Suikerbiet-vroeg en -laat lieten vergelijkbare trends zien. De bruto-geldopbrengst lag voor beide gewassen in het ICM-systeem lager. De kosten van meststoffen daalden voor beide gewassen, terwijl de kosten van gewasbeschermingsmiddelen en energie stegen. Een verklaring voor de gewasbeschermingsmiddelen kosten is de hogere prijs voor alternatieve (niet CfS) middelen. Dit resulteerde voor beide gewassen in een lager saldo.

8.1.4.3 Zaaiui

In de **Figuur 56** worden de gewassaldo's na aftrek van loonwerk en losse arbeid voor zaaiui over de jaren 2020-2023 weergegeven. Hieruit komt naar voren dat drie van de vier jaren ICM een lager saldo opleverde dan Referentie. Met name de jaren 2021 en 2023 waren grote uitschieters, waarbij de resultaten in ICM fors lager lagen dan Referentie. De belangrijkste verklaring hiervoor is dat de opbrengsten in deze jaren een stuk lager lagen dan Referentie. Het jaar 2020 valt hierbij op als een uitzondering, waarbij het saldo van ICM hoger lag dan aan dat van de Referentie. De resultaten geven weer dat ICM in de meeste jaren minder hogere saldo's opleverden dan Referentie.



Figuur 56 Gewassaldo's (€/ha) zaaiui (Referentie en ICM) na aftrek van loonwerk en losse arbeid (2020-2023)

Gemiddelde saldo's met opbrengsten en toegerekende kosten

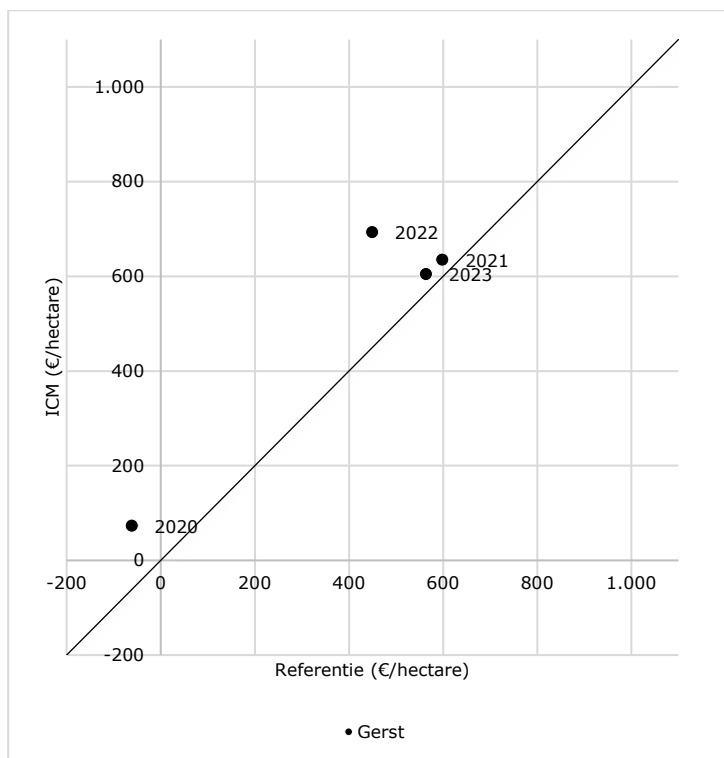
In Tabel 12 wordt het gemiddelde saldo per hectare over de afgelopen vier jaar voor mais getoond voor de Referentie- en ICM strategie over de jaren 2020-2023. De bruto-geldopbrengst liet een forse daling zien (-15%) in het ICM-systeem ten opzichte van de Referentie. Verder valt op dat de kosten daalden van meststoffen (-18%), gewasbeschermingsmiddelen (-22%) en afzetkosten (-15%), maar ondertussen stegen de energiekosten (+31%). Hierdoor daalden de toegerekende kosten met 2%. Na aftrek loonwerk en losse arbeid daalde het saldo in het ICM-systeem met 27% ten opzichte van het Referentie-systeem. Dit is een onacceptabel groot verschil.

Tabel 12 Gemiddelde saldo's met opbrengsten en toegerekende kosten (€/ha) zaaiui (Referentie en ICM) (2020-2023)

	Zaaiui		
	Referentie	ICM	Δ ICM t.o.v. Referentie
Opbrengsten			
Hoofdproduct	10.118	8.625	-15%
Bijproduct	0	0	0%
Bruto-opbrengst	10.118	8.625	-15%
Toegerekende kosten			
Uitgangsmateriaal	1.707	1.707	0%
Meststoffen	177	144	-18%
Gewasbeschermingsmiddelen	979	768	-22%
Energie	680	889	31%
Overige grond- en hulpstoffen	0	0	0%
Afzetkosten	313	267	-15%
Overige productgebonden kosten	65	59	-9%
Totaal toegerekende kosten	3.921	3.834	-2%
Saldo (per ha) in eigen mechanisatie	6.197	4.791	-23%
Loonwerk en losse arbeid			
Loonwerk	903	903	0%
Losse arbeid	0	0	0%
Saldo (€ ha-1) na aftrek van loonwerk en losse arbeid	5.295	3.888	-27%

8.1.4.4 Gerst

In de **Figuur 57** worden de gewassaldo's na aftrek van loonwerk en losse arbeid getoond voor gerst over de jaren 2020-2023. Hieruit valt op te maken dat alle gewassaldo's boven de lijn uitkomen, wat impliceert dat het ICM beter presteerde dan het Referentie-systeem.



Figuur 57 Gewassaldo's (€/ha) gerst (Referentie en ICM) na aftrek van loonwerk en losse arbeid (2020-2023)

Gemiddelde saldo's met opbrengsten en toegerekende kosten

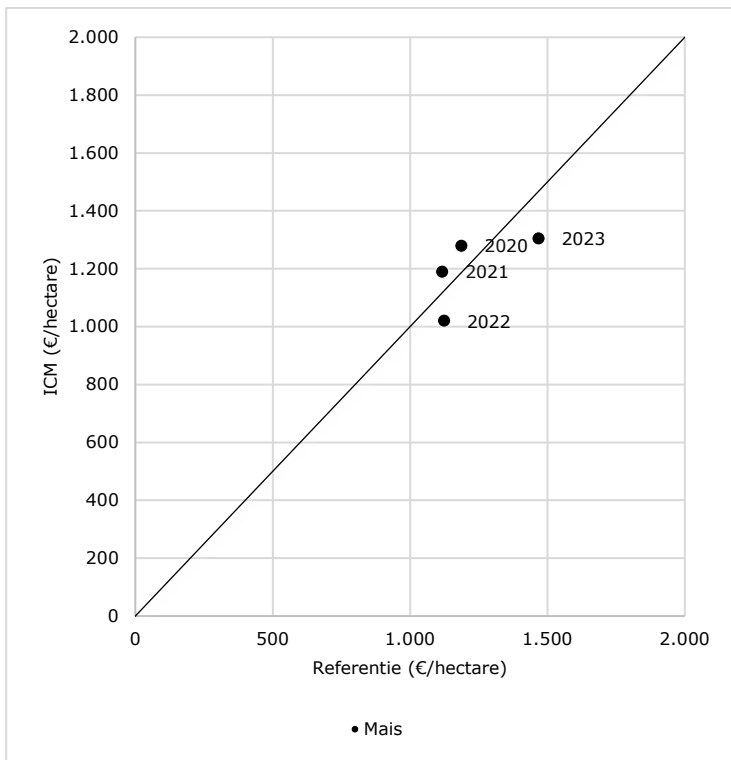
In Tabel 13 wordt het gemiddelde saldo per hectare over de afgelopen vier jaar voor gerst gepresenteerd voor de Referentie- en ICM strategie. De bruto-geldopbrengst in het ICM was ongeveer gelijk aan het Referentie-systeem. De toegerekende kosten lieten een daling zien van de kosten voor gewasbeschermingsmiddelen (-54%), omdat de onkruidbestrijding grotendeels mechanisch is uitgevoerd. De overige kosten waren min of meer gelijk. Door de forse daling van de kosten voor gewasbeschermingsmiddelen was het saldo na aftrek van loonwerk en losse arbeid van het ICM-systeem 29% hoger.

Tabel 13 Gemiddelde saldo's met opbrengsten en toegerekende kosten (€/ha) gerst (Referentie en ICM) (2020-2023)

	Gerst		
	Referentie	ICM	Δ ICM t.o.v. Referentie
Opbrengsten			
Hoofdproduct	1.483	1.454	-2%
Bijproduct	325	357	10%
Bruto-opbrengst	1.808	1.811	0%
Toegerekende kosten			
Uitgangsmateriaal	96	96	0%
Meststoffen	186	189	1%
Gewasbeschermingsmiddelen	210	97	-54%
Energie	124	128	3%
Overige grond- en hulpstoffen	0	0	0%
Afzetkosten	0	0	0%
Overige productgebonden kosten	114	111	-3%
Totaal toegerekende kosten	730	620	-15%
Saldo (per ha) in eigen mechanisatie	1.078	1.191	11%
Loonwerk en losse arbeid			
Loonwerk	690	690	0%
Losse arbeid	0	0	0%
Saldo (€ ha-1) na aftrek van loonwerk en losse arbeid	388	501	29%

8.1.4.5 Mais

In de **Figuur 58** worden de gewassaldo's na aftrek van loonwerk en losse arbeid getoond voor mais over de jaren 2020-2023. In de grafiek is te zien dat de saldo's in de jaren 2020 en 2021 hoger lagen voor ICM dan voor Referentie. In de jaren 2022 en 2023 gaf het Referentie-systeem de hoogste saldo's. De uiteindelijke verschillen tussen deze twee systemen waren hierdoor gering.



Figuur 58 Gewassaldo's (€/ha) mais (Referentie en ICM) na aftrek van loonwerk en losse arbeid (2020-2023)

Gemiddelde saldo's met opbrengsten en toegerekende kosten

In Tabel 14 wordt het gemiddelde saldo per hectare over de afgelopen vier jaar voor mais gepresenteerd voor de Referentie- en ICM strategie. De bruto-geldopbrengst liet een kleine daling zien (-2%) in het ICM-systeem ten opzichte van de Referentie. Verder valt op dat de kosten van meststoffen (-58%) en gewasbeschermingsmiddelen (-100%) daalden. Door het deels bemesten met vaste mest in het ICM systeem is er minder kunstmest nodig. De onkruidbestrijding werd volledig mechanisch uitgevoerd, en ziektebestrijding was niet aan de orde in mais, dus hoefden er geen gewasbeschermingsmiddelen ingezet te worden. Tegelijkertijd stegen de energiekosten (+82%). Hierdoor daalden de toegerekende kosten met 5%. Na aftrek van loonwerk en losse arbeid was het saldo in het ICM-systeem nagenoeg gelijk aan het Referentiesysteem.

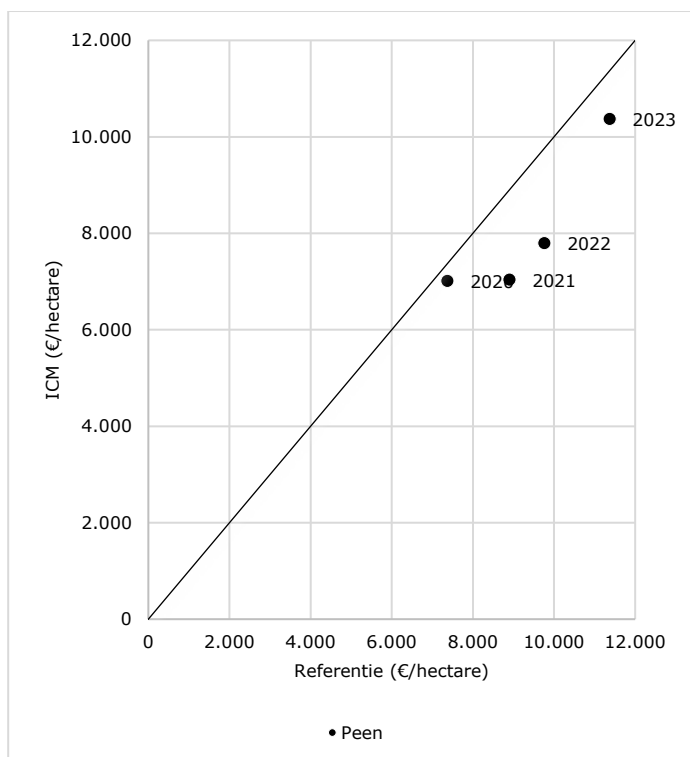
Tabel 14 Gemiddelde saldo's met opbrengsten en toegerekende kosten (€/ha) mais (Referentie en ICM) (2020-2023)

	Mais		
	Referentie	ICM	Δ ICM t.o.v. Referentie
Opbrengsten			
Hoofdproduct	2.434	2.383	-2%
Bijproduct	0	0	0%
Bruto-opbrengst	2.434	2.383	-2%
Toegerekende kosten			
Uitgangsmateriaal	198	198	0%
Meststoffen	83	34	-58%
Gewasbeschermingsmiddelen	109	0	-100%
Energie	164	298	82%
Overige grond- en hulpstoffen	0	0	0%
Afzetkosten	0	0	0%
Overige productgebonden kosten	6	3	-40%
Totaal toegerekende kosten	559	534	-5%

Saldo (per ha) in eigen mechanisatie	1.874	1.849	-1%
Loonwerk en losse arbeid			
Werk door derden	650	650	0%
Losse arbeid	0	0	0%
Saldo (€ ha-1) na aftrek van loonwerk en losse arbeid	1.224	1.199	-2%

8.1.4.6 Peen

In de **Figuur 59** worden de gewassaldo's na aftrek van loonwerk en losse arbeid getoond voor peen over de jaren 2020-2023. Uit de grafiek komt naar voren dat het Referentie systeem over de jaren 2020 – 2023 de hoogste saldo's opleverde. Wat verder opvalt is dat de saldo's in 2022 en 2023 hoger lagen dan in de jaren 2020 en 2021.



Figuur 59 Gewassaldo's (€/ha) peen (Referentie en ICM) na aftrek van loonwerk en losse arbeid (2020-2023)

Gemiddelde saldo's met opbrengsten en toegerekende kosten

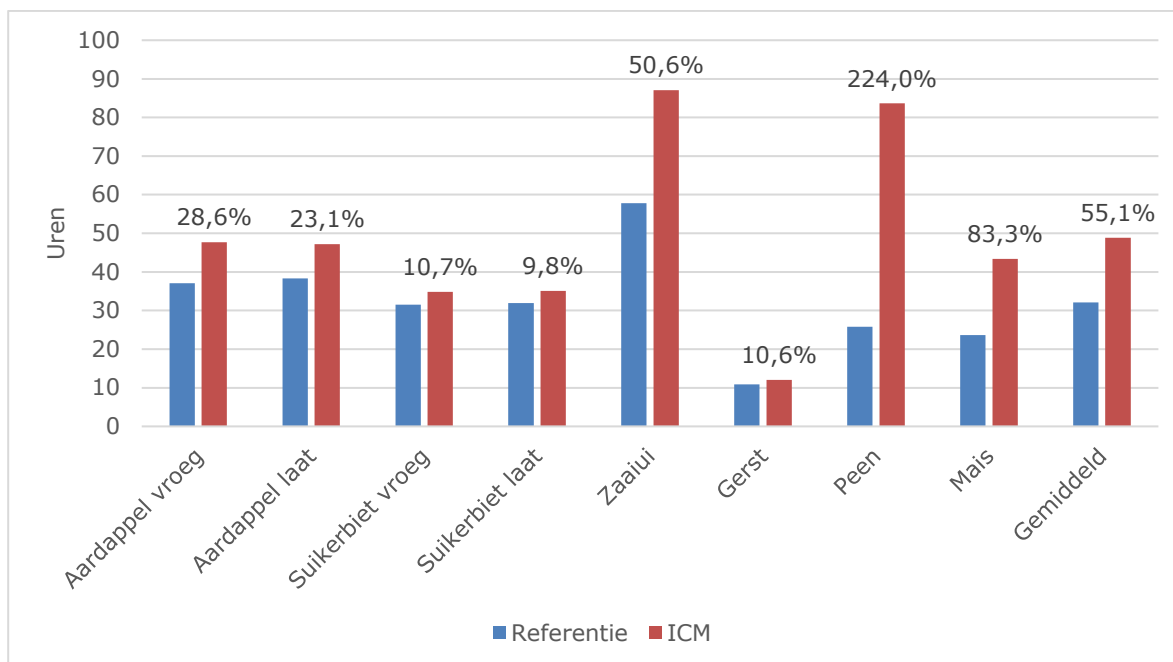
In Tabel 15 wordt het gemiddelde saldo per hectare over de afgelopen vier jaar voor peen getoond voor de Referentie- en ICM strategie. De bruto-geldopbrengst liet een daling zien (-8%) in het ICM-systeem ten opzichte van de Referentie. Verder valt op dat de kosten daalden van gewasbeschermingsmiddelen (-21%) omdat er minder middelen voorhanden waren die konden worden ingezet. Daarentegen stegen de energiekosten (+39%), met name door de onkruidbestrijdingsstrategie, waarin onder andere thermisch werd gebrand. Hierdoor bleven de toegerekende kosten in het ICM-systeem nagenoeg gelijk aan het Referentie-systeem. Na aftrek loonwerk en losse arbeid daalde het saldo in het ICM-systeem met 14% ten opzichte van het Referentie-systeem.

Tabel 15 Gemiddelde saldo's met opbrengsten en toegerekende kosten (€/ha) peen (Referentie en ICM) (2020-2023)

	Peen		
	Referentie	ICM	Δ ICM t.o.v. Referentie
Opbrengsten			
Hoofdproduct	16.506	15.182	-8%
Bijproduct	0	0	0%
Bruto-opbrengst	16.506	15.182	-8%
Toegerekende kosten			
Uitgangsmateriaal	1.265	1.265	0%
Meststoffen	181	177	-2%
Gewasbeschermingsmiddelen	543	429	-21%
Energie	266	369	39%
Overige grond- en hulpstoffen	92	92	0%
Afzetkosten	2.750	2.750	0%
Overige productgebonden kosten	81	79	-3%
Totaal toegerekende kosten	5.178	5.161	0%
Saldo (per ha) in eigen mechanisatie	11.328	10.021	-12%
Loonwerk en losse arbeid			
Werk door derden	1.970	1.970	0%
Losse arbeid	0	0	0%
Saldo (€ ha-1) na aftrek van loonwerk en losse arbeid	9.358	8.051	-14%

8.1.5 Arbeid

In Figuur 60 wordt de gemiddelde jaarlijkse arbeidsbehoefte per hectare en gewas voor het Referentie- en ICM-systeem weergegeven. Uit de grafiek blijkt dat de gewassen in het ICM-systeem gemiddeld meer arbeid vereisen dan het Referentie-systeem. De gemiddelde hoeveelheid arbeid voor het ICM-systeem neemt over de jaren 2020-2023 met gemiddeld 55,1% (16,7 uur) toe ten opzichte van het Referentie-systeem. De grootste stijgingen zijn te zien bij mais (+83,3%, 19,7 uur), zaaiui (+50,6%, 29,2 uur) en peen (+224,0%, 57,8 uur). Andere stijgingen zijn waar te nemen voor aardappel laat (+23,1%, 8,9 uur) en aardappel vroeg (+28,6%, 10,6 uur). De toename is het minst groot voor de gewassen gerst (+10,6%, 1,2 uur), suikerbiet laat (+9,8%, 3,1 uur) en suikerbiet vroeg (10,7%, 3,4 uur). De resultaten laten zien dat het ICM-systeem meer arbeid vereist per gewas dan het Referentie-systeem, maar dat de hoeveelheid extra arbeid per gewas kan variëren.



Figuur 60 Gemiddelde jaarlijkse arbeidsbehoefte per hectare en gewas voor Referentie en ICM (2020-2023)

In **Tabel 16** en **Tabel 17** is de arbeidsbehoefte voor respectievelijk het Referentie- en het ICM-systeem weergegeven. Deze gegevens laten zien hoe de verschillen in de voorgaande grafiek per activiteit kunnen worden verklaard. Wat opvalt bij het vergelijken van beide tabellen, is dat de arbeidsbehoefte in het ICM-systeem met name voor Handwieden en Grondbewerking (waaronder ook mechanische onkruidbestrijding wordt geschaard) gemiddeld veel hoger ligt dan in het Referentie-systeem. Vooral voor de gewassen Peen, Zaaiui en Mais zijn veel meer uren benodigd. Verder valt op dat de benodigde arbeid voor Gewasbescherming in het ICM-systeem ligt daalt door een verminderd gebruik van gewasbeschermingsmiddelen.

