



Gebruik van flufenacet, lenacil en tembotrione in de Nederlandse land- en tuinbouw en inventarisatie van alternatieven

Auteurs | T. Sprangers^{1|}, J.H. Jager^{2|}, I. Visscher^{1|} & J. Tielen^{1|}

1| Wageningen Plant Research

2| Wageningen Social & Economic Research



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Rapport WPR-OT 1157

Gebruik van flufenacet, lenacil en tembotrione in de Nederlandse land- en tuinbouw en inventarisatie van alternatieven

T. Sprangers¹, J.H. Jager², I. Visscher¹, J. Tielen¹

1 Wageningen Plant Research

2 Wageningen Social & Economic Research

Dit onderzoek is in opdracht van Ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur uitgevoerd door de Stichting Wageningen Research (WR), in het kader van beleidsondersteunend onderzoeksthema Weerbare plantaardige productie op een vitale bodem (projectnummer BO-43-102.04-036).

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

Wageningen, maart 2025

Rapport WPR-OT-1157

Sprangers, T., J.H. Jager, I. Visscher, J. Tielen, 2025. *Gebruik van flufenacet, lenacil en tembotrione in de Nederlandse land- en tuinbouw en inventarisatie van alternatieven*. Wageningen Research, Rapport WPR-OT-1157.

Dit rapport is gratis te downloaden op <https://doi.org/10.18174/6909941157>

Trefwoorden: flufenacet, lenacil, tembotrione, herbiciden, onkruidbeheersing, toepassingen, alternatieven, Bedrijveninformatienet

© 2025 Wageningen, Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Open Teelten, Postbus 430, 8200 AK Lelystad; T 0320 29 11 11, <http://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-1157

Foto omslag: Open Teelten

Inhoud

Samenvatting		5
1	Introductie en achtergrond	7
2	Doel en vraagstelling	8
3	Werkwijze	9
	3.1 Inventarisatie gebruik	9
	3.2 Bepaling relevante toepassingen	9
	3.3 Alternatieven voor flufenacet, lenacil en tembotrione	9
4	Inventarisatie van het gebruik	10
	4.1 Flufenacet	10
	4.2 Lenacil	10
	4.3 Tembotrione	11
5	Toepassingen	12
	5.1 Flufenacet	12
	5.1.1 Granen	12
	5.1.2 Aardappelen	12
	5.2 Lenacil	12
	5.3 Tembotrione	13
	5.3.1 Mais	13
	5.3.2 Toelatingen in kleine teelten vanaf 2023	13
6	Alternatieven	14
	6.1 Geïntegreerde onkruidbeheersing	14
	6.2 Flufenacet	14
	6.2.1 Granen	14
	6.2.2 Aardappelen	15
	6.3 Lenacil	15
	6.4 Tembotrione	16
	6.4.1 Maisteelt	16
7	Discussie	17
	7.1 Gebruik en toepassingen	17
	7.2 Geschiktheid van alternatieven	17
	7.3 Bestrijding lastige onkruiden	18
Literatuur		19
Bijlage 1	Gebruik en teeltoppervlak per gewas	20
Bijlage 2	Gebruik per gewas inclusief steekproefgrootte en nul waarnemingen	21
Bijlage 3	Alternatieven voor flufenacet	23
Bijlage 4	Alternatieven voor lenacil	31
Bijlage 5	Alternatieven voor tembotrione	35

Samenvatting

De bestrijding van onkruiden is belangrijk voor het behoud van gewasopbrengsten door het beperken van competitie door onkruiden met het gewas. Flufenacet, lenacil en tembotrione zijn drie werkzame stoffen in herbiciden die in Nederland worden gebruikt en als kandidaten voor vervanging zijn aangemerkt. Deze actieve stoffen worden hoofdzakelijk gebruikt in mais, aardappelen en wintergranen. Het gebruik van deze stoffen werd geïnventariseerd met behulp van het Bedrijveninformatienet van Wageningen Social & Economic Research, met data van ongeveer 1.500 land- en tuinbouwbedrijven over de periode 2020-2022. Daarnaast is een inventarisatie gemaakt van geschikte alternatieven.

Flufenacet wordt gebruikt in wintergranen en is belangrijk voor de bestrijding van grasachtigen zoals duist, windhalm en raigrassen. In aardappelen wordt flufenacet toegepast voor bestrijding van een breed spectrum onkruiden, maar tevens ook voor de effectieve werking op lastigere soorten zoals zwarte nachtschade en doornappel. Lenacil wordt gebruikt in voeder- en suikerbieten na opkomst, vaak in een laag doseringssysteem (LDS), en bestrijdt onkruiden die in deze teelten moeilijk te bestrijden zijn met andere middelen, zoals bingelkruid en melganzevoet. Tembotrione wordt na opkomst toegepast in mais, met een breed werkingsspectrum tegen eenjarige onkruiden zoals hanenpoot en melganzevoet, en is vanaf 2023 uitgebreid naar kleine teelten zoals blauwmaanzaad en bloembollen (m.u.v. lelie en tulp).

Alternatieven voor flufenacet, lenacil en tembotrione kunnen zowel chemisch als niet-chemisch zijn. Een geïntegreerde aanpak voor onkruidbeheersing is bij inzet van alternatieven belangrijk, waarbij fysische, chemische en cultuurmaatregelen worden gecombineerd. Chemische alternatieven kunnen minder effectief zijn en hebben soms beperkingen zoals nawerking op volggewassen. Mechanische alternatieven zoals wieden en schoffelen zijn effectief, vooral bij breedbladige onkruiden, maar verhogen de kosten en arbeidsbehoefte. Daarnaast zijn veel niet-chemische alternatieven vaak weersafhankelijker.

Het wegvallen van flufenacet en lenacil kan leiden tot verminderde effectiviteit van de onkruidbestrijding. Dit betekent dat in het huidige systeem andere herbiciden (vaker) worden ingezet. Daarnaast wordt ook zwaarder geleund op maatregelen buiten het groeiseizoen, o.a. grondbewerkingen. Door het smallere spectrum beschikbare actieve stoffen is een verhoogd risico op herbicideresistenties eveneens aannemelijk. Dit geldt bij de bestrijding van duist in wintergranen en ook bij een toename van de teelt van herbicideresistente suikerbietenrassen.

1 Introductie en achtergrond

Onkruidbestrijdingsmiddelen worden gebruikt voor het beheersen van onkruiden, wat essentieel is voor het behoud van gewasopbrengsten door het verminderen van concurrentie om voedingsstoffen, water en licht. Daarnaast kunnen onkruiden een waardplant zijn voor ziektes, plagen en nematoden. Onkruiden vermeerderen zich via zaad of wortelstokken, waardoor onkruidpopulaties zich bij onvoldoende beheersing over tijd kunnen opbouwen. Daardoor neemt het risico op schade aan gewassen toe en is het tegelijkertijd lastiger om de onkruiden onder controle te krijgen. Het is daarom belangrijk om opbouw van onkruidpopulaties te voorkomen, want hoe groter de onkruiddruk hoe meer inzet van arbeid, energie, bewerkingen en/of chemische middelen nodig is.

Flufenacet, lenacil en tembotrione zijn een drietal werkzame stoffen in herbiciden, die worden toegepast in de Nederlandse land- en tuinbouw. Deze drie stoffen zijn aangemerkt als kandidaten voor vervanging, die bij geschikte alternatieven moeten worden vervangen door veiligere alternatieven. In dit rapport wordt een inschatting gemaakt van het gebruik van deze stoffen in verschillende gewassen en de mogelijke alternatieven voor de betreffende toepassingen.

2 Doel en vraagstelling

Het project heeft als doelstelling om het gebruik van werkzame stoffen flufenacet, lenacil en tembotrione in de Nederlandse open teelten in beeld te brengen en daarnaast de alternatieven voor deze middelen in kaart te brengen. Hiertoe zijn de volgende vragen geformuleerd:

- Is het mogelijk om een inschatting te maken van het "gebruik" van de actieve stoffen flufenacet, lenacil en tembotrione?
- Welke chemische en niet-chemische alternatieven zijn er beschikbaar voor de toepassingen van bovengenoemde middelen in Nederland?
- Zijn de beschikbare alternatieven praktijkrijp?
- Zijn de praktijkrijpe alternatieven toepasbaar in alle omstandigheden?
- Wat zijn de kosten van de alternatieven?
- Zijn onder de chemische alternatieven kandidaten voor vervanging?
- Wat zijn de mogelijke neveneffecten van de alternatieven?

