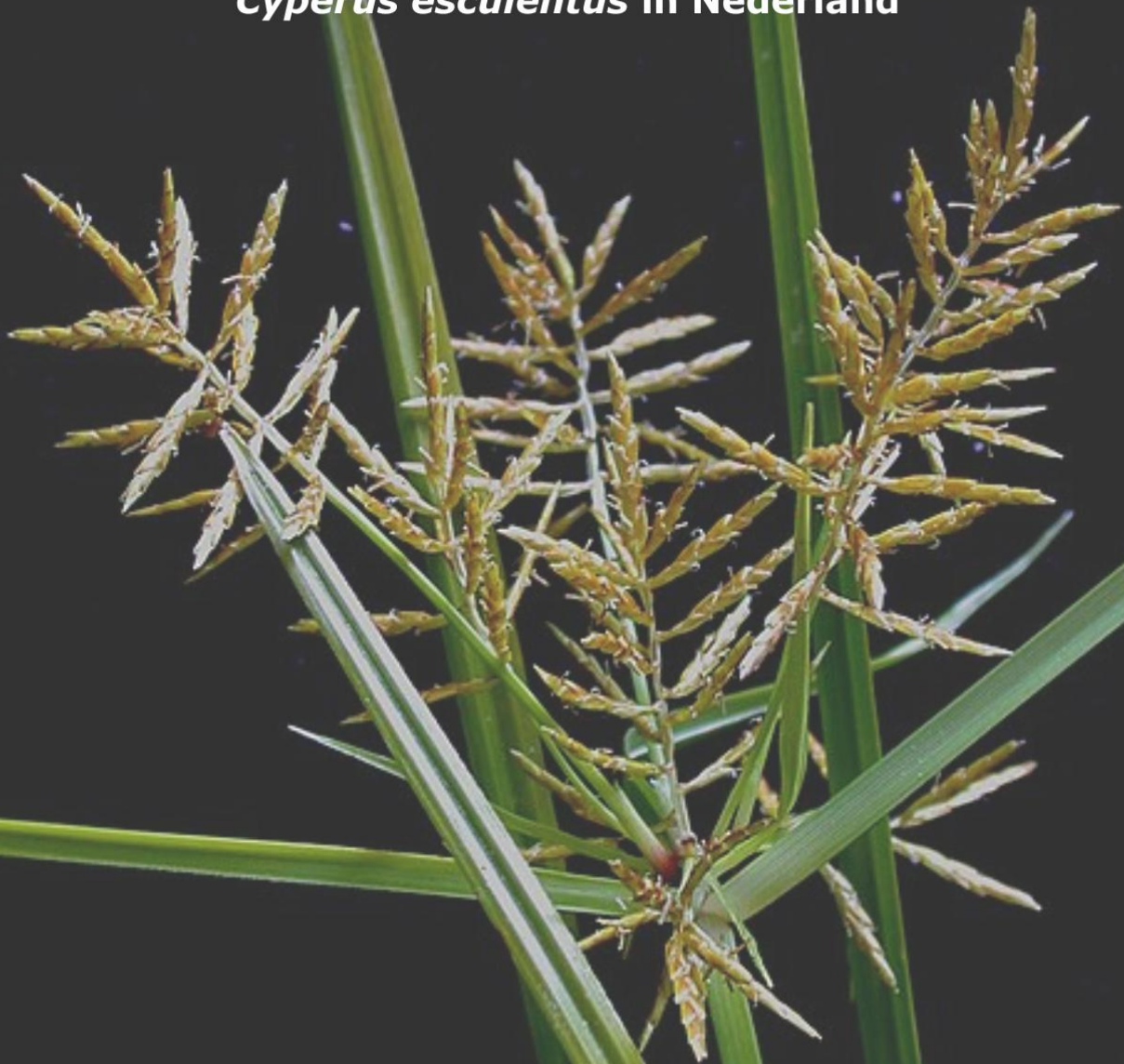


Eindrapport

Knolcyperus in Nederland

Een kijk op de verspreiding, opsporing en bestrijding van
Cyperus esculentus in Nederland



ACT-groep 3.559

Maaïke Dorrestijn, Ramon Kester, Christian Platvoet, Lisa van Vliet, Merlijn Vriend, Cody de Wit
Opdrachtgever: Pieter Vlaar, Vertify

December 2025

Inhoudsopgave

Dankwoord.....	4
Samenvatting	5
English summary	6
Introductie	8
Driejarig onderzoek	8
Onderzoeksvragen.....	9
Leeswijzer	10
Methode	11
Methode literatuuronderzoek	11
Methode Interviews	11
Methode infographic en zoekkaart	13
Hoofdstuk 1: Biologie en verspreiding.....	14
1.1 Morfologie.....	14
1.2 Fysiologie en levenscyclus.....	15
1.3 Competitie	15
1.4 Verspreiding.....	16
Hoofdstuk 2: Opsporen en monitoren	18
2.1 Huidige opsporing en monitoring	18
2.2 Verbeteringen voor opsporen en monitoren.....	18
Hoofdstuk 3: Bestrijding	24
3.1 Herbicide	24
3.2 Competitie met andere planten.....	27
3.3 Mulchen.....	27
3.4 Mechanische bestrijding.....	28
3.5 Stomen	29
3.6 Elektrische bestrijding	29
Hoofdstuk 4: Interviews.....	30
4.1 Verspreiding.....	30
4.2 Opsporen en monitoren	31
4.3 Bestrijden	32
4.4 Sociaal aspect	33
Discussie	35
Verspreiding	35
Opsporing	35
Bestrijding.....	35
Sociaal aspect.....	36
Interview beperkingen	36
Conclusie	38

Aanbevelingen	40
Verspreiding	40
Opsporing en monitoring	40
Bestrijding.....	41
Sociaal aspect.....	42
Ethische implicaties	43
AI-statement.....	43
Literatuurlijst.....	44
Appendix	50
A1 Infographic	50
A2 Zoekkaart.....	52
A3 Zoekopdrachten	53
A4 Interviews experts.....	53
A5 Interviews boeren.....	55

Bron van afbeelding op titelpagina:
Cyperus esculentus [foto]. Bibliothèque de l'Université Laval. File:Cyperus esculentus 15-p.bot-cyper.escule-14.jpg

Dankwoord

Het maken van dit rapport was niet mogelijk geweest zonder de hulp die we hebben gekregen van alle betrokkenen bij dit project. Als eerste willen we onze coach Marjolein Elings bedanken voor al haar meedenken over de obstakels die we tegenkwamen tijdens dit project. Ook haar feedback op ons onderzoeksvoorstel, eindverslag, zoekkaart en infographic waren een grote hulpbron. Daarnaast willen we onze opdrachtgever Pieter Vlaar bedanken voor de mogelijkheid om dit project te doen. Hij heeft ons geholpen door ons in de goede richting te sturen tijdens het project, en door het verstrekken van veel contacten om te interviewen. Ten derde willen onze academisch adviseur Jaap Sok bedanken voor zijn input over het verrichten van interviews en de feedback op ons onderzoeksvoorstel en verslag. De geïnterviewde experts en boeren/telers willen we ook bedanken. Onder de experts willen wij de volgende benoemen: Titia de Boer, Danny Callens, Shana Clercx, Casper Krijnse Locker, Adrie Seine, Bert Waterink en Bart Witte. Ten slotte willen we Michel Jansen en nogmaals Pieter Vlaar bedanken voor hun begeleiding tijdens ons bezoek in Noord-Holland.

Samenvatting

Knolcyperus (*Cyperus esculentus* L.) is een grasachtig onkruid dat tot de familie *Cyperaceae* behoort. Het is een zeer hardnekkig onkruid met een groot concurrerend vermogen dat het tot ernstige oogstverminderingen kan leiden. Daarnaast vormt het onkruid knolletjes waarmee het zich vegetatief reproduceert. Deze knolletjes kunnen overwinteren in Nederland en tot wel 10 jaar levensvatbaar zijn. Doordat het gemakkelijk samen met deze producten kan worden verspreid, vormt het voornamelijk een probleem in plant- en pootgoedgewassen. Ten slotte wordt het ook verspreid door landbouwmachines binnen en tussen akkers door klevende aarde met knolcyperus plantresten. Deze twee verspreidingsroutes gecombineerd zorgen ervoor dat knolcyperus snel en vaak onopgemerkt binnen en tussen percelen verspreid kan worden. Dit werd ook beaamd door de geïnterviewden. Knolcyperus is erg lastig te bestrijden, voornamelijk door zijn diepe kleine knolletjes en zijn sterke herbicideresistentie. Volgens de huidige wet- en regelgeving zijn boeren niet verplicht om de aanwezigheid van het onkruid te melden, echter als dit wel gedaan wordt, krijgen boeren een teeltverbod. Dit leidt tot significant verlies aan inkomsten bij boeren terwijl boeren wel een duur bestrijdingsplan moeten toepassen op deze velden.

De knolletjes en herbicideresistentie zorgen er samen voor dat er een gebrek aan transparantie over knolcyperus is onder Nederlandse boeren. Hierdoor is er ook geen duidelijk overzicht van de verspreidings-, opsporings- en bestrijdingsmethoden van knolcyperus. Dit overzicht creëren is het doel van dit rapport. Om dit te bereiken is er gekozen voor een geïntegreerde aanpak met literatuuronderzoek en interviews. Het literatuuronderzoek is voornamelijk gebruikt voor de onderwerpen verspreiding, opsporing en monitoring, en bestrijding. Hiervoor is gekozen omdat deze onderwerpen zorgvuldig zijn onderzocht in de literatuur. De interviews zijn gebruikt als aanvulling op de literatuuronderzoek en als voornaamste informatiebron voor het sociale aspect rondom knolcyperus.

Om verdere verspreiding van knolcyperus in Nederland te voorkomen is het vormen van een fytosanitair protocol van groot belang. Denk hierbij vooral aan een protocol voor machines die veel verschillende velden betreden, zoals bijvoorbeeld die van loonwerkers. Verder is het van belang om de huidige verspreiding van knolcyperus en de verschillende variëteiten in kaart te brengen.

De opsporing en monitoring van knolcyperus zijn van groot belang voor adequate bestrijding. De opsporing van knolcyperus door middel van actieve controles gebeurt momenteel alleen in de bollenteelt en tuinbouw. Voor dit overzicht is het van belang dat dit ook gedaan gaat worden in alle andere vormen van openteelten in Nederland. Tevens is het ook van belang dat poot- en plantgoed, en landbouwmachines die gebruikt worden in percelen actief gecontroleerd worden op knolcyperus plantresten. Een goede methode hiervoor is het controleren met speurhonden. Dit is tot nu toe de enige bewezen en betrouwbare methode om planten en knollen op te sporen in percelen, plant- en pootgoed en machines. Hiernaast kunnen boeren en controleurs hun materialen zelf controleren en de plant determineren met behulp van de zoekkaart uit de Appendix A1 of door plantmateriaal genetisch te laten testen. De potentie van opsporing met behulp van drones of varkens vereist meer onderzoek en verbeteringen om effectief ingezet te kunnen worden.

Momenteel zijn er nog geen bestrijdingsmethoden die knolcyperus volledig uit kunnen roeien uit een perceel. Terwijl het belang van effectieve bestrijdingstechnieken in de interviews werd genoemd als een belangrijke factor om de stilte onder boeren te doen doorbreken. Echter zijn er wel methoden die de plant sterk kunnen onderdrukken en daardoor beter beheersbaar kunnen maken. Hierdoor is het van belang dat er een duidelijk en concreet IWM-protocol gemaakt wordt om in de toekomst knolcyperus adequaat te kunnen bestrijden. Tot nu toe is het duidelijk dat het gebruik van herbiciden hierbij centraal staat, aangezien het gebruik ervan de plantdichtheid effectief kan verminderen. Verder zijn er veel andere effectieve methoden die in samenhang van elkaar goed gebruikt kunnen worden om knolcyperus te bestrijden. De meest interessante hiervan is de aangepaste pinda rooimachine, die knolcyperus in zijn geheel kan verwijderen uit een veld. Dit is een zeer experimentele methode die meer onderzoek vereist om commercieel toepasbaar te worden in de Nederlandse akkerbouw.

English summary

Yellow nutsedge (*Cyperus esculentus* L.) is a weed belonging to the family Cyperaceae. It can be recognized by its tubers, reddish basal stem and yellow inflorescence. The weed sprouts from tubers in April, starts blooming in July and starts making new tubers starting at the end of July. Tuber production continues until the first night frost, which is also when the dormancy starts. The border of Noord-Brabant and Limburg has the highest occurrence of yellow nutsedge in the Netherlands, although it is distributed over most of the country. The exact extent of the species in the Netherlands differs per source used. There are multiple morphological and genetic lines present in the Netherlands, but not much is known about them. More research has been done on different lines in Belgium, where seed bearing lines are also suspected to be present.

It is a tough weed that is highly competitive, which causes a large decrease in crop yields. Yellow nutsedge forms small tubers that the plant uses to reproduce vegetatively. These tubers can survive the Dutch winters and remain viable for up to 10 years. This makes it a larger problem in bulbous and tuberous crops and planting material, as the nutsedge tubers can contaminate these products. Lastly, this weed can be spread by agricultural machinery within and between fields through adhering soil which can contain yellow nutsedge plant material. Combined, these two methods allow yellow nutsedge to spread quickly and unnoticed in fields.

Its small, deep-lying tubers and resistance to most management strategies make the weed difficult to manage. According to the current law, Dutch farmers are not obligated to report a yellow nutsedge infection. When a report is made, then the infected field will be given a cultivation ban for at least 3 years, until the field is cleared of the weed. This can lead to significant losses in income for the farmer.

The difficulty of managing the weed and the cultivation ban lead to less transparency among Dutch farmers. This in turn leads to fewer reports, making for an unclear overview of the spread and detection, and management strategies. Creating this overview is the goal of this report. To achieve this, an integrated approach with literature research and interviews is used. The literature is used for the spread, detection and monitoring methods, and weed management methods; because these subjects are well researched in literature. The interviews are used as a supplement to this, and as an information source for the social aspect around yellow nutsedge.

To prevent further spread of yellow nutsedge it is important to have a phytosanitary protocol. This would be meant for machines and planting material that enter many different fields, like with contractors, and planting materials. Furthermore, it is important to map the spread of contamination zones and different lines.

The detection of yellow nutsedge through active inspections is currently only done in the cultivation of bulbous and horticultural crops. For this overview, it is important that active inspections are done in all cultivation methods, including arable farming. It is also important that bulbous and tuberous crops, planting material and agricultural machinery is regularly inspected for yellow nutsedge contamination. A good detection method for this is using sniffer dogs. Through their exceptional sense of smell, trained dogs can detect yellow nutsedge above- and belowground plant parts. This makes the method available year-round for the inspection of fields, bulbous and tuberous crops, planting material and agricultural machinery. It is currently the only proven and reliable method that can do this. In addition to this, farmers can inspect their fields with the determination sheet in Appendix A1 or by genetically testing the materials through an external party. Other detection methods include the use of drones with imaging techniques and detection by pigs. Current imaging techniques include hyperspectral reflectance or artificial intelligence recognition software. A lot of research is being done to improve this method, but current tests show results that are not yet accurate enough to be used effectively in the field. The use of pigs for detection and consumption of the bulbs is proven effective, but the exact and long-term effects are still debated and require more research.

Currently there are no management strategies that can fully remove yellow nutsedge from a field. There are however methods that can strongly suppress the weed, making it more manageable. Because of this, it is important to have a concrete integrated weed management protocol for yellow nutsedge. The use of herbicides is essential for this, as these can reduce plant density. Other management strategies consist of using a peanut digger, competition with other plants, mulching, mowing, steaming, and electrical weed management. The peanut digger is an interesting method that can remove entire yellow nutsedge plants from the field. This method is very experimental and requires more research to be commercially practical for Dutch agriculture. These methods combined can be used for yellow nutsedge management.

Providing clear information to farmers can help increase transparency about yellow nutsedge, leading to earlier detection. Combining the right detection and management strategies can help mitigate yellow nutsedge in an early stage. Together, this can help reduce costs and yield losses for farmers, contributing to a sustainable Dutch agriculture.

Introductie

Knolcyperus (*Cyperus esculentus* L.) is een grasachtig onkruid dat tot de familie Cyperaceae behoort. Het is ook bekend onder andere namen zoals tiggernoot, grondamandel en chufa. Daarnaast wordt het in het Engels yellow nutsedge genoemd. Knolcyperus werd in de zomer van 1981 voor het eerst waargenomen in Nederland op een maisveld bij Landhorst, Noord-Brabant. Het probleem was terug te leiden naar een gladiolenteelt op het veld een paar jaar eerder. Al snel werd de plant de volgende jaren ook in andere velden in dezelfde buurt gevonden, waarbij de oudste besmetting al uit 1975 dateert. In de jaren 1982-1984 werden door het land meer infecties gevonden. Daarom werden er grootschalige inventarisaties uitgevoerd in de omgeving van eerdere vindplaatsen en in gebieden met riskante teeltstructuren voor knolcyperus. Hierdoor werd knolcyperus gevonden in Noord-Holland, grotere delen van Noord-Brabant en Limburg, en andere locaties door het land. Rond 1990 werd duidelijk dat de toenmalige vorm van bestrijding voor een evenwichtssituatie ging zorgen qua hoeveelheid jaarlijkse besmettingen. De toenmalige maatregelen in 1991 werden opgeheven omdat het doel, uitroeiing van knolcyperus, niet te behalen was (Rotteveel, 1993). Daardoor is de zicht op de verspreiding van knolcyperus vanaf de jaren '90 vertroebeld.

Tegenwoordig groeit knolcyperus in Nederland nog altijd voornamelijk op akkers, en creëert hierdoor problemen voor boeren en telers. Dit onkruid is sterk concurrerend met gewassen doordat de plant percelen kan overwoekeren en het stoffen afscheidt in de bodem die kieming van andere planten tegengaat, waaronder gewassen (Wills, 1987). Vermeerdering van de knolcyperus kan zowel vegetatief via knolletjes en uitlopers, als reproductief met behulp van zaden. Echter is vóór 2008 de verspreiding via zaden in Nederland niet waargenomen, en hierna niet meer onderzocht (Riemens et al., 2008). In België zijn wel recente aanwijzingen voor reproductie via zaad (De Ryck et al., 2023). Echter is verspreiding via uitlopers in Nederland wel waargenomen. Hierdoor kan knolcyperus van het ene nabij gelegen perceel naar het andere verspreiden. Dit kan ook vanuit akkerranden, bermen of natuurgebieden omdat de plant zich daar ook gevestigd heeft. Verdere verspreiding gebeurt door mensen omdat landbouwmachines of plant-/pootgoed niet goed schoongemaakt worden.

Bij een melding van de aanwezigheid van knolcyperus op een perceel mogen er geen akkerbouw- en tuinbouwgewassen meer geteeld worden. De lopende teelt mag alleen onder strenge voorwaarden worden afgemaakt. Teelt op dat specifieke perceel wordt pas weer toegestaan als er drie opeenvolgende jaren geen knolcyperus meer wordt aangetroffen. Hierna wordt het perceel nog wel twee jaar gecontroleerd door de Nederlandse Algemene Keuringsdienst (NAK; NVWA, 2023). Vanuit de wet is er geen meldingsplicht voor de aanwezigheid van knolcyperus op een perceel (Art. 31, Regeling Plantgezondheid 2025). Echter is het wel verplicht om knolcyperus actief te bestrijden. Toch is de bestrijding lastig en duur doordat de knolletjes tot wel 45 cm diep kunnen zitten en resistent zijn tegen verschillende bestrijdingsmiddelen (Pereira et al., 1987; Stoller & Sweet, 1987; Tehranchian et al., 2015). Als gevolg hiervan is het mogelijk dat onderlinge communicatie over de plant niet goed verloopt. Boeren zullen namelijk waarschijnlijk geen besmetting melden om geen teeltverbod te krijgen, en willen dus ook niet dat anderen het voor hun melden.