Tabel 16 Gemiddelde jaarlijkse arbeidsbehoefte per gewas, hectare en activiteit voor Referentie (2020-2023)

Gewassen	Grondbewerking	Bemesten	Zaaien/poten/planten	Bereining	Gewasbescherming	Handwieden	Overige gewasverzorging	Oogsten	Verwerken	Totaal
Aardappel vroeg	4,1	0,7	1,4	10,0	4,9	0,0	1,0	15,0	0,0	37
Aardappel laat	4,1	0,7	1,4	11,3	4,9	0,0	1,0	15,0	0,0	38
Suikerbiet vroeg	4,1	0,6	0,0	12,0	3,7	6,7	0,2	4,2	0,0	31
Suikerbiet laat	4,1	0,6	0,0	12,0	3,9	7,0	0,2	4,2	0,0	32
Zaaiui	4,1	0,5	3,0	10,5	7,5	22,1	0,0	10,1	0,0	58
Gerst	3,7	0,5	0,9	3,8	1,1	0,0	0,0	1,0	0,0	11
Peen	5,3	0,5	0,6	10,5	4,5	4,4	0,0	0,0	0,0	26
Mais	4,4	0,5	0,6	6,8	0,6	9,8	0,0	1,0	0,0	24
Gewogen gemiddelde bouwplan										
	4,2	0,6	1,0	9,6	3,9	6,3	0,3	6,3	0,0	32

Tabel 17 Gemiddelde jaarlijkse arbeidsbehoefte per gewas, hectare en activiteit voor ICM (2020-2023)

Gewassen	Grondbewerking	Bemesten	Zaaien/poten/planten	Bereining	Gewasbescherming	Handwieden	Overige gewasverzorging	Oogsten	Verwerken	Totaal
Aardappel vroeg	6,6	7,4	1,4	11,3	4,1	0,0	2,0	15,0	0,0	48
Aardappel laat	6,6	7,4	1,4	11,3	3,6	0,0	2,0	15,0	0,0	47
Suikerbiet vroeg	4,7	2,3	0,0	12,0	4,0	5,5	2,1	4,2	0,0	35
Suikerbiet laat	4,7	2,3	0,0	12,0	4,1	5,7	2,1	4,2	0,0	35

Zaaiui	4,1	0,5	3,0	10,5	5,5	43,8	9,6	10,1	0,0	87
Gerst	3,7	0,5	0,9	3,8	0,6	0,0	1,6	1,0	0,0	12
Peen	5,3	0,5	0,6	10,5	4,1	58,6	4,1	0,0	0,0	84
Mais	7,3	7,3	0,6	6,8	0,0	14,8	5,6	1,0	0,0	43
Gewogen gemiddelde bouwplan	5,4	3,5	1,0	9,8	3,2	16,1	3,6	6,3	0,0	49

8.1.6 Bouwplansaldo

In Tabel 18 wordt de bruto-geldopbrengst, toegerekende kosten en saldo's na aftrek van loonwerk en losse arbeid per gewas met het bouwplanaandeel weergegeven. Opvallend dat de bruto-geldopbrengst lager was in het ICM-systeem voor de gewassen aardappel-vroeg en -laat, suikerbiet-vroeg en -laat, zaaiui, peen en mais. Gerst vormde een uitzondering, met een hogere bruto-geldopbrengst in het ICM-systeem. De toegerekende kosten in het ICM lagen voor alle gewassen lager dan het Referentie-systeem, uitgezonderd suikerbiet vroeg en laat. De lagere bruto-geldopbrengsten en toegerekende kosten leidden tot een uiteenlopend beeld in de gewassaldo's na aftrek van loonwerk en losse arbeid. Voor aardappel-vroeg, aardappel-laet en mais waren de saldo's licht lager in het ICM-systeem. Suikerbiet, zaaiui en peen daarentegen lieten aanzienlijke lagere saldo's zien. Gerst vormde hierbij de uitzondering, door de lagere kosten in het ICM-systeem werd een aanzienlijk hoger saldo gerealiseerd. Wanneer het ICM-systeem op bouwplanniveau wordt bekeken, resulteerde dit in een saldo dat 10% lager ligt dan het Referentie-systeem. Bij het meenemen van de groenbemesters werd een saldo gerealiseerd dat 13% lager is.

Tabel 18 Overzicht gemiddelde bruto-geldopbrengst, toegerekende kosten en saldo's na aftrek van loonwerk en losse arbeid per gewas en hectare (2020-2023)

Gewassen	Bouwplana aandeel (%)	Bruto-geldopbrengst			Toegerekend e kosten			Saldo		Verschil saldo ICM t.o.v. Referentie	
		Ref.	ICM	Ref.	ICM	Ref.	ICM	(€ ha-1)	(% ha-1)		
		(€ ha-1)	(€ ha-1)	(€ ha-1)	(€ ha-1)	(€ ha-1)	(€ ha-1)	(€ ha-1)	(% ha-1)		
Aardappel vroeg	12,50	9.465	1	3.463	7	2	4	-38	-1%		
Aardappel laat	12,50	9.806	5	3.471	0	5	5	-190	-3%		
Suikerbiet vroeg	12,50	3.969	7	2.292	6	7	2	-266	-16%		
Suikerbiet laat	12,50	4.017	1	2.343	1	4	0	-184	-11%		
Zaaiui	12,50	10.118	5	4.823	7	5	8	-1.407	-27%		
Gerst	12,50	1.808	1	1.420	0	388	501	114	29%		
Peen	12,50	16.506	82	7.148	1	8	1	-1.307	-14%		
Mais	12,50	2.434	3	1.209	4	4	9	-26	-2%		
Gewogen gemiddelde bouwplan		7.265	1	3.271	9	4	1	-413	-10%		
Gemiddelde bouwplan incl. groenbemester	7.265	6.791	3.337	3.355	3.928	3.435		-493	-13%		

In Tabel 19 worden de saldo's per gewas na aftrek van loonwerk, losse arbeid en handwieden weergegeven. Normaal gesproken wordt arbeid niet toegerekend aan het saldo, maar vanwege de invloed van handwieden op de arbeid, zal er mogelijk extra arbeid ingehuurd moeten worden. Uit de

tabel blijkt dat met name de saldo's van zaaiui en peen aanzienlijk lager uitvallen wanneer de kosten van handwieden worden meegenomen. Door handwieden mee te nemen in de het gemiddelde bouwplansaldo, valt deze 16% lager uit.

Tabel 19 Overzicht saldo's na aftrek van loonwerk en losse arbeid en handwieden per gewas en hectare

Gewassen	Saldo		Verschil saldo ICM t.o.v. Referentie	
	Referentie	ICM		
	(€ ha-1)	(€ ha-1)	(€ ha-1)	(% ha-1)
Aardappel vroeg	6.002	5.964	-38	-1%
Aardappel laat	6.335	6.145	-190	-3%
Suikerbiet vroeg	1.526	1.288	-238	-16%
Suikerbiet laat	1.515	1.363	-152	-10%
Zaaiui	4.797	2.903	-1.894	-39%
Gerst	388	501	114	29%
Peen	9.258	6.731	-2.527	-27%
Mais	1.004	865	-139	-14%
Gewogen gemiddelde bouwplan	3.853	3.220	-633	-16%

9.2.4 Conclusies

- De bruto-geldopbrengst daalde in het ICM-systeem voor aardappel-vroeg (-2%), aardappel-laai (-5%), suikerbiet-vroeg (-4%), suikerbiet-laai (-2%), zaaiui (-15%), peen (-8%) en mais (-2%). Gerst bleef gelijk aan het Referentie-systeem.
- De toegerekende kosten lagen lager in het ICM-systeem (behalve voor suikerbiet-vroeg en -laai). Er was met name een besparing op gewasbeschermingsmiddelen (behalve voor suikerbiet-vroeg en -laai) en meststoffen (behalve voor gerst). De kosten van energie lieten in het ICM-systeem een stijging zien.
- De gewassaldo's lagen lager voor aardappel-vroeg (-1%), aardappel-laai (-3%), suikerbiet-vroeg (-16%), suikerbiet-laai (-11%), zaaiui (-27%), peen (14%) en mais (-1%) ten opzichte van het Referentie-systeem. Hoger saldo voor gerst door lagere toegerekende kosten.
- De lagere bruto-geldopbrengsten en toegerekende kosten leidden tot een lager bouwplansaldo (-10%) voor het ICM-systeem (-13% bij het meenemen van de groenbemesters). Wanneer handwieden wordt toegerekend aan het saldo dan daalde het bouwplansaldo tot -16% (door zaaiui, peen en mais).
- ICM bleef dus met name achter in de opbrengsten. Het verlaagde de toegerekende kosten, wat de achterblijvende opbrengsten deels compenseerde. Daarnaast vergde ICM veel arbeid. Mechanisatie en robotisering zouden kunnen bijdragen dit vraagstuk op te lossen, aangezien de onduidelijk is in hoeverre arbeid beschikbaar is om ICM op grote schaal toe te passen.

9 Milieu-impact

Het doel van de milieu-impactanalyse is om de prestaties van het Referentie- en het ICM-systeem te evalueren op basis van de inzet van gewasbeschermingsmiddelen in beide systemen. De milieu-impact van de twee systemen wordt vergeleken op basis van de Harmonised Risk Index (HRI), een methode om het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen te berekenen gepubliceerd onder de directive 2009/128/EC.

Materiaal en methoden

De HRI is gebaseerd op het volume van actieve stoffen bij de toepassing van gewasbeschermingsmiddelen. Op basis van de eigenschap van de actieve stof wordt er een weegfactor meegegeven. Op deze manier worden 4 groepen en 7 categorieën onderscheiden, hieronder weergegeven met de weegfactor tussen haakjes:

1: laag-risico gewasbeschermingsmiddelen (1): categorie A micro-organismen en categorie B chemisch actieve substanties

2: normaal-risico gewasbeschermingsmiddelen (8): categorie C micro-organismen en categorie D chemisch actieve substanties

3: Candidates for Substitution (16): onderverdeeld in 2 categorieën te weten E niet carcinogeen, toxisch voor reproductie of endocrine disruptie en F die dat wel zijn, maar waarbij blootstelling van mensen verwaarloosbaar is.

4: niet geregistreerde gewasbeschermingsmiddelen (64): categorie G, dit zijn bijvoorbeeld gewasbeschermingsmiddelen waarvoor een tijdelijke vrijstelling is gegeven.

De weegfactoren worden gebruikt om de HRI1 en HRI2 te berekenen. HRI 1 wordt berekend door hoeveelheid toegepaste actieve stof te vermenigvuldigen met de bijbehorende weegfactor. Door op deze manier voor alle toegepaste gewasbeschermingsmiddelen een HRI1 – waarde te berekenen en deze vervolgens op te tellen krijg je een HRI1-waarde voor bijvoorbeeld het gewas aardappel in het jaar 2022 voor ICM en hetzelfde voor de referentie. Beide waarden kunnen dan met elkaar vergeleken worden en daarmee kan de afname of toename van de milieu-impact worden bepaald op basis van de relatieve HRI1 voor ICM.

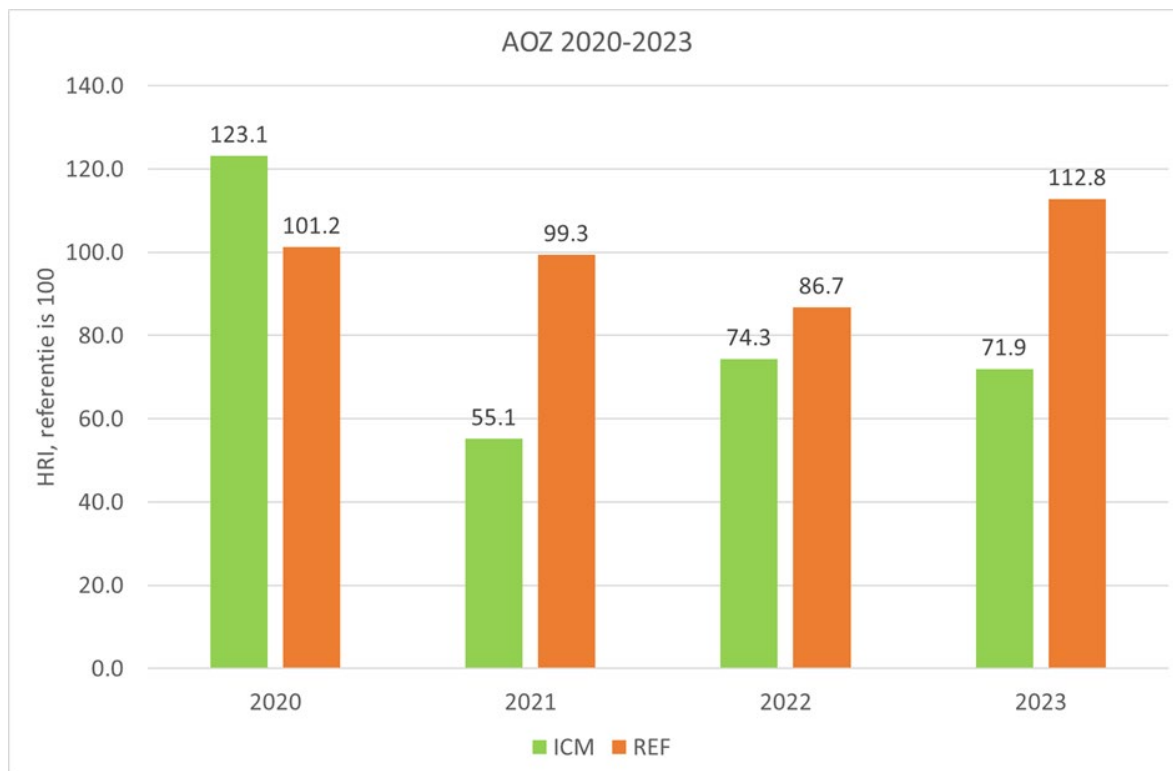
Relatieve HRI-1-ICM = $100 * \text{HRI-1-ICM} / \text{HRI-1-ref}$

HRI-2 wordt bepaald door vrijstellingen voor toepassing in een teelt vanwege een calamiteit door de EU-lidstaat onder artikel 53 van de Regulering (EC) No 1107/2009. In dit verslag gebeurt de evaluatie alleen op basis van HRI1.

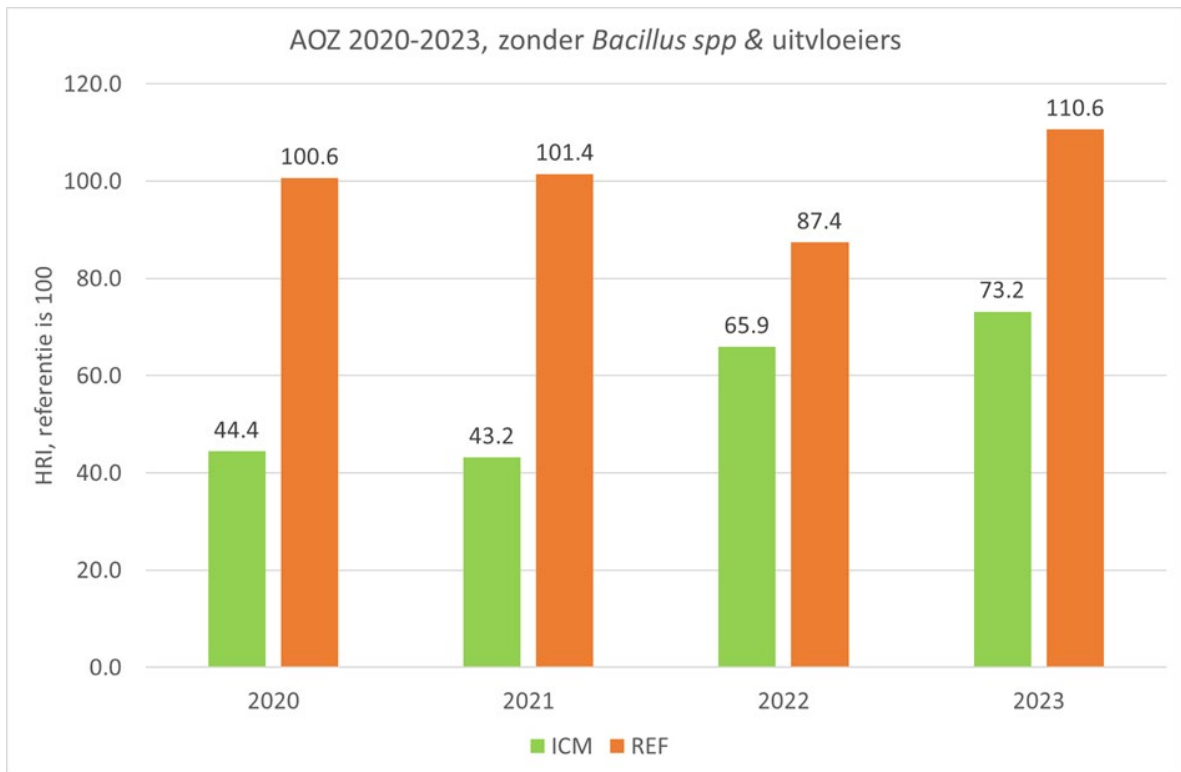
Naast de HRI-1 wordt ook de hoeveelheid toegepaste actieve stof bepaald. Hiervoor wordt de dosering vermenigvuldigd met het gehalte actieve stof en vervolgens voor alle gewassen per jaar en per systeem gesommeerd.

Resultaten

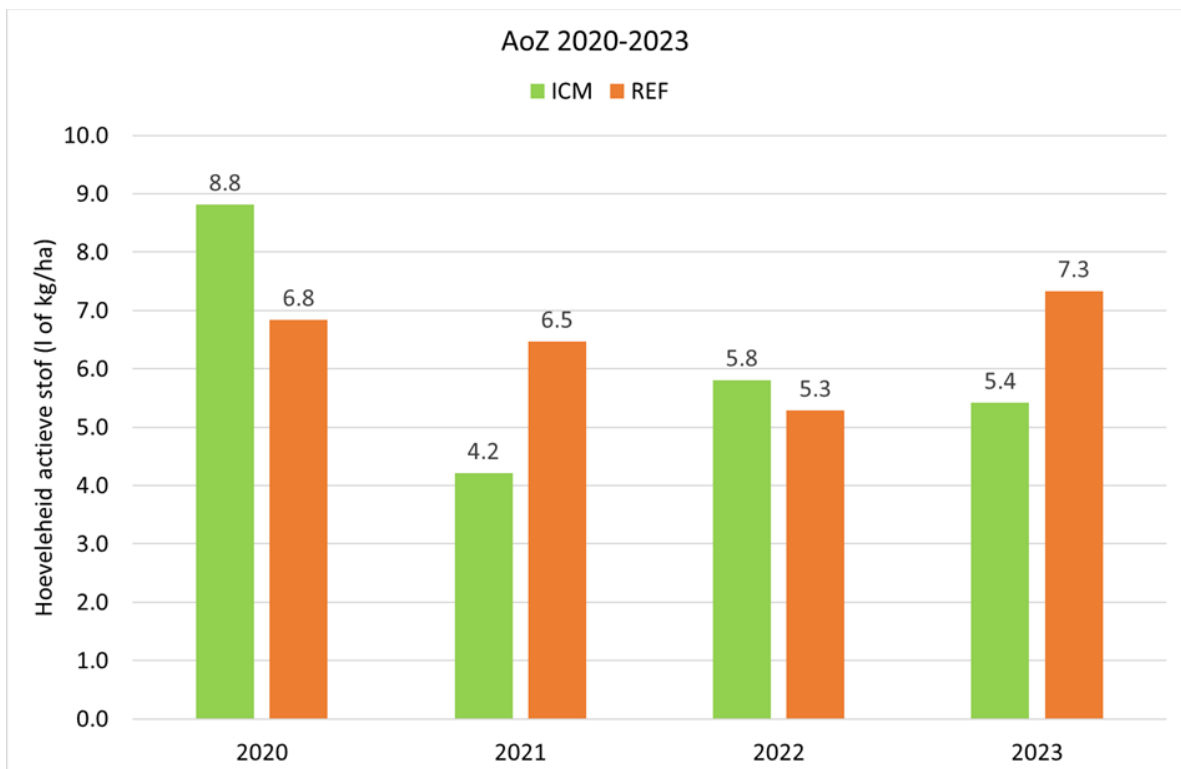
In figuur 9.1 staat de HRI-waarde per jaar over de 8 gewassen en geïndexeerd over de 4 jaar op de Referentie. In 2020 was de HRI voor ICM hoger dan de referentie. Dit werd met name veroorzaakt door micro-organismen die in de ICM werden toegepast, met een hoge dosering en hoog gehalte aan actieve stof. Niet alle uitvloeiers die gebruikt zijn, zijn in de HRI-data-base opgenomen. Wordt voor deze beide aspecten gecorrigeerd dan ontstaat het beeld weergegeven in figuur 9.2. Hetzelfde fenomeen doet zich voor de hoeveelheid toegepaste actieve stof voor, zie figuur 9.3 en 9.4.



Figuur 9.1 HRI-1-waarde voor ICM in vergelijking met de referentie, waarbij het gemiddelde voor de referentie op 100 is gesteld.

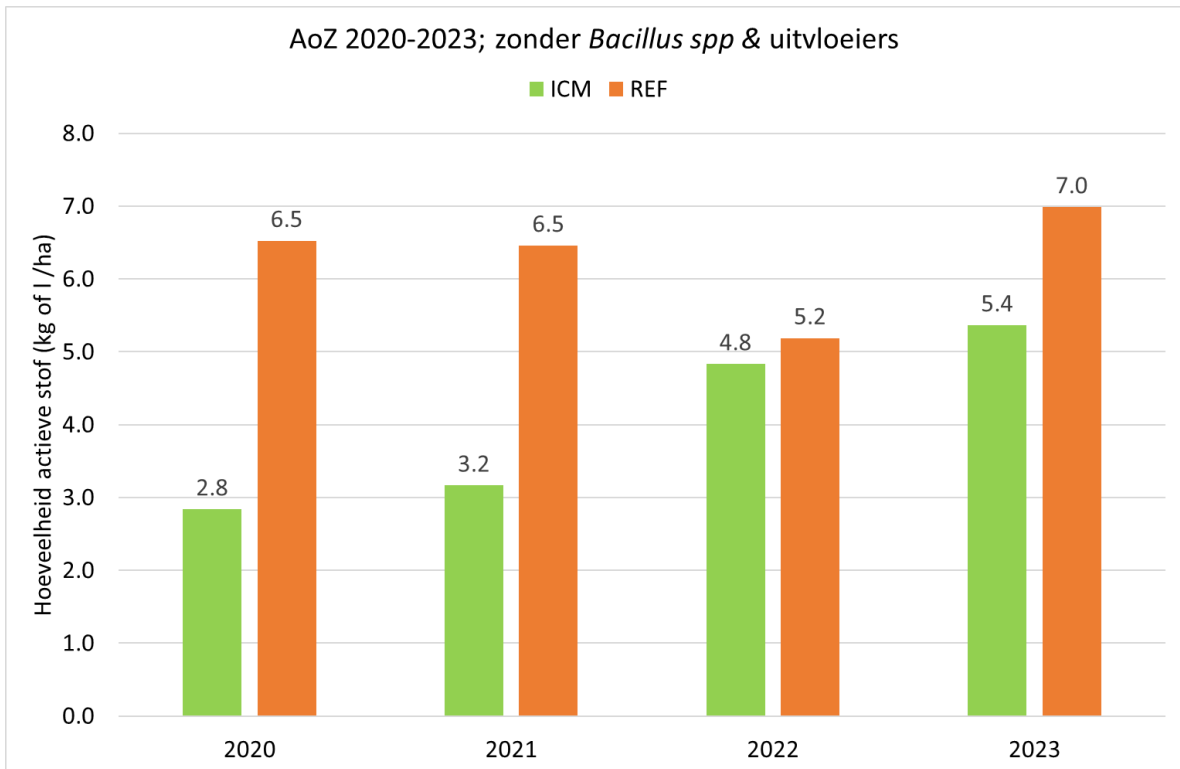


Figuur 9.2 HRI-1-waarde voor ICM in vergelijking met de referentie, waarbij het gemiddelde voor de referentie op 100 is gesteld. Uitvloeiers en micro-organismen zijn in de berekening niet meegenomen.