3 Werkwijze

3.1 Inventarisatie gebruik

Om een inschatting te maken van het gebruik van flufenacet, lenacil en tembotrione is gebruikgemaakt van het Bedrijveninformatienet (BIN) van Wageningen Economic Research. Het BIN omvat uitgebreide data afkomstig van een steekproef (panel) van 1.500 land- en tuinbouwbedrijven. Op ca. 1.200 hiervan wordt gedetailleerd het gewasbeschermingsmiddelengebruik geregistreerd. Het BIN representeert de bedrijven (zowel gangbare als biologische bedrijven) uit de CBS-Landbouwtelling die groter zijn dan 25.000 euro Standaardopbrengst (SO). De hele kleine bedrijven (tussen 3.000 en 25.000 euro SO) worden dus niet gerepresenteerd. De deelnemende land- en tuinbouwbedrijven vertegenwoordigen bijna 80% van alle bedrijven uit de Landbouwtelling, ruim 99% van de totale agrarische productie (gemeten in Standaardopbrengst) en ruim 95% van het areaal.

De inventarisatie is gedaan over de periode 2020-2022. Bij de inventarisatie van het gebruik van de drie stoffen op gewasniveau, is gekozen om enkel de gewassen op te nemen waarvoor een minimaal aantal van tien steekproefbedrijven in BIN zijn opgenomen. Het aantal van tien bedrijven is gekozen opdat de gegevens voldoende representatief zijn om een inschatting van het gebruik te kunnen maken. Hierdoor is tevens een afbakening van de gewassen tot stand gekomen, waarbij alle gewassen waarvoor minimaal tien steekproefbedrijven beschikbaar waren ook voor het inventariseren van de toepassingen nader zijn bestudeerd. Dit betekent dat voor de kleine teelten waarin flufenacet, lenacil en tembotrione zijn toegelaten onvoldoende data beschikbaar waren. Deze zijn dus buiten beschouwing gelaten.

3.2 Bepaling relevante toepassingen

Op basis van expertkennis zijn voor de selectie van gewassen de aan het gebruik gerelateerde toepassingen van de herbiciden bepaald. Het gaat daarbij om toepassingen die specifiek aan het gewas gekoppeld zijn, zoals dat ook voor de gegevens uit het BIN geldt. Omdat de gegevens uit het BIN niet aan de individuele toepassingen gekoppeld zijn, is de bepaling van de belangrijkste toepassingen gedaan op basis van expertkennis, gecombineerd met recente wetenschappelijke studies waarin de belangrijkste toepassingen voor Europa zijn beschreven. Daarbij zijn de toegelaten toepassingen volgens de Ctgb-toelatingenbank als uitgangspunt genomen.

3.3 Alternatieven voor flufenacet, lenacil en tembotrione

Na de koppeling van het gebruik van flufenacet, lenacil en tembotrione aan de relevante toepassingen, zijn voor de gewassen waarvoor gegevens beschikbaar zijn in het BIN de alternatieven voor de diverse toepassingen geïnventariseerd. De inventarisatie van alternatieven is gebeurd op basis van (wetenschappelijke) literatuur in zowel binnen- als buitenland, en op basis van expertkennis. Hierbij is voor de diverse alternatieven indien mogelijk ook een inschatting gemaakt van effectiviteit, kosten, arbeid en extra bewerkingen. Hierbij is een combinatie van inschattingen door experts en beschikbare gegevens vanuit onderzoek en praktijkprojecten gebruikt. Deze inschattingen zijn sterk context afhankelijk (weer, grondsoort, regio) en zijn dan ook indicaties van de mogelijke gevolgen. Ook is gekeken naar de chemische alternatieven, met daarbij een inventarisatie of sprake is van kandidaten voor vervanging die mogelijk op termijn worden uitgefaseerd. Hiervoor is gebruik gemaakt van de Ctgb Toelatingendatabank en de Handleiding gewasbescherming (Delphy, 2024). De uitwerkingen zijn te vinden in de tabellen met alternatieven in de bijlagen 3 tot en met 5.

4 Inventarisatie van het gebruik

4.1 Flufenacet

Het gebruik van flufenacet is bij het schrijven van dit rapport toegestaan in granen en aardappelen. Er zijn over de periode 2020-2022 gebruikscijfers beschikbaar voor gerst, tarwe en (consumptie-, poot- en zetmeel-) aardappelen. Voor de aardappelgewassen geldt dat er in het teeltseizoen van 2020 nog geen toelating voor flufenacet was.

In 2021 en 2022 was in consumptieaardappelen het aandeel bedrijven en hectares waarop flufenacet werd toegepast het grootst (Tabel 1), waarbij op 20 tot 30% van het areaal flufenacet is toegepast. In gerst en pootaardappelen was het aandeel bedrijven en hectares met toepassingen van flufenacet relatief beperkt en bleef het aandeel hectares dat werd bespoten onder 10%.

Tabel 1 Aandeel bedrijven waarop flufenacet wordt gebruikt, betaalde oppervlakte en hoeveelheid werkzame stof (w.s.) uitgesplit naar gewas(groep) in Nederland over de periode 2020 t/m 2022.

	% bedrijven met flufenacet ¹			% ha met flufenacet ¹			w.s. flufenacet/ha		
	2020	2021	2022	2020	2021	2022	2020	2021	2022
Consumptieaardappel	.	18	25	.	21	30	.	0,3	0,2
Wintergerst	0	3	5	1	5	4	0,2	0,2	0,2
Pootaardappel	.	1	7	.	3	9	.	0,2	0,1
Wintertarwe	3	8	10	6	10	11	0,2	0,2	0,1
Zetmeelaardappel	.	6	11	.	11	22	.	0,1	0,1

¹ Inschatting van het aantal bedrijven dat flufenacet gebruikt voor de betreffende teelt. Steekproefgrootte is vermeld in Bijlage 2.

² Geschatte percentage van het betaalde oppervlak per gewas waarop in Nederland flufenacet wordt toegepast.

³ Gemiddelde hoeveelheid (kg) werkzame stof (w.s.) die wordt toegepast op alle hectares waarop flufenacet wordt gebruikt.

4.2 Lenacil

Over de periode 2020-2022 werd lenacil gemiddeld op ruim de helft van de bedrijven met de teelt van suikerbieten gebruikt, waarbij het geschatte teeltoppervlak waarop lenacil is toegepast gemiddeld 59% bedraagt (Tabel 2). Voor voederbieten lag het gebruik lager, zowel t.a.v. het aandeel bedrijven als het teeltoppervlak.

Tabel 2 Aandeel bedrijven waarop lenacil wordt gebruikt, betaalde oppervlakte en hoeveelheid werkzame stof (w.s.) uitgesplit naar gewas(groep) in Nederland over de periode 2020 t/m 2022.

	% bedrijven met lenacil ¹			% ha met lenacil ¹			w.s. per ha		
	2020	2021	2022	2020	2021	2022	2020	2021	2022
Suikerbiet	60	46	53	63	55	58	0,1	0,1	0,1
Voederbiet	53	45	34	63	39	33	0,1	0,1	0,1

¹ Inschatting van het aantal bedrijven dat lenacil gebruikt voor de betreffende teelt. Steekproefgrootte is vermeld in Bijlage 2.

² Geschatte percentage van het betaalde oppervlak per gewas waarop in Nederland lenacil wordt toegepast.

³ Gemiddelde hoeveelheid (kg) werkzame stof (w.s.) die wordt toegepast op alle hectares waarop lenacil wordt gebruikt.

4.3 Tembotrione

Het gebruik van tembotrione was over de periode 2020-2022 grotendeels toe te schrijven aan de teelt van mais, snijmais als in korrelmais en Corn Cob Mix (nat gemalen korrelmais) (tabel 3). De toepassing van tembotrione vond in mais op het merendeel van de bedrijven en geteelde hectares plaats. Voor boomkwekerijproducten waren ook gegevens beschikbaar, maar was het gebruik van tembotrione beperkt tot 2021. Voor vlas waren in 2020 en 2021 geen betrouwbare gegevens beschikbaar, maar werd in 2022 op een derde van de bedrijven (totaal 11 steekproefbedrijven, zie bijlage 2) en een derde van het teeltoppervlak tembotrione toegepast.

Tabel 3 Aandeel bedrijven waarop tembotrione wordt gebruikt, betaalde oppervlakte en hoeveelheid werkzame stof (w.s.) uitgesplit naar gewas(groep) in Nederland over de periode 2020 t/m 2022.

	% bedrijven met tembotrione ¹			% ha met tembotrione ¹			w.s. per ha		
	2020	2021	2022	2020	2021	2022	2020	2021	2022
Boomkwekerij producten	0	2	0	0	26	0	0,0	<0,05	0,0
Corn Cob Mix	100	71	86	100	84	92	0,1	0,1	0,1
Korrel mais	.	75	63	.	45	52	.	<0,05	0,1
Overige melkveehouderij	2	3	3	2	3	4	<0,05	<0,05	<0,05
Snijmais	50	56	73	53	58	76	0,1	0,1	0,1
Vlas	.	.	34	.	.	33	.	.	0,1

¹ Inschatting van het aantal bedrijven dat tembotrione gebruikt voor de betreffende teelt. Steekproefgrootte is vermeld in Bijlage 2.