Driejarig onderzoek

Om het probleem van knolcyperus aan te pakken en de kennis te vergroten over knolcyperus werken de provincie Noord-Holland, Keukenhof, Greenport Noord-Holland Noord en agrarisch onderzoekscentrum Vertify samen. Vertify voert een driejarig onderzoek uit om het probleem van knolcyperus aan te pakken. Het hoofddoel van dit onderzoek is om knolcyperus te bestrijden, verdere verspreiding van knolcyperus tegen te gaan en de communicatie rondom dit onkruid te openen. Uiteindelijk moet er een Integrated Weed Management (IWM)-strategie komen tegen knolcyperus. Voordat Vertify met de bestrijding van knolcyperus start, wil het onderzoekscentrum meer kennis en inzichten verkrijgen over de verspreiding, opsporing en bestrijding van de plant. Een breed academisch overzicht over knolcyperus ontbreekt hier nog. Vertify heeft aan ons dus de opdracht gegeven om deze kennis te vergaren. Op basis van de doelen van Vertify zijn in dit project vier pijlers opgesteld om de missende kennis in kaart te brengen:

1. Kennis over de verspreidingsroutes van knolcyperus vergroten

Op dit moment ontbreekt een duidelijk overzicht over de verschillende verspreidingsroutes van knolcyperus, zowel natuurlijk als menselijk. Een dergelijk overzicht kan helpen om passende maatregelen te treffen om verspreiding tegen te gaan, zoals het aanscherpen van richtlijnen voor adequate fytosanitaire maatregelen. Ook is een overzicht over de verspreidingsroutes cruciaal om mee te nemen in het opstellen van een bestrijdingsplan. Dit komt doordat bij verschillende bestrijdingsmethodes versleping kan plaatsvinden, waardoor knolcyperus zich verder kan verspreiden (Wageningen University and Research et al., 2021).

2. Het opsporen en lokaliseren van knolcyperus op een perceel

Adequate methoden om knolcyperus te detecteren en monitoren ontbreken op dit moment. De knolletjes van knolcyperus zitten diep in de bodem en blijven daardoor vaak onopgemerkt. Dit kan leiden tot een te late detectie van knolcyperus op een perceel, waardoor boeren te laat maatregelen kunnen treffen. Dit heeft als gevolg dat knolcyperus een groot deel van het perceel infecteert met nadelige gevolgen voor de oogst.

3. Het bestrijden van knolcyperus

Ook de bestrijding van knolcyperus wordt bemoeilijkt doordat de knolletjes diep in de bodem kunnen zitten. Verschillende bestrijdingsmethoden zijn daardoor niet mogelijk op deze diepte, minder effectief of kosten veel tijd (Wageningen University and Research et al., 2021). Verder is de kans op versleping groot bij mechanische bestrijding, waardoor knolcyperus zich verder kan verspreiden. Ook groeit knolcyperus snel en is het resistent tegen een aantal herbiciden (Pereira et al., 1987; Tehranchian et al., 2015). Daarom dient er een effectief en betaalbaar IWM-plan opgesteld te worden.

4. Het onderwerp knolcyperus onder boeren bespreekbaar maken

Doordat er nu geen meldplicht is en de consequenties voor het melden van knolcyperus groot zijn, wordt het vaak niet gemeld en dus ook niet in kaart gebracht. Door met boeren in gesprek te gaan wordt het eerder benoemde taboe in kaart kunnen worden gebracht en worden gekeken hoe de zorgen van boeren deels weggenomen kunnen worden. Hierdoor melden ze het hopelijk eerder als ze knolcyperus op hun perceel vermoeden.

Onderzoeksvragen

Binnen dit project zal de focus liggen op het maken van een duidelijk overzicht van de verspreiding van knolcyperus (pijler 1). Hierin zullen wij de belangrijkste verspreidingsroutes van knolcyperus aankaarten, waarbij wij een onderscheid zullen maken tussen natuurlijke en niet-natuurlijke verspreiding. Hierop bouwen wij verder door te achterhalen welke mogelijke technieken kunnen worden toegepast om knolcyperus op te sporen en monitoren (pijler 2), en te bestrijden (pijler 3). Tot slot zullen wij een blik werpen op het taboe dat rond knolcyperus hangt in de Nederlandse landbouw (pijler 4). De focus ligt hier met name op hoe dit taboe de verspreiding, opsporing, en het monitoren van knolcyperus beïnvloedt. De kennis over de vier pijlers kan voor Vertify vervolgens fungeren als basis voor het maken van een nieuw bestrijdingsprotocol tegen knolcyperus. Op basis van de pijlers hebben we de volgende onderzoeksvragen gemaakt:

Wat is de huidige kennis over de verspreiding, opsporing en bestrijding van knolcyperus (*Cyperus esculentus* L.)?

Onder deze onderzoeksvraag hebben we de volgende deelvragen opgesteld:

1. Wat zijn belangrijke ecologische aspecten van knolcyperus voor verspreiding?
2. Wat zijn de menselijke invloeden op de verspreiding van knolcyperus?
3. Welke technieken kunnen worden toegepast om knolcyperus op te sporen en te monitoren?

4. Welke mogelijke bestrijdingstechnieken kunnen worden toegepast op knolcyperus?

Hier komen deelvraag 1 & 2 overeen met pijler 1 (verspreiding). Deelvraag 3 behandelt pijler 2 (opsporing en monitoring) en deelvraag 4 pijler 3 (bestrijding). De laatste pijler 4 (bespreekbaarheid) is verspreid over de deelvragen.

Leeswijzer

Dit rapport bestaat uit meerdere hoofdstukken die één voor één de verschillende onderzoeksvragen behandelen. Voor deze hoofdstukken wordt de onderzoeksmethode besproken. In Hoofdstuk 1 wordt de biologie, ecologie en verspreiding van knolcyperus besproken om zo antwoord te geven op deelvragen 1 en 2. Hierna omschrijft Hoofdstuk 2 mogelijke opsporings- en monitoringsmethoden voor knolcyperus en de wet- en regelgeving rondom knolcyperus. Zo behandelt dit hoofdstuk deelvraag 3. Hierna behandelt Hoofdstuk 3 de bestrijdingsmethodes van knolcyperus en hun effectiviteit, en is dus gerelateerd aan deelvraag 4. Als laatste behandelt Hoofdstuk 4 de bespreekbaarheid van knolcyperus onder boeren en experts. Tot slot zijn de hoofdstukken 'Discussie', 'Conclusie' en 'Aanbevelingen' achterin te vinden. Hierin wordt de informatie van de voorgaande hoofdstukken samengebracht om de hoofdvraag te beantwoorden en aanbevelingen te doen voor verdere stappen richting de bestrijding van knolcyperus.

Methode

De huidige beschikbare literatuur mist een duidelijk centraal overzicht van het probleem rondom knolcyperus in de Nederlandse context. Dit willen wij aanpakken in dit rapport door middel van literatuuronderzoek en interviews met experts en boeren. Het literatuuronderzoek wordt gebruikt voor hoofdstukken 1, 2 en 3, aangezien hiervoor voldoende academische en niet academische informatie beschikbaar is. De interviews zijn bedoeld om deze bestaande kennis aan te vullen en om pijler 4, de sociale opvattingen rondom knolcyperus, te onderzoeken in hoofdstuk 4. Hiervoor hebben we gekozen omdat hierover weinig informatie in de literatuur beschikbaar is. Door het combineren van literatuuronderzoek en interviews stellen we een centraal en verdiepend rapport op over de verspreiding, opsporing, bestrijding en sociale opvattingen rondom knolcyperus.

Methode literatuuronderzoek

We hebben de zoekmachines Scopus en Google Scholar geraadpleegd om wetenschappelijke literatuur te vinden. Per onderwerp hebben we verschillende zoektermen en -opdrachten gebruikt om relevante informatie te kunnen verzamelen; deze zijn samengevat in Tabel 1. De volledige Scopus- en Consensus-zoekopdrachten die we gebruikt hebben voor de bestrijding en opsporing staan vermeld in Appendix A3. Verder hebben we AI-gedreven assistenten zoals ChatGPT en Consensus in mindere mate geraadpleegd voor verdere literatuuronderzoek of verduidelijking van gevonden literatuur. Niet-wetenschappelijke literatuur hebben we geraadpleegd via Google of aangeraden gekregen door experts in het vakgebied. Voorbeelden hiervan zijn rapporten van de NAK, het College voor de toelating van gewasbeschermingsmiddelen en biociden (Ctgb) en verspreidingsdata van onderzoeksinstituten zoals het Nationale Databank Flora & Fauna (NDFF). Alle gebruikte bronnen in dit rapport zijn terug te vinden in de literatuurlijst.

Tabel 1. De gebruikte zoekmachines met de desbetreffende zoektermen.

Zoekmachine	Zoeken	Termen
<i>Google</i>	Altijd	Knolcyperus
	Met tenminste 1 van de termen	Verspreiding, Nederland, België, teeltverbod, meldplicht, bestrijding, opsporing, monitoring, speurhonden, varkens, drones
<i>Google Scholar</i>	Altijd	Yellow nutsedge
	Met tenminste 1 van de termen	Distribution, worldwide distribution, habitat, genetics, flowering time, distribution methods, nitrogen, detection, hyperspectral imaging, AI, pigs, molecular identification, genetic identification, control, management, herbicide, glyphosate, halosulfuron, bentazon, imazosulfuron, metribuzin, pyridate, S-metolachlor, competition, cover cropping, mulching, organic mulch, mowing, electrical, hood steaming, cultivation, disking, power tilling
<i>Scopus</i>	Synoniem van	Yellow nutsedge
	Met tenminste 1 van de termen	Detection, control, weed, weed management, IWM, herbicide, chemical, cover cropping, green manure, living mulch, disking, ploughing, ecology, biology, population dynamics
<i>Consensus</i>	Synoniem van	Yellow nutsedge
	Met tenminste 1 van de termen	Detection, pigs, hyperspectral imaging
<i>ChatGPT</i>		Bedrijven, drones, onkruiddetectie

Methode Interviews

We hebben semigestructureerde interviews uitgevoerd om informatie te verzamelen van boeren en experts over knolcyperus. De reden hiervoor was dat we hiermee vergelijkbare antwoorden konden verzamelen. Een questionnaire was hier ook een optie, maar we wilden ruimte hebben om verdiepende vragen te kunnen stellen of zaken te verduidelijken als er verwarring zou zijn bij geïnterviewden. Hierdoor leek ons de vorm van een semigestructureerd interview dus het meest

geschikt. Verder is ervoor gekozen om de interviews via Microsoft Teams of WhatsApp videobellen af te leggen om zo veel mogelijk interviews te doen, aangezien dit veel tijd bespaart. Het nadeel hieraan was dat het lastiger was om goed contact te leggen met de geïnterviewde in vergelijking met een fysiek interview. In het onderzoeksvoorstel spraken we de wens uit om zeven experts en zeven boeren te interviewen om een zo groot mogelijke groep antwoorden te verzamelen binnen de gegeven tijd. Dit zou hopelijk leiden tot voldoende saturatie in de antwoorden. De minimale hoeveelheid interviews die we wilden afleggen was drie interviews voor beide groepen. Hiervoor was gekozen omdat we ons anders niet comfortabel voelden om uitspraken te doen over deze groepen. Uiteindelijk hebben we twaalf interviews afgenomen. Zeven hiervan vallen onder de groep van experts en vijf vallen onder groep boeren. De definities van deze groepen worden later in dit stuk toelicht.

De protocollen met vragen die we hebben gesteld zijn terug te vinden in de Appendix (Appendix A4 voor het interviewprotocol voor de experts en Appendix A5 voor het protocol van de interviews met boeren). Voor het opstellen van de vragen hebben we overlegd binnen het team welke informatie belangrijk was om te verkrijgen uit de interviews. Hierbij waren vragen waar geen antwoord op te vinden was in de literatuur van hoge prioriteit, bijvoorbeeld hoe de inspectiestructuur van knolcyperus werkt of wat volgens de geïnterviewden de voornaamste verspreidingsroute was. Deze vragen hebben we ingedeeld volgens de pijlers die zijn benoemd in de introductie. Hierdoor hadden we vier groepen vragen: de verspreiding van knolcyperus in Nederland, het opsporen binnen een perceel, de bestrijding van knolcyperus en de sociale aspecten rondom de knolcyperusproblematiek.

Groepen

Voor de interviews zochten we respondenten voor twee groepen: experts en boeren. De groep van experts is breed getrokken, we hebben contact gezocht met personen die geen boer zijn maar wel veel met knolcyperus te maken hebben. Hieronder scharen wij beleidsuitvoerders (NAK en het BKD), belangenorganisaties (BO Akkerbouw), een grondbeheerder van de provincie en onderzoekers. Aangezien wij lazen dat een soortgelijk project over knolcyperus ook al heeft plaatsgevonden in België, hebben we ook besloten om Belgische onderzoekers te interviewen. We hebben alle experts op één na via de mail benaderd. Verder zijn alle experts geïnterviewd met behulp van Microsoft Teams.

Voor de boeren hebben we op het internet gezocht naar landbouwers. In de rest van dit verslag wordt de term 'boeren' dan ook gebruikt voor alle landbouwers. Aangezien het een landelijk probleem is hebben we geprobeerd zo verspreid mogelijk te zoeken naar geïnterviewden door het gehele land. Hierbij hebben we uiteindelijk vijf personen geïnterviewd die uit Limburg, Gelderland, Zuid-Holland, Overijssel en Noord-Brabant kwamen. We konden helaas geen geïnterviewden vinden uit het noorden van Nederland.

Verwerking van antwoorden

Van alle interviews zijn tijdens de interviews samenvattingen gemaakt waarna we de uitspraken hebben gesorteerd op thema's. Antwoorden onder deze thema's zijn bij elkaar gezet en vergeleken om te kijken welk aandeel van elke groep het er mee eens was, of niet. Deze thema's waren gebaseerd op het onderwerp wat werd benoemd en de gevoelens die daarmee gepaard gingen. De uitspraken van de twee categorieën geïnterviewden zijn in het begin gescheiden gehouden om te analyseren of er tussen de groepen verschillen zaten en daarna toch bij elkaar gelegd om te kijken waar de meeste behoefte aan was volgens de geïnterviewden. De resultaten van deze analyse zijn te vinden in Hoofdstuk 4 van dit verslag. Dit alles is gedaan door drie personen om zo een nauwkeurig mogelijke beschrijving van de mening van de geïnterviewden te krijgen. Deze zijn vervolgens anoniem verwerkt in de stijl van "De meeste mensen vinden dit, de rest vond dit niet en kon zich meer vinden in iets anders".

Privacy waarborging

Het eerste wat we in alle interviews hebben gedaan is het bedanken van de geïnterviewden voor hun tijd. Hierna volgde de vraag of het interview opgenomen mocht worden zodat we bij twijfel over antwoorden terug konden luisteren. Hier gaven alle geïnterviewden toestemming voor. Daarna vervolgden we het interview door te vragen of we delen van het interview mochten gebruiken voor dit rapport. Als dit mocht vroegen we aan de experts of we bij het gebruik van citaten hun naam mochten benoemen. Bij de interviews met de boeren is er gekozen om dit niet te doen omdat we hun anonimiteit wilden waarborgen. Om de privacy van geïnterviewden te beschermen is er gekozen om de antwoorden van al deze personen anoniem te verwerken in het rapport. Er is ook geen gebruik gemaakt van citaten.

Methode infographic en zoekkaart

Tijdens dit project hebben we ook een zoekkaart en een infographic gemaakt. Hiervan is de bedoeling dat deze kunnen helpen met het informeren van boeren en andere partijen, en het herkennen van knolcyperus. Beide producten zijn gemaakt in Canva. Dit ontwerpplatform is gekozen omdat er gemakkelijk visuele media mee gemaakt kan worden en wij er al ervaring mee hadden. De meeste informatie in de infographic en zoekkaart komt uit dit rapport. Overige informatie die niet uit dit rapport komt staat in de bronnenlijst op de infographic en zoekkaart. De infographic en zoekkaart kunnen respectievelijk gevonden worden in de Appendix A1 en A2.

Hoofdstuk 1: Biologie en verspreiding

Om knolcyperus goed te kunnen opsporen en bestrijden is er een stevige achtergrond aan kennis nodig over dit onkruid. In dit eerste hoofdstuk beschrijven we de gevonden informatie over de morfologie, fysiologie, levenscyclus, competitie en verspreiding van knolcyperus. Deze kennis functioneert als basis voor onze omgang met dit onkruid. Hiermee beantwoorden we deelvragen 1 & 2 en pijler 1 uit ons project.

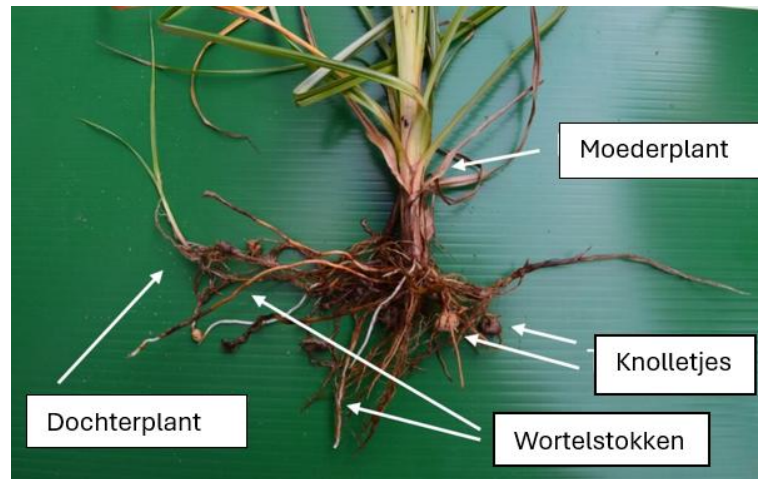
1.1 Morfologie

Knolcyperus is een meerjarige grasachtige plant die in staat is om wortelstokken en wortelknolletjes te maken. Ondergronds heeft knolcyperus een basale bol met daaruit groeiend een dun wortelsysteem van adventieve bijwortels zonder hoofdwortel, zoals bij veel andere grasachtigen. Naast dunne wortels maakt knolcyperus ook dikkere geschubde wortelstokken van gemiddeld 45 centimeter lang, en tot maximaal 2 meter lang. Vanuit wortelstokken kunnen direct nieuwe planten gevormd worden, maar ook knolletjes gevormd worden aan de wortelstoktopjes. Knolletjes zijn eerst wit en geschubd zoals de wortelstokken en worden met leeftijd harder, rond, en donkerder van kleur, waarbij ze ook hun schubben verliezen (Bendixen, 1973).

De knolletjes worden 3 tot 18 mm breed en zitten tot 45cm diep in de grond. Wel zitten de meeste knolletjes in de bovenste 15 cm van de grond. Deze wortelknolletjes zijn de primaire manier van verspreiding voor de plant (Figuur 1) (Stoller & Sweet, 1987).

Bovengronds heeft knolcyperus een driehoekige stengel tot maximaal 80 centimeter hoog. Alleen onderaan de stengel zitten grasachtige glanzende bladeren van 20 tot 90 cm lang en 0.5 tot 1 cm breed. Bladeren zijn lijnvormig, lopen geleidelijk tot een punt en zijn op doorsnee V-vormig. In de bladeren lopen parallelle nerven met een prominente middennerf. Onderaan vormen de bladeren rode schedes die strak rond de stengel liggen (Stoller & Sweet, 1987). De bloeiwijze is samengesteld uit een scherm van meerdere oneven gesteelde groepen aan gele aartjes. Hieronder staan meerdere lange schutbladeren die bijna horizontaal lopen (Figuur 2). In Nederland komt knolcyperus lang niet elk jaar tot bloei (Wills et al., 1980)

Er zijn in Nederland binnen de soort knolcyperus meerdere moeilijk te onderscheiden variëteiten beschreven. Deze variëteiten zijn op basis van morfologische verschillen in de bloeiwijze aangesteld. De variëteiten *macrostachyus*, *leptostachyus* en *heermannii* zijn waarschijnlijk vanuit Noord-Amerika hierheen gekomen in de 20^{ste} eeuw. De variëteit *esculentus* komt uit Afrika en Zuid-Europa en komt ook in Nederland voor (Borg & Schippers, 1992). Binnen een populatie op een akker is de variatie vaak minimaal doordat de meeste, als niet alle planten klonen van elkaar zijn. Op verschillende akkers kunnen echter wel verschillende variëteiten of combinaties voorkomen. Gladiolenvelden bevatten vaak de variëteit *leptostachyus* met soms wat *esculentus*, terwijl andere akkers vaak *macrostachyus*, *leptostachyus* en/of *heermannii* bevatten (Borg &



Figuur 1. Knolcyperus moederplant met asexuele voortplanting. Zie de rood roze schedes onderaan de stengel (Cerritos & Meyers, 2024).



Figuur 2. Bloeiwijze van knolcyperus met de gele aartjes en schutbladeren (Bebeau, 2017).

Schippers, 1992). Onderzoek heeft echter nog niet kunnen aantonen of deze morfologische variëteiten ook verschillen in hun genotype en ecologie. Als dit wel zou blijken te zijn, kan dit effect hebben op hoe we de verschillende variëteiten moeten bestrijden.