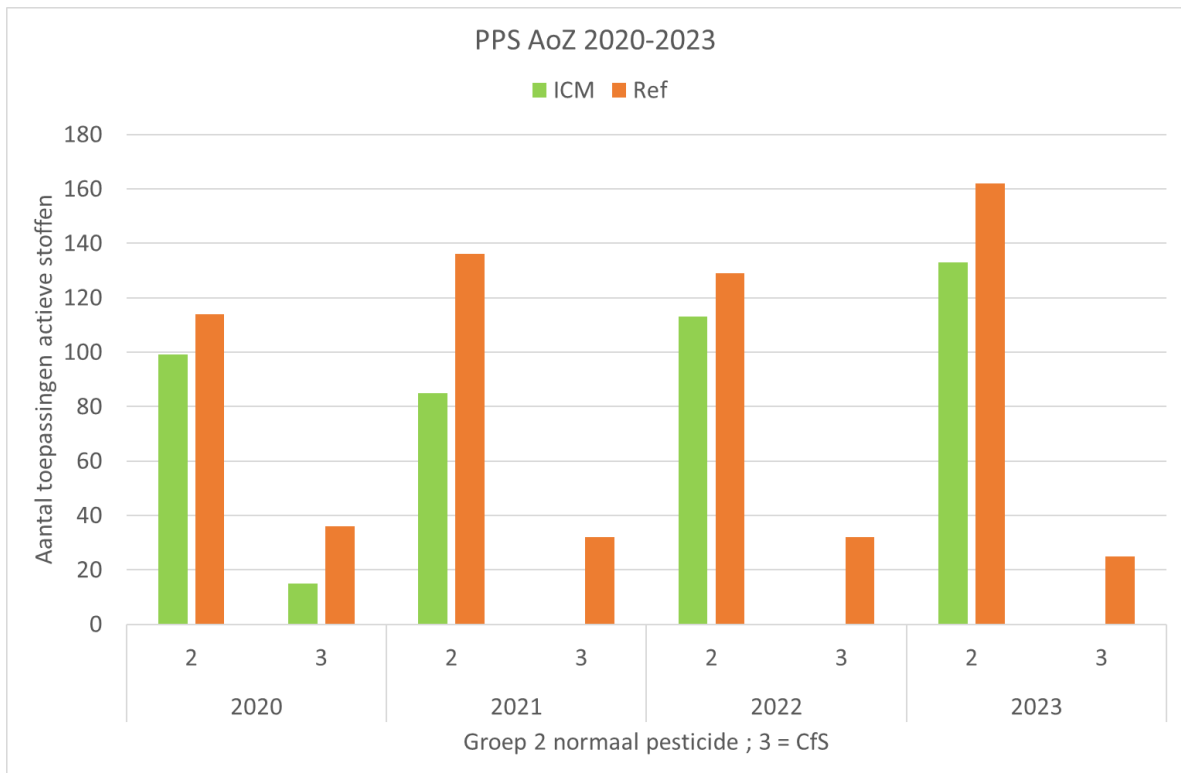
Figuur 9.3 Hoeveelheid toegepaste actieve stof op de 8 plots voor ICM in vergelijking met de referentie (ref).

Worden uitvloeiers en micro-organismen buiten beschouwing gelaten, dan werd in ICM respectievelijk 57%, 51%, 7% en 23% minder actieve stof toegepast dan in de referentie. Dat in 2022 en 2023 de afname beperkt is, komt door de toepassing van Microthiol special liquid in een hoge dosering 7.3 l/ha en ook nog eens met een hoog gehalte aan actieve stof (825 g/l), dit geeft 8.25 l actieve stof met 1 bespuiting in suikerbiet. Op het bouwplan is dat een bijdrage van 1.03 , i.e. bijna 20%.



Figuur 9.4 Gemiddelde hoeveelheid toegepaste actieve stof op de 8 plots in ICM in vergelijking met de referentie (ref). Uitvloeiers en micro-organismen zijn in de berekening niet meegenomen.

In 2020 zijn in het ICM-systeem nog een aantal middelen uit groep 3 (CfS) toegepast (13%). In de jaren daarna was dat in de veldbespuitingen niet meer het geval (Figuur 9.5). In de referentie was het aandeel CfS respectievelijk 24%, 19%, 20% en 13%.



Figuur 9.5 Het aantal toepassingen van gewasbeschermingsmiddelen per jaar in ICM en Referentie onderverdeeld in groepen.

Discussie en conclusies

De milieu-impact kan op verschillende manier worden berekend. In de EU wordt de HRI gebruikt gebaseerd op het volume actieve stoffen ingedeeld in risicogroepen. In Nederland wordt veel gebruik gemaakt van de CLM-milieu meetlat die per actieve stof het milieurisico bepaald. Er wordt gewerkt aan een de milieu-indicator. In de USA wordt gewerkt met de Environmental Impact Quotient. In deze rapportage is ervoor gekozen om te werken met de HRI.

De HRI wordt in de EU gebruikt om de hoeveelheid actieve stof te monitoren die door elke lidstaat afzonderlijk wordt toegepast. In dit onderzoek wordt de HRI gebruikt om de milieueffecten van de beide systemen te meten en te vergelijken. In de HRI1 wordt het volume actieve stof vermenigvuldigd met de klasse waarin de stof valt. Op deze manier wordt enigszins tegemoetgekomen aan verschillen in milieu-impact van de verschillende gewasbeschermingsmiddelen. De differentiatie is echter nogal grofmazig. Vele stoffen vallen in groep 2, maar als gekeken wordt naar bijvoorbeeld de CLM-milieumeetlat kan er wel meer dan een factor 100 tussen zitten tussen stoffen in dezelfde klasse qua milieu-impact (<https://www.milieumeetlat.nl/nl/bereken-open-teelt.html>). Bijvoorbeeld een product als Zorvec enicade (100 g/l oxathiapiprolin) heeft als milieubelastingspunten voor respectievelijk waterleven, bodemleven en grondwater bij 1% drift en 3% organische stof: 2, 0 en 0 en een product als Exacto (500 g/l fluazinam): 276, 24 en 1. Overigens komt 1% drift neer op spuiten met een driftreducerende techniek (DRT) van 50%. De minimale wettelijke drift-reductie is 75%. In de praktijk wordt vaak met een DRT van 90% gespoten. Er in dit voorbeeld geen rekening gehouden met een spuitvrije zone langs de sloot, wat een extra driftreductie met zich mee brengt. Hoe dan ook lijkt de HRI een weinig geschikt instrument om te sturen op vermindering van milieubelasting en vooral geschikt voor volumesturing.

Een actieve stof als *Bacillus amyloliquifaciens* heeft naar opgave van de fabrikant een gehalte van meer dan 90%. Het product wordt ook nog eens gespoten met een relatief hoge dosering van 5-8

l/ha. Door deze combinatie van hoog gehalte en hoog volume draagt een dergelijk product sterk bij aan de HRI1-waarde, temeer daar een dergelijk product niet ingeschaald is in groep 1, maar in groep 2.

Bij het niet meenemen van uitvloeiers en micro-organismen kwam de HRI-1-waarde in ICM 44% lager dan in de referentie. Dat beeld wordt ook terug gezien in de hoeveelheid toegepaste actieve stof. Worden deze stoffen wel meegenomen dan was de HRI-1-waarde bij ICM 19% lager dan in de referentie.

- In het ICM-systeem werden nauwelijks Candidates for Substitution toegepast.
- Laag-risico gewasbeschermingsmiddelen en normaal-risico gewasbeschermingsmiddelen van biologische oorsprong worden vaak met een hoge dosering gespoten en hebben dan vaak ook nog een relatief hoog gehalte aan actieve stof. Daarmee dragen ze fors bij aan de HRI en meer dan synthetische middelen die veelal met een lage dosering en een laag tot gemiddeld gehalte worden gespoten.
- In de HRI-database worden sommige uitvloeiers wel vermeld en andere niet. Dit had consequenties voor de HRI-berekeningen. Een eenduidige keus zou kunnen zijn alleen gewasbeschermingsmiddelen mee te nemen in de berekeningen.
- De normaal-risico gewasbeschermingsmiddelen hebben een heel uiteenlopend milieuprofiel als gekeken wordt naar bijvoorbeeld de CLM-milieumeetlat of de Environmental Impact Quotient. Hiermee lijkt de HRI niet het aangewezen instrument om te toetsen of de milieu-impact daalt.

10 Satellietproeven

Waardplantgeschiktheid groenbemesters voor *Trichodorus similis* en *Verticillium dahliae*

10.1.1 Inleiding

Ook groenbemesters spelen een belangrijke rol in een "slimme gewasrotatie" om bodemgebonden ziekten zoals bodemschimmels en plantenparasitaire nematoden (PPN) te beheersen. Voor een gerichte gewas-/raskeuze is betrouwbare informatie over de waardplantstatus van groenbemesters noodzakelijk. In twee satellietproeven is onderzoek gedaan naar de waardplantstatus van groenbemesters voor de plantenparasitaire nematode *T. similis* en de bodemschimmel *Verticillium dahliae*, de schimmel die o.a. de verwerkingsziekte bij aardappel veroorzaakt.

Een aantal groenbemesters of mengsels die mogelijk interessant zouden kunnen zijn om op te nemen in de AoZ-rotatie (groenbemesters of mengsels die extra N vastleggen, een sterke beginontwikkeling hebben en zo onkruid sterk onderdrukken of veel OS produceren), maar waarvan de waardplantstatus voor *T. similis* en/of *V. dahliae* nog onbekend is, zijn getoetst, zie **Tabel 20**.

Tabel 20 Objecten satellietproef groenbemesters.

Objecten	
Braak	referentie
Gele mosterd	referentie, goede waard <i>T. similis</i>
Mengsel 1 (gele mosterd bladkool, Alexandrijnse klaver en facelia)	OS aanvoer en extra N-vastlegging (vlinderbloemige)
Mengsel 2 (Westerwolds raaigras, wikke, winterrogge)	OS aanvoer en N-vastlegging
Luzerne	extra N-vastlegging (vlinderbloemige)
Japane haver	gangbare groenbemester, waardplantstatus <i>T. similis</i> niet bekend
Bladkool	nog laat te telen, waardplantstatus voor <i>T. similis</i> niet bekend
Bladrammenas (referent met hoofdproef)	referent met hoofdproef AoZ

10.1.2 Opzet en uitvoering

De satellietproeven zijn uitgevoerd in een strook naast de hoofdproef van AoZ. Bekend is dat dit perceel besmet is met *T. similis*. In welke mate het perceel ook besmet is met *V. dahliae* was onbekend.

Begin augustus 2020 en herhaald in 2021 zijn de verschillende groenbemesters op plots van 3 x 9m gezaaid, in vier herhalingen. Begin december is per plot een opbrengstbepaling uitgevoerd. Vervolgens zijn de groenbemesters geklepeld en ingewerkt.

Kort voor het zaaien van de groenbemesters en enkele maanden na het inwerken van de groenbemesters (februari) zijn grondmonsters gestoken voor het vaststellen van de aaltjes- en *V. dahliae* besmetting. Het jaar na de teelt van de groenbemesters is op alle plots aardappel als toetsgewas geteeld. Aardappel is gevoelig voor *T. similis* en *V. dahliae*, maar ook voor het tabaksratelvirus, een virus dat wordt overgebracht door trichodoride-aaltjes en kringerigheid in aardappel kan veroorzaken.



Figuur 61 Overzicht groenbemesterproef, Vredepeel 2020.

10.1.3 Resultaten en discussie

In onderstaande tabel is de bovengrondse gewasproductie weergegeven.

In de proef in 2020 had gele mosterd de hoogste droge stof-(ds-)productie (bijna 8 ton/ha) gevolgd door Mengsel-1, een mengsel met o.a. gele mosterd. De laagste ds-productie werd waargenomen bij luzerne en mangsel-2, een mengsel met grasachtige.

Japanse haver was in de proef in 2021 de groenbemester met de hoogste ds-productie. In de luzerne is dat jaar geen opbrengstbepaling uitgevoerd, omdat dit gewas zich zeer slecht had ontwikkeld. Gemiddeld over de twee jaren schommelde de ds-productie van gele mosterd, Japanse haver, bladrammenas en Mengsel-1 rond de 6,5 ton/ha. De ds-productie van bladkool was gemiddeld 5 ton/ha en voor mengsel-2 ruim 3,5 ton/ha.

Tabel 21 bovengrondse vers- en droge stofproductie groenbemesters, Vredepeel 2020, 2021

Objecten	versgewicht (kg/ha)		drooggewicht (kg/ha)		versgewicht (kg/ha)		drooggewicht (kg/ha)	
Braak	----		----					
Gele mosterd	49000	bc	7966	e	31979	a .	4522	a b .
Japanse haver	59625	cd	6415	cd	59896	. b	7012	. . c
Bladrammenas	77000	d	5744	bc	72500	. b	6825	. . c
Bladkool	63875	cd	6739	cde	35208	a .	3918	a . .
Luzerne	11750	a	2243	a				
Mengsel-1	56750	c	7338	de	36458	a .	5753	. b c
Mengsel-2	34875	b	4317	b	34063	a .	2883	a . .
Lsd	18724		1540		16283		1800	
F pr.	<0.001		<0.001		<.001		<.001	

* significanties per parameter

Mengsel-1: gele mosterd, Alexandrijnse klaver en facelia
 Mengsel-2: Westerwolds raaigras, wikke, winterrogge

In onderstaande tabel is de *T. similis*- en *V. dahliae*-besmetting voorafgaand en na de teelt van de groenbemesters weergegeven van de proef die in 2020 is uitgevoerd.

De *Verticillium*-besmetting voorafgaand aan de teelt was vrij laag, gemiddeld 15 Micro Sclerotiën /10 g grond. De teelt van de groenbemesters had geen betrouwbaar effect op de *Verticillium*-besmetting. Bij geen van de groenbemesters (en braak) verschilde de besmetting na de teelt betrouwbaar van de besmetting voor de teelt.

De besmetting van *T. similis* was eveneens erg laag, gemiddeld 4 *T. similis*/100 ml grond. Ook na de teelt van de groenbemesters was de besmetting laag. Zelfs bij gele mosterd, een gewas dat bekend staat als zeer goede waard voor *T. similis*, was de besmetting niet betrouwbaar toegenomen. Wel was de besmetting na de teelt betrouwbaar hoger dan bij zwarte braak. Ook bij bladrammenas, bladkool, luzerne en Mengsel-2 was de eindbesmetting betrouwbaar hoger dan bij zwarte braak, maar alleen bij luzerne was de besmetting betrouwbaar afgenomen ten opzichte van de besmetting voor de teelt.

Tabel 22 Effect van groenbemesters op besmetting van *T. similis* en *V. dahliae*, Vredepeel 2020

Objecten	Pi Vd		Pf Vd		Pi- <i>T. similis</i>		Pf- <i>T. similis</i>	
	(MS/10 gr grond)		(MS/10 gr grond)		(N/100 ml grond)		(N/100 ml grond)	
Braak	2.9	a	12.7	a	2.0	a b .	0.6	a .
Gele mosterd	21.0	a	16.7	a	7.7	. . c	8.8	. b
Japanse haver	15.9	a	24.6	a	4.9	. b c	5.6	a b
Bladrammenas	7.6	a	16.1	a	6.1	. b c	6.9	. b
Bladkool	10.5	a	21.1	a	4.3	. b c	11.8	. b
Luzerne	9.7	a	17.1	a	0.9	a . .	4.1	a b
Mengsel-1	9.4	a	5.3	a	4.0	. b c	4.6	a b
Mengsel-2	10.8	a	22.7	a	3.0	a b c	8.0	. b

* significanties per parameter

Mengsel-1: gele mosterd, alexandrijnse klaver en facelia
 Mengsel-2: westerwolds raaigras, wikke, winterrogge

In de proef van 2021 was de *Verticillium*-besmetting voorafgaand aan de teelt wederom erg laag. Ook in deze proef kon er geen betrouwbaar effect van de teelt van de groenbemesters op de *V. dahliae*-besmetting worden vastgesteld.

Het perceel waar de proef in 2021 is aangelegd was licht tot matig besmet met *T. similis*, de gemiddelde beginbesmetting was 60 *T. similis*/100 ml grond (zie tabel x). Door de teelt van de goede waard gele mosterd leek de besmetting toe te nemen. Door de vrij grote spreiding in de resultaten verschilde de besmetting na de teelt echter niet betrouwbaar van de beginbesmetting. Ook door de teelt van bladkool en mengsel-2 leek de besmetting toe te nemen, maar alleen bij mengsel-2 was de populatie significant toegenomen ten opzichte van de besmetting voor de teelt.

Het perceel bleek ook (licht) besmet te zijn met het maiswortelknobbelaaltje *M. chitwoodi*; gemiddelde beginbesmetting: 45 *M. chitwoodi*/100 ml grond. Door de teelt van Japanse haver, een groenbemester die bekend staat als zeer goede waard, nam de besmetting sterk toe tot gemiddeld bijna 6000 *M. chitwoodi*/100 ml grond. Ook door de teelt van gele mosterd en bladkool en de beide mengsels nam de besmetting toe. De eindbesmetting bij bladkool en de mengsels verschilde niet betrouwbaar van de eind besmetting bij gele mosterd, wat bekend staat als een matige waard voor *M. chitwoodi*. Bij de teelt van de Mc-resistente bladrammenas nam de besmetting sterk af. De eindbesmetting was zelfs betrouwbaar lager dan bij braak.

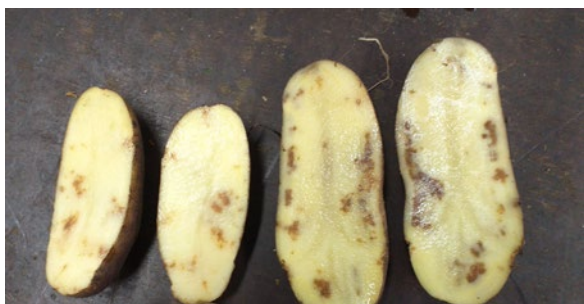
Tabel 23 effect van groenbemesters op de besmetting van *Meloidogyne chitwoodi* en *Trichodorus similis*, Vredepeel 2021

Objecten	Pi-M. chitwoodi (N/100 ml grond)		Pf-M. chitwoodi (N/100 ml grond)		Pi-T. similis (N/100 ml grond)		Pf-T. similis (N/100 ml grond)	
Braak	50	a*	43	. b . . .	56	a	77	a
Gele mosterd	28	a	545	. . . d .	36	a	144	a
Japane haver	14	a	5989 e	101	a	51	a
Bladrammenas	40	a	3	a	63	a	50	a
Bladkool	76	a	266	. . c d .	80	a	205	a
Luzerne#	40	a	50	. b c . .	88	a	107	a
Mengsel-1	42	a	361	. . . d .	34	a	231	a
Mengsel-2	85	a	874	. . . d .	31	a	231	a

* significanties per parameter, # slecht ontwikkeld gewas, resultaten geven geen betrouwbaar beeld van de waardplantstatus

Mengsel-1: gele mosterd, alexandrijnse klaver en facelia
Mengsel-2: westerwolds raagrass, wikke, winterrogge

In 2021 is na de teelt van de groenbemesters het TRV-vatbare aardappelras Santana geteeld. De groenbemesters hadden geen effect op de opbrengst van de aardappelen. De inwendige kwaliteit van de knollen was zeer slecht als gevolg van een zware aantasting door het tabaksratelvirus (TRV) en het potato mop-top virus (PMTV). TRV wordt overgebracht door trichodoride-aaltjes. Poederschurft is de vector voor PMTV. De symptomen van beide virus-aantastingen lijken sterk op elkaar en zijn niet of zeer lastig van elkaar te onderscheiden. Gemiddeld was 65% van de knollen aangetast en was er geen effect van de groenbemesters die zijn geteeld voorafgaand aan de aardappelteelt.



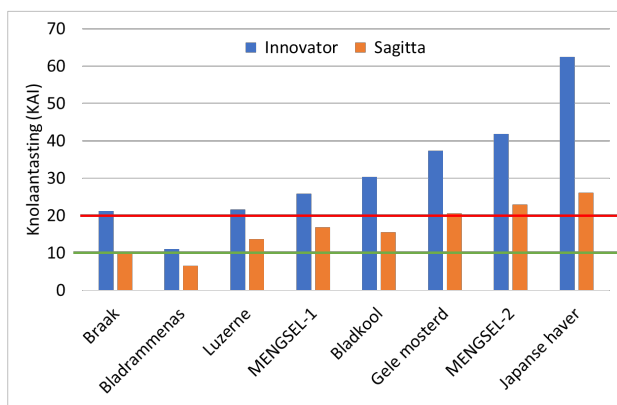
Figuur 62 aantasting van aardappel door tabaksratelvirus en potato mop-top virus

Na de groenbemestersproef van 2021 zijn opnieuw aardappel als volggewas geteeld. Omdat de symptomen van TRV en PMTV lastig van elkaar te onderscheiden zijn, zijn de veldjes van de groenbemestersproef in 2021 opgesplitst en zijn er per veldje twee rassen geteld. Het ras 'Innovator' dat vatbaar is voor TRV maar resistent tegen PMTV en het ras 'Sagitta' dat resistent is tegen TRV maar vatbaar voor PMTV. De groenbemesters hadden, evenals in de eerste proef, geen effect op de opbrengst van de aardappelen. In het ras 'Sagitta' is geen bruin-verkleuring (PMTV-aantasting) waargenomen. Bij het ras 'Innovator' werd in gemiddeld ruim 20% van de knollen een bruinverkleuring vastgesteld. Analyse door de NAK toonde aan dat de verkleuring werd veroorzaakt door het tabaksratelvirus. Van de aardappelen geteeld na braak was 28% van de knollen aangetast. Alleen bij de aardappelen geteeld na Japanse haver was het percentage aangetaste knollen (12%) betrouwbaar lager dan na braak. Voor alle andere groenbemesters was er geen betrouwbaar verschil met het braak object.