² Geschatte percentage van het betaalde oppervlak per gewas waarop in Nederland tembotrione wordt toegepast.

³ Gemiddelde hoeveelheid (kg) werkzame stof (w.s.) die wordt toegepast op alle hectares waarop tembotrione wordt gebruikt.

5 Toepassingen

5.1 Flufenacet

5.1.1 Granen

Voor het gebruik in wintergranen zijn verschillende formuleringen met hierin onder andere flufenacet toegelaten in Nederland. Flufenacet heeft een sterke werking op grasachtigen, zoals duist, windhalm en raaigrassen. Duist is een van de probleemonkruiden in gewasrotaties met wintergranen en is bekend om bestaande herbicideresistenties. Het gebruik van flufenacet is ook met oog op resistentiemanagement wat betreft duist belangrijk, omdat voor tenminste zes verschillende werkingsmechanismen resistenties bekend zijn (Heap, 2025). Hieronder zijn ook voor flufenacet twee geregistreerde meldingen vanuit Frankrijk en Duitsland. Omdat resistentie voor flufenacet nog zeer beperkt is en zich niet gemakkelijk voordoet, vormt het middel een belangrijke basis voor de bestrijding van duist.

Meeste toelatingen betreffen producten die in het najaar mogen worden toegepast, waarbij het product ofwel voor opkomst, ofwel na opkomst toegepast mag worden. Bij een aantal producten zijn zowel najaars- als voorjaarstoepassingen toegestaan. In praktijk zien we dat deze producten echter meest in het najaar direct na zaai worden toegepast.

5.1.2 Aardappelen

In aardappelen is flufenacet in het voorjaar toegelaten in het product Gofor, dat in 2020 door het Ctgb werd toegelaten (Ctgb, 2025). Deze formulering bevat naast flufenacet ook de actieve stof aclonifen, tevens een kandidaat voor vervanging. Het product is toegelaten als toepassing voor opkomst van het gewas. In de praktijk wordt het product veelal toegepast in een tankmix met andere herbiciden. Hiermee wordt gepoogd om het complete onkruidspectrum dat aanwezig is op het perceel te bestrijden. Met name voor de bestrijding van zwarte nachtschade, uitstaande melde en perzikkruid is de inzet van flufenacet effectief. Ook voor de bestrijding van doornappel, een probleemonkruid waarvoor mogelijk een teeltvoorschrift zal worden ingesteld, heeft flufenacet een effectieve werking.

5.2 Lenacil

Lenacil is enkel toegelaten in voeder- en suikerbieten, waar het middel een na opkomst toelating heeft. Vaak wordt de stof in een laag doseringssysteem (LDS) toegepast, waarbij een mix van enkele herbiciden in meerdere toepassingen wordt toegepast. Lenacil is als werkzame stof in het middel Venzar 500 SC toegelaten en mag maximaal vier keer worden toegepast met maximale toepassingsdosering van 0.5 L/ha en een maximale dosering per seizoen van 1.0 L/ha. Tot en met 2024 was lenacil ook een werkzame stof in Safari duoactive, bestaande uit triflusaluron-methyl en lenacil. De Europese toelating van triflusaluron-methyl is echter vanaf 2025 ingetrokken (European Commission, 2023), waardoor lenacil enkel nog als Venzar 500 SC is toegelaten.

De inzet van lenacil komt met name voor bij de bestrijding van onkruiden die met andere middelen minder goed te bestrijden zijn, waaronder bingelkruid, duivenkervel, herik, hondspeterselie, melganzevoet, uitstaande melde en veelknopige onkruidsoorten zoals gewoon varkensgras en zwaluwtong.

5.3 Tembotrione

5.3.1 Mais

Tembotrione is toegelaten in het gewas maïs, waar het middel een na opkomst toelating heeft. Tembotrione is in maïs als de werkzame stof in onder andere het middel Laudis (WG) toegelaten. De inzet van tembotrione is met name voor de bestrijding van eenjarige onkruiden, waaronder: hanenpoot, vingergrassen, melganzevoet, zwarte nachtschade, vogelmuur, perzikkruid, beklierde duizendknoop, varkensgras, echte kamille en paarse dovenetel. Met name het brede werkingsspectrum is een belangrijke reden om tembotrione toe te passen in maïs, waar de onkruidbestrijding doorgaans met één of twee bespuitingen wordt uitgevoerd.

5.3.2 Toelatingen in kleine teelten vanaf 2023

Het gebruik van tembotrione, onder de merknaam Laudis, is uitgebreid in kleine teelten vanaf maart 2023 voor de volgende gewassen: blauwmaanzaad (oliehoudende zaden), bloembollen en bloemknollen (m.u.v. lelie en tulp), bloemenzaadteelt, bloemisterijgewassen, bos- en haagplantsoen, coniferen en kerstbomen, heidesoorten, karwij (voor zaadproductie), klimplanten, laanbomen, sierheesters (incl. rozen), suikermais, vaste plantenteelt, vlas (vezelvlas en lijnzaad voor zaadproductie) en vruchtbomen- en struiken. Voor deze gewassen is toepassing met een laag doseringssysteem (LDS) vereist, met uitzondering van blauwmaanzaad, karwij, suikermais en vlas.

Deze toepassingen zijn niet zichtbaar in de toepassingscijfers, aangezien de BIN-gegevens van 2023 en volgende jaren (nog) niet beschikbaar zijn. Daarbij is het bij deze kleine teelten aannemelijk dat de toepassingen niet betrouwbaar uit de gebruikscijfers terug te halen zijn, omdat deze niet of zeer beperkt in de steekproef terugkomen.

6 Alternatieven

6.1 Geïntegreerde onkruidbeheersing

Met oog op de inzet van mogelijke alternatieven, moet de inzet van flufenacet, lenacil en tembotrione vanuit een integrale benadering worden bekeken. Een goede onkruidbeheersingsstrategie bestaat uit een combinatie van maatregelen die samen tot een goede beheersing van onkruiden leiden. We spreken dan van geïntegreerde onkruidbeheersing, waarbij niet alleen directe bestrijdingsmaatregelen maar ook andere (cultuur) maatregelen worden ingezet. De toepassing van deze herbiciden is dus een van de vele maatregelen die worden gebruikt om onkruiden te beheersen. Binnen een geïntegreerde onkruidbeheersing wordt gebruik gemaakt van een combinatie van maatregelen die zowel fysisch, chemisch of als cultuurmaatregelen zijn aan te duiden (Riemens et al., 2022). Onder fysische maatregelen vallen onder andere grondbewerking, mechanische en thermische onkruidbeheersing, en tevens enkele andere maatregelen zoals maaien en handwieden. Chemische maatregelen zijn herbiciden, waarbij zowel volvelds als plaatsspecifieke toepassingen mogelijk zijn. Cultuurmaatregelen duiden op bewuste aanpassingen aan het teeltsysteem of gewas, zoals gewasdiversiteit en gewasrotatie, inzet van groenbemesters en maatregelen om de competitiekracht van het gewas te vergroten. De neveneffecten van alternatieven zijn afhankelijk van de gekozen techniek, waarbij de impact wel varieert tussen de gewassen en sterk afhankelijk is van de betreffende situatie.

Wanneer alternatieven worden ingezet voor toepassingen van herbiciden, geldt dat er vaak andere herbiciden beschikbaar zijn. Ook de overstap naar niet-chemische alternatieven voor directe bestrijding is mogelijk. Wel geldt hierbij dat alternatieven, zowel chemisch als niet-chemisch, mogelijk een beperktere effectiviteit hebben. Voor chemische alternatieven moet dan rekening worden gehouden met het werkingsspectrum van herbiciden op de verschillende onkruidsoorten. Daarnaast geldt dat sommige alternatieven andere beperkingen met zich meebrengen, bijvoorbeeld een beperktere keuze van volggewassen als gevolg van nawerking van herbiciden. Daarnaast is afwisselend en gecombineerd gebruik van verschillende actieve stoffen belangrijk met het oog op het voorkomen van herbicideresistenties. Voor het gebruik van niet-chemische alternatieven kan gedacht worden aan mechanische onkruidbestrijding, waarbij tijdens de teelt de onkruiden worden bestreden. De inzet en effectiviteit van mechanische alternatieven is bijvoorbeeld sterk afhankelijk van de weeromstandigheden.