1.2 Fysiologie en levenscyclus

Omdat knolcyperus in een groot deel van de wereld voorkomt, verschillen de groeiperiodes enorm. Daglengte is namelijk een van de belangrijkste factoren in de levenscyclus van deze plant (Stoller & Sweet, 1987). Over het algemeen bevordert een daglengte boven de 12 uur de vegetatieve groei. In Nederland betekent dit dat knolcyperus ongeveer vanaf april bovengronds te zien is (NAK, 2024). Kort hierna maakt de plant tot maximaal twaalf wortelstokken. Zodra deze de grond uitkomen, vormen zij basale bollen waaruit nieuwe scheuten gevormd worden (Stoller et al., 1972). De nieuwe basale bollen kunnen op hun beurt ook weer wortelstokken maken. Hierdoor kan de hoeveelheid dochterplanten die één plant in een jaar maakt onder optimale omstandigheden in de duizenden liggen (Henry et al., 2021). Toch ligt in Nederland het aantal gemiddeld rond de 500 knolletjes (Rotteveel, 1993). Voor de ontwikkeling van bloeiwijzen zijn door de wereld verschillende vereisten van de daglengte waargenomen, waardoor de daadwerkelijke licht-benodigdheden voor het bloeien nog onduidelijk zijn. Doorgaans kan knolcyperus bloeien als dagen tussen de 12 en 14 uur duren (Jansen, 1971; Stoller & Sweet, 1987). In Nederland bloeit knolcyperus echter pas vanaf juli (NAK, 2024). Na 21 juli, wanneer de daglengte weer afneemt, maakt de plant naast bloeiwijzen, wortelstokken en basale bollen ook wortelknolletjes. Vanuit deze knolletjes kunnen het jaar daarna weer nieuwe scheuten opkomen. Verder in het jaar worden steeds minder wortelstokken en meer wortelknolletjes aangemaakt (NAK, 2024). Het is voor het bestrijden van deze plant dus essentieel dat dit vóór 21 juli gebeurt, om te voorkomen dat duizenden nieuwe knolletjes door het perceel verspreiden. Dit proces blijft doorgaan tot de eerste nachtvorst. De bovengrondse delen van de planten sterven dan af, terwijl de minder vorstgevoelige knolletjes in knolrust gaan. Wanneer de daglengte na de winter weer boven de 12 uur komt, zal het hele proces opnieuw beginnen en komen er nieuwe planten uit de wortelknolletjes. De knolletjes kunnen meer dan 10 jaar levensvatbaar blijven (Kennissakker, 2004).

Naast daglengte spelen er nog meer ecologische factoren mee bij het kiemen, groeien en reproduceren van knolcyperus. Ook temperatuur speelt een rol; om te kunnen kiemen is een minimumtemperatuur van 6°C nodig (Holt & Orcutt, 1996). Daarnaast wordt de kieming bevordert door fluctuerende temperaturen (Sun & Nishimoto, 1999). De levensvatbaarheid van knolcyperus knolletjes wordt verlaagd bij temperaturen vanaf 45°C (Webster, 2003); terwijl een temperatuur van -9°C ervoor zorgt dat ze afsterven (Henry et al., 2021). Echter is dit geen harde grens aangezien er levensvatbare knolcyperus knolletjes gevonden zijn bij -20°C (Webster, 2003). Overleving gaat namelijk ook gepaard met de vochtigheid van de grond. Knolcyperus doet het beter als de grond vochtig is, en zal in dat geval ook bij lagere temperaturen kunnen overleven (Bendixen & Nandihalli, 1987). Verder is het waargenomen dat de wortelknolletjes van knolcyperus dieper in zandgrond zitten dan in kleigrond (Nishimoto, 2001). Aangezien zandgrond water makkelijker laat wegstromen en is daarom minder vochtig, waardoor de plant wellicht dichter bij het grondwaterpeil gaat zitten.

Alhoewel daglengte, temperatuur en vochtigheid van de grond de meest belangrijke groeifactoren zijn van knolcyperus, heeft ook de stikstofconcentratie een effect op de groei. Het bevordert met name de groei van de bovengrondse onderdelen en wortelstokken, en daarnaast inhibeert het de reproductie van de wortelknolletjes (Garg et al., 1967). Er komen dus meer planten op, maar er overwinteren minder wortelknolletjes.

1.3 Competitie

Knolcyperus heeft al vroeg een hoge groeisnelheid, waardoor de plant sterke lichtcompetitie heeft met (vooral eenjarige en lage) gewassen (Stoller & Sweet, 1987). Meerdere omgevings- en managementfactoren kunnen de interactie tussen knolcyperus en het gewas beïnvloeden. Als C4-plant kan knolcyperus erg efficiënt fotosynthetiseren op plekken met veel licht, maar heeft het meer moeite in schaduwrijke omgevingen (Lotz et al., 1991). Om deze reden kan knolcyperus tot grote productievermindering leiden bij laag groeiende planten zoals gladiolen en (eenjarige) planten met

een langzaam beginnende groei zoals mais (Cherry, 1973). Gewassen met een hoog, dicht bladerdak zoals wintergerst kunnen daarentegen knolcyperus beter onderdrukken door hun competitie voor licht (maar op zichzelf niet geheel uitroeien) (Lotz et al., 1991). Hier wordt verder over gesproken in het hoofdstuk over bestrijding van knolcyperus. Ook heeft knolcyperus een negatieve invloed op de kieming en groei van andere planten om zich heen door middel van worteluitscheidingen (allelopathisch effect) (Drost & Doll, 1980).

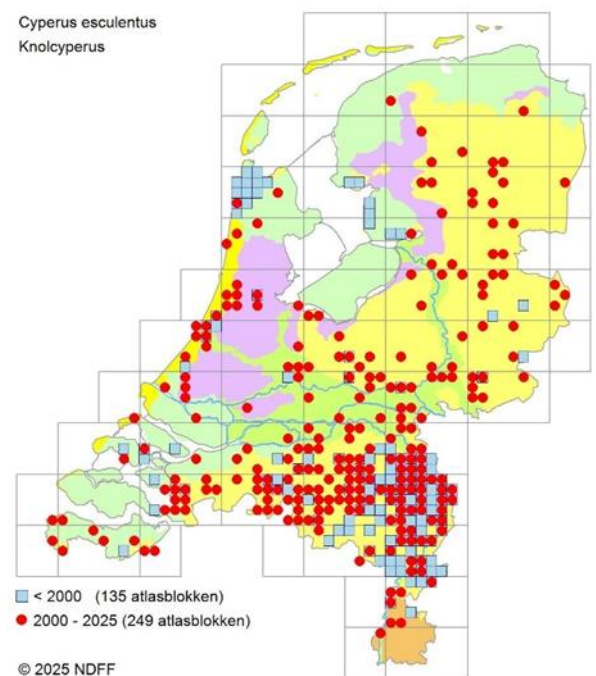
1.4 Verspreiding

Wereldwijd komt knolcyperus voor op alle continenten behalve Antarctica. Het originele areaal van de soort is niet goed bekend, en door menselijke verspreiding ook niet meer makkelijk te achterhalen (Bendixen & Nandihalli, 1987). Van oorsprong is knolcyperus een plant uit tropische tot subtropische gebieden, maar doordat de knollen lagere temperaturen kunnen doorstaan kan de soort zich ook in gematigde gebieden vestigen (Habekotte & van Groenendael, 1988). De plant is een onkruid voor 21 gewassen in 40 landen, waarbij het voor 15 landen een probleemonkruid is. Gewassen waar knolcyperus onder andere wordt aangetroffen zijn katoen, ma2s, rijst, granen, koffie, pinda, ananas, aardappel, soja, suikerbiet, verschillende bollengewassen en verschillende groentegewassen (Bendixen & Nandihalli, 1987).

In Nederland is knolcyperus ongetwijfeld een probleem. Het vestigt zich voornamelijk op akkers, en in mindere mate in bermen en natuurgebieden. Een hoop knolcyperusbesmettingen op akkers zijn bekend, doordat deze toch worden gemeld, ondanks het ontbreken van een meldplicht. Van wat er bekend is, is er in totaal 912,4 ha grond besmet, met de grootste oppervlakten in Noord-Brabant (329,7 ha) en Limburg (237,6 ha) (NAK, 2025). Alleen in de provincies Utrecht en Groningen zijn geen officiële besmettingen gemeld. Echter zijn er op databases zoals gbif.org, waarneming.nl en NDFF verspreidingsatlas wel degelijk waarnemingen van knolcyperus in deze provincies gemeld (gbif, 2025; Waarneming.nl, 2025; NDFF & Floron, 2025). De verspreiding is dus nog onduidelijk, maar bekend is dat het onkruid door het hele land te vinden is. Volgens de NDFF verspreidingsatlas lijkt het grootste probleem in Noord-Brabant en Limburg, wat overeenkomt met de cijfers van de NAK (Figuur 3). Dit is rondom de plaats waar knolcyperus destijds als eerste in Nederland werd waargenomen, namelijk Landhorst in Noord-Brabant (Rotteveel, 1993).

1.4.1 Natuurlijke verspreiding

Van origine verspreidt knolcyperus zich door middel van water (Mohler et al., 2021; Weeda, 2009). Het vestigt zich op laag liggende velden of oevers die regelmatig overstroomd worden. Grondverzet via erosie en sedimentatie zorgt zo voor de verspreiding van de knolletjes. Deze verspreidingsmethode is nog waargenomen in de jaren '90 in Manitoba, Canada (Kehler, 1991). Toch is er tegenwoordig weinig informatie beschikbaar over deze natuurlijke verspreidingsmethode. Wel verspreidt knolcyperus zich nog altijd plaatselijk via wortelstokken (NAK, 2024). De honderden tot duizenden dochterplanten die van een moederplant komen, kunnen een paar meter afleggen per jaar (Henry et al., 2021). Zonder hinder kan de plant wel 10-30 miljoen knolletjes in een hectare grond aanmaken (Stoller & Sweet 1987). Deze verspreidingsmethode valt onder aseksuele voortplanting, waarbij alle dochterplanten hetzelfde DNA hebben als de moederplant. Seksuele voortplanting door zaden gebeurt daarnaast minder vaak. In ieder geval tot 2008 was dit in Nederland is nog niet waargenomen (Riemens et al., 2008); de vraag is hoe kiemkrachtig de zaden hier wel zijn vanwege het klimaat. Daarnaast kan de plant alleen aan kruisbestuiving doen. Omdat



Figuur 3. Kaart van waargenomen verspreiding van Knolcyperus in Nederland (NDFF & Floron, 2025).

de meeste planten op een bepaalde plek hoogstwaarschijnlijk klonen van elkaar zijn, zullen er niet vaak levensvatbare zaden worden gemaakt (Horak & Holt, 1986).

Omdat in Nederland de nakomelingen dus meestal klonen van elkaar en van de moederplant zijn, kan door genetisch onderzoek de verspreiding gemakkelijk in kaart worden gebracht. Alhoewel dit hier weinig gedaan wordt, is dit in het buitenland al wel uitgevoerd. In Californië is onderzoek gedaan naar de genetische variatie tussen en binnen tien populaties knolcyperus (Holt, 1994). Hieruit bleek dat de grootste genetische variatie te vinden was tussen individuen van dezelfde populatie, in plaats van tussen verschillende populaties. Dat de populaties genetisch op elkaar lijken is in overeenstemming met de stelling dat reproductie voornamelijk asexueel is. De paar variërende individuen zijn waarschijnlijk van enkele planten die toch via zaden verspreid zijn. In Nederland is knolcyperus vanuit verschillende werelddelen hierheen gekomen (Rotteveel, 1993). De individuen die zich hier gevestigd hebben zullen mogelijk genetisch variëren van elkaar, waarna zij voornamelijk klonen van zichzelf hebben gemaakt. Hierdoor kunnen de verschillende groepen uit elkaar gehouden worden, en zou de verspreiding daarvan nauw gevolgd kunnen worden. Ook zou er zo geanalyseerd kunnen worden of er toch kiemkrachtige zaden in Nederland geproduceerd worden. In België lijkt er namelijk al wel een genetische variant van knolcyperus te zijn die mogelijk aan seksuele voortplanting doet (De Ryck et al., 2023b). Dit vermoeden is op basis van een grotere genetische diversiteit van deze variant in vergelijking met andere varianten in België. Deze knolcyperusvariant is niet ver van de grens met Nederland waargenomen, dus zou hier ook al kunnen voorkomen. Echter of die hier voorkomt en ook levensvatbaar is, is nog niet bewezen.

1.4.2 Niet-natuurlijke verspreiding

Naast natuurlijke verspreiding wordt knolcyperus ook dankzij mensen verspreid. De voornaamste vorm van verspreiding is via landbouwmachines (Kennisakker, 2004). Als geïnfecteerde grond blijft plakken aan deze machines, kan het zo minstens tientallen meters worden meegetrokken door een perceel, of in nieuwe percelen worden geïntroduceerd. Ook komt het vaak in bermten terecht, van waaruit het zich weer op een natuurlijke wijze kan verspreiden naar landbouwgrond. Om deze vorm van verspreiding tegen te gaan, zal een fyto-sanitair protocol opgesteld en aangehouden moeten worden.

Verder verspreidt het zich via besmette aarde, plant- of pootgoed. Gladiolenkralen zijn bijvoorbeeld lastig te onderscheiden van knolcyperusknolletjes (BASF, 2025). Bovendien is knolcyperus ook via de gladiolenteelt in Nederland gekomen (Rotteveel, 1993). Maar ook tussen de schubben van leliebollen worden ze gemakkelijk meegevoerd (Kennisakker, 2004). Het is zelfs waargenomen dat knolcyperus knolletjes in aardappelen groeien, en dus ook onopgemerkt kunnen worden meegenomen (Felix & Boydston, 2011). Op deze manier kan het door mensen kilometers verder worden vervoerd, en hele nieuwe gebieden infecteren. Het is wel verplicht om geïnfecteerde grond of plantmateriaal te vernietigen. Maar omdat het niet altijd wordt opgemerkt als pootgoed besmet is, gebeurt dit niet altijd.

Hoofdstuk 2: Opsporen en monitoren

Voor de beheersing van invasieve soorten is vroege detectie cruciaal. Een late detectie kan leiden tot meer verspreiding, met incomplete monitoring en verhoogde beheersingskosten als gevolg (Tataridas et al., 2022). Daarom is het belangrijk dat de aanwezigheid van knolcyperus snel wordt gedetecteerd zodat tijdig maatregelen kunnen worden genomen om verspreiding en economische schade te beperken. Daarnaast is het belangrijk dat de aanwezigheid van het onkruid wordt gemeld en op grotere schaal wordt gemonitord om juiste maatregelen en regelgeving te kunnen opstellen.

De opsporing en monitoring zijn op te delen in drie verschillende doelen. Allereerst moet worden vastgesteld of het onkruid aanwezig is. Dit is niet alleen belangrijk om beheersing in te kunnen zetten, maar ook om achteraf te kunnen testen of dit goed heeft gewerkt. Ten tweede zijn er methoden nodig om knolcyperus van andere planten te kunnen onderscheiden, omdat er veel soorten zijn die er visueel op lijken, wat gemakkelijk tot verwarring kan leiden. Tot slot is het in mindere mate belangrijk om verschillende klonen te kunnen onderscheiden. In België zijn verschillende lijnen van klonen (verschillend van de variëteiten besproken in Hoofdstuk 1) vastgesteld op basis van vegetatieve morfologische kenmerken die erg kunnen verschillen in gevoeligheid voor herbiciden (De Cauwer et al., 2017). Deze kunnen ook verschillen vertonen in kieming onder verschillende omstandigheden (De Ryck et al., 2021).

In dit hoofdstuk wordt besproken hoe het opsporen en monitoren van knolcyperus en de verschillende varianten hiervan momenteel wordt gedaan. Daarna wordt ingegaan hoe dit zou kunnen worden verbeterd. Met dit hoofdstuk worden deelvraag 3 en pijler 2 van ons project behandeld.

2.1 Huidige opsporing en monitoring

Het actief opsporen wordt in Nederland nu vooral in opdracht van de NVWA door de NAK, Naktuinbouw en de BKD gedaan. Deze worden momenteel alleen in de tuinbouw en bollenteelt gedaan. Naktuinbouw voert reguliere keuringen uit waarbij ze actief op knolcyperus letten in teeltmateriaal van tuinbouwgewassen. Dit zijn bloemisterij- (excl. lelies, gladiolen en bijzondere bolgewassen), boomkwekerij- en groentegewassen. BKD voert deze controles uit in alle te velde staande voorjaarbloeïende bolgewassen en bloembollen geplant voor bloemproductie. Ook zien zij toe op de naleving van eventueel opgelegde gewasaanzeggingen. De NAK verricht de afhandeling van de besmettingen. Dit houdt in: de afhandeling van teeltverboden en gewasaanzeggingen, controle op besmette percelen en traceringsonderzoek (NAK, BKD, & Naktuinbouw, persoonlijke communicatie, 2025). Daarnaast kunnen boeren die het onkruid aantreffen dit zelf melden bij het meldpunt teeltvoorschriften (Ruitenbergh, 2025).

Door actief te controleren en met het meldpunt werd volgens de BKD op 31, 32, 45, 47 en 70 percelen vastgesteld respectievelijk in de jaren 2019, 2020, 2021, 2023 en 2024 (BKD Jaarverslag 2019-2024, 2025). Ook de NAK meldt een stijging van besmette grond; tot nu toe is er 912 ha verdeeld over 542 percelen besmet (NAK, 2025). Het is niet bekend of de stijging in het aantal vaststellingen veroorzaakt is door een stijging in het aantal meldingen of in het aantal besmettingen, omdat er geen officiële data of schatting is van de rapportagegraad. Echter stelt Bert Waterink dat de hoeveelheid besmette grond wel tien keer zo groot kan zijn dan nu bekend (Hiddink, 2025). Dit gebrek aan inzicht maakt duidelijk dat de huidige opsporing en monitoring verbeterd kunnen worden.

Een mogelijke verklaring voor het geringe aantal meldingen is dat de huidige wet- en regelgeving nu geen meldplicht maar wel een teeltverbod voorziet. Zo'n teeltverbod legt een zware last op boeren, wat ertoe kan leiden dat het aantal vrijwillige meldingen nu laag ligt.

2.2 Verbeteringen voor opsporen en monitoren

Naast voldoende meldingen verzamelen is het belangrijk dat het onkruid snel en makkelijk kan worden opgespoord en gelokaliseerd. Hier wordt de laatste jaren veel onderzoek naar gedaan. Verschillende veelbelovende methoden, opgedeeld in spectrale en beeldvormende technieken, detectie met dieren, moleculaire en genetische identificatie en morfologische identificatie, worden

hieronder besproken. Alle besproken opsporingsmethoden staan in Tabel 3 overzichtelijk weergegeven met het doel ervan, wanneer deze zijn te gebruiken, welk plantendeel het detecteert en de nauwkeurigheid.

2.2.1 Spectrale en beeldvormende technieken

Spectrale en beeldvormende technieken zijn de laatste jaren opkomend. Deze methoden zijn over het algemeen niet destructief en snel. Echter is er vaak ingewikkelde software en hele precieze kalibratie en standaardisatie nodig voor de nauwkeurigheid. Ook kunnen deze methoden enkel gebruikt worden wanneer knolcyperus bovengrondse plantdelen heeft en niet overwoekerd is door het gewas.

2.2.3.1 Hyperspectrale beeldvorming

Hyperspectrale beeldvorming is een techniek waarbij een beeld wordt gemaakt van het elektromagnetisch spectrum van een gewas. Een spectrometer kan hele kleine verschillen in reflectie opvangen en hiermee allerlei informatie van een gewas krijgen. Het wordt de afgelopen jaren steeds vaker gebruikt om gewaseigenschappen zoals rijpheid, nutriëntenstatus of ziektes te detecteren (García-Vera et al., 2024). Ook voor de opsporing van onkruiden wordt deze methode onderzocht. Lauwers et al. (2020) voerden een experiment uit om knolcyperus te kunnen onderscheiden van zeebies en ruige zegge. Zij groeiden de verschillende planten in een kas en gebruikten een spectrometer (500 - 800 nm) met een hele hoge spectrale resolutie om de reflectie van de bladeren te meten. Zij vonden dat met deze methode knolcyperus in bijna alle gevallen (103 van 105 samples) correct kon worden onderscheiden. Ook konden vijf verschillende klonen van knolcyperus met een groot succespercentage (27 van 30 samples) worden onderscheiden. De klonen die hiervoor waren gebruikt waren eerder door De Cauwer et al. (2017) vastgesteld op basis van morfologische kenmerken. Het experiment van Lauwers toont aan dat het mogelijk is om met hyperspectrale beeldvorming knolcyperus van andere planten te onderscheiden, maar is nog niet toepasbaar in het veld omdat de metingen in het lab worden uitgevoerd.