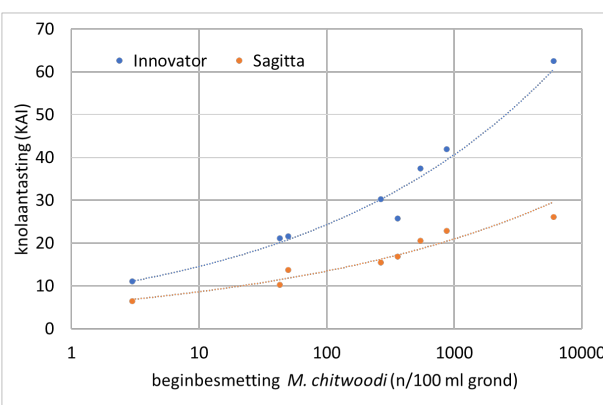
De groenbemesters hadden een sterk effect op de mate van knolaantasting door *M. chitwoodi* in de volgteelt aardappel. Gemiddeld was de knolaantasting in 'Innovator' duidelijk zwaarder dan in 'Sagitta'. Knolaantasting wordt uitgedrukt in een knolaantastingsindex (KAI). De index loopt van 0

(geen aantasting) tot 100 (zeer zwaar aangetast). Partijen consumptieaardappelen met een KAI tussen 0 en 10 worden over het algemeen goedgekeurd en kunnen zonder problemen worden verhandeld. Een index van 10 tot 20 kan problemen geven bij de tarrering en partijen met een index hoger dan 20 geven zeker problemen bij de afzet, met name in jaren dat er voldoende aardappelen op de markt zijn.

Het effect van de groenbemesters op de *M. chitwoodi*-besmetting wordt weerspiegeld in de mate van knolaantasting (fig. y). De zwaarste aantasting werd waargenomen in de aardappelen geteeld na de voor *M. chitwoodi* goede waard Japanse haver (zie fig. x). De aantasting was het laagst bij de aardappelen geteeld na de Mc-resistente bladrammenas, de groenbemester die de laagste *M. chitwoodi*-besmetting had nagelaten. Alleen bij bladrammenas als voorvrucht bleef, bij beide aardappelrassen, de schade beperkt tot een acceptabel niveau ($KAI \leq 10$).



Figuur 64 effect van groenbemesters op de knolaantasting door *Meloidogyne chitwoodi* in een volgteelt aardappel, Vredepeel 2022



Figuur 63 Relatie tussen de *Meloidogyne chitwoodi*-besmetting en knolaantasting bij aardappel, Vredepeel 2022.

10.1.4 Conclusie

De proeven hebben geen betrouwbare informatie over de waardplantstatus van de groenbemesters voor *V. dahliae* opgeleverd. Bij geen van de groenbemesters (en braak) is een betrouwbare toename van de besmetting waargenomen. Ook niet bij de vlinderbloemige groenbemesters (luzerne, de mengsels met wikke en klaver) waar een vermeerdering van *V. dahliae* werd verwacht. Omdat er bij deze groenbemesters (referenten) geen toename van de besmetting is waargenomen, kunnen er geen betrouwbare conclusies over de waardplantstatus van de andere groenbemesters worden getrokken. Ook het *T. similis* waardplant-onderzoek heeft geen "harde" resultaten opgeleverd. In de eerste proef (2020) was de besmetting voorafgaand aan de teelt van de groenbemesters erg laag en is er bij geen van de groenbemesters (ook niet bij de referent gele mosterd) een toename van de besmetting waargenomen. In de tweede proef (2021) werden er wel vrij hoge dichtheden *T. similis* na de teelt van de groenbemesters gevonden, maar waren er door de grote spreiding in de resultaten geen significante verschillen met de referent braak. Gele mosterd, bladkool en de twee mengsels laten gemiddeld de hoogste dichtheid na, wat een indicatie zou kunnen zijn dat deze groenbemesters(mengsels) een vrij goede waard zijn voor *T. similis*.

Evaluatie van de werking van laag-risico middelen voor de beheersing van enkele bodemschimmels in aardappel

10.1.5 Inleiding

Het PPS-project "Akkerbouw op Zand" heeft als doel het gebruik en de toepassing van gewasbeschermingsmiddelen te verminderen en zo de milieubelasting te minimaliseren. Vooral het gebruik van zogenaamde "Candidates for Substitution" (CfS) moet indien mogelijk worden vermeden. Om minder afhankelijk te worden van gewasbeschermingsmiddelen wordt een Integrated Crop Management (ICM) strategie ontwikkeld en getest. Sommige aspecten van de managementstrategie zijn getest in andere projecten en zijn grondig gedocumenteerd. Als deze beheersstrategieën gunstig zijn, worden ze geïntegreerd als onderdeel van de ICM strategie in het AoZ-veldproeven op Vredepeel. Andere beheersstrategieën zijn veelbelovend gebleken, maar moeten nog bewezen worden effectief te zijn om onderdeel te worden van ICM. Een van de belangrijkste ICM beheersmaatregelen is om te beginnen met gezond, d.w.z. ziektevrij pootgoed.

Lakschurft (*Rhizoctonia solani* AG 3) is een bodemschimmel die de opkomst van aardappelen vermindert, vooral als het pootgoed wordt geplant in koele grond en onder vochtige omstandigheden. Daarnaast wordt door de vorming van lakschurft (sclerotiën) de kwaliteit van de knollen bij de oogst minder. Behandelingen die de groei van het gewas beïnvloeden, kunnen leiden tot een betere opkomst en een weerbaarder aardappelgewas. Zilverschurft (*Helminthosporium solani*) en Zwarte spikkel (*Colletotrichum coccodes*) zijn bodemschimmels die met name de schil van de knol aantasten en daardoor de kwaliteit van de knollen verminderen. Daarnaast kunnen ze in de bewaring verder uitbreiden, waardoor in gevallen van ernstige aantasting er ook een opbrengsteffect kan zijn.

Het doel van deze studie was het bepalen van het effect van behandelingen op de opkomst, de groei van het gewas en de daaropvolgende ernst van bodemziekten (schilkwaliteit). De focus lag op het vermijden van chemische bestrijding door het toepassen van teeltmaatregelen en laag-risico middelen.

10.1.6 Opzet en uitvoering

10.1.6.1 Proefopzet

Een vatbaar aardappelras werd op diverse proefveldlocaties van WPR Vredepeel geteeld. Pootgoed werd gecontroleerd op het nagenoeg vrij zijn van lakschurft. Hierbij werd gebruikgemaakt van de SI (sclerotiën-index). Alle proeven zijn uitgevoerd conform lokale landbouwpraktijk, en bij het poten behandeld met de respectievelijke middelen. De meeste behandelingen zijn gericht op het bevorderen van de opkomst en groei van het gewas. Een plot bestaat uit 6 meter (8 rijen) bij 12 meter. Alle behandelingen in alle proeven zijn uitgevoerd met vier herhalingen en in overeenstemming met de voorwaarden voor Good Experimental Practice (GEP). De proeven zijn niet kunstmatig geïnoculeerd, aantasting was dus afhankelijk van natuurlijke infecties via de bodem. Geoogste knollen werden 1.5 maand bewaard bij 4 °C om aantasting van zilverschurft en zwarte spikkel zichtbaar te maken.

10.1.6.2 Toepassing van de behandelingen

De in-de-veur behandelingen werden mechanisch uitgevoerd tijdens het poten (Fig. 51). Er werden drie 0,15 spuitdoppen gebruikt per plantenrij. Het spuitvolume bedroeg 300 l/ha. Eén sproeier spoot op de bodem van de veur, de andere 2 sproeiers waren gericht op de twee afdekschijven en

besproeien de grond waarmee de rug werd opgebouwd. De spuitnevel zal de pootaardappel tot op zekere hoogte bedekken.



Figuur 65 De aardappelpootmachine gebruikt voor het poten van de aardappelen en het toepassen van de middelen

Uitgevoerde waarnemingen

In de respectievelijke proeven zijn waarnemingen uitgevoerd voor de opkomst van de planten, het aantal stengels, de stand van het gewas, eventuele fytoxiciteit van de toegepaste middelen, de mate van stengelaantasting door *Rhizoctonia* (stengelkanker), opbrengst sortering van de geoogste knollen, bezetting van geoogste knollen met lakschurft (sclerotiën) en na een bewaarperiode ook de bezetting met zilverschurft en zwarte spikkel.

10.1.7 Resultaten en discussie

Van deze satellietproeven is jaarlijks een deelrapport geschreven (rapporten voor proeven VP2608, VP2699 en VP2790) waarin de resultaten uitgebreid beschreven staan. Voor resultaten van specifieke toepassingen en hun statistiek wordt verwezen naar het respectievelijke deelrapport.

In geen enkele behandeling in alle proeven werd een fytoxisch effect waargenomen van de middelen op het gewas. Effecten op opkomst, aantal stengels en gewasstand waren over het algemeen zeer klein. Zowel fysieke behandelingen als toepassing van bepaalde biocontrol middelen leek soms een stimulerend effect te hebben op het gewas, maar dit effect werkte nooit door in de opbrengst.

Het voorkomen en de ernst van aantasting door *Rhizoctonia* van de stengels van de aardappelplanten (stengelkanker) werd consistent significant verminderd door toepassing van een volle of halve dosering van de synthetisch chemische referentie. Bijzonder genoeg had in twee van de drie jaar ook de toepassing van alleen water ook een significant effect t.o.v. de onbehandelde controle. In het derde en jaar (VP2790) was dit effect er echter niet en was de mate van aantasting in de controlebehandeling water vergelijkbaar met die van de onbehandelde controle.

Het is bekend dat *Rhizoctonia* een verminderde aantasting geeft als spruiten snel boven komen en metabolisch actiever worden, of als eerdere spruiten door *Rhizoctonia* zijn aangetast waardoor bepaalde afweergenen van de plant worden geactiveerd. Het effect van bepaalde behandelingen (inclusief toepassing van alleen water) dat gezien werd op het verminderen van de aantasting van de stengels door *Rhizoctonia* is waarschijnlijk in ieder geval deels afkomstig van een groeistimulerend effect.

In sommige gevallen werd een verschil gezien in opbrengst (knollen >35 mm) in een relatief koel en nat jaar. Dit effect was er niet in het daaropvolgende jaar wat warmer en droger was, en ook in het derde jaar was dit verschil er niet. Het weer lijkt hierin dus een belangrijkere factor dan de toegepaste behandelingen. Het is lastig om precies te duiden wat de oorzaak is geweest van het verschil in het eerste jaar, omdat het zowel een effect van stress op de plant zou kunnen zijn, als de meer of minder gunstige omstandigheden voor de micro-organismen in de biocontrol middelen om zich te ontwikkelen en interacties aan te gaan met de plant.

De knolbezetting met lakschurft (*R. solani* AG 3) (bij oogst), en zwarte spikkel (*C. coccodes*) (na 1.5 maand bewaring) werden alleen significant verminderd door de toepassing van de synthetisch chemische referentie. In het derde jaar (VP2790) was de knolbezetting met lakschurft zowel in voorkomen als in ernst bijzonder laag (het laagste van alle behandelingen) in de onbehandelde controle. Hoewel dit een vergelijking met de toegepaste behandelingen lastiger maakte hadden de meeste behandelingen nog altijd vaker en ernstiger last van lakschurft ten opzichte van de synthetisch chemische referentie. Ook voor zwarte spikkel was dit jaar uitzonderlijk, omdat de controlebehandeling met water zowel de minste als de minste ernstige aantasting liet zien, significant minder dan zowel de onbehandelde controle als de synthetisch chemische referentie. Gewone schurft (*Streptomyces scabies*) (bij oogst) werd door geen van de toegepaste behandelingen beïnvloed. Zilverschurft (*H. solani*) werd ten opzichte van de onbehandelde controle een enkele keer wel beïnvloed, maar dan weer niet ten opzichte van de synthetisch chemische referentie. Hierbij moet wel opgemerkt worden dat de ernst van aantasting door zwarte spikkel en zilverschurft beperkt tot zeer beperkt was, waardoor het moeilijk is een accurate uitspraak te doen over de effecten van de behandelingen.

Op basis van de data verzameld uit deze drie jaar aan satellietproeven lijkt het erop dat de aantasting van met name de wat zwakkere schimmels van aardappelknollen, zilverschurft (*H. solani*) en zwarte spikkel (*C. coccodes*), nog het meest afhankelijk is van de groeiomstandigheden tijdens de vorming van de knollen (waaronder de vorming van de kurklaag onder de schil). Omdat deze proeven niet zijn ingericht voor optimalisatie van groeiomstandigheden kan daar echter geen sluitende uitspraak over worden gedaan.

10.1.8 Conclusie

Hoewel er veel verschillende behandelingen (alleen en in combinatie) en ook bij verschillende weersomstandigheden zijn toegepast was het enige consistente effect afkomstig van de synthetisch chemische referentie. De invloed van het weer (temperatuur, vocht) lijkt van grote invloed te zijn op de werking van de diverse behandelingen, oftewel bij opkomst oftewel bij stengelaantasting door *Rhizoctonia*. Dit onderstreept direct de reeds eerder beschreven complexiteit van het werken met veel laag-risico middelen, zij het op basis van micro-organismen, zij het op basis van de opwekking van de plantafweer (elicatoren).

Lakschurft (*R. solani* AG 3) toont zich wederom een bijzonder lastig pathogeen om consistent te beheersen met laag-risico middelen. Voor de andere bodemschimmels zwarte spikkel (*C. coccodes*) en zilverschurft (*H. solani*) was het nog niet mogelijk een gedegen uitspraak te doen door het zeer beperkte voorkomen van aantasting. Gewone schurft wordt veroorzaakt door *S. scabies*, en is een bacteriële i.p.v. een fungale ziekte. Deze werd niet beïnvloedt en dus ook niet beheerst door de in deze proeven toegepaste behandelingen.

Evaluatie *Alternaria* beheersing in aardappelen

10.1.9 Inleiding

Bij aanvang van het project waren er nauwelijks mogelijkheden om *Alternaria* in aardappelen met gewasbeschermingsmiddelen te beheersen, met name in het ICM-systeem. In de *Alternaria*-populatie was en is er resistentie voor QoI- en SDHI-fungiciden aanwezig, waardoor gewasbeschermingsmiddelen op basis van deze actieve stoffen nauwelijks effectief ingezet kunnen worden. Gedurende het project is mancozeb uitgefaseerd en daarom niet meer toegepast. De bestrijding van *Alternaria* was in de praktijk dan ook gebaseerd op de inzet van difenoconazool. Deze actieve stof wordt als CfS beschouwd en was daarmee niet beschikbaar voor toepassing in het ICM-systeem. In twee satellietproeven is onderzocht hoe de gevoeligheid van het aardappelgewas voor *Alternaria* kan worden beïnvloed en hoe daarop ingespeeld kan worden met getimede toepassing van gewasbeschermingsmiddelen. In de loop van het project zijn er twee gewasbeschermingsmiddelen toegelaten voor de bestrijding van *Alternaria*, desalniettemin is het streven om ook deze zo weinig mogelijk te gebruiken, maar wel met behoud van rendement.

De proef in 2022 was vooral gericht op de inzet van een gedeelde N-gift en biostimulanten om de vitaliteit te bevorderen, dan wel het afsterven van het aardappel gewas te vertragen en op de inzet van micro-organismen om *Alternaria* te beheersen. Daarnaast was de proef net als in 2023 gericht op gebruik van een BOS en een timing van toepassing van fungiciden om *A. solani* te bestrijden.

10.1.10 Materiaal en methoden

De proeven werden uitgevoerd op WUR-proefbedrijf in Valthermond in 2022 en 2023.

In 2022 werd een aantal biostimulanten ingezet om de gewasgroei (ras 'Avenger') te bevorderen (Objecten C, D, F, G en H). Twee objecten met inzet van micro-organismen (objecten J en K) en 3 objecten gebaseerd op fungiciden (objecten B, L en M) om *Alternaria* te beheersen (Tabel 10.3.1).

abel 10.3.1 Overzicht van de behandeling in de veldproef 2022.

Treatment / Date	ID	T1 4-5-2022	T2 30-5-2022	T3 8-6-2022	T5 21-6-2022	T7 5-7-2022
A = UTC						
B = ICM						
C = Strategy		EXP 001	EXP 002	EXP 002		
D = Strategy				EXP004	EXP004	EXP004
E = split nitrogen						N-zuiver 50 kg/ha
F = Strategy		EXP006		EXP007	EXP007	
G = Strategy						
H = Strategy				EXP010	EXP010	EXP010
J = Microbial						
K = Microbial						
L = DSS P-Days						
M = CFS included						

Treatment / Date	ID	T8 13-7-2022	T9 19-7-2022	T10 26-7-2022	T11 2-8-2022
A = UTC					
B = ICM			Vendetta 0.5 l/ha	Vendetta 0.5 l/ha	Vendetta 0.5 l/ha
C = Strategy		EXP 003	EXP 003	EXP 003	EXP 003
D = Strategy			EXP005	EXP005	EXP005
E = split nitrogen					
F = Strategy			EXP008		EXP008
G = Strategy			EXP009		EXP009
H = Strategy					
J = Microbial			EXP011		EXP011
K = Microbial			EXP012		EXP012
L = DSS P-Days					
M = CFS included			Propulse 0.5 l/ha		Narita 0.5 kg/ha

Treatment / Date	ID	T12 9-8-2022	T13 16-8-2022	T14 23-8-2022	T15 30-8-2022
A = UTC					
B = ICM			Propulse 0.5 l/ha		Propulse 0.5 l/ha
C = Strategy		EXP 003	EXP 003	EXP 003	
D = Strategy		EXP005	EXP 005	EXP005	EXP 005
E = split nitrogen					
F = Strategy			EXP 008		EXP 008
G = Strategy			EXP 009		EXP 009
H = Strategy					
J = Microbial			EXP 011		EXP 011
K = Microbial			EXP 012		EXP 012
L = DSS P-Days		Propulse 0.5 l/ha		Propulse 0.5 l/ha	
M = CFS included			Propulse 0.5 l/ha		Narita 0.5 kg/ha

Bij de inzet van chemie werden 3 objecten met elkaar vergeleken. Een 14-daags schema met specifieke *Alternaria*-middelen (object M), een schema met een blok van Vendetta gevolgd door tweemaal een specifiek *Alternaria*-middel. Tenslotte werd hetzelfde middel ingezet op basis van een BOS die de veroudering van het gewas simuleert en daarmee bepaalt wanneer de aardappelen gevoelig worden voor aantasting door *Alternaria*.

Op verzoek van de KBG werd de proef in 2023 meer ingericht op de timing van de fungiciden. Inzet van biostimulanten en biocontrol werd verder opgepakt in de PPS bladschimmels. In de proef werden de rassen 'Saprodi' (object A, B, D & E) en 'Festien' (objecten F, G, J & K) geteeld (Tabel 10.3.2).

Tabel 10.3.2 Overzicht van de behandelingen in de proef

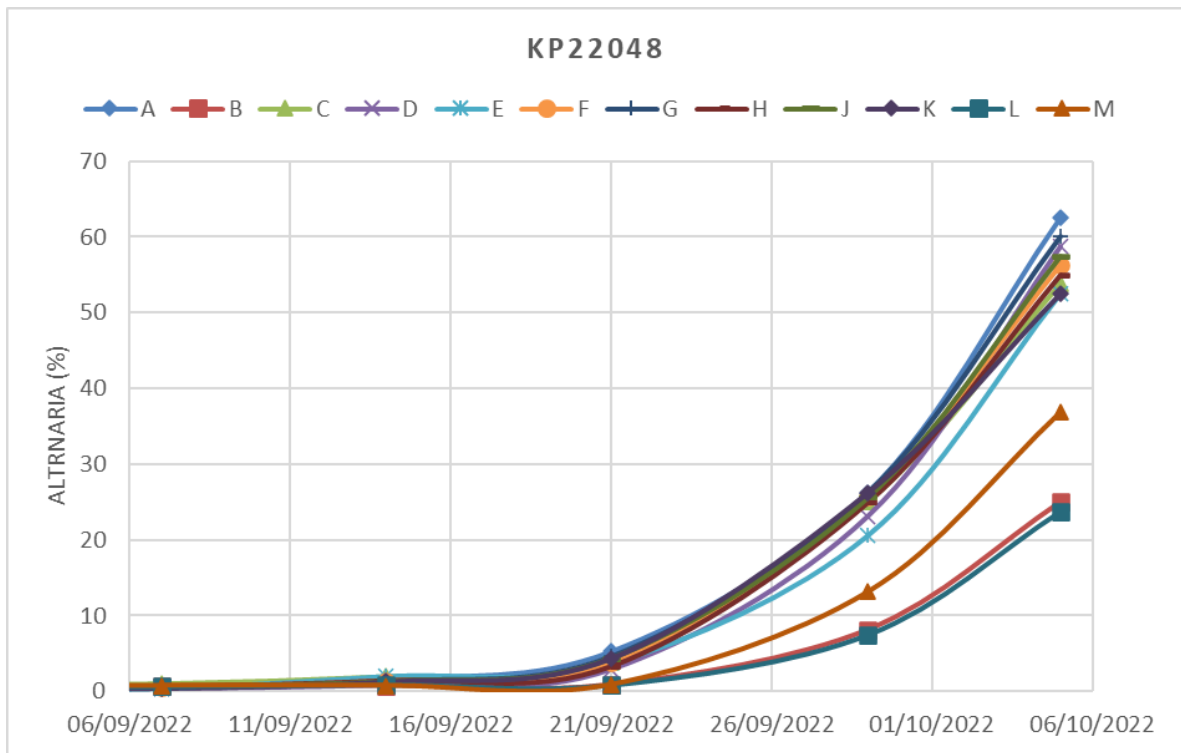
Verwachte uitvoeringsdatum		Omschrijving	Bemesting	Bij poten	N.t.b.
ID	T1	T2	T3	T4	T5	T6	
1	A	Onbehandeld	Stikstof 150 kg/ha				
2	B	ICM strategie	Stikstof 150 kg/ha				
4	D	ICM + P-days model	Stikstof 150 kg/ha				
5	E	ICM extra + P-days model	Stikstof 100 kg/ha	Transformer 10 l/ha			N-gift 50 kg/ha
6	F	Onbehandeld	Stikstof 150 kg/ha				
7	G	ICM strategie	Stikstof 150 kg/ha				
9	J	ICM + P-days model	Stikstof 150 kg/ha				
10	K	ICM extra + P-days model	Stikstof 100 kg/ha	Transformer 10 l/ha			N-gift 50 kg/ha