6.2 Flufenacet

6.2.1 Granen

In wintergranen passen telers verschillende onkruidbestrijdingsstrategieën toe. Bij de keuze voor chemische onkruidbestrijding is wat betreft alternatieve herbiciden sprake van meerdere kandidaten voor vervanging, namelijk ook diflufenican, pendimethalin en metsulfuron-methyl. Bespuitingen worden veelal uitgevoerd in het voorjaar of zowel in het najaar als in het voorjaar. Enkel een bespuiting in het najaar komt zelden voor. De keuze van strategie wordt door een aantal factoren bepaald. De belangrijkste factor is de te verwachten onkruiddruk op het perceel. Hierbij wordt gekeken naar de historische onkruiddruk en de onkruidsoorten die aanwezig zijn op het perceel. Wanneer de druk van grasachtigen zoals duist (en in mindere mate windhalm en raaigras) hoog is wordt vaker gewerkt met een combinatie van een najaars- en voorjaarsbespuiting. In zijn algemeenheid geldt dat het bestrijdingseffect van herbiciden op kleinere onkruiden beter dan wanneer de onkruiden al te groot zijn.

Bij de chemische bestrijding van duist zijn flufenacet en pendimethalin twee belangrijke actieve stoffen, die als bodemherbicide worden toegepast. Beide stoffen zijn aangemerkt als kandidaat voor vervanging. Voor duist bestaan herbicideresistenties tegen verschillende werkingsmechanismen (Heap, 2025), waardoor de

inzet van flufenacet een belangrijk onderdeel is voor een effectieve bestrijding van duist. Met het wegvallen van flufenacet is een toename van herbicideresistente in duist een groot risico, omdat juist de afwisseling van diverse actieve stoffen zo belangrijk is bij het resistentie management van onkruiden. Bij het wegvallen van flufenacet is een bredere inzet van niet-chemische alternatieven daarom dus onvermijdelijk en is ook de effectiviteit van deze maatregelen een belangrijke voorwaarde voor een goede beheersing van duist en andere grasachtigen. Daarbij geldt dat hier niet alleen maatregelen voor directe bestrijding worden gebruikt, maar juist ook preventieve maatregelen nodig zijn (Lutman et al., 2013; Moss, 2017). Daarbij kan gedacht worden aan aanpassing van het bouwplan of het gebruik van meer kerende grondbewerkingen en het vergroten van de competitiekracht van het gewas door uitstel van het zaaimoment.

De inzet van mechanische alternatieven in graangewassen is goed mogelijk, mits de weeromstandigheden dit toelaten. Het late najaar en vroege voorjaar zijn echter periodes waarin natte omstandigheden regelmatig voorkomen. De belangrijkste mechanische maatregel is wieden, dat zowel in het najaar als voorjaar kan worden toegepast. Omdat granen een stevig wortelstelsel hebben, kan met wieden vrij veel onkruid worden bestreden. Wel is de werking het meest effectief op breedbladige onkruiden en is de bestrijding van grasachtigen vaak beperkt. Ook schoffelen kan, zeker in combinatie met wieden, een belangrijke techniek zijn. Om de effectiviteit van schoffelen te verhogen, zijn aanpassingen van de rijafstand een belangrijke afweging (Melanders et al., 2018). Juist voor deze grasachtige soorten is de inzet van herbiciden zoals flufenacet een effectieve maatregel.

6.2.2 Aardappelen

De voor opkomst bespuiting in aardappelen kan worden uitgevoerd met andere herbiciden. Echter zal met de intrekking van de toelating van metribuzin vanaf 2025 het aantal middelen verder afnemen. Dit betekent dat een chemische strategie bij het wegvallen van flufenacet op een beperkt middelenpakket gebaseerd moet worden en daarbij onder andere acetonitril en pendimethalin ook de status van kandidaat voor vervanging hebben.

Als alternatief voor chemische bestrijding van onkruiden, kan in aardappelen onkruid goed mechanisch worden bestreden, aangezien het gewas relatief veel grondverplaatsing toestaat (Ridder & van der Weide, 1993). Door gefaseerde rugopbouw in combinatie met wieden of de inzet van bijvoorbeeld een Ecoridger, kan de onkruidbestrijding grotendeels mechanisch worden uitgevoerd. Wel is daarbij wederom de afhankelijkheid van de weersomstandigheden bepalend voor de mogelijkheden en effectiviteit. De grootste uitdaging is de beheersing van nakiemende onkruiden, die met name later in de teelt problemen geven. Door de herhaalde grondbewerkingen wordt steeds nieuwe kieming van onkruiden gestimuleerd. Bij het afsterven van het gewas krijgen nakiepers de kans om zich te ontwikkelen en nieuwe zaden te produceren. Dit is nadelig voor de opbouw van de onkruidzaadbank en kan in volgteelten een probleem met onkruiddruk veroorzaken (Wessels et al., 2024).

6.3 Lenacil

In de teelt van bieten zijn andere herbiciden toegelaten, maar het werkingsspectrum van lenacil is niet eenvoudig met inzet van andere herbiciden af te dekken, met uitzondering van de inzet van Convigo One. Convigo One is een middel dat wordt ingezet in combinatie met specifieke Convigo bietenrassen die resistent zijn voor de actieve stof in Convigo One. Deze actieve stoffen vallen onder de groep van AcetoLactaatSynthase ofwel ALS-remmers, die ook in herbiciden in onder andere de maisteelt worden gebruikt. Een veelvuldig gebruik van deze techniek geeft risico op de ontwikkeling van resistente onkruiden voor de groep herbiciden van de ALS-remmers. In 2024 werd door het IRS reeds melding gemaakt van praktijkvoorbeelden (IRS, 2025).

Directe alternatieven voor de toepassingen van lenacil zijn dus overwegend niet-chemisch, omdat andere herbiciden niet hetzelfde werkingsspectrum hebben. De inzet van niet-chemische maatregelen kan hoe dan ook een bijdrage leveren aan het verminderen en vervangen van het gebruik van lenacil. In bieten is de inzet van mechanische onkruidbestrijding goed mogelijk, mits de weersomstandigheden dit toelaten. Volledig overschakelen naar mechanische onkruidbestrijding leidt op dit moment echter tot hogere kosten en is niet

altijd voldoende effectief (Specken & Visscher, 2022). Wel is een ontwikkeling gaande waarbij robotisering steeds meer in beeld komt voor onder andere deze teelten, met de eerste praktijktoepassingen van wiedrobots. Op basis van recent onderzoek in Duitsland blijkt de inzet van wiedrobots qua effectiviteit veel potentieel te hebben, maar ligt moment de kostprijs nog wel tot twee keer hoger (Gerhards et al., 2023). In de praktijk blijft de (incidentele) inzet van herbiciden waarschijnlijk nog nodig, onder meer als gevolg van natte weersomstandigheden.

6.4 Tembotrione

6.4.1 Maisteelt

De herbicidenstrategie in mais is vaak gebaseerd op tembotrione (bv. Laudis) óf terbuthylazine (bv. Calaris). Terbuthylazine mag slechts eenmaal per 3 jaar worden toegepast, waardoor tembotrione vaak de basis vormt voor de onkruidbestrijdingsstrategie. Beide stoffen hebben een breed werkingsspectrum in de onkruidbestrijding. Als tembotrione niet langer is toegelaten, zal met name terbuthylazine vaker gebruikt worden. Afhankelijk van het bouwplan zal de beperking voor toepassing eenmaal per drie jaar resulteren in uitwijken naar andere herbiciden. Wat betreft chemische alternatieven vallen een aantal van de alternatieven onder de kandidaten voor vervanging. Dit gaat om de actieve stoffen nicosulfuron, pendimethalin en prosulfuron. Deze stoffen zullen hun toelating in de toekomst mogelijk verliezen, wanneer geschikte alternatieven voor de toepassing van deze stoffen beschikbaar zijn. Bij het wegvallen van tembotrione zijn nu nog voldoende alternatieven aanwezig. Het wegvallen van tembotrione kan dus leiden tot een verhoogde inzet van herbiciden.

In mais kan onkruid goed met mechanische technieken worden beheerst, zeker als na de hoofdgrondbewerking en zaaibedbereiding geen onkruiden meer op het perceel staan (van Schooten et al., 2020). Met het klaarmaken van het zaaibed wordt echter ook een kiembed voor onkruiden gemaakt. Tijdens de teelt kunnen de volgende werktuigen ingezet worden t.b.v. mechanische onkruidbestrijding tussen de rijen: eg, vaste schoffel, trilschoffel, rijenfrees, rolschoffel. Onkruidbestrijding in de rij kan uitgevoerd worden met de eg, aanaarders, vingervieders en torsievieders. De inzet van mechanische technieken resulteert, met name op zandgronden, in veel nieuwe kieming. Hierdoor zijn altijd meerdere bewerkingen nodig om tot een goede onkruidbeheersing te komen. Dit resulteert in een toename van arbeid en brandstofkosten.