De spectrale beeldvorming kan worden toegepast met de inzet van drones. Een onderzoek van Gurjar et al. (2025) testte dit in rijstvelden in Texas (VS) en kon knolcyperus met 74% opsporen. De resultaten kunnen met een gemiddelde afwijking van 19 cm de locatie van knolcyperus aanwijzen en daarmee zou bestrijding lokaal kunnen worden ingezet. Ze vonden dat de detectie met spectrale beeldvorming beter werkte wanneer de plant bloeit, omdat het bloemhoofdje een duidelijker spectraal patroon had dan de plant. Echter is de relevantie in Nederland hiervan onbekend omdat het nog onduidelijk is hoe vaak de plant tot bloei komt. Bovendien kan de methode alleen worden gebruikt tijdens het groeiseizoen van knolcyperus.

Hoewel hyperspectrale spectroradiometers goedkoper zijn dan andere beeldvormende sensoren, is het nog steeds duur voor boeren. De exacte kosten zijn niet bekend omdat deze methode nog niet commercieel wordt toegepast, maar het Amerikaanse bedrijf Farmonaut meldt een prijs van omgerekend €11-22 per hectare voor multispectrale beeldvorming in gewassen (Farmonaut, 2025). Hyperspectrale camera's zijn over het algemeen wat duurder en samen met analysekosten zullen de totale kosten dus wat hoger uitvallen.

2.2.3.2 Vis-NIR spectroscopie

Een vergelijkbare methode die met succes knolcyperus kan onderscheiden van andere planten is Vis-NIR spectroscopie (Zhao et al., 2022). Hierbij werd een Gaiasorter hyperspectrale sorteerder (382,19 - 1026,66 nm) gebruikt. Hiermee werd met 85,1% nauwkeurigheid knolcyperus geïdentificeerd.

Deze methode moet echter met een dure machine in het lab gebeuren. Om deze redenen is Vis-NIR spectroscopie waarschijnlijk geen goede optie voor boeren.

2.2.3.3 AI en beeldherkenning

Drones uitgerust met AI worden al ingezet voor onkruidherkenning door bedrijven als bijvoorbeeld Dronebotics (Dronebotics B.V., 2025). Zij sporen op deze manier bijvoorbeeld hanenpoot of ridderzuring op. Er is nog geen bedrijf dat deze dienst voor knolcyperus aanbiedt, maar er is wel

veel interesse en onderzoek naar. Van 2023 tot en met 2025 liep het project "Relance automatische onkruidherkenning" in België waarbij drones met AI-herkenningssoftware om knolcyperus te zoeken zijn uitgetoetst (Provincie Antwerpen, 2025). Dit model werd getraind op maisvelden en kon hierin knolcyperus met 85% betrouwbaarheid herkennen (Vlaio LA-traject HBC.2019.2869, 2025). High Tech NL, een Nederlands hightechbedrijf, wilt ook drones ontwikkelen die uitgerust zijn met een camera en AI-software om landbouwpercelen snel te scannen en knolcyperus op te sporen (High Tech NL Robotics, z.d.). Ook willen zij een methode ontwikkelen om knolcyperus in beeld te brengen met satellietbeelden gecombineerd met slimme algoritmen.

In de laatste jaren is veel onderzoek gedaan naar algemene onkruiddetectie met drones in combinatie met deep-learning software met een gerapporteerde nauwkeurigheid tussen 72,5% in sojaboon velden (Rehman et al., 2024) en 91,27% in tarwevelden (Liu et al., 2024). Dit onderzoek lijkt veelbelovend, maar heeft nog veel onderzoek nodig naar onder andere knolcyperus specifiek voordat het ingezet kan worden als betrouwbare vorm van opsporing. De kosten zijn nog onbekend omdat de methode nog niet grootschalig wordt ingezet, maar Global Agriculture (2025) meldt prijzen van een Tsjechisch startupbedrijf Skymaps dat een AI-model genaamd Zoneye hebben uitgebracht dat verschillende onkruiden kan herkennen. Dit zou €5-20 per hectare kosten voor het model, en vanaf €4200 voor een drone.

2.2.4 Detectie met dieren

Detectie met dieren zou een duurzaam alternatief kunnen zijn voor andere technologische opsporingsmethoden. Hieronder wordt opsporing met twee dieren besproken: speurhonden en varkens.

2.2.4.1 Speurhonden

Een recente ontwikkeling in de opsporing van knolcyperus zijn speurhonden. Deze werden eerder al ingezet tegen andere invasieve soorten zoals duizendknoop, en zijn nu ook getraind op knolcyperus. De honden zijn getraind door het bedrijf Scent Imprint Conservation Dogs en worden sinds 2025 door het onderdeel Bodemdetectie ingezet (De Vries, 2025). Een groep getrainde honden gaat hierbij systematisch door een veld en kan aan de hondenbegeleider aangeven waar een besmetting zit en hoe groot deze ongeveer is. Speurhonden kunnen met hun uitzonderlijke reukvermogen niet alleen de bovengrondse plantdelen maar ook wortels en knollen opsporen. Hierdoor kan deze methode niet alleen tijdens het groeiseizoen maar het hele jaar door worden gebruikt, met uitzondering van vorst. Naast het controleren van percelen kunnen de honden ook worden ingezet om plant- en pootgoed, machines en voertuigen te controleren (W. Visscher, persoonlijke communicatie, 3 december 2025).

De betrouwbaarheid dat een knol of plant wordt gevonden door de honden is volgens het bedrijf erg groot, alleen wanneer een grote besmettingsbron in de buurt zit kan een kleinere plant over het hoofd worden gezien. Bij het controleren van machines is de detectie nagenoeg 100% (Bodemdetectie, 2025; W. Visscher, persoonlijke communicatie, 3 december 2025). Per dag kunnen de honden, afhankelijk van de aanwezigheid en het type gewas op het veld, ongeveer 4-5 hectare land doorzoeken (W. Visscher, persoonlijke communicatie, 3 december 2025).

2.2.4.2 Varkens

Een andere methode die soms wordt benoemd is het inzetten van varkens om knolcyperus op percelen op te sporen en te bestrijden. Varkens hebben een goed reukvermogen en instinct om te wroeten en worden daarom onder andere ingezet om truffels of onkruiden op te sporen. Hierdoor wordt onderzocht of zij geschikt zijn voor de opsporing van verschillende onkruiden waaronder knolcyperus. Deze methode wordt nog niet commercieel toegepast.

In een onderzoek uit 2014 zijn voor twaalf weken twaalf varkens (*Sus domesticus*) vrij op een geïnfecteerd veld laten lopen. Hij nam voor en na deze periode grondmonsters en vond een 48% vermindering in knollen van knolcyperus (MacDonald et al., 2016). In 2015 is een vergelijkbaar experiment gedaan met wilde zwijnen (*Sus scrofa*) die in gebieden waar de zwijnen de grond hadden verstoord juist meer knollen vonden. Zij stelden voor dat dit waarschijnlijk kwam doordat ze niet alle knollen opaten en de overige knollen vaak uitgroeiden tot nieuwe planten. Door de verstoring

was een deel van de concurrentie uitgeroeid, wat knolcyperus meer ruimte gaf om te groeien (Oldfield & Evans, 2016). Een onderzoek uit 2022 probeerde de varkensrassen (Turopolje en Mangalica) om knolcyperus uit te roeien. Zij lieten de varkens 8 maanden rondlopen in een geïnfecteerde kas en op een veld en vonden respectievelijk een 90% en 54% reductie in aantal knollen (Total et al., 2022).

Deze onderzoeken geven nog geen heel duidelijk beeld van de effecten van het inzetten van varkens voor de opsporing van knolcyperus. De methode lijkt veelbelovend, maar vereist nog veel onderzoek naar details zoals welk varkensras wordt gebruikt en het tijdsbestek van het wroeten. Een nadeel aan dit wroeten is de grote bodemverstoring die Oldfield & Evans (2016) ook al rapporteerde. De gevolgen hiervan zullen ook goed moeten worden onderzocht.

2.2.5 Moleculaire en genetische identificatie

Door het vergelijken van DNA kan knolcyperus van andere planten worden onderscheiden en kunnen verschillende groepen klonen uit elkaar worden gehouden. Abad et al. (1998) hebben genetische verschillen onderzocht tussen individuen van zowel gecultiveerde als wilde knolcyperus in Spanje en verschillende landen in Afrika. De gebruikte techniek heet RAPD (Rapid Amplification of Polymorphic DNA). Het is in vergelijking met andere DNA-technieken een relatief snelle en goedkope manier van DNA-onderzoek omdat het tegelijkertijd meerdere plekken in het DNA vergelijkt. Uit het onderzoek is gebleken dat er tussen de individuen duidelijk aantoonbare genetische verschillen zijn. Wellicht zou deze techniek daarom gebruikt kunnen worden om verschillende groepen klonen uit elkaar te houden. Ook zou het mogelijk werken met planten die verwant zijn aan knolcyperus, zodat deze uit elkaar gehouden kunnen worden. Echter blijkt deze methode niet 100% betrouwbaar doordat er relatief weinig herhalingen worden gedaan tijdens het proces, en dus worden foutieve metingen minder snel opgemerkt (Wetters et al., 2023).

Wetters et al. (2023) leverden een alternatief, namelijk de ARMS (Amplified Refractory Mutation System) methode. Deze methode bekijkt maar één plek in het DNA, waardoor meer herhalingen worden mogelijk maakt. Via de ARMS methode wordt een zogenaamde marker (ITS2) toegevoegd aan het DNA van een plant. Als deze marker succesvol kan binden dan is het, afhankelijk van de precieze marker die gebruikt wordt, ofwel knolcyperus of de nauw verwante nootgras. De planten hebben een verschil in het DNA op de specifieke plek waar de marker aan kan binden. Deze techniek is betrouwbaarder dan de vorige. Echter is het zeer afhankelijk van de verschillen in het DNA, en zijn de markers dus niet te gebruiken voor andere soorten. Nootgras komt in Nederland niet voor, daarom zal deze techniek hier nog niet van belang zijn. Maar met meer onderzoek zou er mogelijk markers gevonden kunnen worden die knolcyperus van andere soorten kunnen onderscheiden.

Wel is een marker gevonden die bindt aan knolcyperus en de verwante planten (Pu et al., 2024). Hierna kan door PCR (Polymerase Chain Reaction) naar de verschillen in het DNA gekeken worden. In knolcyperus is dit stukje DNA (specifiek de *Ces44T*-gen) altijd hetzelfde en anders dan in andere planten. Zo is te achterhalen of het om knolcyperus gaat. Mogelijk kan dit een handigere manier zijn om knolcyperus van andere planten te onderscheiden dan de ARMS methode, omdat het met meerdere planten vergeleken kan worden.

Als er dan twijfel is dat er knolcyperus op een perceel staat, zou een monster kunnen worden opgestuurd voor analyse via een van deze methoden. Dit gebeurt nu al door Naktuinbouw, de NAK en de BKD die twijfelgevallen opsturen naar het NAK-laboratorium of NVWA-Nivip (Naktuinbouw, 2025). Het zou dus mogelijk gemaakt kunnen worden dat boeren zelf monsters opsturen voor analyse. Echter zal dit hoogstwaarschijnlijk alleen voor noodzaak gebruikt worden, aangezien DNA-onderzoek kostbaar is. Een enkel plantmonster analyseren bij ILVO Diagnosecentrum voor Planten in België, kost dit al €146 (ILVO Diagnosecentrum voor Planten, 2025). In Nederland bij het zijn exacte bedragen niet openbaar bekend maar is een standaard laboratoriumonderzoek voor planten bij het NVWA €381 (Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit, 2024).

2.2.6 Morfologische identificatie

Door knolcyperus in het veld op het oog te herkennen kunnen boeren er vroeg bij zijn wanneer ze een besmetting hebben. Zo kunnen nieuwe planten worden verwijderd voordat ze zich op een veld kunnen vermeerderen. Dit kan boeren veel moeite en geld besparen door het probleem aan te pakken voordat het zich uitbreidt. Knolcyperus is echter gemakkelijk te verwarren met andere grasachtige planten. Belangrijke kenmerken om knolcyperus vegetatief te herkennen zijn de rode bladschedes, de aanwezigheid van knolletjes en het knisperen en breken van de bladeren bij het samenvouwen. Jonge planten kunnen moeilijk van andere soorten te onderscheiden zijn (NAKtuinbouw et al., n.d.) Hieronder is knolcyperus in Tabel 2 omschreven samen met plantensoorten waarmee deze vaak wordt verward. In Appendix A2 staat ook de zoekkaart met dezelfde soorten als hieronder besproken. De zoekkaart in de Appendix is bedoeld om door boeren en andere mensen werkende op akkers te gebruiken om knolcyperus te onderscheiden van vergelijkbare akkeronkruiden.

Tabel 2. Overzicht van morfologische kenmerken van knolcyperus en vergelijkbare onkruiden. Deze kenmerken worden ook gebruikt in de zoekkaart in Appendix A2.

Soort	Knolcyperus	Heen / Zeebies	Ruige zegge	Bleek cypergras	Rood cypergras	Europese hanenpoot	Glad en harig vingergras
Bloeiwijze	Bloemen in felgele tros met bladachtige schutbladeren	Bloemen in dichte donkere clusters met bladachtige schutbladeren	Verschillend uitziende bloeiwijzen op dezelfde plant	Bloemen in bleekgele clusters met bladachtige schutbladeren	Bloemen in felrode tros met bladachtige schutbladeren	Meerdere bloeiwijzen, bloemen met lange naalden.	Bloeiwijzen lang en dun, en ontspringend uit hetzelfde punt
Stengel	Scherp driehoekig, 5-60 (-90) cm	Scherp driehoekig, tot 150 cm	Scherp driehoekig, 30-50 (-100) cm	Scherp driehoekig, 40-80 cm	Scherp driehoekig, 50-120 cm	Rond, met verdikte knopen, 1-2 m	Rond, met verdikte knopen, 5-50 cm
Bladvorm	Slank en puntig en op de nerf gevouwen, doorsnee: V	Slank en puntig en op de nerf gevouwen, doorsnede: V	Slank en puntig en op de nerf gevouwen, doorsnede: V	Slank en puntig en op de nerf gevouwen, doorsnede: V	Slank en puntig en op de nerf gevouwen, doorsnede: V	Korter en puntig en niet op de nerf gevouwen, doorsnede plat	Korter en puntig en niet op de nerf gevouwen, doorsnede plat
Bladeren	Geen bladeren op de stengel, met rode voet	Bladeren verspreid op de stengel, met witte voet	Bladeren verspreid op de stengel, harig, zonder rode voet	Geen bladeren op de stengel, zonder rode voet	Geen bladeren op de stengel, met rode voet	Bladeren verspreid op de stengel, met rode voet	Bladeren verspreid op de stengel, met rode voet
Wortel	Witte wortels en geschubde wortelstokken met knolletjes	Bruine geschubde wortelstokken, zonder knolletjes	Witte wortels en geschubde wortelstokken zonder knolletjes	Witte wortels en geschubde wortelstokken zonder knolletjes	Witte wortels en geschubde wortelstokken zonder knolletjes	Diepe witte wortels, geen wortelstokken of knolletjes	Witte wortels en erg korte wortelstokken, zonder knolletjes

Tabel 3. Overzicht van de opsporingsmogelijkheden met het doel ervan, wanneer deze zijn te gebruiken, welk plantendeel het detecteert en de nauwkeurigheid. De periode te gebruiken is gebaseerd op leegstaande percelen.

Methode	Doel	Periode te gebruiken	Detecteert welk plantendeel	Nauwkeurigheid	Bron
Hyperspectrale beeldvorming (spectrometer in lab)	Knolcyperus onderscheiden van zeebies	April – eerste vorst	Bovengrondse plantdelen	103 / 105 samples succesvol*	(Lauwers et al., 2020)
	Knolcyperus lijnen van klonen onderscheiden	April – eerste vorst	Bovengrondse plantdelen	27 / 30 samples succesvol*	(Lauwers et al., 2020)
Hyperspectrale beeldvorming (drones)	Knolcyperus opsporen	April – eerste vorst Vooral eind juli - augustus	Bovengrondse plantdelen, vooral bloeiwijze	74%*	(Gurjar et al., 2025) (Global Agriculture, 2025)
Vis-NIR spectroscopie	Knolcyperus onderscheiden	April – eerste vorst	Bovengrondse plantdelen	85,1%*	(Zhao et al., 2022)

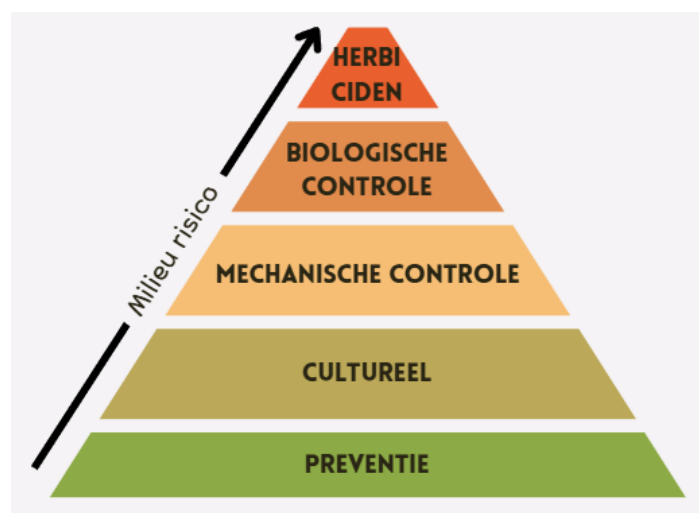
	van andere planten				
AI en beeldherkenning	Knolcyperus opsporen	April - eerste vorst	Bovengrondse plantdelen	Voor knolcyperus in mais 85%* Voor andere onkruiden 72,5 - 91,27%*	(Vlaio LA-traject HBC.2019.2869, 2025) (Rehman et al., 2024; Liu et al., 2024)
Speurhonden	Knolcyperus opsporen	Hele jaar**	Alle plantdelen	Groot maar kunnen kleine planten over het hoofd zien	(Bodemetectie onderdeel van Scent Imprint Conservation Dogs, 2025; W. Visscher, persoonlijke communicatie, 3 december 2025)
Varkens	Knolcyperus opsporen (en bestrijden)	Hele jaar**	Knollen?	48 - 54% op veld* 90% in kas*	(MacDonald et al., 2016; Total et al., 2022)
Moleculaire en genetische identificatie	Knolcyperus onderscheiden van andere planten	Hele jaar	Alle plantdelen	Vrijwel 100%	(ILVO Diagnosecentrum voor Planten, 2025) (Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit, 2024)
Morfologische identificatie	Knolcyperus onderscheiden van andere planten Knolcyperus lijnen van klonen	April - eerste vorst	Bovengrondse plantdelen	Onbekend	-

* Op basis van slechts een of enkele onderzoeken

** M.o.v. vorst of slecht weer

Hoofdstuk 3: Bestrijding

Bestrijding van knolcyperus is al jarenlang een wereldwijd probleem (Holm et al., 1991). Hierdoor is er een wijde variatie aan bestrijdingsmethoden beschikbaar die knolcyperus tot een bepaalde graad kunnen beheersen (Banks, 1983; Corbett et al., 2004; Pereira et al., 1987; Webster, 2005). Er zijn echter weinig zelfstandige methoden die de plant volledig uit een veld kunnen bestrijden. Hierdoor is het opstellen van een Integrated Weed Management (IWM) protocol uitermate belangrijk. Als eerste stap hierin zullen wij een uitgebreide samenvatting maken van de beschikbare bestrijdingsmethoden voor knolcyperus en soortgelijke plantensoorten. De beschreven bestrijdingsmethoden in dit hoofdstuk kunnen ieder in de Integrated Weed Management Pyramide (Figuur 4) geplaatst worden. Het gebruik van herbiciden zal als eerste besproken worden. Vervolgens worden culturele beheersingsmethoden besproken, zoals mulchen en aangepaste gewasrotaties. Ten slotte worden de mechanische bestrijdingsmethoden besproken, zoals de aangepaste pinda rooier, regelmatig maaien, stomen en elektrische bestrijding. Met dit hoofdstuk behandelen wij deelvraag 4 en pijler 3 van ons project.



Figuur 4. Integrated weed management Pyramide.

3.1 Herbicide

Er is veel onderzoek gedaan naar de effectiviteit en efficiëntie van een brede reeks herbiciden, die ieder verschillende processen in knolcyperus blokkeren of afremmen (Banks, 1983; De Ryck et al., 2021; Pereira et al., 1987). Voorbeelden van herbicidefuncties voor knolcyperus zijn: groeiregulatoren, fotosyntheseremmers, celmembraanafbrekers, wortel- en scheutremmers van zaailingen, metaboliseremmers en interne oliedragers. De effectiviteit van herbiciden hangt sterk af van de timing en dosering van de applicatie. Deze factoren zijn specifiek voor elk herbicideproduct en zijn daarom van groot belang bij de herbicide keuze (De Ryck et al., 2021; Pereira et al., 1987).