Verwachte uitvoeringsdatum		Half juli (wk. 29)	Wk 31	Wk 32 (vr.dag)	Wk 34 (vr. dag)	Wk 36 (vr. Dag)
ID	T7	T8	T9	T10	T11	
1	A					
2	B	Propulse 0.4 l/ha	Belanty 1.25 l/ha	Propulse 0.4 l/ha	Belanty 1.25 l/ha	Propulse 0.4 l/ha
4	D			Propulse 0.4 l/ha	Belanty 1.25 l/ha	Propulse 0.4 l/ha
5	E			Propulse 0.4 l/ha	Belanty 1.25 l/ha	Propulse 0.4 l/ha
6	F					
7	G	Propulse 0.4 l/ha	Belanty 1.25 l/ha	Propulse 0.4 l/ha	Belanty 1.25 l/ha	Propulse 0.4 l/ha
9	J			Propulse 0.4 l/ha	Belanty 1.25 l/ha	Propulse 0.4 l/ha
10	K			Propulse 0.4 l/ha	Belanty 1.25 l/ha	Propulse 0.4 l/ha

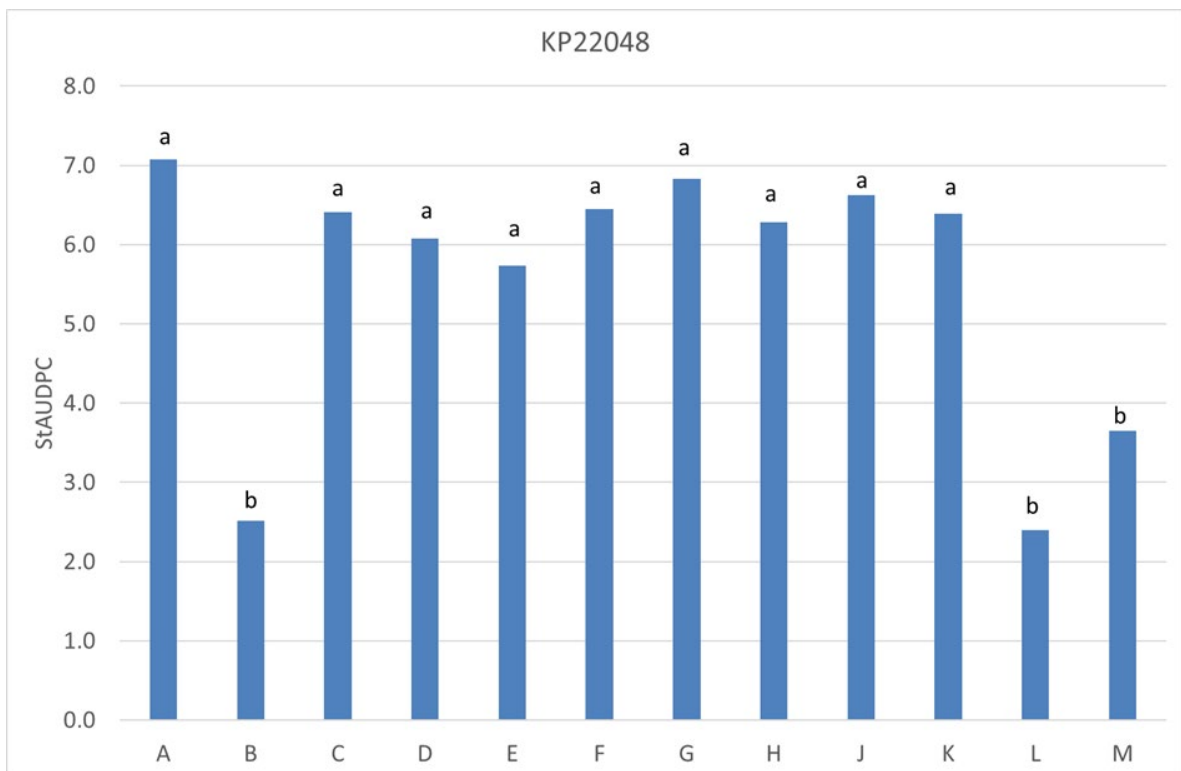
In beide jaren werd met drones gevlogen om te zien of er verschillen waren in gewasontwikkeling.

10.1.11 Resultaten

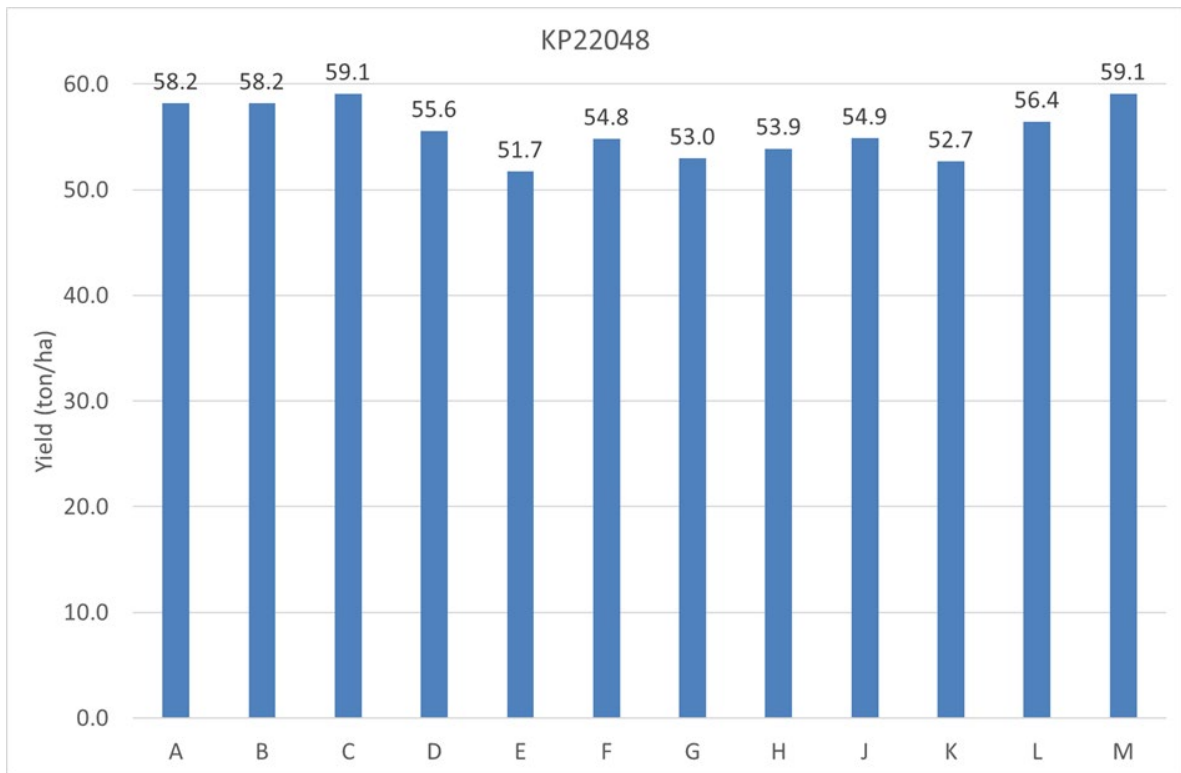
In 2022 kwam de *Alternaria* epidemie laat op gang. Pas eind september ontstonden er verschillen tussen de objecten (Figuur 10.3.1). Alleen waar fungiciden werden toegepast, leidde dat tot significant minder aantasting dan in de onbehandelde controle (Figuur 10.3.2). Verschillen in opbrengst, zowel qua tonnen als zetmeel opbrengst werden in deze proef niet waargenomen (Figuur 10.3.3).



Figuur 10.3.1 *Alternaria*-ontwikkeling in aardappel 'Avenger' in Valthermond 2022.

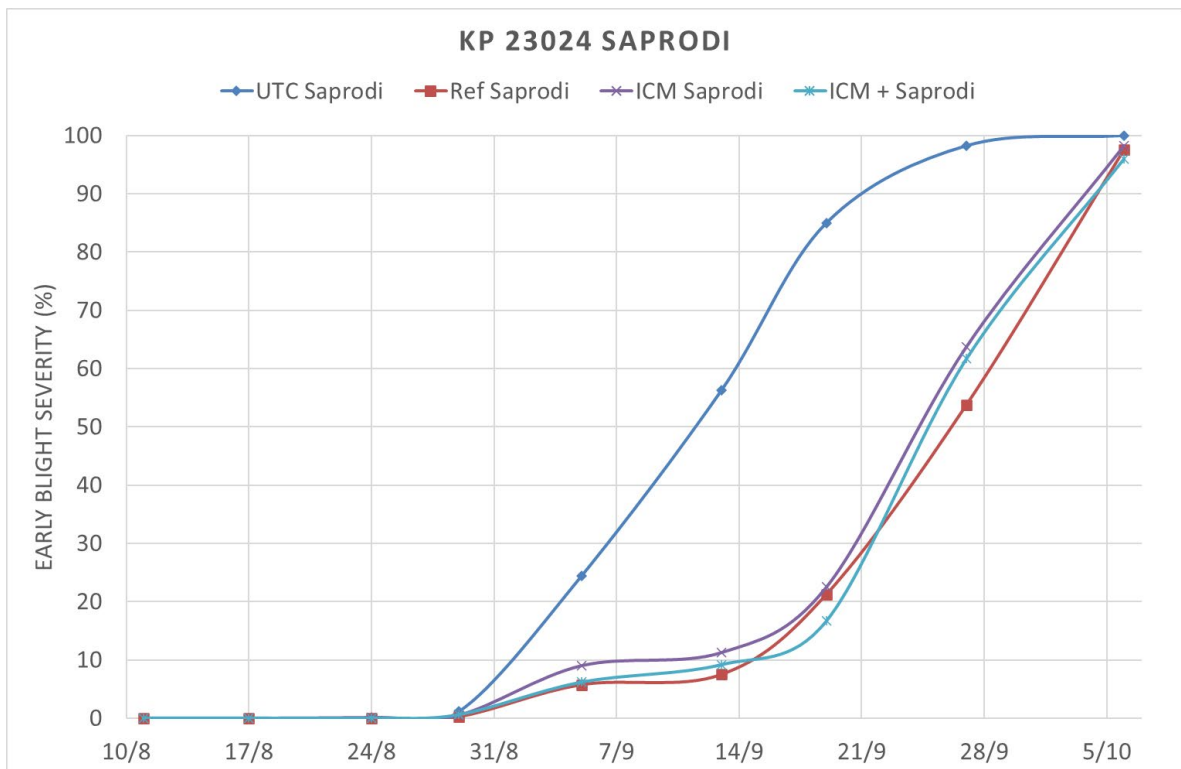


Figuur 10.3.2 *Alternaria*-aantasting (% / dag) in aardappel 'Avenger' in Valthermond 2022, verschillende letters geven aan dat de objecten significant van elkaar verschillen.

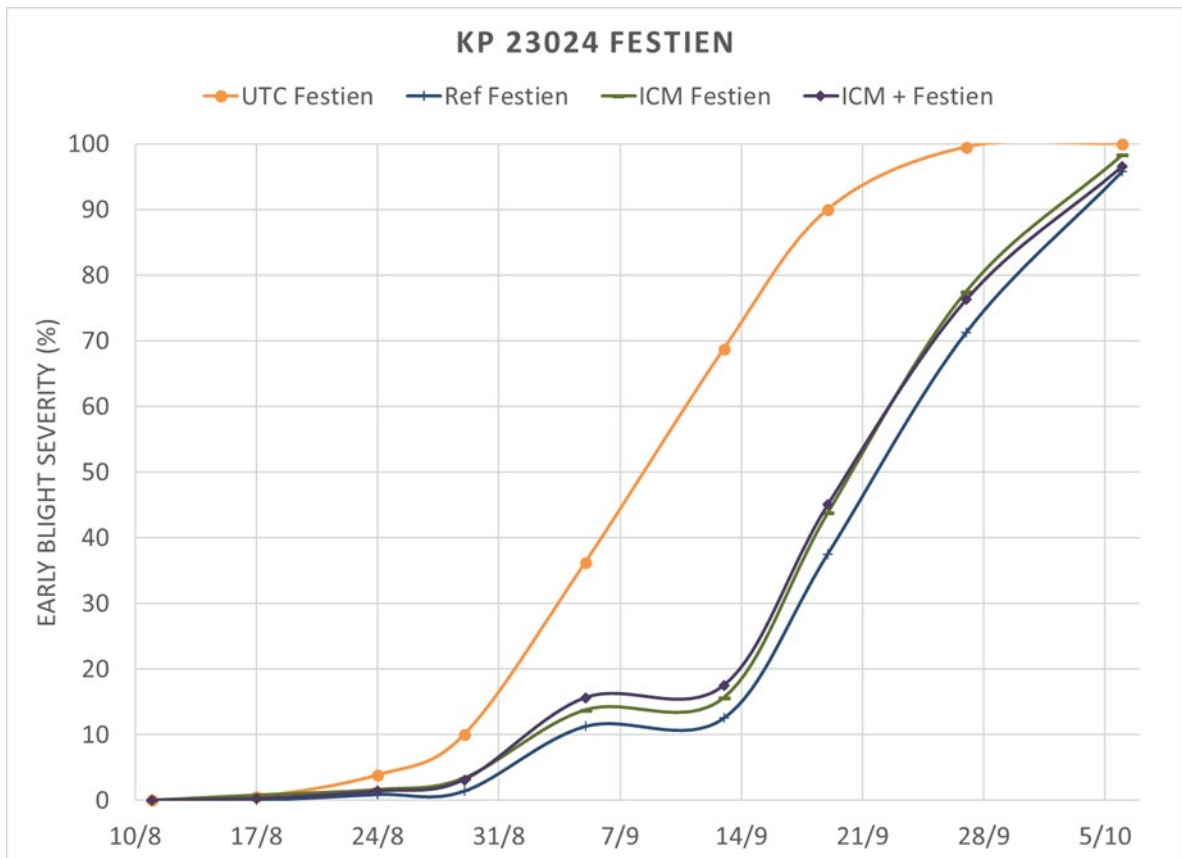


Figuur 10.3.3 Opbrengst van het aardappelras 'Avenger' in de proef in Valthermond 2022. Tussen de objecten werden geen significante verschillen waargenomen.

In 2023 kwam de *Alternaria*-epidemie begin september op gang. Door de inzet van fungiciden kon de epidemie significant vertraagd worden, de gekozen strategie maakte daarbij niet uit.

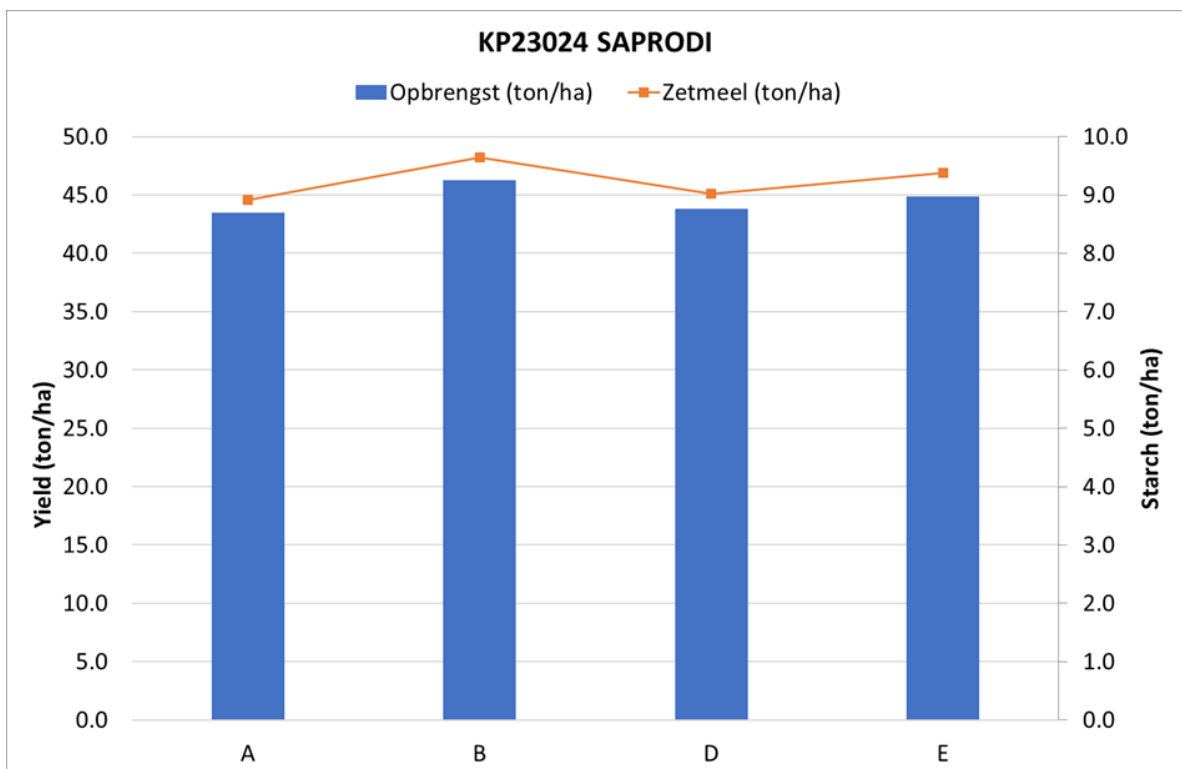


Figuur 10.3.4 De mate van *Alternaria*-aantasting (%) in aardappel 'Saprodi' als gevolg van de bestrijdingsstrategieën, UTC = onbehandelde controle.



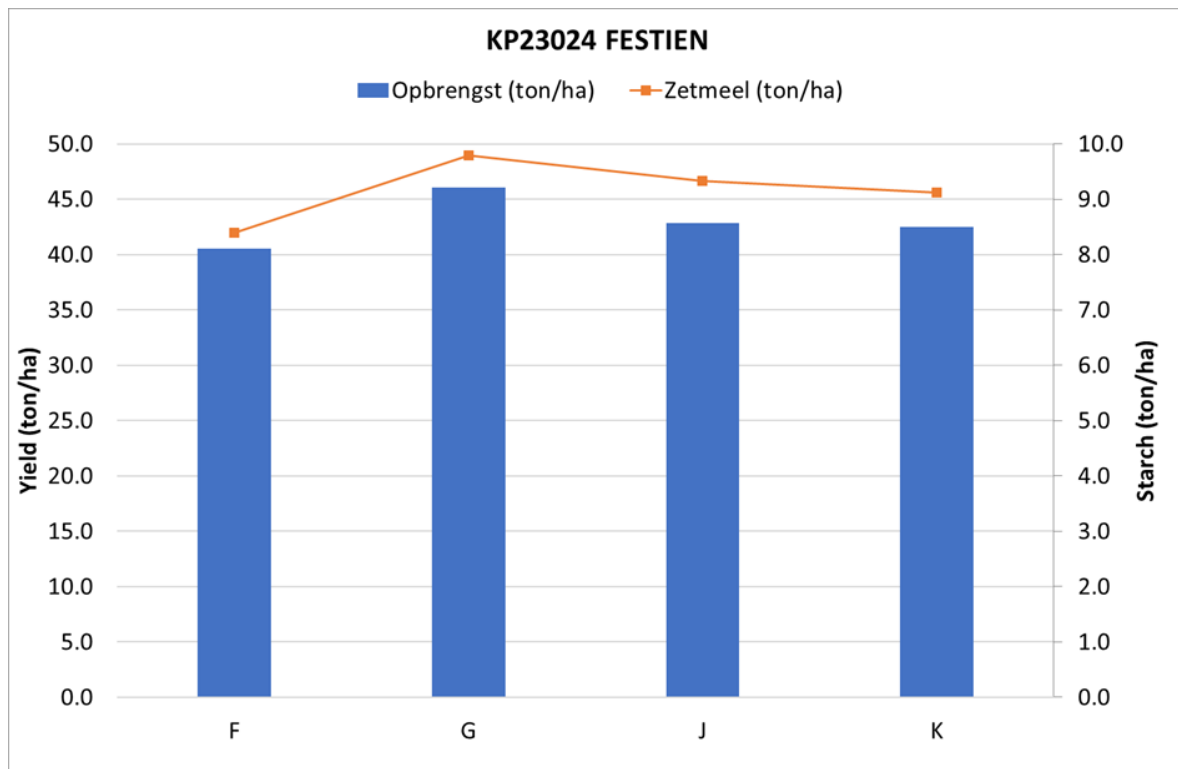
Figuur 10.3.5 De mate van *Alternaria*-aantasting (%) in aardappel 'Festien' als gevolg van de bestrijdingsstrategieën, UTC = onbehandelde controle.

In het ras 'Saprodi' werden geen significante opbrengst verschillen waargenomen.



Figuur 10.3.6 Opbrengst en zetmeel (t/ha) voor het aardappelras 'Saprodi'.

De opbrengst van behandeling G was significant beter dan object F en vergelijkbaar met J en K. De zetmeelopbrengst van object G was significant hoger dan objecten F en K en vergelijkbaar met J. Objecten G, J en K gaven een significant hoger zetmeel opbrengst dan object F (Figuur 10.3.7).



Figuur 10.3.7 Opbrengst en zetmeel in het aardappelras 'Festien'.

10.1.12 Discussie en conclusies

Uit onderzoek in Denemarken is gebleken dat het delen van de N-gift leidt tot het langer vitaal blijven van het gewas. Dit leidde vervolgens tot het later op gang komen van de *Alternaria*-epidemie. In de beide proeven in Valthersmond kon het effect van een gedeelde bemesting op het vitaal blijven van het gewas niet geverifieerd worden. Eerder onderzoek (PPS Groen) heeft laten zien dat korten op de N-advies gift met 25% of 50% leidt tot eerder afsterven en meer aantasting door *Alternaria*. Met toenemende restricties op bemesting is de gedachte om op een andere manier te zorgen dat het gewas vitaal blijft. In 2022 is hieraan gewerkt door zowel bodem- als bladtoepassingen uit te voeren. Dit heeft echter niet geleid tot verschil in gewasontwikkeling en afsterven in vergelijking met de onbehandelde controle.