7 Discussie

7.1 Gebruik en toepassingen

De actieve stoffen flufenacet, lenacil en tembotrione zijn slechts in een beperkt aantal gewassen toegelaten, maar deze gewassen zoals mais, aardappelen en wintergranen hebben binnen de Nederlandse akkerbouw wel een groot aandeel wat betreft teeltoppervlak (bijlage 1). Het aantal bedrijven in de steekproef van het Bedrijveninformatienet (BIN) was relatief groot (bijlage 2).

Voor het gebruik van flufenacet en lenacil geldt in algemene zin dat de toepassingen gerelateerd zijn aan de te bestrijden onkruidpopulatie. Deze actieve stoffen worden gebruikt vanwege de effectiviteit bij de bestrijding van lastiger te bestrijden onkruidsoorten in de teelt van wintergranen, aardappelen en bieten. Voor flufenacet geldt dat gebruik in 2021 en 2022 beperkt was tot maximaal 30% van het areaal in het geval van consumptieaardappelen. In poot- en zetmeelaardappelen en granen lag het gebruik lager. Dit onderstreept dat de toepassing van flufenacet samenhangt met de onkruidpopulatie. Voor lenacil geldt dat het middel in suikerbieten op ruim de helft van het areaal is toegepast tussen 2020 en 2022. Het vrij brede werkingsspectrum op met name lastigere onkruiden in combinatie met weinig alternatieve herbiciden met dezelfde werking kan dit verklaren. Lenacil is een belangrijke toevoeging in het LDS-systeem om een zo breed mogelijke werking te realiseren.

Het gebruik van tembotrione is gerelateerd aan het brede werkingsspectrum van deze stof, waarbij met name in de teelt van mais middelen met tembotrione breed worden toegepast. In de periode 2020-2022 werd op de helft tot driekwart van de percelen met snijmais tembotrione toegepast. In korrelmais lag dit aandeel gelijk en in corn cob mix (CCM) zelfs hoger. Wel is de teelt van korrelmais en CCM relatief klein vergeleken met snijmais en is het aantal steekproefbedrijven beperkt. Over het gebruik van tembotrione in de kleine teelten en vlas is geen goede inschatting te maken op basis van de gegevens uit het BIN. Het is dan ook niet mogelijk om een goede inschatting te maken van de toepassingen en mogelijke alternatieven. Dit pleit voor een betere (centrale) registratie van het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen in het algemeen, indien meer inzicht in de exacte toepassingen wenselijk is.

7.2 Geschiktheid van alternatieven

Voor de drie stoffen geldt dat de inzet van chemische alternatieven deels mogelijk is. Bij het wegvallen van flufenacet, lenacil of tembotrione zullen andere herbiciden worden ingezet of zal het gebruik van reeds toegepaste herbiciden toenemen. Voor het gebruik van flufenacet en lenacil geldt dat de toepassing ervan sterk is gericht op de bestrijding van lastigere onkruidsoorten. In het geval van toepassingen van flufenacet voor de bestrijding van grasachtige onkruiden in wintergranen en toepassingen van lenacil in bieten, zal bij het wegvallen van deze stoffen de effectiviteit van de onkruidbestrijding zeer waarschijnlijk afnemen. Voor de toepassingen van lenacil in bieten geldt dat er weinig chemische alternatieven zijn met een vergelijkbaar werkingsspectrum. Voor tembotrione geldt dat er andere herbiciden zullen worden ingezet, afhankelijk van het bouwplan en restricties in het gebruik van andere middelen zoals terbuthylazine.

In de teelten van aardappelen, mais en wintergranen zijn niet-chemische alternatieven zoals mechanische onkruidbestrijding, indien mogelijk qua omstandigheden, een alternatief voor de inzet van herbiciden. De opname van niet-chemische alternatieven in de praktijk wordt met name verhinderd door toename in kosten en arbeidsbehoefte. Daarnaast vraagt dit in voorkomende gevallen een aanpassing in de bedrijfsvoering van de telers, die voldoende moet worden ondersteund. Wel kan door de combinatie van mechanische en chemische onkruidbestrijding de hoeveelheid gebruikte actieve stof worden verminderd. Denk bijvoorbeeld aan de combinatie van het toepassen van herbiciden op de rij en schoffelen tussen de rij.

7.3 Bestrijding lastige onkruiden

De inzet van met name flufenacet en lenacil is gerelateerd aan de bestrijding van lastigere onkruiden. Bij wegvallen van deze stoffen neemt de effectiviteit van bestrijding waarschijnlijk af. In deze gevallen zal ook de inzet van maatregelen buiten de teelten toenemen. Denk hierbij aan toename van (kerende) grondbewerkingen en inzet van herbiciden in andere teelten. Om probleemonkruiden of grasachtige onkruiden te bestrijden zal mogelijk ook de inzet van bijvoorbeeld glyfosaat of bijvoorbeeld de noodzakelijke inzet van chemische loofdoding in aardappelen toenemen. Op langere termijn kan verminderde effectiviteit van de onkruidbestrijding leiden tot noodzakelijke aanpassingen aan het bouwplan, wanneer in andere teelten de (chemische) bestrijding van lastige onkruiden wel mogelijk is. Het gebruik van chemische gewasbescherming verplaatst zich dan naar andere teelten of voor glyfosaat naar de braakperiode tussen de teelten.

In suikerbieten is een toename van de inzet van herbicideresistente rassen een potentieel risico. Verder is er voor enkele onkruiden, zoals duist, ook een aannemelijk risico op toename van herbicide resistenties. Daarbij zijn de mogelijkheden voor de inzet van niet-chemische alternatieven in wintergranen vaak beperkter gezien de weersomstandigheden en zal de onkruidbestrijding deels noodzakelijk gebaseerd blijven op de inzet van herbiciden. In het algemeen zal bij het wegvallen of verbieden van actieve stoffen een grotere selectiedruk ontstaan als gevolg van een smaller herbicidenpakket. Deze risico's moeten worden onderkent en vraagt een gedegen integrale gewasbeschermingsaanpak. Dat vraagt om monitoring, kennisdeling en voldoende bewustwording in de praktijk, zowel bij telers als adviseurs.

Literatuur

- Ctgb. (2025). *Toelatingendatabank* <https://toelatingen.ctgb.nl/nl/authorisations>
- Delphy. (2024). Handleiding gewasbescherming - akkerbouw en veehouderij. In J. Grezel, S. Michiels, J. Remijn, & J. Salomons (Eds.): Delphy BV.
- Regulation 2023/2513 of 16 November 2023 concerning the non-renewal of the approval of the active substance triflusaluron-methyl, in accordance with Regulation (EC) No 1107/2009 of the European Parliament and of the Council, and amending Commission Implementing Regulation (EU) No 540/2011, (2023). <https://eur-lex.europa.eu/>
- Gerhards, R., Risser, P., Spaeth, M., Saile, M., & Peteinatos, G. (2023). A comparison of seven innovative robotic weeding systems and reference herbicide strategies in sugar beet (*Beta vulgaris* subsp. *vulgaris* L.) and rapeseed (*Brassica napus* L.). *Weed Research*, n/a(n/a). <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/wre.12603>
- Heap, I. (2025). *The International Herbicide-Resistant Weed Database*. Available www.weedscience.org
- IRS. (2025). Wees alert op resistente onkruiden. *IRS gewasbeschermingsbulletin suikerbieten*. <https://www.irs.nl/wp-content/uploads/2025/03/Wees-alert-op-resistente-onkruiden.pdf>
- Lutman, P. J. W., Moss, S. R., Cook, S., Welham, S. J., & Kim, D.-S. (2013). A review of the effects of crop agronomy on the management of *Alopecurus myosuroides*. *Weed Research*, 53(5), 299-313. <https://doi.org/10.1111/wre.12024>
- Melander, B., Jabran, K., De Notaris, C., Znova, L., Green, O., & Olesen, J. E. (2018). Inter-row hoeing for weed control in organic spring cereals—Influence of inter-row spacing and nitrogen rate. *European Journal of Agronomy*, 101, 49-56. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.eja.2018.08.005>
- Moss, S. (2017). Black-grass (*Alopecurus myosuroides*): Why has this Weed become such a Problem in Western Europe and what are the Solutions? *Outlooks on Pest Management*, 28(5), 207-212. https://doi.org/10.1564/v28_oct_04
- Ridder, J. K., & van der Weide, R. Y. (1993). Geïntegreerde onkruidbestrijding in aardappelen. *Jaarboek 1993-1996 : verslagen van afgesloten onderzoeksprojecten op de regionale onderzoekcentra en het PAGV. Akkerbouw*. <https://edepot.wur.nl/356531>
- Riemens, M., Sønderskov, M., Moonen, A.-C., Storkey, J., & Kudsk, P. (2022). An Integrated Weed Management framework: A pan-European perspective. *European Journal of Agronomy*, 133, 126443. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2021.126443>
- Specken, J., & Visscher, I. (2022). *Toekomstbestendige onkruidbeheersing in suikerbieten: Proefverslag onkruidbeheersing in suikerbieten in de Veenkoloniën*.
- van Schooten, H. A., Philipsen, A. P., & Groten, J. A. M. (2020). *Handboek snijmaïs*. Wageningen UR Livestock Research. <https://edepot.wur.nl/243262>
- Wesselink, M., Molendijk, L., Evenhuis, B., Kessel, G., Bijker, W., Sprangers, T., Huiting, H., Peters, R., Verstegen, H., Teuns, D., Velt, V., & Riemens, M. (2024). *Integrale aanpak voor de akkerbouw op zand, 2020-2023*. Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Open Teelten. <https://doi.org/10.18174/662333>