De timing van een herbicide applicatie wordt over het algemeen gecategoriseerd in drie groepen: Pre-Plant Incorporated (PPI), Pre-emergence (PRE) en Post-emergence (POST). PPI-herbiciden worden op de bodem toegepast voordat het zaai- of pootgoed op het veld is geplaatst, waarbij vervolgens een machine de bodem mengt om de herbicide dieper in de grond te laten werken. PRE-herbiciden verschillen hierin doordat ze enkel op de bodem worden toegepast nadat zaai- of pootgoed op het veld is geplaatst, maar voordat het zaai- of pootgoed gekiemd is. Echter kunnen PPI- en PRE-herbiciden vaak omgekeerd gebruikt worden. Tot slot worden POST-herbiciden toegepast op het blad van onkruiden na het kiemen van het zaai- of pootgoed en functioneren dus fundamenteel anders dan PPI- of PRE-herbiciden. Deze herbiciden worden allemaal toegepast volgens een universele manier van dosering; namelijk door te verwijzen naar de hoeveelheid actief ingrediënt in de herbicide (a.i.) per hectare (Krähmer et al., 2021).

Tot nu toe is er geen chemische bestrijdingsmethode gevonden die de vorming van knollen volledig kon vermijden, ongeacht de verschillende combinaties met anders zeer effectieve herbiciden. Echter zijn er wel meerdere chemische tactieken beschikbaar om de productie en verspreiding van knollen en bladeren sterk te verminderen. Deze zijn samengevat in Tabel 4 en daaronder verder uitgeschreven. Verder is er een duidelijke trend uit al deze resultaten, namelijk dat de combinatie van herbiciden waarbij eerst een PPI- of PRE-herbicide wordt gebruikt en vervolgens een POST-herbicide, het meest effectief werkt. Het feit dat geen enkele herbicide knolcyperus voldoende kan bestrijden benadrukt het belang voor een uitgebreid en zorgvuldig IWM-plan tegen knolcyperus, waarbij herbiciden een belangrijke rol zullen spelen.

Tabel 4. De onderzochte herbiciden met hun timing en gebruikte dosering per studie. Verder is per herbicide de effectiviteit op de bladeren en knollen vermeld, zowel als de EU en NL-wetgeving.

Herbicide	Type herbicide	Dosering (g a.i./ hectare)	Effectiviteit op blad	Effectiviteit op knollen	NL – wetgeving	Bron
Glyfosaat	POST	1120 + 1120	85% blad schade	N.D. *	Toegestaan	(Corbett et al., 2004)
Glyfosaat	POST	1920 + 1920	N.D.	32% vermindering tot 31% vermeerdering in knol aantal	Toegestaan	(De Ryck et al., 2021)
Glyfosaat + Imazaquin	POST + PRE	840 + 427	43% blad schade	77% vermindering knol aantal	Niet toegestaan	(Noel-Torres et al., 2025)
Glyfosaat + Halosulfuron	POST + PRE	840 + 26	61% blad schade	86% vermindering knol aantal	Niet toegestaan	(Noel-Torres et al., 2025)
Halosulfuron	PRE	35	53% blad schade	86% vermindering knol aantal	Niet toegestaan	(Noel-Torres et al., 2025)
Bentazon	POST	3400	100% blad schade	N.D.	Toegestaan	(Stoller et al., 1975)
Imazosulfuron	POST	420 + 420	55% vermindering scheut biomassa	84% vermindering levensvatbare knollen	Niet toegestaan	(Henry et al., 2025)
Primisulfan	POST	49 + 49	36% vermindering scheut biomassa	80% vermindering levensvatbare knollen	Niet toegestaan	(Henry et al., 2025)
Sulfentrazone + carfentrazone-ethyl	PRE/PPI + POST	14 + 127	57 % vermindering scheut biomassa	86% vermindering levensvatbare knollen	Niet toegestaan + Toegestaan	(Henry et al., 2025)
Rimsulfuron + metribuzin	PRE + POST	17.5 + 213	98 % blad schade	N.D.	Toegestaan + (recentelijk) niet toegestaan	(Felix & Boydston, 2010)
Dimethenamid-P + mesotrione & pyridaat	PPI + POST	1,008 + 75 & 480	N.D.	67% vermindering in knolaantal	Toegestaan	(De Ryck et al., 2021)

* N.D. – Geen data

3.1.1 Glyfosaat

Glyfosaat is een zeer populaire onkruidverdelger die wijd toepasbaar is en gebruikt wordt als POST-herbicide. Ook voor knolcyperus heeft glyfosaat tot een bepaalde graad een onderdrukkende werking op bovengrondse functies met daardoor een indirecte werking op ondergrondse functies. Door de populariteit van de herbicide wordt hij vaak gebruikt in onderzoek dat de effectiviteit en efficiëntie analyseert. Normaliter wordt glyfosaat gezien als een zeer effectieve onkruidverdelger; echter is dit minder het geval bij knolcyperus door zijn diepliggende knollen. Een studie die de controlegraad van glyfosaat analyseerde concludeerde dat glyfosaat met een dubbele opeenvolgende dosering van 1120 g a.i. per hectare resulteert in een controle van 85% van knolcyperus (Corbett et al., 2004). Deze studie analyseert echter niet de knolletjes van het onkruid wat voor minder betrouwbare resultaten zorgt. De studie van De Ryck et al. (2021) heeft dit wel gedaan en concludeert dat enkel glyfosaat onvoldoende effectief is om knolaantal en levensvatbaarheid te verminderen. Deze bevinding is consistent met die van Noel-Torres et al. (2025) en Stoller et al. (1975). Echter hebben Noel-Torres et al. (2025) ook een combinatie van glyfosaat met PRE-herbicide getest en concluderen

dat dit tot significant betere controle leidt. In deze studie hebben ze gevonden dat glyfosaat met halosulfuron of imazaquin resulteert in een significant lager knolaantal, gewicht en levensvatbaarheid. Tot slot is er ook een hormetisch effect van eenmalige glyfosaat applicaties gevonden, wat betekent dat een te lage applicatie van de herbicide juist een 31% vermeerdering in knol aantal veroorzaakte (Noel-Torres et al., 2025; Stoller et al., 1975).

3.1.2 Halosulfuron

Halosulfuron is een ALS-remmende herbicide, dit houdt in dat de herbicide het acetolactaat synthase enzym remt. Dit enzym heeft een belangrijke rol in de vorming van essentiële aminozuren (Haage-Riethmuller et al., 2005). Halosulfuron wordt gebruikt als PRE-herbicide en heeft afzonderlijk al een sterk reducerend effect bij een lage dosis (35 g a.i./ha) op knolformatie en levensvatbaarheid (Noel-Torres et al., 2025). Andere studies in het buitenland bevestigen deze bevindingen bij vergelijkbare doseringen (Henry et al., 2025; Soltani et al., 2018). Echter is het herhaaldelijk gebruik van halosulfuron sterk af te raden doordat knolcyperus een zeer sterke resistentie kan opbouwen tegen de herbicide. Zo kan overmatig gebruik van halosulfuron als gevolg hebben dat knolcyperus een resistentie opbouwt tegen andere gerelateerde ALS-remmende herbiciden. Een studie in Arkansas heeft bijvoorbeeld een resistente variant gevonden die tot wel 2540 keer minder gevoelig bleek voor halosulfuron dan de niet resistente variant (Tehranchian et al., 2015).

3.1.3 Bentazon

Bentazon is ook een veelgebruikte herbicide tegen knolcyperus. Het is een selectieve contactherbicide dat als POST-herbicide gebruikt wordt en functioneert als een fotosysteem-II remmer (De Ryck et al., 2021). Hierdoor is het belangrijk dat de herbicide de volledige plant bedekt waardoor hoge doseringen aan te raden zijn. Zo vond een studie dat de plant volledig gecontroleerd was onder hoge doseringen (3.4 kg a.i./ha), ongeacht het moment van applicatie. Deze studie heeft echter alleen het bovengrondse deel van de plant onderzocht wat de resultaten minder betrouwbaar maakt (Stoller et al., 1975). Andere studies die wel knolaantal en levensvatbaarheid onderzochten ondervonden minder controle op knolcyperus van enkel bentazon. Echter hebben deze studies lagere doseringen gebruikt (1.1 kg a.i./ha) wat tot onvoldoende bedekking van de plant heeft kunnen resulteren (Akin & Shaw, 2001; Soltani et al., 2018).

3.1.4 Imazosulfuron

Imazosulfuron is een herbicide dat vaak als PRE-herbicide wordt gebruikt maar hij kan ook als POST-herbicide gebruikt worden. Het is net als vele andere herbicide een ALS-remmende herbicide. Imazosulfuron werkt zeer effectief tegen beide blad en knol eigenschappen. Zo kan het aantal levensvatbare knollen met 84% verminderen bij een dubbele applicatie imazosulfuron van 420 g a.i. per hectare. De herbicide is echter minder effectief op scheutbiomassa met een vermindering van 55% (Felix & Boydston, 2010; Henry et al., 2025).

3.1.5 Pyrimisulfan

Pyrimisulfan is een PRE-herbicide dat gebruikt wordt in turf gras voor onkruidbestrijding en is een ALS-remmende herbicide. Er is echter maar een studie gevonden die pyrimisulfan als afzonderlijke herbicide heeft getest op knolcyperus. In deze studie zagen ze redelijk goede controle op knolcyperus met een vermindering van 80% in levensvatbare knollen en 36% in scheut biomassa (Henry et al., 2025).

3.1.6 Sequentiële herbiciden

Naast herbiciden die afzonderlijk gebruikt worden, is er ook veel onderzoek naar combinaties aan herbicide die goed samenwerken om knolcyperus te bestrijden. De combinaties van herbicide worden dan vaak zo uitgekozen om verschillende aspecten van de plant te bestrijden. Zo wordt er dus vaak een combinatie van PRE- of PPI-herbicide samen met een POST-herbicide uitgekozen om kieming te vermijden en de toch gekiemde planten te bestrijden. Deze combinatie aan herbicide wordt vaak gerapporteerd als het meest effectief, ook doordat er dan meer tijd zit tussen de behandelingen. Voorbeelden hiervan zijn: sulfentrazone (PPI/PRE) + carfentrazone-ethyl (POST) (Henry et al., 2025), Dimethenamid-P of S-metolachlor (PPI) + mesotrione met pyridaat of bentazon of

halosulfuron (POST) (De Ryck et al., 2021), Rimsulfuron (PRE) + Metribuzin (POST) (Felix & Boydston, 2010).

3.2 Competitie met andere planten

Winter groeiende groenbemesters hebben over het algemeen een onderdrukkend effect op veel onkruiden. Dit komt door de hoge dichtheid en competitief vermogen van de gewassen die over het algemeen gebruikt worden als groenbemesters (Bezuidenhout et al., 2012). Verder hebben onkruiden minder grondstoffen beschikbaar bij een groenbemester dan op een braakliggend veld. Dit principe lijkt echter maar slecht te werken op knolcyperus aangezien de al gelimiteerd aantal studies uiteenloopt in hun resultaten. Zo rapporteren Bezuidenhout et al. (2012) een onderdrukkend effect van diverse graangroenbemesters op knolcyperus van ongeveer 40% op de bovengrondse biomassa. Bij deze studie zijn de knollen niet onderzocht. Mirsky et al. (2011) hebben geen significant effect gevonden van verschillende groenbemesters, zaai- en maaidatum en groenbemester biomassa. Hierbij vermelden ze dat knolcyperus altijd door de groenbemester wist te groeien ongeacht de behandeling. De voornaamste reden hiervoor is de energierijke knollen. Verder worden groenbemesters gegroeid in de periode waarin knolcyperus in knolrust is en heeft het dus geen effect op de metabolische processen van de plant.

Competitie door snelgroeiende, dichte zomergewassen kan de hoeveelheid beschikbaar licht voor knolcyperus sterk verminderen (Stoller & Sweet, 1987). Zoals eerder vermeld in hoofdstuk 1 is knolcyperus erg gevoelig voor schaduwrijke omgevingen, waarbij knolcyperus significant minder groeit en knollen produceert (Lotz et al., 1991). Hierdoor is het van uiterst belang om een gewas te kiezen dat vroegtijdig in het groeiseizoen de hoogte ingaat en een dicht bladerdek vormt, aangezien knolcyperus zelf ook explosief groeit in het voorjaar. Gewassen zoals vezelhennep, mais en wintergerst zijn bewezen om knol- en scheutaantallen te verminderen. Echter is mais en wintergerst significant minder competitief dan vezelhennep. Hierbij wist vezelhennep de productie van secundaire scheuten, bovengrondse biomassa en knollen zo goed als te voorkomen. Alleen primaire scheuten waren onaangetast, hoogstwaarschijnlijk doordat vezelhennep niet vroeg genoeg een dicht bladerdek vormde, waardoor de basale knollen toch konden kiemen (Lotz et al., 1991).

3.3 Mulchen

Mulchen is het bedekken van de aarde met een fysieke laag om zo onkruidkieming tegen te gaan. Dit kan gedaan worden met biologisch afbreekbare materialen zoals stro, compost, houtsnippers of papier (Chen et al., 2013; Fontenot et al., 2021) maar ook met niet afbreekbare materialen zoals, doorzichtig en ondoorzichtig polyethyleen (Johnson & Mullinix, 2008; Webster, 2005). Echter is mulchen alleen toepasbaar in een gelimiteerd aantal situaties doordat het veel grondstoffen en mankracht vereist.

Organisch afbreekbare bodembedekkers hebben het voordeel dat ze niet verwijderd hoeven te worden aan het einde van het groeiseizoen, dit vermindert manuren en verbetert het organisch gehalte van de bodem. Echter, de afbraak van de bedekker kan in de loop van het seizoen ervoor zorgen dat het een minder goede barrière vormt tegen onkruiden. Zo concluderen Chen et al. (2014) dat organische bodembedekkers zoals boomschors en naalden van pijnbomen en cipres kan resulteren in een vermindering van 50-60% in scheut aantal van knolcyperus. Biologisch afbreekbaar papier en plastic bodembedekkers kunnen knolcyperus ook redelijk onderdrukken. Het nadeel aan deze bodembedekkers is echter dat ze voor het einde van het seizoen nog maar een gemiddelde bodembedekking van 5% hadden (Fontenot et al., 2021). Hierdoor konden de bodembedekkers alleen scheutopkomst voorkomen in het begin van het seizoen.

Polyethyleen bodembedekking wordt gedaan met doorzichtige en ondoorzichtige materialen. Donkere polyethyleen bodembedekkers werken volgens het principe waarbij onkruiden verstikken door fotosynthese stil te zetten terwijl doorzichtige polyethyleen bodembedekkers functioneren onder een broeikas principe, ook wel bekend als solarisatie. Hierbij verbranden de onkruiden door de zon en het feit dat de hitte moeilijk kan ontsnappen. Dit resulteert in bodem temperaturen die tot pasteurisatie kunnen leiden. Donkere en doorzichtige polyethyleen bodembedekkers

vermindere scheut productie met 46% en 72%, respectievelijk. Verder verminderde beide bodembedekkers de knolproductie met 49% (Webster, 2005). Deze bevindingen zijn consistent met Johnson & Mullinix (2008).

3.4 Mechanische bestrijding

Mechanische bestrijding van knolcyperus heeft niet als doel om de plant volledig uit een veld te verwijderen maar om de knollenbank zoveel mogelijk uit te putten (De Rycke et al., 2023a). Dit wordt op verschillende manieren gedaan zoals regelmatig maaien, verschillende vormen van ploegen en mechanisch verwijderen van de plant (Henry et al., 2021; Hershenhorn et al., 2015; Volk et al., 2025). Sommige van deze methoden hebben het risico om de knollen juist verder in het veld te verspreiden waardoor het gebruik ervan alleen nuttig is in extreem besmette velden.

3.4.1 Grondbewerking

Grondbewerking in alle vormen komt met het risico dat het de knollen verder door het veld kan verspreiden (Rotteveel, 1993). Echter is grondbewerking onder de juiste condities en timing wel effectief in het doden en ontwortelen van planten en knollen. Ploegen ontwortelt de planten en brengt de knollen naar boven, waardoor onder de juiste weersomstandigheden de planten uitdrogen of doodvriezen (Stoller & Sweet, 1987).

Aangepaste pinda rooimachines (Figuur 5) zijn ontwikkeld om de volledige knolcyperus plant te ontwortelen en van de grond te verwijderen tot een diepte van 40cm. Tot nu toe zijn twee methoden hiervan onderzocht. De eerste laat de ontwortelde plantdelen samen met aardkluiten achter boven op de grond waardoor de plant en de knolletjes in de aardkluiten hopelijk uitdrogen. Deze methode is redelijk effectief mits het gebeurt in een warme periode, aangezien de knollen in de aardkluiten genoeg moeten uitdrogen om dood te gaan. In de studie die dit onderzocht zagen ze aardkluiten van 5kg waarin de knolletjes 1000 graaddagen nodig hadden om te afsterven. Deze methode zag een vermindering van 70% tot 90% in besmetting (Hershenhorn et al., 2015). De tweede methode functioneert in principe hetzelfde als de eerste op een aanpassing na. Deze methode verwijdert namelijk al het opgegraven plantmateriaal uit het veld via een kar met een transportband. Hierdoor is de kans dat de knollen in het veld overleven minder groot. Voor de toepassing lag de gemiddelde besmettingsgraad op 148 planten per vierkante meter. Na de toepassing was dit minder dan één plant per vierkante meter, dus een vermindering van 99% (Johnson et al., 2015). Net zoals de andere grondbewerking methoden is er hierbij een risico dat nog niet besmette delen van het perceel besmet kunnen worden via knolletjes die gemist zijn dor de behandeling. Hierdoor zijn deze methoden enkel toepasbaar bij volledig besmette percelen.



Figuur 5. Onaangepaste pinda rooimachine van Kelly Manufacturing

3.4.2 Maaien

Het effect van regelmatig maaien op scheut en knol productie is uitbundig onderzocht door De Ryck et al. (2023a) in het Belgische klimaat. In dit onderzoek vonden ze dat wekelijks maaien op de laagste maaihoogte (2 cm) het knolaantal met 98% kan verminderen. Echter was er geen significant verschil tussen wekelijks maaien en om de week maaien. Verder vonden ze dat competitie door Engels raaigras, een gras dat vaak gebruikt wordt op weilanden en maaien kan weerstaan, met regelmatig maaien ook een significant verschil maakt op scheut en knolproductie. Andere onderzoeken concluderen ook dat een lagere maaihoogte sneller resultaten garandeert (Summerlin et al., 2000). Verder is er in deze studie geen knolproductie waargenomen bij maaihoogtes van 1.3cm en 3.8 cm. Echter is dit niet vergelijkbaar met De Ryck et al. (2023a) aangezien Summerlin et al. (2000) respectievelijk drie en één keer in de week maaide om zo een golfbaan te simuleren.

3.5 Stomen

Stomen van de bodem functioneert onder het principe dat de knolletjes vanaf 45 °C komen te overlijden (Webster, 2003). Daarom is het dus van belang dat alle bodem lagen waar knolletjes in kunnen zitten deze temperatuur voor een bepaalde tijd bereikt. Bij het stomen van de bodem is het van groot belang dat de bodem eerst diep geploegd wordt, dit verbetert de stoompenetratie van de bodem wat de benodigde stoomduur sterk vermindert. Om 100% knol mortaliteit te bereiken op dieptes van 5, 15 en 25 cm was een stoom duur van 6, 16 en 32 minuten, respectievelijk, nodig (Feys et al., 2024). Echter is deze methode niet gangbaar op perceel niveau aangezien het een lang en kostbaar proces is. Aangezien er per hectare tussen de 3000 en 5000 liter brandstof nodig is en het 70 tot 100 uur kan duren.

3.6 Elektrische bestrijding

Elektrische onkruidbestrijding wordt gedaan door middel van tractor aangedreven machines die een grote dosering aan stroom leveren aan de bodem. Het voordeel hieraan is dat het een bestrijdingsmethode is die de bodem dus niet verstoort waardoor er geen risico is om knollen verder te verspreiden in het perceel (Feys et al., 2023). Eenmalige elektrische applicaties kunnen bovengrondse functies zoals scheut vitaliteit sterk verminderen. Echter blijft het knolaantal hierbij onveranderd (Baccin & Moretti, 2025; Feys et al., 2023). Hierbij heeft de rij snelheid van de tractor een significant effect, waarbij lagere snelheden (1 – 2.2 km/h) leiden tot een lagere scheut vitaliteit (Feys et al., 2023). Sequentiële elektrische applicaties daarentegen kunnen, naast scheut vitaliteit, het knolgewicht en -aantal wel sterk verminderen (Baccin & Moretti, 2025). Dit suggereert dat elektrische bestrijding, net zoals regelmatig maaien, functioneert door de moeder knollen uit te putten over een lange periode. Verder is de combinatie van elektrische bestrijding met maaien ook onderzocht. In dit onderzoek is gevonden dat maaien na een elektrische applicatie leidt tot lager knolaantal en -gewicht dan 2 of 3 sequentiële elektrische applicaties (Baccin & Moretti, 2025).