In het project is een model ontwikkeld om de veroudering van het aardappelgewas te simuleren, gebaseerd op de vroegheid van het aardappelras en temperatuur (WP2). In beide jaren werd dit model getest in vergelijking met een praktijkstrategie waarbij 4 of 5 keer tegen *Alternaria* werd gespoten. In 2022 was de eerste bespuiting volgens de praktijk op 19 juli, terwijl het model aangaf dat er op 9 augustus, drie weken later, gespoten kon worden. De twee bespuitingen volgens de BOS bestreden de *Alternaria* net zo goed als de referentiestrategieën. Overigens, waarschijnlijk vanwege de late start van de *Alternaria*-epidemie, kon geen opbrengstverhoging waargenomen worden. De bespuitingen droegen wel bij aan het onderdrukken van het pathogeen en mogelijk tot het beperken van de ziektedruk voor een vervolggewas.

In 2023 is gestart met bespuitingen volgens de praktijk op 17 juli. Op 11 augustus is gestart met bespuitingen volgens BOS. Het advies voor beide rassen ('Saprodi' en 'Festien') kwam vrijwel op dezelfde dag. Ook in 2023 was de bespuiting volgens BOS ongeveer drie weken later. Voor het ras

'Saprodi' pakte dat goed uit. De mate van aantasting was vergelijkbaar met de referentie en ook de opbrengst was dat. Ook bij 'Festien' was de bestrijding van de *Alternaria*-epidemie tussen de drie spuitstrategieën vergelijkbaar. De praktijk strategie gaf een hogere zetmeel opbrengst dan één van de twee BOS-systemen en mathematisch ook hoger dan de andere BOS-strategie. Mogelijk had dit te maken met de kunstmatige inoculatie die in beide jaren is uitgevoerd. Dit is gedaan door met *Alternaria* besmette graankorrels in het veld uit te strooien om zo de ziektedruk te verhogen.

Conclusies 2022

- De *Alternaria*-epidemie kwam laat op gang, pas eind september 2022.
- Inzet van fungiciden gaf een significant lagere *Alternaria*-aantasting dan in de onbehandelde controle.
- Beide micro-organismen gaven in dit experiment geen verlaging van de mate aan aantasting in vergelijking met de onbehandelde controle.
- De gedeelde N-gift leidde niet tot een langer vitaal blijvend gewas in vergelijking met de onbehandelde controle.
- De biostimulanten leidden niet tot een langer vitaal blijvend gewas in vergelijking met de onbehandelde controle.
- Er werden geen significante verschillen in opbrengt aangetoond in dit experiment.

Conclusies 2023

- De *Alternaria*-epidemie kwam begin september 2023 op gang.
- Inzet van fungiciden gaf een significant lagere *Alternaria*-aantasting dan in de onbehandelde controle, verschillen tussen fungicide strategieën werden niet gevonden.
- In het ras 'Saprodi' werden geen significante verschillen gevonden in opbrengt en zetmeel opbrengst als gevolg van de strategieën.
- In het ras 'Festien' werden wel verschillen gevonden qua opbrengt en zetmeel opbrengst bij de verschillende strategieën.

Lelie in de akkerbouw rotatie

Anders dan de teelt van veel andere cash crops uit het Zuidoostelijk bouwplan leidt de teelt van lelie traditioneel een zwervend bestaan, omdat deze idealiter plaatsvond op grond waar nog nooit eerder lilies op hadden gestaan. De reden hiervoor is het zo veel mogelijk vermijden van bodemgebonden ziekten in de langdurige, intensieve en kostbare teelt van lelie. Uiteraard moest aan deze omzwenning op enig moment een eind komen, omdat de grond waar nog nooit lelie op had gestaan opraakte. Inmiddels is ook de grond waarop gedurende langer dan zeven jaar geen lelie meer gestaan heeft schaars aan het worden, en daarmee diende zich een nieuwe vraag aan: Wat zou de plaats van lelie kunnen zijn in een akkerbouwrotatie?

De eerste en wellicht belangrijkste vraag in dit thema is de vruchtvolgorde. Het is momenteel onbekend welke voorvrucht de meest gunstige nalatenschap heeft voor de teelt van lelie, in het bijzonder qua bodemgebonden ziekten. De belangrijkste hiervan voor lelie zijn *Fusarium* (*Fusarium oxysporum* f. sp. *lilii*), randrot/bolrot (*Cylindrocarpon destructans*) en het wortellesieaaltje (*Pratylenchus penetrans*). Daarnaast kan lelie nog een symptoom vertonen van, knotsvormige wortels, vaak in combinatie met wortelverbruining, waarvan de precieze oorzaak onbekend is.

Verdachten zijn onder meer het wortellesieaaltje en/of Trichodoriden (*Trichodorus* of *Paratrichodorus* spp.), waarschijnlijk in combinatie met nog niet nader benoemde bodemschimmels.

In een kuipenproef is hier meerjarig onderzoek naar gedaan. Zowel grond uit het proefveld van Akkerbouw op Zand als grond uit praktijkpercelen is hiervoor gebruikt. In kuipen zijn hier lelies op geteeld, die na afloop van de teelt beoordeeld zijn op opbrengst en kwaliteit, en mate van aantasting door *Fusarium* of *Penicillium*.

Op basis van de gegevens uit in totaal drie jaar aan kuipenproeven met lelie met diverse voorvruchten (inclusief bijbehorende groenbemesters), en afkomstig van zowel de AoZ-veldproef als praktijkpercelen lelie kunnen de volgende conclusies getrokken worden:

1. Geen van de hier getoetste akkerbouwgewassen (inclusief bijbehorende groenbemesters) had als voorvrucht een overtuigende positieve of negatieve invloed (t.o.v. elkaar) op de stand of snelheid van afsterving van de lelies. De kwaliteit van het plantmateriaal leek een veel grotere invloed te hebben op stand en afsterving.
2. Geen van de hier getoetste akkerbouwgewassen (inclusief bijbehorende groenbemesters) had als voorvrucht een significante positieve of negatieve invloed (t.o.v. elkaar) op het gemiddelde bolgewicht van de lelies.
3. Geen van de hier getoetste akkerbouwgewassen (inclusief bijbehorende groenbemesters) had als voorvrucht een significante positieve of negatieve invloed (t.o.v. elkaar) op de wortelkwaliteit. Wel was er een duidelijke indicatie dat mais een zeer slechte voorvrucht is als er zich op het perceel gewone wortellesieaaltjes (*Pratylenchus penetrans*) bevinden.
4. Geen van de hier getoetste akkerbouwgewassen (inclusief bijbehorende groenbemesters) was als voorvrucht gerelateerd aan het voorkomen van de bacterieziekte woekerziek in de leliebollen.
5. Het voorkomen van de door de bacterie *Rhodococcus fasciens* veroorzaakte ziekte woekerziek in de leliebollen kon niet gerelateerd worden aan de voorvruchten (inclusief bijbehorende groenbemesters) of aan de aanwezige soorten of aantallen PPN.
6. Lelie is een duidelijke niet-waard voor het maïswortelknobbelaaltje (*Meloidogyne chitwoodi*). Dit is conform eerdere informatie.
7. De volgens de praktijk zeer slechte voorvrucht gras (in deze proef getoetst als DG Diterra Rendement Engels raaigras mix, *Lolium perenne*, rassen 'Trivos', 'Arsenal', 'Maurizio' en 'Arnando'), gaf bij een éénjarige teelt tussen twee teelten lelie geen significante of opvallende vermeerdering van het aantal leliebollen dat door Fol werd aangetast.

Een opvallend resultaat was dat lelie een potentiële slechte of matige waard voor *Trichodorus similis* leek te zijn. Vanwege het ontbreken van een braakreferentie kan dit met alleen de hier verzamelde gegevens echter niet met zekerheid vastgesteld worden. Een classificatie als slechte of matige waard maakt dat lelie wel des te lastiger in te passen zou zijn in een akkerbouwrotatie, omdat diverse akkerbouwgewassen *T. similis* ook vermeederen en er schade van kunnen ondervinden.

Een uitgebreide verslaglegging van deze proeven is in de maak.

11 Communicatie

Vanuit de PPS Akkerbouw op Zand is veel nadruk gelegd op de communicatie van tussentijdse resultaten. Alle projectpartners zijn overtuigd van het belang om deze kennis te delen. Door een goede communicatiestrategie en uitwerking wordt de ICM strategie ook bij andere stakeholders en uiteindelijk bij telers bekend. Telers kunnen hiermee hun voordeel doen door de positieve effecten vanuit ICM die in de PPS zijn onderzocht toe te passen.

Daarnaast is er de interne communicatie naar de projectpartners. Deze heeft als doel om elkaar te informeren en ervoor te zorgen dat iedereen over dezelfde kennis beschikt. Via de projectpartners kan deze kennis dan weer doorgespeeld worden naar de achterban van iedere partner.

Communicatiedoelen

1. Stimulering bewustwording mogelijkheden integrale aanpak gewasbescherming voor de zandgronden;
2. Kennis over integrale gewasbescherming toegankelijk maken voor de primaire en secundaire doelgroepen;
3. Kennis over integrale gewasbescherming vanuit de PPS toepasbaar maken voor de primaire doelgroepen;
4. Innovaties vanuit de PPS ontsluiten voor de primaire doelgroepen.

Doelgroepen

Voor communicatie vanuit deze PPS zijn verschillende doelgroepen benoemd.

Primaire doelgroepen: Telers en de zogenaamde erfbetreders (bedrijfsadviseurs, gewasbeschermingsmiddelenleveranciers, afnemers, mechanisatiebedrijven en andere leveranciers). Vakpers.

Secundaire doelgroepen: Beleidsmakers, onderwijs, onderzoek.

Interne doelgroepen: Leden van de stuurgroep, alle deelnemers binnen de werkgroepen en medewerkers van de partners in het project.

Boodschap

Op basis van de communicatiedoelen en de doelgroep zijn twee boodschappen geformuleerd.

Breed:

"Binnen de PPS **Integrale aanpak gewasbescherming voor de akkerbouw op zand** werken het bedrijfsleven en onderzoekspartijen samen aan een robuust teeltsysteem met een sterk verminderde afhankelijkheid van chemische gewasbescherming, met **economisch en ecologisch perspectief** op de korte en lange termijn."

Aan teler:

"Met de kennis uit deze PPS weet de **akkerbouwer op zandgronden** welke **praktische maatregelen hij kan nemen** om een **robuuste en weerbare teelt** te realiseren.

Gewasbescherming wordt een onderdeel van de aanpak, die bijdraagt aan de natuur en bovenal economisch perspectief biedt op korte en lange termijn."

Uitvoering

Aan de communicatie is uitvoering gegeven door het gebruik van verschillende communicatiekanalen. Hier volgt een opsomming van de activiteiten. In de bijlage (paragraaf Bijlage 4) is een verdere uitwerking te vinden van deze activiteiten met zo mogelijk een link naar de genoemde informatie.

- Themadagen voor akkerbouwers, vollegrondsgroentetelers en adviseurs. Doel: kennisoverdracht gericht op implementatie van kennis in de praktijk, hierbij wordt het netwerk, kennis en kunde van de deelnemende partijen benut. Jaarlijks zijn er zo'n twee activiteiten georganiseerd door de PPS of met bijdrage van de PPS. Behalve in het eerste jaar. Door corona was het niet mogelijk om themadagen te organiseren.

-
- Symposium voor beleidsmedewerkers (nationaal, regionaal). Doel: genereren van goed ingebedde kennisoverdracht van de resultaten in de maatschappelijke en sectorale context, aansluiting op realisatieplan Kringlooplandbouw LNV. Hiervoor is in 2023 een beleidsdag georganiseerd, betrokkenen hebben dit als zeer positief ervaren.
 - Artikelen in vakbladen. Doel: kennis delen met sector. Voor dit thema is veel aandacht geweest in de media, hiervan getuigt ook de lijst met artikelen die in de bijlage is opgesomd. Akkerwijzer heeft in 2024 het initiatief Topgewas geïnitieerd dat draait om de ICM aanpak.
 - Lezingen voor deelnemers van praktijknetwerken en andere studiegroepen. Doel: kennisuitwisseling met de praktijk. Onderzoekers hebben op thema's die verband houden met ICM diverse lezingen gegeven aan telers en telersgroepen.
 - Leaflet waarin de ICM strategie wordt uitgelegd met de mogelijkheden voor praktische toepassingen die er zijn bij iedere ICM pijler.
 - Inhoudelijke bijdragen in de vorm van korte YouTube filmpjes. Zie hiervoor onderstaande lijst met korte filmpjes.
 - Wetenschappelijke artikelen in peer reviewed journals. Doel: internationale kennisdeling.
 - Excursies naar de onderzoeklocatie van deze PPS. Doel: informeren van beleid, telers, erfbetreders en onderwijs over de laatste resultaten. Zowel met de partners in interne (stuurgroep)bijeenkomsten als extern met telers en erfbetreders zijn er verschillende excursies naar locatie geweest waarbij kennisdeling centraal stond.
 - Digitaal platform (website). Doel: verzamelpunt ontwikkelde kennis, aankondigen activiteiten, loket voor vragen. Zie bijlage met de projectwebsites.
 - Communicatie in lokale nieuwsbladen over de experimenten. Zie bijlage.
 - Communicatie via sociale media (o.a. Twitter, LinkedIn). Doel: informeren breed publiek over resultaten/voortgang. Zie bijlage.
 - Communicatie via de kanalen van partners.

12 Discussie

Afhankelijkheid van Candidates for Substitution

Bij opstart van de veldproef binnen Akkerbouw op Zand is de randvoorwaarde gesteld dat er geen CfS gebruikt zou worden. Dit is niet 100% gelukt.

Een van de knelpunten hierin is de zaadcoating van de gewassen. In de standaardzaadcoating van wintergerst, snijmais, uien en peen zitten CfS-stoffen. Toeleveranciers zijn nog niet ingericht op het beschikbaar stellen van CfS-vrij zaad. Vaak moest er specifiek voor deze proef zaad op een andere manier gecoat worden. Dit is niet altijd gelukt. In sommige gevallen is er gebruik gemaakt van biologisch zaad, zonder coating. Voor wintergerst is het in geen van de jaren gelukt om CfS-vrij zaad te gebruiken.

In het eerste jaar van de proef zijn er ook CfS-middelen gebruikt in de onkruidbestrijdingsstrategie in zaaiui en peen, omdat er op dat moment nog geen betrouwbare alternatieve strategie beschikbaar was.

Het telen van de gekozen gewassen met zo min mogelijk CfS leidde tot wisselende resultaten. Wintergerst en snijmais bleken goed te telen zonder CfS. Beide gewassen ervaren weinig ziekte- en plaagdruk, en onkruidbeheersing bleek goed mechanisch uitvoerbaar om de opbrengst veilig te stellen. T.a.v. onkruid geldt wel een zorg over eventuele meerjarige effecten door opbouw van de onkruidzaadbank. Voor aardappel blijkt bestrijding van *Alternaria* het grootste knelpunt wanneer CfS-middelen achterwege worden gelaten. Voor suikerbiet is *Cercospora* de bottleneck. Voor de fijnzadige gewassen zaaiui en peen bleek onkruidbestrijding de grootste uitdaging.

Voor met name de beheersing van *Phytophthora* in aardappel en valse meeldauw in ui zal er een zekere afhankelijkheid blijven van chemische gewasbescherming. Ook als er resistente of robuuste rassen ingezet worden, zal een strategie nodig zijn om deze resistentie te beschermen tegen aanpassing door het pathogeen, voornamelijk zal hiervoor chemie nodig zijn. Dit blijft een uitdaging omdat alle chemische middelen door de herregistratie moeten. De verwachting is dat CfS dat niet zullen halen, maar ook andere middelen kunnen om uiteenlopende redenen niet door een herregistratie komen. De verwachting is dat het middelen pakket in de komende jaren smaller gaat worden omdat nieuwe registraties maar mondjesmaat worden gerealiseerd.

Milieubelasting

In dit onderzoek is ervoor gekozen om de milieu impact van beide systemen te berekenen met behulp van de HRI. Dit is een gemakkelijk te hanteren en jaarlijks geactualiseerde index, maar lijkt niet de meest informatieve index. Desondanks is er op basis van de middeleninput in ICM en REF wel vastgesteld dat de hoeveelheid middel in ICM sterk gereduceerd is ten opzichte van REF. Dit effect wordt ondermijnd door de inzet van (potentieel) laag-risico middelen die in ICM toegepast worden met een relatief hoge dosering en een hoog gehalte actieve stof.

Economie

Het gewassaldo wordt bepaald door de opbrengsten en de kosten. Gewasopbrengsten op bouwplanniveau lagen voor ICM gemiddeld 6% lager dan in Ref. Wanneer de opbrengsten omgezet worden in saldo's en de kosten er tegenover worden gezet dan loopt dit verschil op tot 10%. Wanneer daarnaast ook nog de handwieduren mee worden genomen loopt dit verschil op tot 16% ten nadele van het ICM systeem. De verschillen tussen beide systemen worden met name veroorzaakt door afwezigheid van een goede CfS-vrije onkruidbeheersingsstrategie in zaai en peen en het hierdoor achterblijven van de opbrengsten van deze hoog salderende gewassen. Alternatieve onkruidbeheersingsstrategieën zoals het gebruik van robotica zouden een oplossingsrichting hiervoor kunnen zijn. In het vervolg van Akkerbouw op Zand wordt hier nader onderzoek naar gedaan.

Per pijler

Pijler Gewasdiversiteit in ruimte & tijd

De vruchtwisseling zoals op voorhand bedacht heeft zich in de praktijk bewezen. Er zijn geen onverwachte knelpunten in de aaltjesbeheersing opgetreden door de gekozen gewasvolgorde. De ontstane knelpunten (onkruidbestrijding in fijnzadige gewassen en ziektebeheersing in aardappel en suikerbiet) lijken niet opgelost te kunnen worden door een aanpassing in de vruchtwisseling. Het niet meer telen van deze gewassen zou deze knelpunten buiten beeld plaatsen, maar niet realistisch zijn voor het bouwplansaldo van de akkerbouwer. Een gedachtenoefening met de betrokken onderzoekers leverde ook nog niet direct ideeën op voor alternatieve gewassen die minder uitdagingen kennen en een goed saldo hebben. Op basis van deze resultaten moet de oplossing voor de ontstane knelpunten worden gezocht in de andere pijlers.

Bij het opzetten van de proef is uitgebreid stilgestaan bij de te hanteren vruchtwisseling, zie ook Hoofdstuk 4. Er is echter geen rekening gehouden met de ruimtelijke component van gewasdiversiteit. De gekozen proefopzet met zijn afmetingen leent zich niet voor niet-productieve elementen. Dit soort elementen zijn vaak juist aantrekkelijk voor (vliegende) insecten, die een veel groter leefgebied hebben dan de 24 x 24 meter afmeting van de individuele proefveld objecten. Statistisch gezien was het daarmee niet mogelijk dit soort elementen op te nemen.

Bij de loting van de gewassen per herhaling per systeem is er wel ten dele rekening gehouden met ongewenste ruimtelijke effecten. De twee aardappel- en suikerbietteelten kunnen in eenzelfde jaar nooit in aangrenzende veldjes voorkomen. Er is echter geen rekening gehouden met hetzelfde effect in een opvolgend jaar. Dit randeffect kwam aan het licht vanaf het tweede proefjaar (2021). In een aantal gevallen zorgde dit effect voor een significant hogere ziekte- of plaagdruk, of zelfs voor een lagere gewasopbrengst. Het is lastig om uitsluitsel te geven in hoeverre dit effect onze resultatenanalyse en conclusies heeft vertroebeld.

Pijler Ras & teeltwijze

Resistenties in de gewassen zijn een belangrijke preventieve maatregel om de afhankelijkheid van (CfS) chemie te verminderen. Hierbij gaat het zowel om resistenties die in het gewas zelf hun waarde hebben tegen een bepaalde ziekte of plaag, als resistenties tegen aaltjes die op bouwplanniveau van waarde zijn, als resistenties in zelf niet schadegevoelige gewassen ten behoeve van andere teelten in de vruchtwisseling. Er is een grote vraag naar meervoudige resistenties, zowel naar meerdere resistentiegenen voor hetzelfde probleem, om doorbraak van een resistentie te voorkomen, als

resistenties voor meerdere problemen in hetzelfde ras. Aaltjes en Phytophthora resistentie gecombineerd in een aardappelras zou bijvoorbeeld zeer wenselijk zijn.

Daarnaast hebben toeleveranciers en afnemers een grote rol in het kunnen implementeren van resistente rassen. Er moet voldoende zaad-/pootgoed beschikbaar zijn, er moet een uitvoerbare resistentiemanagementstrategie zijn, bij voorkeur zonder noodzaak tot inzet van CFS, en er moet een afzetmarkt beschikbaar zijn.

Pijler Bodem, water & bemesting

Goed bodembeheer omhelst vele aspecten. Een daarvan is een goede zaaibedbereiding waar de hoofdgrondbewerking een grote rol in speelt. Voor de start van de proef in 2020 is het hele proefveld in één keer geploegd. In de daaropvolgende jaren is ervoor gekozen om het proefveld niet-kerend te bewerken met een ecospitmachine. Argumenten hiervoor waren louter proefveldtechnisch en niet inhoudelijk. De inhoudelijke argumenten pleiten juist voor een kerende grondbewerking met behulp van een ploeg. Dit zou zowel vanuit onkruid- als ziektebeheersing de voorkeur genieten. Het is de verwachting dat de knelpunten van onkruidbeheersing in zaai en peen verminderen wanneer er geploegd wordt, ditzelfde geldt voor de *Cercospora*-druk in suikerbiet.

Er zijn nog geen duidelijke voor- dan wel nadelen ervaren van de gekozen bemestingsstrategie in het ICM systeem.

Pijler Gerichte bestrijding

Bovenstaande pijlers hebben allemaal een preventie functie in het voorkomen van schade door ziekten, plagen en onkruiden. Ondanks de tijd en aandacht hieraan besteed blijft ook gerichte bestrijding nodig, die zowel een curatieve als een preventieve toepassing kunnen hebben. In het beheersen van onkruiden zijn meer alternatieve bestrijdingsmethoden nodig dan tot nog toe voorhanden zijn. Een verdere mechanisering en automatisering van de onkruidbestrijding is noodzakelijk bij het wegvallen van chemische bestrijdingen. De grote hoeveelheid handarbeid die de afgelopen jaren in de proef nodig bleek is een te grote kostenpost, en het is nog maar de vraag of deze arbeid altijd voorhanden zal zijn.