Bijlage 1 Gebruik en teeltoppervlak per gewas

	% ha met stof ¹			totaal betaalde ha's ²			ha met gebruik stof		
	2020	2021	2022	2020	2021	2022	2020	2021	2022
Boomkwekerij producten	0	26	0	3920	4060	4210	0	1046	0
Consumptieaardappel	0	21	30	76710	71360	76590	0	14731	23185
Corn Cob Mix	100	84	92	6710	6050	6580	6710	5055	6044
Gerst	1	5	4	38690	30080	36860	220	1524	1439
Korrelmais	.	45	52	12820	11600	13740	.	5228	7163
Pootaardappel	0	3	9	43810	43790	43160	0	1482	3869
Snijmais	53	58	76	195760	186120	183270	103811	107883	139336
Suikerbiet	63	55	58	81460	80690	81740	51153	44142	47209
Tarwe	6	10	11	109630	119380	124350	6852	11384	14234
Voederbiet	63	39	33	.	.	.	.	.	.
Zetmeelaardappel	0	11	22	45100	45150	43310	0	4748	9472
Vlas	.	.	33	2420	1950	2080	.	.	685

1 Bron: WESR BedrijvenInformatieNet (BIN). Geschatte percentage hectares waarop flufenacet, lenacil of tembotrione wordt gebruikt, gebaseerd op de steekproefbedrijven die in het BIN zijn opgenomen.

2 Bron: CBS Statline – Landbouw; gewassen, dieren, grondgebruik en arbeid op nationaal niveau (1 maart 2025)

Bijlage 2 Gebruik per gewas inclusief steekproefgrootte en nul waarnemingen

Gebruik werkzame stof (w.s) flufenacet en totaal herbiciden per hectare (zowel op alleen ha waarop het wordt toegepast als op alle hectare incl. 0 waarnemingen) en aandeel bedrijven en hectare met flufenacet gebruik.

	aantal steekproef-bedrijven	% bedr. met flufenacet	% ha met flufenacet	w.s. flufenacet/ha	w.s. flufenacet/ha (incl 0)	w.s. herb/ha	w.s. herb/ha (incl 0)
2020							
Consumptie-aardappel	126	.	.	.	.	3.3	3.0
Wintergerst	121	0	1	0.2	0.0	1.5	1.4
Poot-aardappel	.	.	.	.	.	2.6	2.6
Wintertarwe	187	3	6	0.2	0.0	1.3	1.3
Zetmeel-aardappel	.	.	.	.	.	2.9	2.9
2021							
Consumptie-aardappel	117	18	21	0.3	0.1	3.3	3.0
Wintergerst	107	3	5	0.2	0.0	1.5	1.3
Poot-aardappel	108	1	3	0.2	0.0	2.6	2.5
Wintertarwe	181	8	10	0.2	0.0	1.3	1.3
Zetmeel-aardappel	46	6	11	0.1	0.0	2.9	2.9
2022							
Consumptie-aardappel	135	25	30	0.2	0.1	3.2	2.9
Wintergerst	138	5	4	0.2	0.0	1.5	1.2
Poot-aardappel	111	7	9	0.1	0.0	2.4	2.4
Wintertarwe	200	10	11	0.1	0.0	1.2	1.1
Zetmeel-aardappel	44	11	22	0.1	0.0	3.2	3.2

Gebruik werkzame stof (w.s) lenacil en totaal herbiciden per hectare (zowel op alleen ha waarop het wordt toegepast als op alle hectare incl. 0 waarnemingen) en aandeel bedrijven en hectare met flufenacet gebruik.

	aantal steekproef-bedrijven	% bedr. met lenacil	% ha met lenacil	w.s. lenacil/ha	w.s. lenacil/ha (incl 0)	w.s. herb/ha	w.s. herb/ha (incl 0)
2020							
Suikerbiet	219	60	63	0.1	0.1	4.5	4.5
Voederbiet	28	53	63	0.1	0.0	3.6	3.0
2021							
Suikerbiet	213	46	55	0.1	0.1	4.4	4.3
Voederbiet	24	45	39	0.1	0.0	3.4	3.0
2022							
Suikerbiet	220	53	58	0.1	0.1	5.1	5.0
Voederbiet	27	34	33	0.1	0.0	3.9	2.9

Gebruik werkzame stof (w.s) tembotrione en totaal herbiciden per hectare (zowel op alleen ha waarop het wordt toegepast als op alle hectare incl. 0 waarnemingen) en aandeel bedrijven en hectare met flufenacet gebruik.

	aantal steekproef-bedrijven	% bedr. met tembotrione	% ha met tembotrione	w.s. tembotrione/ha	w.s. tembotrione/ha (incl 0)	w.s. herb/ha	w.s. herb/ha (incl 0)
2020							
Boomkwekerij producten	28	0	0	0.0	0.0	3.9	3.2
Corn Cob Mix	11	100	100	0.1	0.1	1.1	1.1
Korrelmais	.	.	.	.	.	.	.
Snijmais	390	50	53	0.1	0.0	1.0	0.9
Vlas	.	.	.	.	.	.	.
2021							
Boomkwekerij producten	29	2	26	0.0	0.0	5.3	4.7
Corn Cob Mix	20	71	84	0.1	0.1	1.0	1.0
Korrelmais	10	75	45	0.0	0.0	0.9	0.9
Snijmais	362	56	58	0.1	0.0	1.0	0.9
Vlas	.	.	.	.	.	.	.
2022							
Boomkwekerij producten	44	0	0	0.0	0.0	5.8	5.5
Corn Cob Mix	25	86	92	0.1	0.1	0.6	0.6
Korrelmais	11	63	52	0.1	0.0	1.2	1.1
Snijmais	367	73	76	0.1	0.0	0.9	0.8
Vlas	11	34	33	0.1	0.0	1.1	1.1

Bijlage 3 Alternatieven voor flufenacet

Gewas	Toepassing	Alternatief chemisch of niet-chemisch	Alternatief	Inschatting effectiviteit alternatief m.b.t. vernietiging/bestrijding	Effectiviteit	Arbeid	Kosten	Klimaat	# extra bewerkingen	Alternatieve actieve stoffen (kandidaten voor vervanging weergegeven in rood)
Wintergranen	voor opkomst	chemisch	inzet van andere herbiciden	70-100%	0-	0-	-	-		di flufinecan (SEMPRA), pendimethalin, prosulfocarb
				Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Flufenacet is sterk werkzaam tegen grasachtige onkruiden en wordt gebruikt om enkele lastigere onkruiden te beheersen (o.a. duist, windhalm en straatgras). Om de effectiviteit van flufenacet te compenseren zal de input aan andere herbiciden waarschijnlijk toenemen. Dit kan als gevolg van meerdere toepassingen of een verhoging van de doseringen per toepassing.					
					Flufenacet is een belangrijke stof bij de chemische onkruidbestrijding van duist. Voor duist is resistentie voor een 6-tal werkingsmechanismen bekend, die soms ook gecombineerd voorkomen. De inzet van flufenacet in combinatie met andere actieve stoffen (met een andere werkingsmechanisme) is essentieel bij het tegengaan van herbicide resistente populaties.					
		niet-chemisch	wiedeggen (blind)	70-100%	0-	-	-	0-	1 -2	
				Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Enkele werkend op kiemende onkruiden en onkruiden in het kiembladstadium, niet groter					

					Mindere werking op grasachtige onkruiden				
					Mogelijk meerdere bewerkingen nodig				
					Weersafhankelijk: onder natte of droge omstandigheden minder effectief				
na opkomst (najaarstoepassing)	chemisch	inzet van andere herbiciden tijdens de teelt	70-100%		0-	0-	-	-	bentazon, bensulfuron-methyl, bifenox, clopyralid, diflufenican , ethofumesaat, fenoxaprop-P- ethyl, florasulam, fluroxypyr, halauxifen-methyl, isoxaben, joodsulfuron, MCPA, mesosulfuron, metsulfuron- methyl , pendimethalin , prosulfocarb
				Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Flufenacet is sterk werkzaam tegen grasachtige onkruiden en wordt gebruikt om enkele lastigere onkruiden te beheersen (o.a. duist, windhalm en straatgras). Om de effectiviteit van flufenacet te compenseren zal de input aan andere herbiciden waarschijnlijk toenemen. Dit kan als gevolg van meerdere toepassingen of een verhoging van de doseringen per toepassing.				
					Flufenacet is een belangrijke stof bij de chemische onkruidbestrijding van duist. Voor duist is resistentie voor een 6-tal werkingsmechanismen bekend, die soms ook gecombineerd voorkomen. De inzet van flufenacet in combinatie met andere actieve stoffen (met een andere werkingsmechanisme) is essentieel bij het tegengaan van herbicide resistente populaties.				
	niet-chemisch	wiedeggen	70-100%		0-	-	-	0-	1 -3

				Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Enkele werkend op kiemende onkruiden en onkruiden in het kiembladstadium, niet groter				
					Meerdere bewerkingen nodig				
					Weersafhankelijk: onder natte of droge omstandigheden minder effectief				
	niet-chemisch	roterende wiedeeg	70-100%		0-	-	-	0-	1-2
				Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Enkele werkend op kiemende onkruiden en onkruiden in het kiembladstadium, niet groter				
					Is agressiever dan een normale wiedeeg en vraagt dus goede worteling van het gewas				
na opkomst (voorjaar)	chemisch	inzet van andere herbiciden	70-100%		0-	0-	-	-	amidodosulfuron, bentazon, bensulfuron-methyl, bifenox, clopypalid, diflufenican, ethofumesaat, fenoxaprop-P- ethyl, florasulam, fluroxypyr, fluroxypyr-meptyl, halauxifen- methyl, isoxaben, joodsulfuron, MCPA, mecoprop-p, mesosulfuron, metsulfuron- methyl, pendimethalin, pyroxsulam, thiencarbazon- methyl, thifensulfuron-methyl, tribenuron-methyl, tritosulfuron

			Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Flufenacet is sterk werkzaam tegen grasachtige onkruiden en wordt gebruikt om enkele lastigere onkruiden te beheersen (o.a. duist, windhalm en straatgras). Om de effectiviteit van flufenacet te compenseren zal de input aan andere herbiciden waarschijnlijk toenemen. Dit kan als gevolg van meerdere toepassingen of een verhoging van de doseringen per toepassing.				
				Flufenacet is een belangrijke stof bij de chemische onkruidbestrijding van duist. Voor duist is resistentie voor een 6-tal werkingsmechanismen bekend, die soms ook gecombineerd voorkomen. De inzet van flufenacet in combinatie met andere actieve stoffen (met een andere werkingsmechanisme) is essentieel bij het tegengaan van herbicide resistente populaties.				
	niet-chemisch	wiedeggen	70-100%	0-	-	-	0-	1-2
			Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Enkele werkend op kiemende onkruiden en onkruiden in het kiembladstadium, niet groter				
				Mindere werking op grasachtige onkruiden				
				Mogelijk meerdere bewerkingen nodig				
				Weersafhankelijk: onder natte of droge omstandigheden minder effectief				
	niet-chemisch	roterende wiedeg	70-100%	0-	-	-	0-	1-2
			Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Enkele werkend op kiemende onkruiden en onkruiden in het kiembladstadium, niet groter				
				Is agressiever dan een normale wiedeg en vraagt dus goede worteling van het gewas				

	niet-chemisch	schoffelen vanaf 4-blad	70-100%	0-	-	-	-	1 - 4	
			Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Schoffelen werkt tussen de rijen en biedt geen bestrijding in de rij					
				Weersafhankelijk: onder natte of droge omstandigheden minder effectief					
				Vraagt een aanpassing aan de rijafstand om optimale onderdrukking van onkruiden door het gewas te combineren met hoge effectiviteit van schoffelen.					
				Meerdere bewerkingen nodig					
consumptie-aardappel	onkruidbestrijding voor opkomst	chemisch	inzet van andere herbiciden	70-100%	0-	0-	-	0-	aclonifen, bentazon, clethodim, clomazone, cycloxydim, fluazifop-P-butyl, glyfosaat, metobromuron, metribuzin (vanaf 30-6-2025 niet meer toegelaten), pendimethalin, propaquizafop, prosulfocarb, pyraflufen-ethyl, quizalofop-P-ethyl, rimsulfuron
			Mogelijke obstakels alternatief praktijk	De inzet van andere herbiciden is mogelijk, maar m.n. voor bodemherbiciden geldt dat groot deel van deze middelen is aangemerkt als kandidaat voor vervanging (aclonifen, metribuzin, pendimethalin). Bij wegvallen van deze middelen worden de mogelijkheden voor opkomst zeer beperkt. Tevens neemt het risico op herbicide resistenties toe.					

De inzet van chemische loofdoding kan vaker noodzakelijk zijn om resterende onkruiden in het afstervende gewas te bestrijden. Dit belemmerd inzet van niet-chemische technieken voor loofdoding.

pootaardappel	onkruidbestrijding voor opkomst	chemisch	inzet van andere herbiciden	70-100%	0-	0-	-	0-	aclonifen, bentazon, clethodim, clomazone, cycloxydim, fluazifop-P-butyl, glyfosaat, metobromuron, metribuzin (vanaf 30-6-2025 niet meer toegelaten), pendimethalin, propaquizafop, prosulfocarb, pyraflufen-ethyl, quizalofop-P-ethyl, rimsulfuron
---------------	---------------------------------	----------	-----------------------------	---------	----	----	---	----	---

**Mogelijke obstakels
alternatief praktijk**

De inzet van andere herbiciden is mogelijk, maar m.n. voor bodemherbiciden geldt dat groot deel van deze middelen is aangemerkt als kandidaat voor vervanging (aclonifen, metribuzin, pendimethalin). Bij wegvallen van deze middelen worden de mogelijkheden voor opkomst zeer beperkt. Tevens neemt het risico op herbicide resistenties toe.

De inzet van chemische loofdoding kan vaker noodzakelijk zijn om resterende onkruiden in het afstervende gewas te bestrijden. Dit belemmerd inzet van niet-chemische technieken voor loofdoding.

zetmeelaardappel	onkruidbestrijding voor opkomst	chemisch	inzet van andere herbiciden	70-100%	0-	0-	-	0-	aclonifen , bentazon, clethodim, clomazone, cycloxydim, fluazifop-P-butyl, glyfosaat , metobromuron, metribuzin (vanaf 30-6-2025 niet meer toegelaten), pendimethalin , propaquizafop, prosulfocarb, pyraflufen-ethyl, quizalofop-P-ethyl, rimsulfuron
				Mogelijke obstakels alternatief praktijk	De inzet van andere herbiciden is mogelijk, maar m.n. voor bodemherbiciden geldt dat groot deel van deze middelen is aangemerkt als kandidaat voor vervanging (aclonifen, metribuzin, pendimethalin). Bij wegvallen van deze middelen worden de mogelijkheden voor opkomst zeer beperkt. Tevens neemt het risico op herbicide resistenties toe.				
					De inzet van chemische loofddoding kan vaker noodzakelijk zijn om resterende onkruiden in het afstervende gewas te bestrijden. Dit belemmert inzet van niet-chemische technieken voor loofddoding.				
Aardappelen	onkruidbestrijding voor opkomst	niet-chemisch	Mechanische onkruidbestrijding met aangedreven eg en verlate rugopbouw	50-100%	-	-	-	-	1
				Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Gewas kan na mechanische bestrijding gevoeliger zijn voor vorst of winderosie; vertraagde gewasgroei als gevolg van beschadiging wortels. Afhankelijk van bodemsoort i.v.m. slempgevoeligheid				
					Meerdere bewerkingen nodig				

De inzet van chemische loofdoding kan vaker noodzakelijk zijn om resterende onkruiden in het afstervende gewas te bestrijden. Dit belemmerd inzet van niet-chemische technieken voor loofdoding.

onkruidbestrijding na opkomst	niet-chemisch	mechanisch: aanaardend schoffelen, klein onkruid op de rug met eggen	75-100%	0-	-	-	-	2 - 3
			Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Meerdere bewerkingen nodig				
				Meer fossiele brandstof nodig --> meer CO2 uitstoot				
				Op zandgronden zijn vele behandelingen nodig (4-5) om een zelfde effect te krijgen door de hoge onkruidichtheden: meer gebruik fossiele brandstof, meer CO2 uitstoot, meer kans op beschadiging.				
				Nieuwe kieming van onkruiden kan leiden tot opbouw van onkruiden naar volgende teeltjaren, met name op zandgronden				
				De inzet van chemische loofdoding kan vaker noodzakelijk zijn om resterende onkruiden in het afstervende gewas te bestrijden. Dit belemmerd inzet van niet-chemische technieken voor loofdoding.				