Hoofdstuk 4: Interviews

4.1 Verspreiding

In dit hoofdstuk zullen de antwoorden uit de interviews met boeren en experts worden besproken. De informatie die volgt exploreert de meningen en stellingen die zijn voortgekomen uit deze semi-gestructureerde interviews. Hierbij worden alle pijlers en deelvragen behandeld vanuit de meningen en ervaringen van mensen die ervaring hebben met knolcyperus.

4.1.1 Huidige situatie in Nederland

Bijna alle experts vertelden dat knolcyperus in heel Nederland zit. De meeste besmettingen bevinden zich volgens hen in Limburg en Noord-Brabant. Een reden hiervoor is dat knolcyperus in de praktijk een voorkeur heeft voor zanderige grond en minder voor klei, vertellen twee experts en een boer. Ook vertelde één van de experts dat de meeste besmettingen nu zitten in gebieden waar vroeger veel bloembollenteelt plaatsvond, met name de gladiolenteelt.

De meeste experts zeiden dat knolcyperus in de natuur, dus buiten akkers, ook zeker voorkomt. Daarnaast vertelden drie geïnterviewden dat knolcyperus ook in bermen kan zitten. Een reden die hiervoor was gegeven is dat knolcyperus aan werktuigen kan blijven hangen en zo in de bermen terecht komt. De knolcyperus zou volgens dezelfde expert andersom ook weer over de akker versleept kunnen worden, wat voor een herbesmetting kan leiden. Een andere expert meldde wel dat knolcyperus in de natuur waarschijnlijk minder goed gedijt doordat de plant hier meer concurrentie ondervindt. Verder meldde de beleidsuitvoerende experts dat er weinig bekend is over de verspreiding van knolcyperus buiten akkers. Dit komt doordat er simpelweg geen geld of mankracht is om deze gebieden te inspecteren. Ook vallen deze gebieden buiten de productiegronden, waardoor daar wettelijk gezien geen maatregelen kunnen worden getroffen.

4.1.2 Verspreidingsroutes

Drie experts benoemden als belangrijke verspreidingsroute dat grond met knolcyperus knolletjes aan machines vastkleeft en wordt versleept. Bijna alle boeren benoemden deze verspreidingsroute ook en vulden hierbij regelmatig aan dat loonwerkers hier een grote rol in spelen. Zij gaan vaak met dezelfde machines over veel verschillende percelen heen en hebben daardoor een hoger risico om knolcyperus te verspreiden. Vier experts en enkele boeren vertelden dat besmet pootgoed ook een rol speelt in de verspreiding van knolcyperus. Door veel boeren werd nog gezegd dat knolcyperus met mest mee kan komen. Verder vertelden twee experts dat knolcyperus zich verder verspreidt door middel van grondtransport, waarbij besmette grond naar nieuwe locaties wordt gebracht.

Een natuurlijke verspreidingsroute die door twee experts werden benoemd was via everzwijnen. Everzwijnen kunnen de grond goed omwoelen, waardoor knolcyperus een kans kan krijgen. Daarnaast kan het ook via zaad verspreiden. Vier van de experts benoemden dat ze nog geen kiemkrachtig zaad producerende knolcyperus hebben gezien. Eén vertelde dat in België vlakbij Weert kiemkrachtig knolcyperus zaad is gevonden en dat er dus een kans is dat het hier ook heen komt. Een andere expert bevestigde dit en vertelde dat er door klimaatverandering een kans bestaat dat we kiemkrachtig knolcyperus zaad kunnen gaan zien in Nederland.

4.1.3 Fytosanitair protocol

Twee experts gaven aan dat er op dit moment geen fytosanitair protocol is. Bijna alle boeren gaven echter duidelijk aan dat ze hier actief bezig waren. Twee van hen gaven aan dat zij vooral bezig waren met het schoonhouden van pootgoed. Twee andere boeren gaven aan dat zij veel bezig waren met het schoonhouden van de machines.

4.1.4 Aanwezigheid bij boeren

Eén boer gaf aan dat hij zelf knolcyperus op enkele percelen had. De vier andere boeren vertelden dat zij het zelf niet hadden. Drie van hen gaven daarentegen wel aan dat zij iemand in de buurt kenden met een knolcyperus besmetting.

Over de verspreiding op percelen zelf waren er ook enkele vragen aan de experts. Een van de vragen ging over hoe snel het zich verspreid binnen een perceel. De antwoorden varieerde hier: drie zeiden dat een moederknol 1200 knolletjes kan maken, terwijl een andere respondent zei dat een moederknol tot 8000 knolletjes kan maken.

4.1.5 Stikstof

Door alle experts werd aangegeven dat ze eigenlijk niet goed wisten of stikstof invloed heeft op knolcyperus, maar twee zeiden wel dat ze vermoeden dat het een positief effect heeft op de groei van knolcyperus. Eén van deze experts vertelde echter dat stikstof een relatief kleine invloed heeft op de verspreiding van knolcyperus.

4.2 Opsporen en monitoren

4.2.1 Manieren van opsporen

Veel experts gaven aan dat de snelste manier om knolcyperus op te sporen simpelweg door herkenning van de plant is. Zo wordt het door de keuringmeesters van de NAK, Naktuinbouw en de BKD nog altijd gecontroleerd. Twee van de geïnterviewde boeren gaven aan dat zij gemakkelijk knolcyperus kunnen herkennen als het op hun perceel staat, waarbij één boer ook zei dat andere boeren het makkelijk zouden herkennen. De tweede boer herkende het zelf wel, maar merkte op dat zijn medewerkers en pachters het niet wisten als het er zat. De drie overgebleven boeren vermeldden dat zij het nooit gehad hebben, en dus ook niet goed wisten hoe het eruit zag. Dus ondanks dat het visueel waarnemen de snelste en goedkoopste manier is om knolcyperus op te sporen, lijkt het dat boeren en gerelateerden hier nog niet weinig mogelijkheid tot hebben.

Door zowel experts als boeren werd zeebies (ook wel heen genoemd) het vaakst benoemd als een onkruid waarmee knolcyperus makkelijk verward wordt. Hiernaast werden enkele keren ruige zegge, hanenpoot en (glad en harig) vingergras genoemd. Twee soorten (bleek en rood cypergras) die in hetzelfde geslacht zitten als knolcyperus, maar wel zeldzamer zijn, staan ook in de zoekkaart beschreven. Verder werden pitrus, groene naalbaar, Engels raaigras en bieslook genoemd als verwarrende soorten in de interviews, maar deze zijn niet meegenomen in de zoekkaart omdat deze minder op knolcyperus lijken dan de andere onkruiden hierboven genoemd.

Verder werden speurhonden benoemd door drie van de geïnterviewde experts. Eén van hen meldde daar echter wel bij dat dit alleen voor kleine besmettingen zou werken. Dit komt doordat een hond geen onderscheid maakt tussen enkele of duizenden knolletjes. Bij een paar knolletjes kan de hond dus makkelijker aangeven waar het zit in een perceel. Een andere expert was echter positiever over speurhonden inzetten op percelen. Diegene kwam ook met het idee om speurhonden in te zetten om plant- en pootgoed te checken op knolcyperus. Op deze manier kan de verspreiding naar nieuwe percelen een groot deel worden tegengegaan.

Als laatste noemde twee experts het gebruik van drones. Drones kunnen met cameras of AI dan herkennen of er knolcyperus in het veld staat en waar het zich bevindt. AI werd door een andere expert afgeraden voor nu, aangezien het gebruikte model nog niet goed genoeg in staat is om knolcyperus van andere planten te onderscheiden. Het zou in de toekomst wel een effectieve manier kunnen zijn om knolcyperus op te sporen, omdat het menselijke herkenningsfouten uit de weg gaat en op grote schaal kan worden toegepast.

4.2.2 Inspectie door keurmeesters

Veel experts gaven aan dat inspecties door keurmeesters van de NAK, Naktuinbouw en de BKD worden gedaan doormiddel van visuele herkenning. Bij twijfelgevallen kunnen planten opgestuurd worden naar de NVWA voor genetische analyse in het lab. Deze reguliere inspecties worden uitgevoerd op tuinbouw- en bolgewassen. Hoe vaak en intensief de keuringen zijn, verschilt per gewas. Ook worden gewassen met teeltverboden gecheckt; deze inspecties gaan door tot twee jaar nadat en teeltverbod is ingetrokken. Op aanvraag kan snijmais geplaatst worden op percelen met een teeltverbod als compensatie. Deze percelen worden dus ook gecontroleerd. De gewassen waar geen teeltverbod op zit of niet onder tuinbouw- of bolgewassen vallen, worden niet gecheckt. Zij kunnen alleen in het systeem komen door meldingen bij het NAK-meldpunt, of doordat de

keurmeesters het toevallig tegenkomen onderweg naar andere percelen. Meerdere experts van de keuringsdiensten geven aan dat dit verschil tussen gewassen zorgt voor oneerlijkheid tussen boeren. Door gebrek aan budget en tijd kunnen echter niet alle gewassen gecontroleerd worden.

4.3 Bestrijden

4.3.1 Belang van bestrijden

Uit de interviews met twee van de beleidsuitvoerende experts kwam naar voren dat boeren een bestrijdingsplicht krijgen wanneer knolcyperus op hun perceel wordt vastgesteld. Echter worden de boeren vrijgelaten in hoe zij dit onkruid bestrijden. Wat veel terugkwam in de interviews met de experts is hoe belangrijk het is om knolcyperus snel te bestrijden. Dit komt doordat knolcyperus snel groeit en lastig te bestrijden is en je er daardoor moeilijk van af komt. Bij grote haarden is dit nog lastiger. Een boer met knolcyperus op zijn veld bevestigt het belang van snel bestrijden. Daarnaast zegt hij dat aan mensen moet worden getoond wat er op de lange termijn gebeurt als dit niet wordt gedaan. Ook moet de bestrijding vroeg in het jaar beginnen, in april al raadt een van de experts aan. Een enkele bestrijdingsmethode is hierbij vaak niet voldoende, vermeldden de meeste experts. Uit de interviews met experts kwam naar voren dat een integrale aanpak nodig is om knolcyperus effectief aan te pakken, waarbij meerdere technieken moeten worden gebruikt. Hiermee kan bij een gunstige bestrijding 70% van de knolcyperus doodgaan, zegt één van de experts. Wel zeiden enkele experts dat de beste keuze en effectiviteit van bestrijdingsmethodes situatie afhankelijk zijn. Toch blijft het principe van knolcyperus bestrijden over het algemeen hetzelfde vertelden drie experts: je moet de knolletjes uitputten. Eén van de experts vertelde dat na vier keer uitlopen alle energie van de knolletjes op is. Als dit wordt bereikt, wordt knolcyperus dus effectief bestreden.

4.3.2 Bestrijdingstechnieken

In Tabel 5 is elke benoemde bestrijdingstechniek weergegeven en wat de boeren en experts ervan vonden. Wat opvalt in Tabel 5 is dat de boeren veel minder kennis hadden van andere bestrijdingstechnieken naast herbiciden.

Tabel 5: Bestrijdingstechnieken en hoe vaak ze genoemd zijn door experts (grijs) en boeren (wit).

Bestrijdingstechniek	Aantal keer benoemd in interviews	Voorstanders	Anders
Chemisch	6	3	3
Chemisch	4	4	0
Stomen	5	5	0
Stomen	1	0	1
Elektrisch	4	3	1
Elektrisch	0	0	0
Mechanisch	3	3	0
Mechanisch	1	1	0
Mechanisch: afgraven	4	4	0
Mechanisch: afgraven	1	0	1
Afdekken/Anaeroob	2	2	0
Afdekken/Anaeroob	1	1	0
Competitie	2	2	0
Competitie	0	0	0

Bij beide groepen zijn herbiciden de meest genoemde bestrijdingstechniek. Echter liepen de meningen over herbiciden uiteen. Allereerst waren drie experts positief over het gebruik van herbiciden om knolcyperus te verminderen. Drie andere zeiden echter dat de effectiviteit te

betwisten valt, of dat de voorkeur op andere bestrijdingsmiddelen moet liggen. Eén van de gegeven redenen was dat er een maatschappelijke wens is om minder tot geen pesticiden te gebruiken. Deze tweestrijd is niet zichtbaar bij de boeren, vier zeiden dat herbiciden de voorkeur hebben bij bestrijding. De op één na meest genoemde bestrijdingstechniek was stomen. Alle experts die deze techniek benoemden waren redelijk positief over het gebruik hiervan. Een kanttekening hierbij wel is dat ze zeiden dat dit vooral effectief is bij kleine besmettingen. Eén van de boeren benoemde deze techniek ook maar achtte hem qua inzetbaarheid minder in dan herbiciden.

Afgraven werd bij zowel boeren als experts benoemd als mogelijke bestrijdingsmethode voor knolcyperus. De meningen liepen echter uiteen bij de vraag of afgraven een goede bestrijdingsoptie is. Twee experts gaven aan afgraven een erg effectieve methode te vinden. Twee experts en twee boeren vonden de nadelen van afgraven echter niet opwegen tegen de voordelen. Eén boer die fel tegen afgraven was vertelde dat het zonde is van het veld, en dat je knolcyperus mogelijk door je hele perceel verspreidt bij het opvullen van het gat. Hij benoemde ook dat afgraven de grondkwaliteit flink verslechtert en dat de marges die aangehouden worden bij het afgraven door boeren vaak te klein zijn, waardoor de besmetting blijft. Drie van de experts meldden dat andere mechanische bestrijdingsmethoden in de praktijk ook kunnen werken. Meestal kwam hier ook bij dat het vaak moet worden gebruikt in combinatie met andere bestrijdingstechnieken zoals herbiciden. Een boer benoemde ook mechanische bestrijding en vermeldde het als behandelingsmethode bij een besmetting een aantal kilometer verderop.

Twee andere bestrijdingstechnieken die werden benoemd waren afdekken en anaerobe bestrijding. Onder anaerobe bestrijding werd vooral eiwitrijk gras of andere eiwitrijke producten benoemd, zoals Herby. Meestal wordt anaerobe bestrijding gecombineerd met afdekken, vertellen zij ook. Echter waren zij redelijk neutraal over de effectiviteit van deze bestrijdingstechnieken. Eén boer benoemde afdekken ook, en was ook neutraal over de effectiviteit hiervan. Een andere techniek die werd vermeld door twee experts was het gebruik van snelgroeiende gewassen om knolcyperus weg te concurreren. Twee gewassen die werden genoemd hiervoor waren mais en vezelhennepe.

Door de geïnterviewden zijn sommige bestrijdingsmethoden maar één keer vermeld:

- Bevriezen
- Dieren
- GMO-biociden
- Composteren
- Radiogolven

Aangezien ze maar één keer benoemd zijn, wordt er niet verder op ingegaan. Wellicht zijn sommige van deze bestrijdingsmethoden in de toekomst relevant om te onderzoeken.

4.4 Sociaal aspect

4.4.1 Meldingsbereidheid

In Nederland is er geen verplichting om een knolcyperusbesmetting te melden. Alle experts geven aan dat zij denken dat het verspreidingsgebied in werkelijkheid significant groter is dan wat bekend is, doordat veel boeren een besmetting niet melden. Er zitten namelijk grote consequenties aan, waaronder een teeltverbod. Echter gaven twee uit vier boeren aan dat zij wel een besmetting zouden melden. Dit zou mogelijk kunnen komen omdat er een gerucht rondgaat dat er wel een meldplicht is, aldus één van de experts. Meerdere boeren gaven ook zelf aan dat ze weinig kennis hadden over de regelgeving rondom knolcyperus. De vraag is dus of een meldplicht de verspreiding van knolcyperus zal tegengaan. Er wordt dus regelmatig al vernomen dat die er is, terwijl veel besmettingen nog steeds niet gemeld worden.

Er is dus een redelijke zwijgcultuur ontstaan rondom knolcyperus. Een boer benoemde dat schaamte ook een deel van het probleem is. Mensen willen niet bekend staan als iemand die knolcyperus op zijn perceel heeft staan. De experts beaamden ook dat ze onderling tussen boeren en anderen weinig tot geen communicatie verwachtten. Eén van de beleidsuitvoerende experts gaf aan dat informatie

over besmettingen niet gedeeld wordt met derden. Zowel de landeigenaren als de gebruikers van de grond worden geïnformeerd over de besmetting en het daaropvolgende teeltverbod, vertelt een andere beleidsuitvoerende expert. Om zeker te zijn dat informatie omtrent deze besmetting alleen de juiste personen bereikt wordt elk jaar gevraagd naar wijzigingen in de eigenaars- en gebruikssituatie van dit perceel, wordt hierbij vermeld.

Vanuit boeren en experts wordt open communicatie wel verlangd. Dit blijft lastig in de situatie rondom het onkruid. Een onderzoeker benoemde dat om de aanpak van knolcyperus effectiever te maken, open communicatie van belang was. Eén van de andere experts zei juist dat een effectieve bestrijdingsmethode de communicatie zou verbeteren.

Uit de interviews met de experts kwam naar voren dat zij in de praktijk mensen met verschillende houdingen tot knolcyperus zagen en dit ook mogelijk bijdraagt aan het probleem. Twee experts meldden dat er in de praktijk mensen echt geholpen willen worden en zelf gelijk aan de slag willen als het wordt geconstateerd. Maar er is ook een klein aantal boeren die het niet serieus genoeg nemen en dingen achterhouden of niet genoeg bezig zijn met effectieve bestrijdingsmaatregelen.

4.4.2 Teeltverboden

Wanneer knolcyperus wordt vastgesteld op een agrarisch perceel wordt een geheel of gedeeltelijk teeltverbod gegeven voor dat stuk grond, afhankelijk van de grootte van de infectie. Dit teeltverbod geldt tot drie jaar na de laatst waargenomen besmetting. Tijdens dit teeltverbod moet het stuk land braak worden gelegd, maar voor bepaalde gewassen mag wel nog een ontheffing aangevraagd worden. Ook krijgt de boer een bestrijdingsplicht wanneer knolcyperus is vastgesteld en moet de boer, afhankelijk van het type gewas, zijn plant- en pootgoed vernietigen. Veel experts en boeren lieten daarom ook weten dat knolcyperus een grote impact heeft op boeren. Ondanks de grote impact waren de meeste experts en boeren het erover eens dat een teeltverbod nodig blijft met de angst dat het probleem veel groter wordt wanneer het teeltverbod verdwijnt. Twee boeren redeneerden echter wel dat de meldingsbereidheid waarschijnlijk een stuk hoger zal worden wanneer het teeltverbod versoepeld wordt. Een van de experts zou het liefst een streep door het teeltverbod willen. Hiervoor zou eerst de focus meer moeten liggen op het verbeteren van de bestrijding, waarna er meer gefocust moet worden op het beheersbaar maken in plaats van het uitroeien van knolcyperus, vertelt hij. Ook hij vertelde dat het schrappen van het teeltverbod voor meer meldingsbereidheid zorgt.

4.4.3 De behoefte van boeren

Uit de interviews zijn een aantal behoeften van boeren naar voren gekomen. Ten eerste wilden de boeren meer duidelijkheid over knolcyperus, vooral in de wetgeving, ecologie en bestrijdingsmogelijkheden. Een aantal van de boeren benoemden dat er veel informatie op het internet te vinden is, en dat de wetgeving rondom allerlei aspecten van de landbouw snel verandert. Doordat veel informatie de rode lijn onduidelijk maakt, is er behoefte aan een plek waar alle informatie kort en duidelijk beschreven staat en beschikbaar is voor iedereen. Door de komst van deze producten zal hopelijk het onderwerp meer bespreekbaar worden. Dit werd door één van de experts en één van de boeren ook benoemd. Dit rapport, de zoekkaart en de infographic zouden daarbij een belangrijke rol kunnen spelen.

Tijdens de interviews werden verschillende onderwerpen benoemd die volgens boeren relevant waren voor dit rapport. Eén van de boeren benoemde de bestrijdingsmethoden, met daarmee de kosten en voor- en nadelen. Twee andere boeren benoemde fyto-sanitaire protocollen, en vooral hoe zij zelf verspreiding konden tegengaan. Als laatste werd ook informatie over de ecologie van de plant verlangd. Deze aspecten komen terug in het verslag en de infographic. De bedoeling van de infographic is om gedeeld te worden met boeren, zodat zij een duidelijk overzicht hebben van de verspreiding, opsporing en bestrijding van knolcyperus en wat daarbij te pas komt. Ook zal de eerder besproken zoekkaart gemaakt worden. Al waren niet alle boeren daar enthousiast over, vonden de meeste boeren dit een goed idee.