In het geval van onkruidbestrijding kan de gerichte bestrijding voor een knelpunt in gewas x ook moeten worden aangepakt in gewas y. Zie het voorbeeld van onkruidbestrijding bij het beëindigen van de aardappelteelt, ten behoeve van een betere onkruidbestrijding in de daaropvolgende wintergerst. In geval van vroege opening van het gewas door bijvoorbeeld ziektedruk of natuurlijke afsterving, kan een nieuwe kiemgolf van onkruiden plaatsvinden. Zeker bij toenemende onkruiddruk als gevolg van opbouw van de onkruidzaadbank is dit een risico. Dit kan leiden, ook in combinatie met ongunstige weersomstandigheden, tot inzet van chemie.

Een ander essentieel element in het gericht bestrijden van ziekten en plagen zijn de beslissingsondersteunende systemen (BOS). In dit onderzoek zijn deze volop gebruikt, echter vraagt de implementatie hiervan nu nog veel expert judgement van de onderzoekers. Een BOS zal altijd ondersteunend blijven en om menselijk oordelen blijven vragen, maar doorontwikkeling van deze systemen is gewenst, bijvoorbeeld hoe om te gaan met resistente rassen in dit soort systemen. Daarnaast is een belangrijk aandachtspunt de systemen te voeden met een inschatting van de ziektedruk waarvoor nog technieken en modellen ontwikkeld moeten worden.

Verder is met name bij de beheersing van insectenplagen nog een automatiseringsslag nodig, om de aanpak via scouting en drempelwaarden beter geïmplementeerd te krijgen. In de uitgevoerde proefopzet zoals beschreven is – bij gebrek aan gevalideerde en effectieve automatische tools voor veel plagen – gewerkt met handmatig scouten met gebruikmaking van bekende drempelwaarden. Waar geen drempelwaarden bestonden, is gewerkt aan de ontwikkeling ervan, zoals voor trips in uien. Dit handmatig werken vroeg veel tijd, om (m.n.) de plaagsituatie in het gewas goed in beeld te krijgen, en zo eventuele drempeloverschrijding vast te stellen. Deze tijd of arbeid zal op veel bedrijven niet beschikbaar zijn. In de praktijk zal handmatig scouten daarom niet of op een minder solide manier gebeuren, terwijl telen op het scherp van de snede hier wel om vraagt. Daarom zijn voor het aansturen van ingrepen alternatieve methoden en nieuwe technieken nodig.

De aaltjesbesmettingen lopen zoals verwacht langzaam op maar bleven laag genoeg om af te kunnen zien van de toepassing van Vydate in het voorjaar. Vanaf teeltseizoen 2024 is de toelating van Vydate ingetrokken. Alternatieve middelen lijken minder goed en vooral ook variabel in hun uitwerking. Daarmee is directe bestrijding van de meeste aaltjessoorten zo goed als onmogelijk geworden.

Pijler Monitoring & evaluatie

Naast het scoutingswerk (in de pijler Gerichte bestrijding) is er veel tijd besteed aan het beoordelen van effectiviteit van de maatregelen. Voor een deel is dit te zien als de onderzoekscomponent van het experiment, maar dergelijke waarnemingen leveren ook inzicht in hoe de behaalde opbrengst en kwaliteit tot stand is gekomen, op basis waarvan het teeltsysteem bijgesteld kan worden.

13 Conclusies

De ICM (Integrated Crop Management) aanpak is een goede methode gebleken om planmatig een totaalaanpak voor de gewasbescherming van de grond te krijgen. ICM schept orde in de veelheid van potentiële knelpunten en biedt overzicht van het beschikbare gereedschap om minimale afhankelijkheid van synthetische gewasbeschermingsmiddelen mogelijk te maken. De aanpak is interdisciplinair en maakt het mogelijk keuzes te maken in perspectief van de totale gewasbescherming.

De inventarisatie van de prioritaire knelpunten van de percelen en het systematisch nalopen van de vijf pijlers voor die knelpunten resulteert in een gewogen aanpak van de gewasbescherming waarbij de te nemen maatregelen logisch volgen uit de ICM schema's van de individuele knelpunten. Het opzetten van een goede vruchtwisseling (gewasdiversiteit in tijd) heeft zijn vruchten afgeworpen. De nematoden en bodemziekten zijn goed beheersbaar gebleven. De 'fout' in de ruimtelijke indeling van de volgvruchten met randeffecten tot gevolg, heeft duidelijk gemaakt hoe groot de impact van deze randen is. Gewasdiversiteit in ruimte is daarom net zo cruciaal als die in de tijd.

De ICM aanpak is sterk afhankelijk van voldoende resistenties in de verschillende gewassen. Het gebrek aan gecombineerde resistenties van o.a. aaltjessoorten en bovengrondse schimmels maakt de totaal-aanpak moeilijk. Groot knelpunt is het gemis aan de gecombineerde resistentie van *Phytophthora*, *Alternaria*, aardappelvasteaaltjes en tabaksratelvirus (TRV overgebracht door Trichodoriden). Het verloren gaan van resistentie tegen *Phytophthora* in aardappel, valse meeldauw in uien en *Cercospora* in bieten ontnemt de teler belangrijke stukken gereedschap en maakt het moeilijk om af te zien van CfS (Candidates for Substitution) middelen. De ontwikkeling van resistenties van deze ziekten tegen gewasbeschermingsmiddelen komt daar nog eens bovenop.

De gekozen bemestingsstrategie, dierlijke mest aan de basis aangevuld met kunstmest op maat, is een goede basis gebleken voor een krachtig groeiend gewas. Spitten als grondbewerking blijkt een ongelukkige keuze. De weinig kerende werking levert grote problemen op met de onkruidbeheersing, met name in de gewassen peen en zaaiuien, en leidt tot een opbouw van de zaadbank in de bouwvoor. Ploegen lijkt voor de akkerbouw op de zandgronden een voorwaarde om een goede start te maken met de onkruidbeheersing. Voor de fijnzadige gewassen als peen, uien en suikerbieten moet er ingezet worden op preventie door gewassen te kiezen met wisselende teeltperioden, ruimte voor valse zaai bed aangevuld met niet chemische bestrijdingsmethoden op precisie technieken. Branden in uien is in deze proef te risicovol gebleken. Ook kan meer aandacht voor onkruidbestrijding dan strikt nodig voor het veiligstellen van de opbrengst in de andere gewassen – granen, mais, aardappelen – de onkruiddruk op bouwplanniveau verlagen en zo de teelt van de fijnzadige gewassen vooruithelpen.

Gerichte bestrijding zonder CfS-middelen bleek in de meeste gewassen goed mogelijk. Het is wel de vraag of ICM CfS-middelen voor 100% kan uitsluiten op dit moment. Voor een betrouwbaar resistentiemanagement zijn potentieel onvoldoende alternatieven beschikbaar. Door deze huidige afhankelijkheid van (CfS) chemie ontstaat er landbouwkundig een groot probleem met het verdwijnen van deze middelen.

Tagetes als directe bestrijder van *P. penetrans* heeft zijn diensten weer bewezen. Mechanische onkruidbestrijding in mais en gerst bleek ook in dit experiment zeer goed mogelijk. Dat wil zeggen dat

de gewasopbrengsten niet te lijden hadden onder het onkruid. Wel is de veronkruiding aan het einde van het groeiseizoen een bron van zaden die de zaadbank ophogen.

De economische evaluatie laat zien dat voor mais, gerst en aardappel er met de ICM goede resultaten zijn bereikt. De financiële opbrengsten zijn voor deze gewassen vergelijkbaar. Dit geldt niet voor de fijnzadige gewassen, waar met name door de onkruidbestrijding een sterke wissel wordt getrokken op het financieel resultaat. Over het gehele bouwplan lag in deze beginperiode de opbrengst 6% lager, de economische opbrengst 10% en als daarbij het handwieden wordt meegenomen resulteerde dat in een 16% lager bedrijfsresultaat. Wat milieudoelen betreft heeft de ICM aanpak laten zien dat er grote vooruitgang wordt geboekt in vergelijking met het referentie systeem.

Tijdens excursies en ICM bijeenkomsten georganiseerd vanuit deze PPS, groeide er snel draagvlak voor de ontwikkelde aanpak. De Branche Organisatie Akkerbouw maar ook de koepelorganisatie voor toeleveranciers aan de Nederlandse land- en tuinbouwsector en andere geledingen in de akkerbouw gebruiken de systematiek voor communicatie met hun achterban. De hexagonen waarmee de maatregelen in de ICM schema's worden weergegeven duiken steeds meer op in de media. Het is geen gemakkelijke materie, omdat het totaal verhaal groot en complex is en daarom langzaam moet worden opgebouwd. ICM is nu benut voor het verduurzamen van de gewasbescherming maar leent zich goed om uit te breiden naar bodembeheer, waterkwaliteit en bemesting. Het gaat uiteindelijk om de bedrijfsvoering in zijn geheel die duurzaam en economisch toekomstbestendig moet zijn in al zijn facetten. Behalve in akkerbouw op zand ligt ICM ook aan de basis van de akkerbouwcasus te Lelystad binnen het beleidsondersteunende programma Groene gewasbescherming vanuit LNV en wordt uitgewerkt voor de Boerderij van de toekomst. In het project Akkerbouw voor Waterkwaliteit is het ook de bedoeling de N-doelstelling te verbreden naar gewasbescherming. De voorgestelde aanpak om gericht met individuele telers aan de slag te gaan om te kijken hoe zij hun afhankelijkheid van chemische gewasbeschermingsmiddelen, en daarmee milieu impact, kunnen verminderen is een gewenste manier om ICM te implementeren in de praktijk. Binnen de al bestaande praktijknetwerken gewasbescherming wordt het ICM concept bediscussieerd met telers en adviseurs. Ook internationaal is er veel interesse in de aanpak. Voorbeelden daarvan zijn het Europese IPMWORKS netwerk en het BEST4SOIL EU platform.

De feedback maakt duidelijk dat het inruilen van middelen tegen kennis een intensief traject is, waarbij veel gevraagd wordt van adviseurs en telers. ICM wordt door steeds meer partijen omarmd. De Branche Organisatie Akkerbouw, Agrodix en het onderwijs zijn daar belangrijke trekkers in. De mogelijkheden van beheersing die in de hexagonen worden vermeld zijn zeer verschillend van aard. Sommige zijn voor telers zeer bekend en worden al volop toegepast, terwijl andere maatregelen nog in de kinderschoenen staan en met veel implementatievragen zijn omgeven. Het opstellen van ICM plannen voor bedrijven op verschillende grondsoorten en verschillende bedrijfstypen is behulpzaam bij de agendavorming voor onderzoek en voorlichting.

In het vervolgproject Akkerbouw Op Zand 2.0 wordt de ontwikkeling voor ICM op zand voortgezet met als doel de knelpunten op te lossen en de implementatie in de praktijk tot stand te brengen.

Aanbevelingen

Verlagen van de onkruiddruk door terug te keren naar ploegen is een belangrijke eerste stap. Het ontwikkelen van geavanceerde onkruidbestrijding blijft daarenboven absolute noodzaak. Het ontwikkelen van scoutingstechnieken als basis voor beslissingsondersteuning moet de arbeidsbehoefte sterk verminderen om een praktijktoepassing van deze maatadviezen mogelijk te maken.

Samen met de veredelaars is een ICM kweekstrategie nodig om zinvolle gecombineerde resistenties beschikbaar te krijgen. Het is van belang dat de kweekbedrijven inzien dat ze de oplossing van een probleem in hun gewas kunnen oplossen door resistenties in te kruizen in een gewas dat binnen de rotatie een hoofdrol speelt. Zo zouden resistenties in mais tegen nematoden en bodemschimmels de problemen in aardappel kunnen oplossen.

ICM voor de akkerbouw kan alleen optimaal worden als ingeval van huur en verhuur van land het beheer van die percelen een integraal onderdeel uitmaakt van de ICM strategie. ICM ontwikkeling in samenhang met de bollensector en de veehouderij moet dan ook verder gestalte krijgen.

ICM beperkt zich nu nog grotendeels tot gewasbescherming. In de uitbreiding naar grondbewerking, waterbeheer en bemesting liggen er kansen om het concept te ontwikkelen tot een totaal bedrijfsaanpak.

Het ontwikkelen van een ICM netwerk waarin telers, adviseurs, beleid en onderzoekers met elkaar actief de knelpunten aanpakken en de systematiek uitrollen naar de praktijk is een voorwaarde om de resultaten en verworven inzichten verder te brengen. Een realistische regelgeving gebaseerd op feiten zijn van groot belang om innovaties tot stand te brengen.

Literatuur

Schoorlemmer, H., & Krikke, A. (1997). *Bedrijfsbegroten in de akkerbouw en de vollegrondsgroenteteelt*. Lelystad: Praktijkonderzoek voor de Akkerbouw en Vollegrondsgroenteteelt.

Sieriebriennikov, B., Ferris, H. en R.G.M. de Goede, 2014. NINJA: An automated calculation system for nematode-based biological monitoring. *European Journal of Soil Biology* 61, 90-93.

van der Voort, M. (2022). KWIN. Wageningen: Wageningen University & Research.

Bijlage 1 Actieve stoffen (CfS) met toelating in NL

In onderstaande tabel de actieve stoffen CfS die nog een toelating in Nederland hebben.

Actieve stof
Aclonifen
Benzovindiflupyr
Bromuconazole
Cypermethrin
Cyprodinil
Difenoconazole
Diflufenican
Emamectin
Esfenvalerate
Etoxazole
Fludioxonil
Flufenacet (formerly fluthiamide)
Fluopicolide
Imazamox
Lenacil
Metconazole
Methoxyfenozide
Metribuzin
Metsulfuron-methyl
Nicosulfuron
Paclobutrazol
Pendimethalin
Pirimicarb
Propyzamide
Prosulfuron
Sulcotrione
Tebuconazole
Tebufenpyrad
Tembotrione
Tri-allate
lambda-Cyhalothrin

Bijlage 2 Opbrengstcijfers

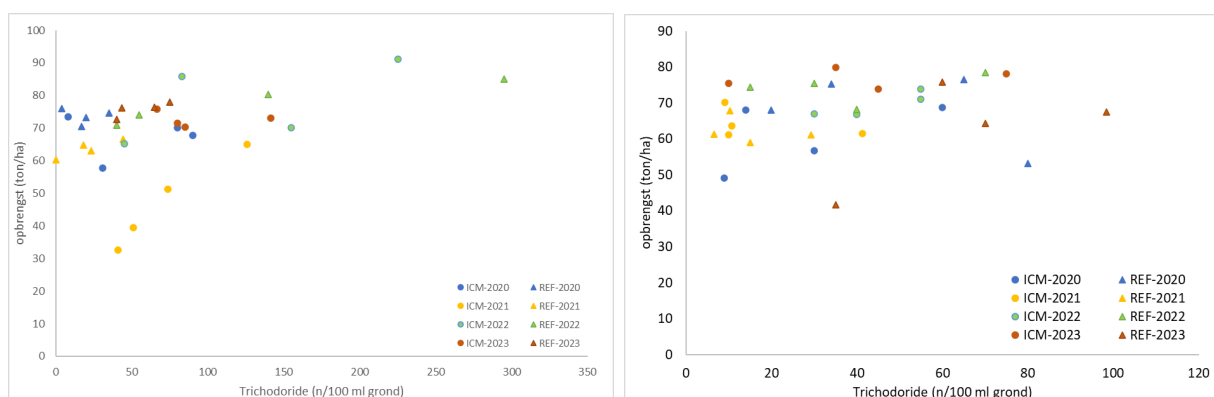
Gewasopbrengsten per systeem per jaar in ton/ha, snijmais in ton droge stof/ha, met de standaarddeviatie (sd).

Jaar	Gewas	ICM opbrengst	Ref opbrengst	ICM_sd opbrengst	Ref_sd opbrengst
2020	Aardappel2	60.0	67.8	9.1	10.0
2021	Aardappel2	64.9	67.4	4.1	8.5
2022	Aardappel2	69.8	74.5	5.2	3.2
2023	Aardappel2	75.7	66.1	2.3	11.2
2020	Suikerbiet2	83.5	94.7	3.6	6.1
2021	Suikerbiet2	90.0	97.8	5.6	2.6
2022	Suikerbiet2	121.5	112.6	1.4	4.7
2023	Suikerbiet2	110.1	114.2	3.6	3.7
2020	Aardappel1	67.3	72.8	5.2	3.3
2021	Aardappel1	53.7	66.2	12.9	3.7
2022	Aardappel1	79.1	76.6	8.5	6.6
2023	Aardappel1	74.5	77.4	4.1	2.6
2020	Suikerbiet1	83.8	92.2	4.9	1.9
2021	Suikerbiet1	99.7	99.0	3.0	2.8
2022	Suikerbiet1	126.2	124.4	3.3	2.3
2023	Suikerbiet1	108.6	111.8	4.6	16.3
2020	Peen	111.9	114.3	6.5	4.3
2021	Peen	112.2	127.1	11.1	3.1
2022	Peen	118.4	133.5	7.4	3.9
2023	Peen	113.3	136.7	9.5	3.7
2020	Zaaiui	79.2	72.1	5.0	10.5
2021	Zaaiui	31.8	42.5	5.0	8.6
2022	Zaaiui	86.0	92.3	6.5	4.0
2023	Zaaiui	40.2	70.8	5.8	4.8
2020	Graan	6.8	6.3	1.3	1.4
2021	Graan	8.7	9.4	0.8	0.6
2022	Graan	9.3	8.9	0.3	0.8
2023	Graan	8.5	9.3	0.5	0.4
2020	Snijmais	22.6	22.6	1.0	0.9
2021	Snijmais	20.0	19.5	0.9	1.1
2022	Snijmais	19.7	20.6	0.6	1.5
2023	Snijmais	22.0	23.3	1.4	0.7

Bijlage 3 Plantenparasitaire nematoden

Aardappel

De trichodoride aaltjes hebben geen waarneembare schade veroorzaakt in de aardappelteelt. Tijdens de teelt is er geen schade (groeiremming, plantwegval) door Trichoriden waargenomen. Er is eveneens geen relatie gevonden tussen de mate van besmetting met trichodoriden en de opbrengst van aardappel (zie fig.).

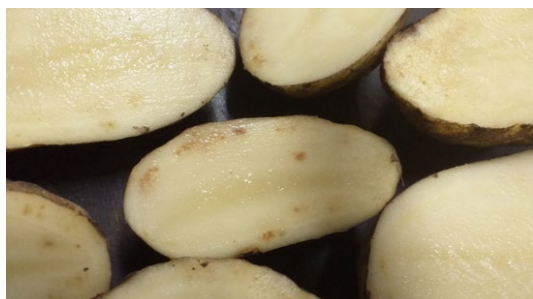


Figuur 66 Effect van de trichodoride besmetting op de opbrengst van aardappel.

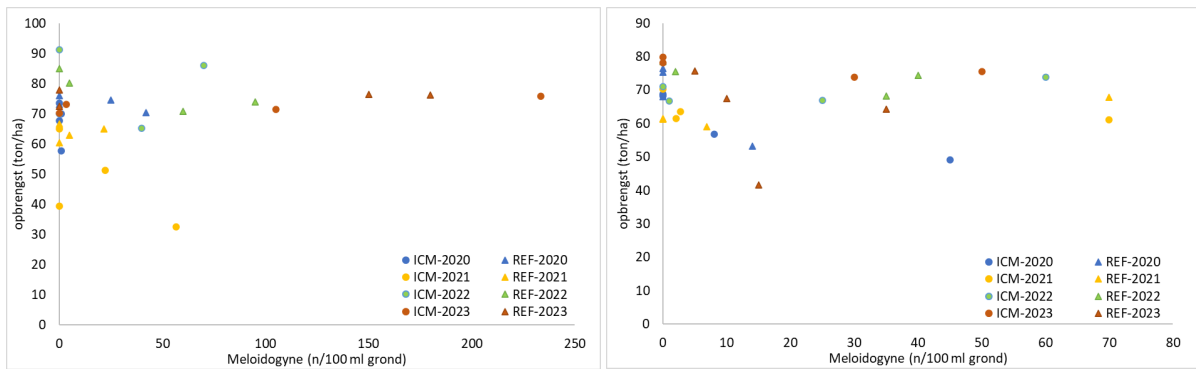
(links: aardappel-laag, rechts: aardappel-vroeg)

Bij de oogst is de inwendige kwaliteit (mate van bruinverkleuring) beoordeeld. In de aardappelteelten van 2020 en 2021 is geen bruinverkleuring gevonden. In 2022 is in Cammeo (ICM laat) in circa 5% van de knollen een lichte bruinverkleuring waargenomen. Onduidelijk is of dit een TRV, PMTV of Ca gebrek- aantasting is geweest. De kwaliteitsnorm voor inwendige gebreken is 2%. In jaren met voldoende aardappelen op de markt zou deze partij Cammeo worden gedeclasseerd.

In 2023 is in gemiddeld 20% van de knollen van Cammeo een lichte bruinverkleuring vastgesteld. Om de oorzaak van de bruinverkleuring te achterhalen zijn drie monsters door de NAK heeft getoetst. In één monster werd een besmetting met PMTV vastgesteld. In de twee overige monsters is geen (virus) besmetting gevonden. Deze mate van bruinverkleuring zal zeker leiden tot declassering van de partij.



Figuur 67 Bruinverkleuring in knollen van het aardappelras Cammeo, Vredepeel 2023.



Figuur 68 Effect van *Meloidogyne chitwoodi* besmetting op de opbrengst van aardappel (links: aardappel-laai, rechts: aardappel-vroeg)

Het perceel is ook besmet met het maiswortelknobbelaaltje *M. chitwoodi*. De schadedrempel voor kwantitatieve opbrengstschade in aardappel ligt vrij hoog. Pas bij dichtheden die ruim boven de 500 Mc/100 ml liggen vindt meetbare opbrengstreductie in tonnen plaats. In de aardappelen is dan ook geen opbrengstschade door *M. chitwoodi* waargenomen (**Figuur 68**).