Bijlage 4 Alternatieven voor lenacil

Gewas	Toepassing	Alternatief chemisch of niet-chemisch	Alternatief	Inschatting effectiviteit alternatief m.b.t. vernietiging/bestrijding	Effectiviteit	Arbeid	Kosten	Klimaat	# extra bewerkingen	Alternatieve herbiciden (kandidaten voor vervanging weergegeven in rood)
Suikerbiet	na opkomst (LDS)	chemisch	inzet van andere herbiciden tijdens de teelt	70-100%	0-	0-	-	-		clethodim, clomazone, clopyralid, cycloxydim, dimethenamide-P, ethofumesaat, fenmedifam, fluazifop-P-butyl, foramsulfuron, metamitron, propaquizafop, quinmerac, quizalofop-P-ethyl, thien carbazon-methyl
				Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Lenacil is m.n. geschikt om enkele lastigere onkruiden te beheersen (o.a. bingelkruid, duivenkervel, herik, hondspeterselie, melganzevoet, uitstaande melde en varkensgras. Om de effectiviteit van lenacil te compenseren zal de input aan andere herbiciden waarschijnlijk toenemen. Dit kan als gevolg van meerdere toepassingen of een verhoging van de doseringen per toepassing.					

chemisch	telen van een herbicideresistent ras waardoor onkruiden tijdens de teelt met een alternatief herbicide bespoten kunnen worden; voorbeeld: Conviso One systeem	80-100%	0-	0	-	0	
			Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Strategie is gebaseerd op herbiciden uit de groep ALS-remmers. Dit geeft mogelijke opbouw van resistentie tegen deze middelen bij veelvuldig gebruik; eerste gevallen in NL reeds bekend in raaigrassen			
				Probleemonkruiden kunnen vaak ook grotendeels worden bestreden, maar soms minder effectief			
				Keuze voor een herbicide resistent ras gaat vaak ten koste van andere raseigenschappen; bv. ziekteresistenties waardoor meer fungicidebespuitingen nodig kunnen zijn			
niet-chemisch	vals zaaibed om onkruiddruk te verlagen	60-100%	-	-	-	-	1 - 2
			Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Weersafhankelijk: onder natte of droge omstandigheden minder effectief			
				Mogelijk vochtverlies in droge omstandigheden			
				Met name geschikt voor verlagen onkruiddruk van voorjaarskiemers			
				Bij vroeg zaaimoment is een vals zaaibed minder effectief i.v.m. ontbreken van de benodigde kiemtemperatuur voor onkruidkieming			
niet-chemisch	Voor opkomst thermisch afbranden	70-100%	0-	-	-	-	1 - 2

			Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Hogere inputs van fossiele brandstof (aardgas)				
				Branden is minder of niet effectief op onkruiden met een laag groeipunt zoals bv. grasachtigen, herderstasje, kamille en wortelonkruiden				
niet-chemisch	schoffelen vanaf 4-blad	70-100%		0-	-	-	-	1 - 4
			Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Schoffelen werkt tussen de rijen en biedt geen bestrijding in de rij				
				Weersafhankelijk: onder natte of droge omstandigheden minder effectief				
				Vorstgevoeligheid van het gewas neemt toe en er ontstaat risico op water- en winderosie				
				Schoffelen kan een aantasting van Rhizoctonia verergeren als er bij deze bewerkingen grond in de kop van de biet terechtkomt				
				Gewasschade bij te intensieve afstelling				
				Meerdere bewerkingen nodig, afhankelijk van aanvullende maatregelen en eventuele gedeeltelijke inzet herbiciden				
niet-chemisch	vingerwieden, torsiewieder bij kleinere onkruiden in de rij	70-100%		0-	0-	0-	-	0
			Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Weersafhankelijk: onder natte of droge omstandigheden minder effectief				
				Gewasschade bij te intensieve afstelling				
				Wordt vaak gecombineerd met schoffelen, dus meerdere bewerkingen in principe niet nodig				

Extra bodembewerking

niet-chemisch	Robotwieders (inter & intra rij) bijv. FarmDroid wiedrobot	60-95%	-	-	-	-
Mogelijke obstakels alternatief praktijk			Kosten tot twee keer hoger bij inzet in de rij t.o.v. van chemische strategie bron: Gerhards et al. (2024)			
			Afhankelijkheid van weersomstandigheden neemt toe. Bij nat voorjaar is de effectiviteit en inzet beperkter			
niet-chemisch	aanaarden	80-100%	0-	-	-	-
Mogelijke obstakels alternatief praktijk			Aanaarden kan een aantasting van <i>Rhizoctonia</i> verergeren als er bij deze bewerkingen grond in de kop van de biet terechtkomt			
niet-chemisch	volvelds eggen vanaf het 4 tot 6 blad stadium	70-100%	0-	-	-	1-3
Mogelijke obstakels alternatief praktijk			Enkele werkend op kiemende onkruiden en onkruiden in het kiembladstadium, niet groter			
			Meerdere bewerkingen nodig			
			Weersafhankelijk: onder natte of droge omstandigheden minder effectief			
niet-chemisch	aanbrengen van een mulchlaag van bijvoorbeeld drijfmest	50-80%	-	0-	-	+

Bijlage 5 Alternatieven voor tembotrione

Gewas	Toepassing	Alternatief chemisch of niet-chemisch	Alternatief	Inschatting effectiviteit alternatief m.b.t. vernietiging/bestrijding	Effectiviteit	Arbeid	Kosten	Klimaat	# extra bewerkingen	Alternatieve actieve stoffen (kandidaten voor vervanging weergegeven in rood)
Mais (en suikermais)]	na opkomst (LDS)	chemisch	inzet van andere herbiciden tijdens de teelt	70-100%	0-	0-	-	-		
				Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Tembotrione is m.n. geschikt om enkele lastigere onkruiden te beheersen (o.a. hanepoot, vingergrassen, melganzevoet, varkensgras, echte kamille). Om de effectiviteit van tembotrione te compenseren zal de input aan andere herbiciden waarschijnlijk toenemen. Dit kan als gevolg van meerdere toepassingen of een verhoging van de doseringen per toepassing. De herbicidenstrategie in mais is vaak gebaseerd op tembotrione (bv. Laudis) óf de terbuthylazine (bv. Calaris). Terbuthylazine mag slechts eenmaal per 3 jaar worden toegepast, waardoor tembotrione vaak de basis vormt voor de onkruidbestrijdingsstrategie. Bij het wegvallen van tembotrione wordt de middelkeuze beperkt.					bentazon, clopyralid, cycloxydim, dicamba, dimethenamide-P, florasulam, fluroxypyr-meptyl, foramsulfuron, glyfosaat, isoxaflutool, joodsulfuronmethylnatrium, mesotrione, nicosulfuron, pendimethalin, propaquizafop, prosulfuron, pyridaat, rimsulfuron, sulcotrion, terbuthylazine, thiencarbazon-methyl, thifensulfuron-methyl, tritosulfuron
		niet-chemisch	vals zaaibed om onkruiddruk te verlagen	60-100%						
				Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Weersafhankelijk: onder natte of droge omstandigheden minder effectief					

				Mogelijk vochtverlies in droge omstandigheden				
				Met name geschikt voor verlagen onkruiddruk van voorjaarskiemers				
				Bij vroeg zaaimoment is een vals zaaibed minder effectief i.v.m. ontbreken van de benodigde kiemtemperatuur voor onkruidkieming				
niet-chemisch	wiedeggen	70-100%		0-	-	-	0-	1 -3
			Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Enkele werkend op kiemende onkruiden en onkruiden in het kiembladstadium, niet groter				
				Meerdere bewerkingen nodig				
				Weersafhankelijk: onder natte of droge omstandigheden minder effectief				
niet-chemisch	schoffelen vanaf 4-blad	70-100%		0-	-	-	-	1 - 4
			Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Schoffelen werkt tussen de rijen en biedt geen bestrijding in de rij				
				Weersafhankelijk: onder natte of droge omstandigheden minder effectief				
				Vorstgevoeligheid van het gewas neemt toe en er ontstaat risico op water-en winderosie				
				Schoffelen kan een aantasting van rhizoctonia verergeren als er bij deze bewerkingen grond in de kop van de biet terechtkomt				
				Gewasschade bij te intensieve afstelling				
				Meerdere bewerkingen nodig, afhankelijk van aanvullende maatregelen en eventuele gedeeltelijke inzet herbiciden				

niet-chemisch	vingerwieden, torsiewieder bij kleinere onkruiden in de rij	70-100%	0-	0-	0-	-	0
Mogelijke obstakels alternatief praktijk			Weersafhankelijk: onder natte of droge omstandigheden minder effectief				
			Gewasschade bij te intensieve afstelling				
			Wordt vaak gecombineerd met schoffelen, dus meerdere bewerkingen in principe niet nodig				
			Extra bodembewerking				

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 1157

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.