Discussie

Veel methoden die in Hoofdstuk 2 en 3 over opsporing en monitoring en bestrijding zijn besproken zijn gebaseerd op slechts één of enkele onderzoeken. Ook komen veel van deze onderzoeken uit het buitenland. Dit maakt de onderliggende aannames voor deze methoden kwetsbaar, omdat het gedrag van de plant en daarmee de resultaten van het experiment sterk beïnvloed kunnen worden door omgevingsfactoren. Hierdoor bestaat het risico dat de methoden minder betrouwbaar zijn in de Nederlandse akkerbouw.

In het hoofdstuk opsporen zijn voor het kopje speurhonden en een klein stukje over drones gebaseerd op websites van bedrijven die deze methoden commercieel aanbieden. Er bestaat een risico dat de informatie die hier vandaan komt bevooroordeeld is. De belangen achter de informatie die hier wordt weergegeven kunnen zorgen dat het niet objectief wordt vermeld.

Verspreiding

Onder het kopje verspreiding 4.1 worden vergelijkingen getrokken met de situatie in België. De experts deden dit ook veel. Vooral met de vraag over of knolcyperus kiemkrachtig zaad kan produceren in Nederland. Daarin werd ook gewaarschuwd dat het in België al kan en dat het in de toekomst ook zeker in Nederland zou kunnen gebeuren. In de interviews is de grootste verspreidingsroute volgens beide groepen slecht schoongemaakte machines. Boeren gaven hier specifiek de mestinjecteur als schuldige. Ook werd er aangegeven door een aantal experts dat er geen fytosanitair protocol is. In de literatuur zijn we ook nog geen fytosanitair protocol tegengekomen. Wel vermeldden een meerderheid van de boeren dat ze dit wel belangrijk vonden en er ook veel mee bezig waren.

Opsporing

Over opsporing kwamen de interviews redelijk overeen met het hoofdstuk over opsporing. Veruit de meest gebruikte methode was visueel met het blote oog. Echter werd door experts en boeren wel gemeld dat het lastig kan zijn door de grote gelijkenis met zeebies. Honden werden ook genoemd als mogelijke opspoormethode voor knolcyperus. Hierbij werd ook vooral gezegd dat het interessant is om te kijken of honden en stoommachines samen kunnen worden gebruikt bij het opsporen en bestrijden van kleine besmettingen. Verder werd ook gezegd dat drones een grote rol kunnen gaan spelen bij de opsporing en herkenning. Ze benoemden wel dat deze techniek echt nog wel in de kinderschoenen staat voor knolcyperus. Ook dit komt overeen met de gevonden literatuur. Hierin werd namelijk ook gezegd dat de herkenning nog niet adequaat genoeg is.

Bestrijding

In het bestrijdingsgedeelte van dit rapport is uitgebreid gepraat over herbiciden als mogelijke bestrijder of onderdrukker van knolcyperus. Ook al is dit misschien niet de meest ecologisch verantwoorde keuze. In de praktijk hebben veel geïnterviewden dit ook doorgegeven als bestrijdingsmiddel. Veel boeren gaven ook aan dat ze chemische middelen zouden gebruiken als ze knolcyperus hebben. Ook deelde een boer dat hij graag zou zien dat het middelen pakket uitgebreid zou moeten worden om de aanpak te verbeteren. Echter waren een aantal experts het hier niet mee eens, zij vertelden juist dat herbiciden niet volledig werkten tegen knolcyperus. Dat komt deels overeen met de gevonden informatie uit het hoofdstuk over bestrijding. Ook daar werd namelijk uiteengezet dat er geen 'end-all' herbiciden zijn om knolcyperus effectief te bestrijden. Ook werd in dat hoofdstuk benoemd dat er in de toekomst meer gekeken zou moeten worden naar een geïntegreerde aanpak. Ook dat is een mening die de geïnterviewde experts delen. Verder werd in de interviews afgraven als mogelijke bestrijdingsmethode benoemd, hierover liepen de meningen sterk uiteen. Onder de experts was de rode draad dat het de meest effectieve methode is mits het secuur gebeurt. Niet iedereen was er voorstander van, een boer meldde dat het verspreiden in de kaart kon spelen doordat de grond om het gat te vullen van de rest van het perceel wordt afgeschraapt. Dit kan ervoor zorgen dat je knolletjes misschien over je hele land heen verspreid. Opmerkelijk is wel dat dit niet is behandeld in het hoofdstuk over bestrijding. Dit komt mede omdat

er weinig informatie over te vinden is. Een vervolgonderzoek zou na kunnen gaan wat de beste afstand is hoe ver je om een knolcyperusbesmetting heen moet graven

Sociaal aspect

Over het mogelijk taboe op knolcyperus liepen de meningen tussen de experts en de boeren sterk uiteen. De experts zeiden allemaal in zekere mate dat er een taboe is op het praten over knolcyperus. De boeren, op één na, zeiden echter dat ze wel openheid van collega-boeren ervaarden over dit probleem

In de interviews met de boeren kwam naar voren dat ze behoefte hadden aan meer informatie. Dit werd ook deels ondersteund door de weinige variatie in antwoorden over bestrijdingsmethoden bijvoorbeeld. Ook de misvatting dat er een meldplicht zou zijn gaat nog steeds rond bij boeren. Dit kan goed worden gebruikt als indicatie dat er meer aandacht zou moeten gaan naar het verspreiden van juiste informatie over knolcyperus richting boeren.

Communicatie over knolcyperus kan de verspreiding in kaart brengen en boeren informeren over verspreidings-, opsporings- en bestrijdingsmethoden. Echter zal de communicatie niet zomaar verbeteren onder deze regelgeving als boeren geen goede manier hebben om een knolcyperusbesmetting te bestrijden. Dit komt doordat een melding leidt naar een teeltverbod, dat pas ingetrokken wordt als de plant volledig bestreden is. Experts zeggen dat de regelgeving aanpassen niet verstandig is. Het afschaffen van een teeltverbod leidt namens hen namelijk tot meer verspreiding van dit onkruid.

Interview beperkingen

Interviews dragen inherent een risico met zich mee. Dit risico is de interpretatie van de antwoorden van de respondenten door de afnemer van het interview. Om dit effect te verminderen hebben we met drie teamgenoten deze antwoorden bekeken en gewogen. Daardoor hebben we de antwoorden naar weten zo neutraal mogelijk verwerkt.

De antwoorden van de respondenten zijn ook sterk afhankelijk van hoe vragen zijn gesteld. Zoals eerder in de methode werd genoemd hebben we gebruik gemaakt van semigestructureerde interviews. Dit heeft ertoe geleid dat van sommige respondenten we gedetailleerdere antwoorden hebben gekregen dan andere. Achteraf gezien staan wij nog steeds achter deze keuzes, echter zouden we wel meer wijzigingen doorvoeren in de gebruikte interviewprotocollen. Zo zouden we achteraf gezien meer vragen willen stellen over de misvatting over de meldplicht of het mogelijk iets meer willen verkennen.

Door het kleine aantal respondenten van onze interviews hebben wij waarschijnlijk nog geen saturatie gekregen voor alle antwoorden. Dat kan in de praktijken betekenen dat er nog meer zaken zijn die niet aan bod zijn gekomen of dat bepaalde meningen of onderwerpen onderbelicht zijn. Gezien de periode waarin we de interviews behandeld moest hebben was het niet mogelijk om meer interviews af te nemen. In een mogelijk vervolgonderzoek zouden we aanraden om meer respondenten te zoeken

Een van de boeren die we hebben geïnterviewd bleek er in de praktijk heel weinig mee te maken te hebben. Hierdoor zijn er weinig bruikbare antwoorden verkregen uit dit interview. Desondanks hebben we besloten om zijn antwoorden mee te nemen in de uiteindelijke analyse van de interviews. Dit hebben we gedaan omdat we andere het aantal respondenten te laag vonden en er wel goede informatie uitkwam.

Aan de experts werd gevraagd of er een taboe is rondom het onderwerp knolcyperus onder boeren en deze groep was er zeker van dat er een taboe op rust. Bij de boeren was dit lastig terug te vinden aangezien vier boeren antwoord hebben gegeven op deze vraag en drie zeiden dat er wel veel openheid over is. De ander zei iets heel anders; dat het veel boeren het eigenlijk wel hebben maar er niets over willen zeggen omdat ze anders misschien een teeltverbod krijgen. Verder was het ook erg moeilijk om boeren te vinden die daadwerkelijk knolcyperus hebben en daar ook open over wilden zijn. Een oplossing voor het eerste gedeelte is meer tijd uittrekken voor het plannen en

afnemen van interviews. Dit houdt ook in dat er meer interviews moeten worden afgenomen. Voor het tweede probleem hebben we nog geen snelle oplossing. Een idee zou kunnen zijn om nog meer te benadrukken dat het volledig anoniem is. Alleen is het lastig te voorspellen of dit daadwerkelijk tot meer interviews en kwalitatief inhoudelijk betere antwoorden gaat leiden.

Conclusie

Hieronder wordt per deelvraag behandeld welke informatie we hebben verkregen tijdens dit project en welke conclusies hieruit kunnen worden getrokken. Aanbevelingen op basis van deze conclusies worden behandeld onder het kopje Aanbevelingen.

Wat zijn belangrijke ecologische aspecten van knolcyperus voor verspreiding?

Knolcyperus is een cypergras dat in staat is wortelstokken en overwinterende knolletjes te maken. Hierdoor kan het zich snel verspreiden door een veld heen. Er zijn verschillende morfologische variëteiten die zich verschillend lijken te gedragen. De meeste variëteiten planten zich alleen vegetatief voort. In België zijn er ook variëteiten bekend die mogelijk aan levensvatbare zaadsetting doen. Temperatuur stuurt de kieming van knolletjes, terwijl de aanmaak van bloeiwijzen en nieuwe knolletjes afhankelijk is van daglengte. Alleen de knolletjes overwinteren, maar de rest van de plant sterft bij de eerste vorst af. Doordat knolcyperus vroeg in het voorjaar opkomt zorgt het voor lichtcompetitie met gewassen, maar kan door bedekking van andere gewassen zelf ook verminderd worden.

Knolcyperus komt in grote delen van ons land voor in akkers, en in mindere mate in bermen en natuurgebieden. Wel is er nog weinig bekend over de aanwezigheid en verspreiding van knolcyperus buiten akkers. Van nature verspreidt de plant zich via wortelstokken, knolletjes en zaden. In zijn natuurlijke habitat groeit knolcyperus langs stromend water, waarmee de knolletjes verspreid kunnen worden. Omdat succesvolle zaadkieming in Nederland nog zeldzaam lijkt te zijn, is de verspreiding van verschillende lijnen van knolcyperus waarschijnlijk nog goed te volgen doordat alle individuen van een lijn genetisch identiek zijn.

Wat zijn de menselijke invloeden op de verspreiding van knolcyperus?

Menselijke verspreidingsroutes op akkers zijn via besmette landbouwvoertuigen en besmet plant- en pootgoed. Pootgoed kan knolcyperus verspreiden doordat besmet pootgoed niet altijd goed genoeg wordt nagekeken, en knolcyperus zich ook in knollen en bollen van andere gewassen kan verstoppen. Landbouwvoertuigen kunnen bij het rijden over besmette akkers knolcyperus meenemen en deze later op andere akkers achterlaten. Daarom is het fytosanitair reinigen van voertuigen een belangrijke manier om verspreiding van knolcyperus te verminderen. Vanuit de interviews werd een vergelijkbaar beeld geschetst als uit de literatuur. Slecht schoongemaakte machines waren de belangrijkste route. De meeste boeren wezen hier specifiek naar de mestinjecteur als verspreider. Ook werd er door de experts verteld dat er nog geen effectief fytosanitair protocol was om de verspreiding te drukken.

Welke technieken kunnen worden toegepast om knolcyperus op te sporen en te monitoren?

De huidige monitoring door actieve controles en meldingen leidt tot een beperkte hoeveelheid meldingen. Daardoor is er geen goed zicht op de regionale of landelijke omvang van knolcyperus besmettingen. Ook is niet duidelijk hoe groot deel van de besmettingen nu wel wordt gemeld. Wat wel naar voren kwam is dat een groot deel zei dat het probleem veel groter is dan tot nu toe bekend is. Voor het opsporen van knolcyperus zijn een aantal veelbelovende methoden. Drones uitgerust met hyperspectrale camera's in combinatie met nauw gekalibreerde software, of normale RGB-camera's in combinatie met AI-software worden nog onderzocht en lijken veelbelovend. Echter zijn deze drones enkel te gebruiken tijdens het groeiseizoen van knolcyperus omdat het planten detecteert en is de methode nog enigszins duur. Daarbij is de nauwkeurigheid nog niet hoog genoeg en wordt deze lager naarmate de dichtheid van het gewas toeneemt. Honden worden al ingezet om met grote betrouwbaarheid en nauwkeurigheid de verschillende plantdelen van knolcyperus op te sporen waardoor het plaatselijk kan worden bestreden. Varkens kunnen deze plantdelen ook

opsporen en opeten, maar de effectiviteit hiervan is nog discutabel en vereist meer onderzoek. Moleculaire en genetische identificatie kan door monsters op te sturen naar het lab waar op verschillende manieren kan worden vastgesteld of een plant inderdaad knolcyperus is en eventueel welke kloon. Uit de interviews kwamen de hiervoor benoemde methodes ook naar voren. Een meerderheid van zowel de experts als de boeren zei dat de detectie alleen met het oog gedaan werd. Experts vertelde wel dat honden wellicht gebruikt kunnen worden om kleine besmettingen in een perceel te vinden. Over drones werd gezegd door een aantal experts dat er nog veel onderzoek naar moet komen om dat het nog niet nauwkeurig genoeg was.

Knolcyperus wordt vaak verward met onder andere zebies, ruige zegge, bleek cypergras, rood cypergras, Europese hanenpoot, en glad en harig vingergras. Deze soorten kunnen visueel worden onderscheiden op basis van morfologische kenmerken.

Welke mogelijke bestrijdingstechnieken kunnen worden toegepast op knolcyperus?

De huidige beschikbare bestrijdingstechnieken zijn breed toepasbaar op verschillende schalen voor het controleren van knolcyperus. Herbiciden zijn hierbij vrijwel altijd cruciaal; echter zijn er geen beschikbare herbicideproducten die knolcyperus afzonderlijk kunnen uitroeien uit een veld. Een duidelijke trend uit herbicideonderzoek is de effectiviteit van de combinatie van een PPI- of PRE-herbicide met een POST-herbicide. Deze combinatie van herbiciden is vrijwel altijd effectiever dan een enkele applicatie voor de vermindering van knol- en scheutaantal. Winter groeiende groenbemesters zijn weinig effectief in de onderdrukking van knolcyperus, waarschijnlijk omdat knolcyperus in knolrust is tijdens de wintermaanden. Zomergewassen daarentegen kunnen wel een sterk onderdrukkend effect hebben op knolcyperus. Hierbij is het van uiterst belang dat het gekozen gewas vroeg in het groeiseizoen snel groeit en een dicht bladerdek vormt. Dit vermindert de hoeveelheid beschikbaar licht voor het onkruid dat een cruciaal element is voor de groei en knolvorming van knolcyperus. Mulchen als onkruidonderdrukker voor knolcyperus is gematigd effectief op scheut- en knolproductie. Verder is het ook lastig toepasbaar op open percelen. Grondbewerking zoals ploegen, cultiveren en het gebruik van een aangepaste pinda rooimachine kan effectief zijn bij het verminderen van plantdichtheid en knolaantal in zwaar besmette percelen. Dit is echter slecht toepasbaar in minder besmette percelen omdat het risico met zich meebrengt dat knollen verder worden verspreid over het perceel. Regelmatig maaien, wekelijks of om de week, op een lage maaihoogte kan het knolaantal sterk verminderen mits dit over een lange periode gebeurt. Deze methode is effectief doordat de moederknollen zo langzaam uitgeput worden zonder dat ze nieuwe energie kunnen verkrijgen. Stomen is zeer effectief tegen knol- en scheutproductie mits dit lang genoeg gedaan wordt. Bij een te korte stoomduur leidt tot onvoldoende bodemverwarming van de diepere lagen waardoor knollen niet afsterven. Hierdoor is deze methode zeer kostbaar op grote percelen en is het beter toe te passen op plaatselijke besmettingen. Geen van deze methoden is in staat om knolcyperus volledig uit te roeien; daarom is een geïntegreerd IWM-protocol van uiterst belang. Van de hiervoor genoemde bestrijdingsmethoden waren door de experts en boeren vooral herbiciden, mechanische bestrijding en stomen genoemd als effectieve bestrijdingsmethoden. Wat opviel is dat boeren veel minder bestrijdingsmethoden wisten te benoemen dan de experts.

Aanbevelingen

Verspreiding

Fytosanitair protocol

Landbouwvoertuigen kunnen grote verspreiders van knolcyperus zijn van besmette binnen en naar nog onbesmette akkers. Twee geïnterviewde experts zeiden dat knolcyperus minimaal 40 meter en waarschijnlijk verder, kan worden verslept door landbouwvoertuigen. Daarom kan de ontwikkeling van een fyto-sanitair protocol voor het reinigen van machines, besmette grond en pootgoed bijdragen aan het verminderen van de menselijke verspreiding van knolcyperus. Als boeren goed weten hoe ze hun voertuigen moeten schoonmaken kan dit de hoeveelheid knolletjes die wordt verspreid sterk verminderen. Om de effectiviteit van het protocol te vergroten, kan het zinvol zijn dat een van de in dit verslag genoemde instanties betrokken is bij de handhaving, zodat het protocol juist wordt nageleefd. Uit de interviews is gebleken dat zowel boeren en experts het schoonmaken van machines belangrijk vonden, echter zeiden sommige experts dat hierop controleren financieel niet mogelijk was. Maar een duidelijk protocol kan wel informatie verschaffen over hoe deze verspreidingsroute kan worden verminderd. Het kan namelijk ook met loonwerkers worden gedeeld. Wat is gebleken uit de interviews is dat zij vaak nog weinig bezig zijn met knolcyperus, en dit protocol zou daarin kunnen helpen.

Verspreiding en variëteiten

Sinds de stop van wettelijke maatregelen op knolcyperus in 1991 is het beeld van de verspreiding van de plant erg vertroebeld, en wordt tot vandaag de dag nog op nieuwe plekken weer knolcyperus gevonden. Ook is het duidelijk vanuit landen zoals België dat er verschillende genetische en morfologische variëteiten aan knolcyperus aanwezig zijn in Europa, en waarschijnlijk ook in Nederland. Deze variëteiten kunnen zich verschillend gedragen op gebied van verspreiding (het wel of niet produceren van vitaal zaad), maar mogelijk ook in ecologisch gedrag en reacties op herbiciden. Als er een beter overzicht is over de verschillende variëteiten in Nederland, hun verspreiding en mogelijke verschillen in gedrag zou dit voor een specifiekere en efficiëntere aanpak kunnen zorgen. Daarom zouden onderzoeken zoals De Ryck et al. (2023a) en De Ryck et al. (2023b) interessant kunnen zijn om in Nederland te herhalen.

Opsporing en monitoring

Om verspreiding te voorkomen is het belangrijk dat opsporing zo snel mogelijk plaatsvindt. De makkelijkste en goedkoopste manier hiervoor is via visuele controle door boeren zelf of controleurs. Doordat deze controles nu enkel in de bollenteelt en tuinbouw worden uitgevoerd kunnen besmettingen in de akkerbouw zich nog relatief onopgemerkt verspreiden en uiteindelijk op verschillende plekken terechtkomen. Om dit te voorkomen zouden controles in alle agrarische sectoren kunnen worden uitgevoerd, zowel op akkers als in pootgoed, teeltmateriaal en landbouwmachines wanneer niet gebruik is gemaakt van een fyto-sanitair protocol. Voor het beter herkennen van knolcyperus zouden hulpmiddelen zoals de zoekkaart kunnen worden gebruikt.

De monitoring van besmettingszones is nog gebrekkig. Vrijwillige meldingen en meldingen van controleurs bij de NAK leiden tot een onderschatting van onbekende grootte van het aantal besmettingszones. Het beter bespreekbaar maken van dit onderwerp zou kunnen bijdragen aan een hogere meldingsgraad. Daarnaast zou het melden makkelijker en toegankelijker kunnen worden gemaakt met een centrale website of app.