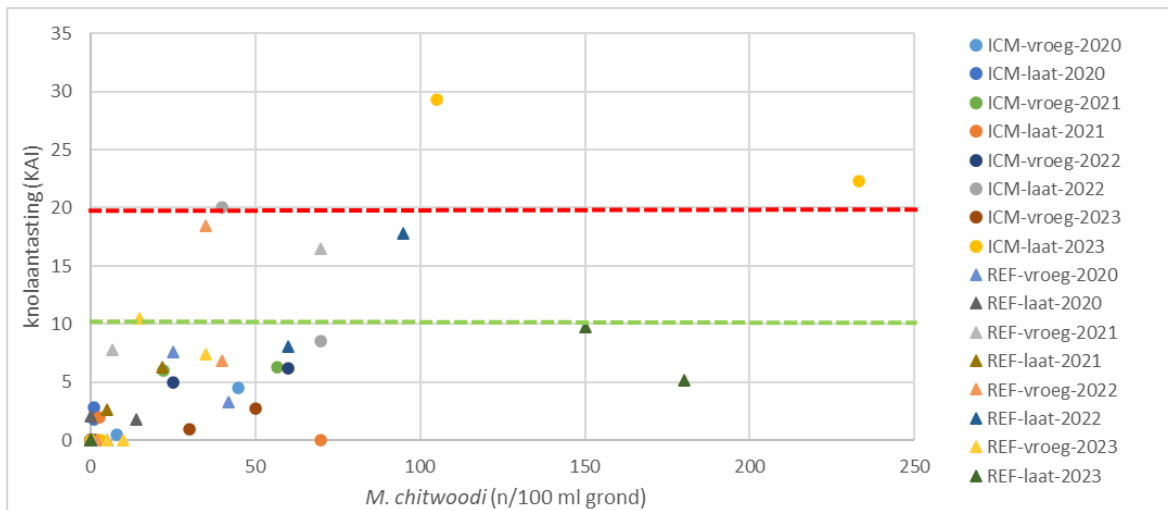
De schadedrempel voor kwaliteitsschade (knobbelvorming op de knollen) ligt daarentegen zeer laag. Al bij zeer lage besmettingsniveau van enkel *M. chitwoodi*-aaltjes per 100 ml grond kan in een gevoelig ras al aanzienlijke kwaliteitsschade ontstaan. In het REF systeem is gekozen voor een minder gevoelig ras Fontane. Ervaring van de praktijk is dat bij dit ras bij dichtheden tot de 100-150 Mc/100 ml grond de schade beperkt blijft tot een acceptabel niveau. De gevoeligheid van de Phytophthora -resistente rassen Muze en Cammeo is niet bekend.

De knolaantasting door *M. chitwoodi* is bepaald door uit de totale opbrengst van een veldje aselekt dertig knollen te nemen en deze te beoordelen op mate van aantasting door *M. chitwoodi* (knobbelvorming). Op basis van deze beoordeling (classificatie) is de KnolAantastingsIndex (KAI) berekend. De index loopt van 0 (geen aantasting) tot 100 (zeer zwaar aangetast). Partijen consumptieaardappelen met een KnolAantastingsIndex tussen 0 en 10 worden over het algemeen goedgekeurd en kunnen zonder problemen worden verhandeld. Een index van 10 tot 20 kan problemen geven bij de tarrering en partijen met een index hoger dan 20 geven zeker problemen bij de afzet, met name in jaren dat er voldoende aardappelen op de markt zijn.

Met uitzondering van 2023 is de *M. chitwoodi* besmetting voorafgaand aan de aardappelteelten telkens lager dan 100 Mc/100 ml grond en blijft de aantasting meestal beperkt tot een acceptabel niveau (KAI<10). In 2021 en 2022 werd in een paar veldjes van het REF-systeem een wat zwaardere aantasting (KAI<20) waargenomen en in 2022 in één veldje Cammeo (KAI=20).

In 2023 waren er een aantal veldjes (2x REF-laai (Fontane), 2 x ICM laai (Cammeo)) met een wat zwaardere *M. chitwoodi* besmetting (>100 Mc/100 ml grond). De aantasting in de Fontane was beperkt (KAI<10) maar de Cammeo's waren vrij zwaar aangetast (KAI>20). Een aantasting die zeker tot declassering van de partij zou leiden. Cammeo lijkt daarmee gevoeliger voor *M. chitwoodi* dan Fontane.

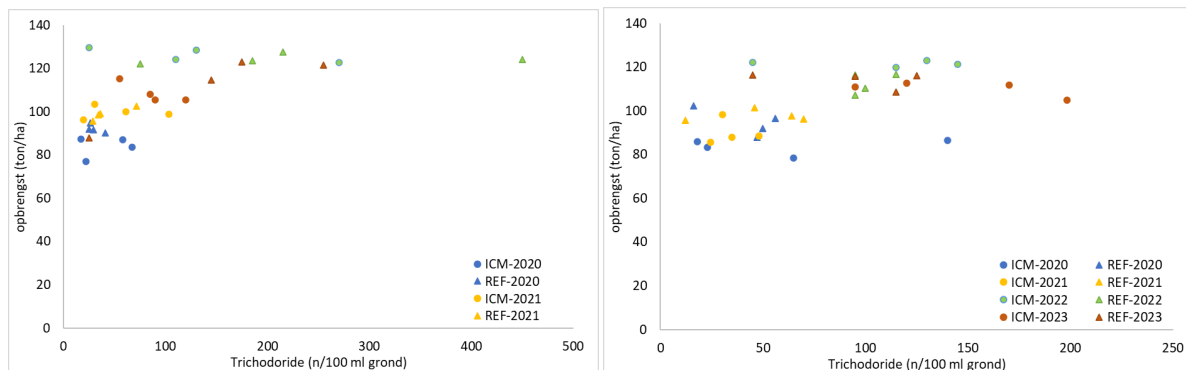
De *M. chitwoodi* besmetting op dit perceel neemt gemiddeld toe. Dit zou voor problemen kunnen zorgen voor met name de aardappelteelt. Het risico lijkt het grootst voor de teelt (aardappel-laai) na zaaiuien. Het opnemen van een resistent suikerbietras in de rotatie zou besmetting sterk kunnen terugdringen en daarmee het risico op schade in de aardappel-laai.



Figuur 69 Effect van de *Meloidogyne chitwoodi* besmetting op knolaantasting in aardappel. Aantastingen boven de groene lijn leiden tot afkeuring bij een groot aanbod van aardappels. Boven de rode lijn wordt de partij sowieso afgekeurd.

Suikerbiet

In suikerbiet is geen schade door *T. similis* geconstateerd. Tijdens de teelt is er geen schade (groeiremming, plantwegval) door Trichoriden waargenomen en er is geen relatie tussen de mate van *T. similis*-besmetting en de opbrengst van suikerbiet gevonden (**Figuur 70**). Suikerbiet staat bekend als weinig schadegevoelig voor *T. similis*, wat door deze resultaten nogmaals wordt bevestigd.

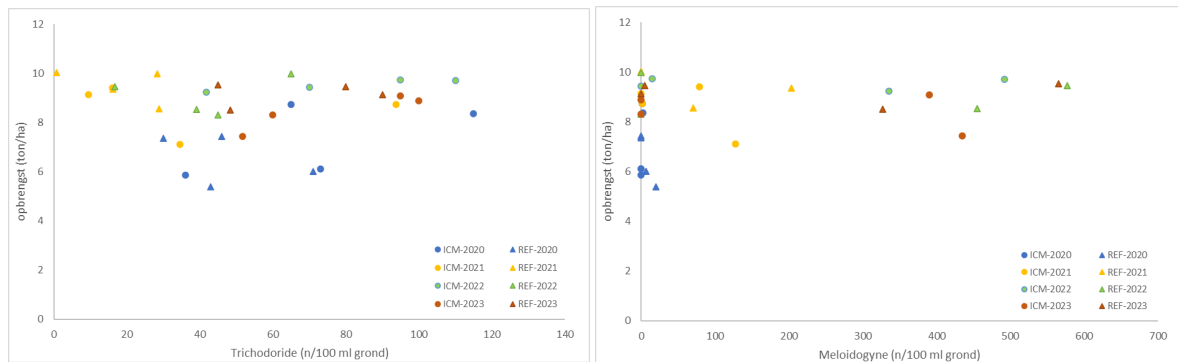


Figuur 70 Effect van *Trichodoride* besmetting op de opbrengst van suikerbiet (links: suikerbiet-laai, rechts: suikerbiet-vroeg)

Suikerbiet is matig gevoelig voor *M. chitwoodi*. De *M. chitwoodi* dichtheden voorafgaand aan de teelt van suikerbiet, na zomergerst en mais, zijn laag en liggen ver onder de schadedrempel. Er is dan ook geen (opbrengst) schade door *M. chitwoodi* gemeten.

Gerst

Gerst is vrij ongevoelig voor zowel *T. similis* als voor *M. chitwoodi*. In de gerst is er dan ook geen opbrengstschade door deze aaltjessoorten gevonden.

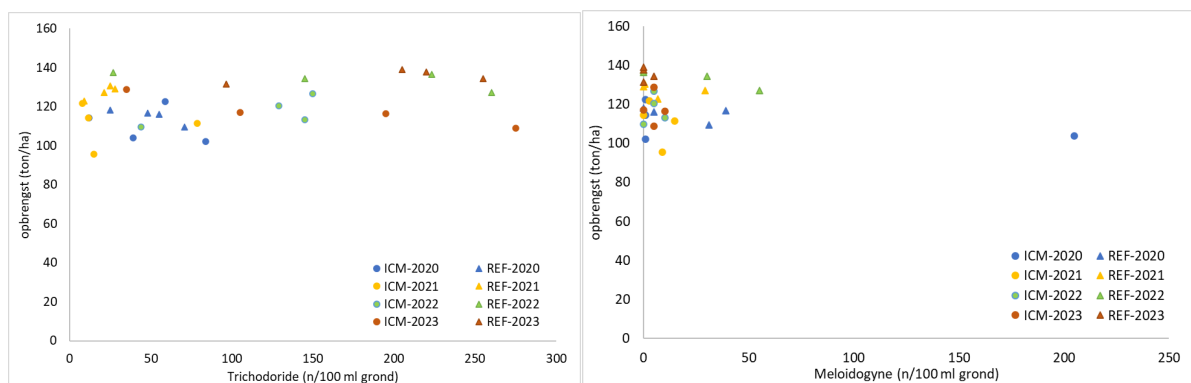


Figuur 71 Effect van *T. similis*- en *M. chitwoodi* besmetting op de opbrengst van gerst

Peen

Peen is vrij schadegevoelig voor zowel *T. similis* als voor *M. chitwoodi*. De schade die deze aaltjessoorten kunnen veroorzaken is voornamelijk kwalitatief. Door de knobbels die op de penwortel worden gevormd (*M. chitwoodi*) of vertakking van de penwortel (Trichodoriden) vermindert de economische waarde van het product. De *M. chitwoodi* besmetting voorafgaand aan de peen teelt is gemiddeld vrij laag. Op minder dan 3% van de peen is een zeer licht aantasting (enkele knobbels) van *M. chitwoodi* gevonden en er was geen significant verschil tussen de systemen (ICM: 3.0%, REF: 2.4%). Ook het aantal vertakte peen, veroorzaakt door trichodoride, was zeer laag (<1%) en was er geen significant verschil tussen de systemen (ICM: 0.8%, REF: 0.2%).

Voor zowel *T. similis* als *M. chitwoodi* werd er geen relatie gevonden tussen de aaltjesdichtheid en de opbrengst van peen (**Figuur 72**).

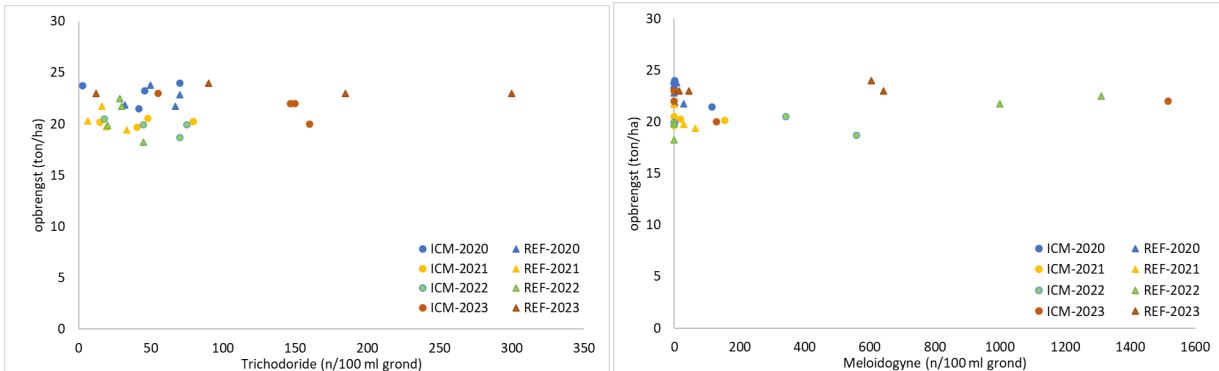


Figuur 72 Effect van *T. similis*- en *M. chitwoodi* besmetting op de opbrengst van peen

Snijmais

Mais is weinig gevoelig voor *M. chitwoodi* maar matig voor *T. similis*. Dat wil zeggen dat bij een zware *T. similis* besmetting tot 35% van de opbrengst verloren kan gaan.

Voor zowel *T. similis* als *M. chitwoodi* werd er geen relatie gevonden tussen de aaltjesdichtheid en de opbrengst van de mais (**Figuur 73**). Ook bij vrij hoge dichtheden van *M. chitwoodi* lijkt er geen effect van de besmetting op de opbrengst, wat bevestigt dat mais vrij ongevoelig is voor deze aaltjessoort. De schadedrempel voor *T. similis* lijkt ruim boven de 200-250 Ts/100 ml grond te liggen.

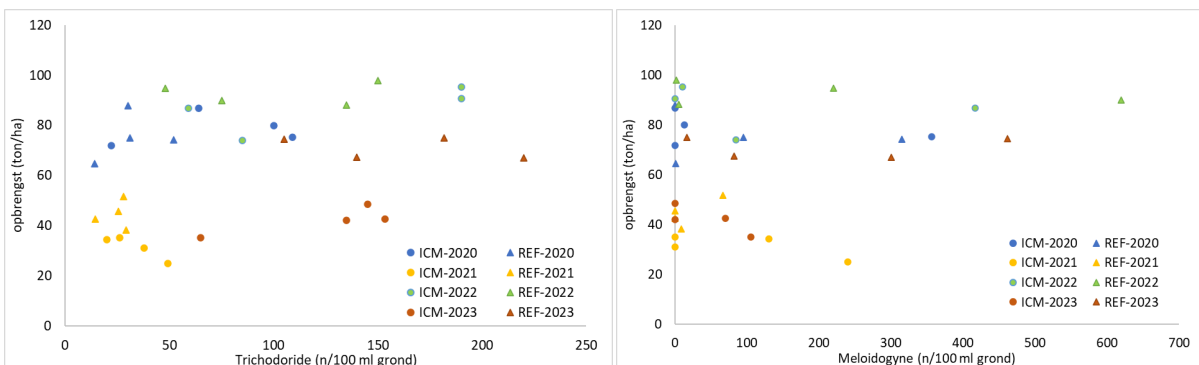


Figuur 73 Effect van *T. similis*- en *M. chitwoodi* besmetting op de opbrengst van mais

Zaaiui

Zaaiuien zijn weinig gevoelig voor *M. chitwoodi* maar *T. similis* kan aanzienlijke schade veroorzaken in zaaiuien. Voor zowel *T. similis* als *M. chitwoodi* werd er geen relatie gevonden tussen de aaltjesdichtheid en de opbrengst van de zaaiuien (**Figuur 74**). De resultaten bevestigen de gevoeligheid van zaaiuien voor *M. chitwoodi*. Ook bij vrij hoge dichtheden (500 Mc/100 ml grond) van *M. chitwoodi* lijkt er geen effect van de besmetting op de opbrengst.

De *T. similis* besmetting voorafgaand aan de teelt van de zaaiuien varieert van enkele 10-tallen tot ruim 200 *T. similis* /100 ml grond. Ook bij de hoge dichtheden lijkt er nog geen schade te ontstaan.



Figuur 74 Effect van *T. similis*- en *M. chitwoodi* besmetting op de opbrengst van zaaiuien

Bijlage 4 Communicatie uitingen

Vakbladartikelen PPS Akkerbouw op Zand

- [WUR: juiste rassenkeuze wordt steeds belangrijker - Nieuwe Oogst](#)
- [Topbodem > 'Ambities realiseren met geïntegreerde teelt' | Akkerwijzer.nl - Nieuws en kennis voor de akkerbouwers](#)
- [De Groenbemesterdag: meer waarde van de groen\(e\)bemester > De Groenbemesterdag | Akkerwijzer.nl - Nieuws en kennis voor de akkerbouwers](#)
- [Topbodem > Fotoserie: Plant- en bodemgezondheid samengebracht op themadag | Akkerwijzer.nl - Nieuws en kennis voor de akkerbouwers](#)
- [Onkruidag - Home > Onkruidag | Akkerwijzer.nl - Nieuws en kennis voor de akkerbouwers](#)
- [Serie Onderzoek: zoeken naar robuust teeltsysteem voor akkerbouw op zand | Akkerwijzer.nl - Nieuws en kennis voor de akkerbouwers](#)
- [Gewasbescherming in de toekomst vraagt om een integrale aanpak | Trekkerweb.nl - Mechanisatienieuws voor de landbouw en groensector](#)
- <https://www.boerderij.nl/bouwplan-is-de-sleutel>
- Verschraling percelen dreigt voor lilies ZO-Nederland, Greenity, 16 juli 2021
- [IRS: 'Doe aan voorkant aan beheersing bladschimmel, neem pas later gas terug!' \(Nieuwe Oogst, 14-09-2022\)](#)
- [Akkervarken is effectieve opruimer van aardappelopslag \(Akkerwijzer\)](#)
- ['Het wordt niet gemakkelijker met alternaria' \(Akkerwijzer\)](#)
- [Geïntegreerde aanpak bladschimmels in bieten voor minder ziektedruk \(Akkerwijzer\)](#)
- [Bezoekers Plant- en Bodemgezondheidsdag zetten Veenkoloniaal bouwplan op zijn kop \(Nieuwe Oogst\)](#)
- [Fotoserie: Geïntegreerde aanpak inzichtelijk gemaakt op Plant- en Bodemgezondheidsdag Valthermond \(Akkerwijzer\)](#)
- [Marleen Riemens: 'Forse middelenbesparing lukt in proeven' \(Nieuwe Oogst\)](#)
- [Topbodem > Geïntegreerde aanpak benadert opbrengst oude gewasbescherming | Akkerwijzer.nl - Nieuws en kennis voor de akkerbouwers](#)
- [WUR-onderzoeker adviseert minder intensieve grondbewerking en passend bij gewas - Nieuwe Oogst](#)
- [De Plant- en Bodemgezondheidsdag > Resistenties zijn onmisbaar, maar ook kwetsbaar | Akkerwijzer.nl - Nieuws en kennis voor de akkerbouwers](#)
- [De Groenbemesterdag > Video: Groenbemesterdag Valthermond in beeld | Akkerwijzer.nl - Nieuws en kennis voor de akkerbouwers](#)
- Met rassenkeuze en teeltwijze naar minder spuiten - Akkerbouwkrant, juni 2023
- Ecostyle: Perspectiefvol biologisch middel tegen phytophthora in de maak, Akkerwijzer, 8 september
- [WUR-onderzoekers: 'Goed bodembeheer geeft alternaria stuk minder kans', Nieuwe Oogst, 6 september 2023](#)
- ['ICM wordt ook op zandgrond de praktijk', Topgewas, 4 april 2024](#)
- [Bevindingen van vier jaar PPS Akkerbouw op Zand \(czav.nl\)](#)

Projectwebsites

- www.wur.nl/akkerbouwopzand (WUR)
- [PPS Akkerbouw op zand \(agrfirm.nl\)](#)
- [PPS | Integrale aanpak gewasbescherming voor de... | BO Akkerbouw \(bo-akkerbouw.nl\)](#)
- [Integrale aanpak gewasbescherming voor de akkerbouw op zand - Kia Landbouw Water Voedsel \(kia-landbouwwatervoedsel.nl\)](#)

Nieuwsbrieven

- Zie projectwebsite www.wur.nl/akkerbouwopzand hier staan 17 nieuwsbrieven die gedurende de 4 jaar van dit project zijn verschenen.

Externe bijeenkomsten

- Organisatie van de Plant- en bodemgezondheidsdag in Valthermond samen met PPS Beter bodembeheer: Informatie en filmpjes Plant- en Bodemgezondheidsdag
- Bijdrage aan brainstormsessies ICM als onderdeel van IPM implementatie NL i.h.k. van de SUR bij LNV, november- december 2022
- Bijdrage aan de Groenbemesterdag in Valthermond 21-06-2022, www.groenbemesterdag.nl
- Partnerdag voor de partners van de PPS op 14 juni 2022 in Vredepeel
- Integrated Weed Management at farm level, a framework to support design and adoption of IWM strategies at the farm level, MM Riemens, november 2022, Uppsala, Zweden, ca 100 man.
- ICM: Systematische aanpak voor ziekten, plagen en onkruiden, MM Riemens, netwerkbijeenkomst plantgezondheid 7 okt 2022, Nijkerk, Nederland, ca 100 man
- Beleidsdag LNV, 14 juni 2023, Vredepeel
- ICM dag, van theorie naar veld, 5 september 2023, Vredepeel

Overige communicatie

- https://www.linkedin.com/feed/update/urn:li:activity:6781122700741103616?updateEntityUrn=urn%3Ali%3Afs_feedUpdate%3A%28V2%2Curn%3Ali%3Aactivity%3A6781122700741103616%29
- https://www.linkedin.com/feed/update/urn:li:activity:6841332025966792704?updateEntityUrn=urn%3Ali%3Afs_feedUpdate%3A%28V2%2Curn%3Ali%3Aactivity%3A6841332025966792704%29
- https://www.linkedin.com/posts/bo-akkerbouw_over-plant-en-bodemgezondheidsdag-de-plant-activity-6836228053203484673-7OEU
- https://www.linkedin.com/posts/daniel-simonse_akker-wur-boakkerbouw-activity-6839138061427834880-i0-6
- [\(4\) Plaatsen | LinkedIn](#)
- Leaflet PPS Akkerbouw op Zand
- Bijdrage aan bodemscheurkalender, [Bodemscheurkalender | 365 dagen inspiratie voor je eigen bodem](#)

Filmpjes

- Uitleg proefveld Akkerbouw op Zand
- Doelgericht kiezen van groenbemesters op zandgrond
- Aftermovie Plant- en bodemgezondheidsdag 2022
- Akkerbouw op Zand, groenbemesterkeuze
- Terugblik ICM velddag 2023
- [ICM velddag, experts aan het woord](#)

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-1100

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.