Om knolcyperus te kunnen waarnemen zijn een aantal methoden in het verslag genoemd. Naast visuele waarneming van boeren of controleurs lijken speurhonden hiervoor de beste optie. Deze methode is betrouwbaar, kan besmettingslocaties nauwkeurig aangeven, kan met enkele uitzonderingen het hele jaar lang gebruikt worden en ook landbouwmachines en pootgoed controleren. Het gebruik van speurhonden voor landbouwmachines en pootgoed zou de verspreiding van knolcyperus sterk verminderen, echter is de inzet hiervan wel gelimiteerd door de hoeveelheid beschikbare honden. Door de nauwkeurigheid van deze methode zou het goed gecombineerd kunnen

worden met bestrijdingsmethoden die lokaal kunnen worden ingezet zoals stomen, afgraven of mulchen.

Andere methoden vereisen nog meer onderzoek om inzetbaar te zijn. Beeldvormende technieken met drones hebben potentie om een goede optie te zijn, maar vereisen nog technische verbeteringen om knolcyperus met een groter succespercentage te kunnen herkennen en de locatie nauwkeuriger te kunnen bepalen. Varkens hebben ook potentie, maar de gevolgen zijn nog controversieel. Deze methoden kunnen verder onderzocht worden.

Bestrijding

In de context van bestrijding moet er rekening gehouden worden met de omvang van besmetting door knolcyperus op een veld. Zo kan verdere verspreiding het best voorkomen worden, er zo weinig mogelijk impact gemaakt worden op de rest van het veld en het onkruid zo efficiënt mogelijk worden bestrijden. Om deze reden hebben we de aanbevelingen voor bestrijdingen van knolcyperus hieronder ingedeeld in drie schalen: kleine besmettingen, grote besmettingen en volledig besmette percelen.

Het gebruik van herbiciden is altijd aan te raden mits er rekening wordt gehouden met adequate dosering en er niet onnodig gespoten wordt op plekken waar geen sprake is van een besmetting. Hierbij is het van belang dat er een sequentiële toepassing wordt gebruikt van een PPI- of PRE-herbicide met een POST-herbicide.

Kleine plaatselijke besmettingen

Kleine plaatselijke besmettingen worden gedefinieerd als besmettingen die gelimiteerd zijn tot tien vierkante meter. Dit is dus een vroeg stadium van de besmetting die dus ook het snelste effectief bestreden kan worden. Uit de praktijk blijkt dat afgraven vaak gebruikt wordt op deze schaal doordat het effectief en snel toe te passen is. Het zou wel verder onderzocht moeten worden wat het oppervlakte is wat je moet afgraven rondom de besmetting. Afgraven is echter ook alleen mogelijk wanneer de besmetting gelimiteerd is tot een paar vierkante meter. Na het afgraven kan het gat bedekt worden met een ondoorzichtige bodembedekker om knolcyperus herstel via mogelijk gemiste wortelstokken of knollen te vermijden. Daarnaast kunnen bodembedekkers op deze schaal ook goed ingezet worden als een zelfstandige methode. Als laatste is stomen op deze schaal ook een zeer effectieve methode om alle diepliggende knollen te doden. Deze methode komt met het laagste risicogehalte aangezien het de knollen niet verder kan verspreiden.

Grote plaatselijke besmettingen

Grote plaatselijke besmettingen worden gedefinieerd als besmettingen vanaf tien tot een paar honderd vierkante meter. Op deze schaal blijven stomen en mulchen het nog waard om toe te passen. Daarnaast is het gebruik van meer experimentele methoden zoals de aangepaste pinda rooimachine een zeer toepasselijk optie op deze schaal. De aangepaste pinda rooier moet echter wel onderzocht worden voor de toepassing in de Nederlandse agricultuur. Hierbij moet er wel rekening gehouden worden dat de machine alleen de grond bewerkt waar de besmetting aanwezig is om zo verdere verspreiding via potentieel verloren knolletjes te vermijden.

Volledig besmette percelen

Volledig besmette percelen hebben de grootse aantal opties voor de onderdrukking van knolcyperus. Doordat het een volledig besmette percelen betreft is de verdere verspreiding door grond bewerkende machines geen probleem; mits deze machines grondig schoon worden gemaakt voordat deze op andere percelen gebruikt wordt of de besmette percelen als laatste worden bewerkt. Hierdoor is het ploegen, frezen en knolcyperus mechanisch verwijderen door een pinda rooi machine in een perceel mogelijk een goede methode om plantdichtheid sterk te verminderen. Dit kan daarom als eerste methode gebruikt worden om vervolgens methodes zoals regelmatig maaien en competitieve zomergewassen toe te passen. Doordat de plantdichtheid dan al lager is zullen deze methodes effectiever zijn om knolcyperus te onderdrukken.

Beheersen

Vanuit de interviews kwam ook een interessante nieuwe blik naar voren op het bestrijden van knolcyperus. Namelijk in plaats van het volledig willen uitroeien, proberen om het beheersbaar te maken en verder samen te leven met het onkruid. Met de hierboven benoemde bestrijdingsmethoden en een fytosanitair protocol zou de aanwezigheid van de plant gestabiliseerd kunnen worden, in plaats van teruggedrongen. Of dit mogelijk is, moet echter nog wel onderzocht worden. Mocht dit zo zijn, hoeven er uiteindelijk geen controles meer vanuit de keuringsdiensten gedaan worden en zullen teeltverboden niet meer uitgedeeld worden.

Sociaal aspect

In het rapport is het minimaal benoemd, maar loonwerkers spelen een grote rol in de landbouw en dus ook in de verspreiding van knolcyperus. Wij zijn er niet aan toe gekomen om met deze groep in gesprek te gaan dus zouden wij aanbevelen om alsnog met deze groep in gesprek te gaan. Hierbij moet het vooral gaan over hoe een mogelijk fytosanitair er uit zou moeten gaan zien. Ook is het belangrijk om inzicht te krijgen over de relatie tussen boeren en loonwerkers en hoe deze veranderde voorschriften dit beïnvloeden.

In de discussie is benoemd dat er weinig openheid is onder boeren om het over knolcyperus te hebben. Ook wordt in het hoofdstuk over de interviews verteld over leren leven met knolcyperus net als in een van de eerdere aanbevelingen. Hiermee wilden we het onderwerp van het teeltverbod aansnijden. Het teeltverbod van ten minste drie jaar is een van de grootste redenen dat boeren dit onderwerp liever niet bespreken. Een van de ideeën die een geïnterviewde expert vertelde was dat we het teeltverbod eraf kunnen halen en ermee leren leven. Een andere expert uit vertelde ook dat niet gelooft dat het werkt. Andere experts, en alle geïnterviewde boeren zelf waren van mening dat het verbod beter kan blijven. De hoofdreden hiervoor was dat dit een ingrijpende, maar ook een effectieve methode kan zijn om besmettingen in te dammen. Wij zijn van mening dat we het teeltverbod beter in stand kunnen houden maar dat er wel sneller vanaf gekomen kan worden doormiddel van stevige toezeggingen door de boer en regelmatige controle.

Ethische implicaties

De aanbevelingen uit dit rapport kunnen aanzienlijke gevolgen hebben voor verschillende sectoren en brengen verschillende ethische vraagstukken met zich mee. Hierbij zijn meerdere belanghebbende partijen betrokken, waarin boeren centraal staan, aangezien zij in alle gevallen de directe gevolgen van de resultaten uit dit rapport zullen ondervinden. Daarnaast spelen andere belanghebbende partijen, zoals beleidsmakers, consumenten en bedrijfsadviseurs ook een belangrijke rol.

Zo kan het intensieve gebruik van herbiciden voor bestrijding van knolcyperus ernstige gevolgen hebben voor de biodiversiteit in en rondom landbouwpercelen, evenals voor de algemene volksgezondheid en het milieu. Denk hierbij bijvoorbeeld aan een vermindering van bestuivende insecten. Ook gaat dit in tegen de wens vanuit de maatschappij om minder pesticiden te gebruiken. Verder kan het aanpassen van de wet- en regelgeving ernstige gevolgen hebben op boeren en hun financiële welzijn. Zo zal bijvoorbeeld de implementatie van een meldplicht leiden tot meer teeltverboden. Dit vermindert niet alleen het inkomen van boeren, maar verhoogt ook de kosten voor consumenten.

In de interviews zijn meningen verzameld van personen die in de praktijk te maken hebben met knolcyperus. Door met drie teamgenoten antwoorden van geïnterviewde te analyseren en te wegen, hebben we geprobeerd om een zo waarheidsgetrouw verslag uit te brengen over hun antwoorden. Ook hebben we de geïnterviewden gevraagd om de genoteerde antwoorden te controleren en hebben ze achteraf ook nog de mogelijkheid gekregen om wijzigingen aan te vragen als ze het niet overeen vonden komen met hun antwoorden. Om de privacy van de deelnemers te waarborgen hebben we de antwoorden geanonimiseerd. Dit is gedaan omdat het een gevoelig onderwerp betreft en er mogelijk consequenties aan zaten als bekend werd dat er mogelijk knolcyperus op een perceel zit.

De schrijvers van dit rapport zijn niet werkzaam bij Vertify en hebben geen banden met andere agrarische instituten naast Wageningen University and Research. Er is geen geld ontvangen van de opdrachtgever. Wel is dit rapport deels opgesteld voor een beoordeling van onze opdrachtgever. Wij streven ernaar om hier transparant in te zijn en hebben niet het idee dat er een vorm van belangenverstremming is.

AI-statement

De AI's ChatGPT en Consensus zijn gebruikt tijdens het schrijven van dit verslag. Beide fungeerden als zoekmachine voor bronnen in geval deze lastig te vinden waren. De gebruikte zoekopdrachten zijn opgesomd in Appendix A3. Daarnaast is ChatGPT gebruikt om spellings- en grammaticafouten uit de tekst te halen.

AI is niet gebruikt om stukken tekst te genereren en direct over te nemen of te parafaseren.

Literatuurlijst

- Abad, P., Pascual, B., Maroto, J. V., López-Galarza, S., Vicente, M. J., & Alagarda, J. (1998). RAPD analysis of cultivated and wild yellow nutsedge (*Cyperus esculentus* L.). *Weed Science*, *46*(3), 318–321. <https://doi.org/10.1017/s0043174500089487>
- Akin, D. S., & Shaw, David. R. (2001). Purple Nutsedge (*Cyperus rotundus*) and Yellow Nutsedge (*Cyperus esculentus*) Control in Glyphosate-Tolerant Soybean (*Glycine max*). *Weed Technology*, *15*(3), 564–570. [https://doi.org/10.1614/0890-037X\(2001\)015\[0564:PNCRAY\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1614/0890-037X(2001)015[0564:PNCRAY]2.0.CO;2)
- Baccin, L. C., & Moretti, M. L. (2025). Yellow Nutsedge (*Cyperus esculentus*) Management with Electrical Weed Control. *HortScience*, *60*(12), 2382–2387. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI18995-25>
- Banks, P. A. (1983). Yellow Nutsedge (*Cyperus esculentus*) Control, Regrowth, and Tuber Production as Affected by Herbicides. *Weed Science*, *31*(3), 419–422. <https://doi.org/10.1017/S0043174500069289>
- Basf. (2025). Knolcyperus. <https://www.agro.basf.nl/nl/Ziekten-plagen/Onkruiden/Grasachtige-onkruiden/Knolcyperus/>
- Bebeau, G. D. (2017). Plants of the Eloise Butler Wildflower Garden. *The Friends of the Wildflower Garden, Inc.* Geraadpleegd op 20 november. <https://friendsofeloisebutler.org/pages/plants/cyperusesculentus.html>
- Bendixen, L. E., & Nandihalli, U. B. (1987). Worldwide Distribution of Purple and Yellow Nutsedge (*Cyperus rotundus* and *C. esculentus*). *Weed Technology*, *1*(1), 61–65. <https://doi.org/10.1017/s0890037x00029158>
- Bezuidenhout, S. R., Reinhardt, C. F., & Whitwell, M. I. (2012). Cover crops of oats, stooling rye and three annual ryegrass cultivars influence maize and *Cyperus esculentus* growth. *Weed Research*, *52*(2), 153–160. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.2011.00900.x>
- BKD jaarverslag 2019 - 2024. (2025, 18 april). BKD - Uw Schakel in Kwaliteit. Geraadpleegd op 20 november 2025. <https://www.bkd.eu/>
- Bodemdetectie 2025. (2025). Knolcyperus opsporen in landbouwgrond | *Professionele speurhonden*. Bodemdetectie Onderdeel van Scent Imprint Conservation Dogs. Geraadpleegd op 28 november 2025 van <https://www.bodemdetectie.nl/knolcyperus-detectie/>
- Borg, S. J., & Schippers, P. (1992). Distribution of varieties of *Cyperus esculentus* L. (Yellow nutsedge) and their possible migration in Europe. *Proc. 9ème Coll. Int. Biologie Des Mauvaises Herbes. Dijon (1992)* 417-425.
- Cerritos, J., & Meyers, S. (2024). *Weed Spotlight: Yellow Nutsedge*. Facts for Fancy Fruit. *Issue 24-09*. Geraadpleegd op 26 november 2025 van <https://fff.hort.purdue.edu/article/weed-spotlight-yellow-nutsedge/>
- Chen, Y., Strahan, R. E., & Bracy, R. P. (2013). Effects of Mulching and Preemergence Herbicide Placement on Yellow Nutsedge Control and Ornamental Plant Quality in Landscape Beds. *HortTechnology*, *23*(5), 651–658. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH.23.5.651>
- Chen, Y., Strahan, R. E., & Bracy, R. P. (2014). Organic Mulch and Halosulfuron Placement Affect Yellow Nutsedge Control and Ornamental Plant Quality in Landscape Beds. *Journal of Environmental Horticulture*, *32*(1), 27–33. <https://doi.org/10.24266/0738-2898.32.1.27>
- Corbett, J. L., Askew, S. D., Thomas, W. E., & Wilcut, J. W. (2004). Weed efficacy evaluations for bromoxynil, glufosinate, glyphosate, pyriithiobac, and sulfosate. *Weed Technology*, *18*(2), 443–453. <https://doi.org/10.1614/WT-03-139R>

- De Cauwer, B., De Ryck, S., Claerhout, S., Biesemans, N., & Reheul, D. (2017). Differences in growth and herbicide sensitivity among *Cyperus esculentus* clones found in Belgian maize fields. *Weed Research*, 57(4), 234–246. <https://doi.org/10.1111/wre.12252>
- De Compost Brigade. (z.d.). *Warm composteren*. Geraadpleegd op 1 december 2025. <https://compostbrigade.nl/warm-composteren-compost-maken/>
- De Ryck, S., Reheul, D., & De Cauwer, B. (2021). Impacts of herbicide sequences and vertical tuber distribution on the chemical control of yellow nutsedge (*Cyperus esculentus* L.). *Weed Research*, 61(6), 454–464. <https://doi.org/10.1111/wre.12502>
- De Ryck, S., Reheul, D., & De Cauwer, B. (2023a). Impact of regular mowing, mowing height, and grass competition on tuber number and tuber size of yellow nutsedge clonal populations (*Cyperus esculentus* L.). *Weed Research*, 63(6), 371–381. <https://doi.org/10.1111/wre.12600>
- De Ryck, S., Reheul, D., De Riek, J., De Keyser, E., & De Cauwer, B. (2023b). Genetic and Morphological Variation of Belgian *Cyperus esculentus* L. Clonal Populations and Their Significance for Integrated Management. *Agronomy*, 13(572).
- De Vries, M. (2025, 2 mei). Speurhonden jagen op knolcyperus [Video]. Akkerwijzer.nl. *Geraadpleegd op 28 november 2025*. <https://www.akkervijzer.nl/artikel/1269074-speurhonden-jagen-op-knolcyperus/>
- Dronebotics B.V. (2025). Landbouw met drones. Geraadpleegd op 1 december 2025. <https://nl.dronebotics.nl/landbouw/>
- Farmonaut. (2025, 9 juli). Agriculture Drone Services Pricing & Value 2025. Farmonaut®. Geraadpleegd op 9 december 2025. <https://farmonaut.com/precision-farming/agriculture-drone-services-pricing-value-2025?>
- Felix, J., & Boydston, R. A. (2010). Evaluation of Imazosulfuron for Yellow Nutsedge (*Cyperus esculentus*) and Broadleaf Weed Control in Potato. *Weed Technology*, 24(4), 471–477. <https://doi.org/10.1614/WT-D-09-00072.1>
- Feys, J., De Cauwer, B., Reheul, D., Sciffer, C., Clercx, S., & Palmans, S. (2023). Impact of Electrocutation on Shoot and Tuber Vitality of Yellow Nutsedge (*Cyperus esculentus*). *Agriculture (Switzerland)*, 13(3). <https://doi.org/10.3390/agriculture13030696>
- Feys, J., De Ryck, S., Sciffer, C., Reheul, D., Latré, J., Callens, D., & De Cauwer, B. (2024). Impact of Hood Steaming on Tuber Vitality of Yellow Nutsedge (*Cyperus esculentus*). *Agronomy*, 14(5). <https://doi.org/10.3390/agronomy14050918>
- Fontenot, K., Kirk-Ballard, H., Coker, C. E. H., Strahan, R., Bacas, I., & Ely, R. M. (2021). Assessing Biodegradable Mulch Duration and Nutsedge Suppression during Late Summer Cucumber Production in Mississippi and Louisiana. *Horticulturae*, 7(9), 290. <https://doi.org/10.3390/horticulturae7090290>
- García-Vera, Y. E., Polochè-Arango, A., Mendivelso-Fajardo, C. A., & Gutiérrez-Bernal, F. J. (2024). Hyperspectral Image Analysis and Machine Learning Techniques for Crop Disease Detection and Identification: A Review. *Sustainability*, 16(14), 6064. <https://doi.org/10.3390/su16146064>
- Garg, D. K., Bendixen, L. E., & Anderson, S. R. (1967). Rhizome differentiation in yellow nutsedge. *Weeds*, 15(2), 124. <https://doi.org/10.2307/4041180>
- GBIF. (2025). *Cyperus esculentus* L. <https://www.gbif.org/species/2716226>
- Global Agriculture. (2025, 2 september). SkyMaps launches Zoneye: AI tool that lets farmers train weed recognition in real time. *Global Agriculture*. <https://www.global-agriculture.com/ag-tech-research-news/skymaps-launches-zoneye-ai-tool-that-lets-farmers-train-weed-recognition-in-real-time/>

- Gurjar B., Sapkota B., Torres U., Ceperkovic I., Kutugata M., Kumar V., Zhou X.-G., Martin D., Bagavathiannan M. Site-Specific Treatment of Late-Season Weed Escapes in Rice Utilizing a Remotely Piloted Aerial Application System. (2025) *Weed Technology*, 39, art. no. e74. 2866921f. DOI: 10.1017/wet.2025.31.
- Haage-Riethmuller, I., Bastiaans, L., Kempenaar, C., & Harbinson, J. (2005). Vroege bepaling van de effectiviteit van ALSremmende herbiciden. *Gewasbescherming*, 36(2), 86–88. <https://edepot.wur.nl/22474>
- Henry, G. M., Begitschke, E. G., Wang, C. J., Young, A. A., & Tucker, K. A. (2025). Yellow nutsedge (*Cyperus esculentus*) tuber production and viability in response to postemergence herbicides. *Weed Science*, 73, 1–7. <https://doi.org/10.1017/wsc.2025.8>
- Henry, G. M., Elmore, M. T., & Gannon, T. W. (2021). *Cyperus esculentus* and *Cyperus rotundus*. *Biology and Management of Problematic Crop Weed Species, 1st Edition*, 151–172. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822917-0.00011-2>
- Hershenhorn, J., Zion, B., Smirnov, E., Weissblum, A., Shamir, N., Dor, E., Achdari, G., Ziadna, H., & Shilo, A. (2015). *Cyperus rotundus* control using a mechanical digger and solar radiation. *Weed Research*, 55(1), 42–50. <https://doi.org/10.1111/wre.12115>
- Hiddink. (2025, 26 juni). Knolcyperus is in opmars: wat kun je doen? *Nieuwe Oogst*. Geraadpleegd op 20 november 2025. <https://www.nieuweoogst.nl/nieuws/2025/06/26/knolcyperus-is-in-opmars-wat-kun-je-doen?>
- High Tech NL. (z.d.). Samen werken aan vroegtijdige detectie van knolcyperus: techniekbedrijven gezocht. *High Tech NL Robotics*. Geraadpleegd op 1 december 2025, van <https://www.hightechnl.nl/robotics/nieuws/samen-werken-aan-een-oplossing-tegen-knolcyperus-techniekbedrijven-gezocht/>
- Holm, L. G., Pancho, J. V., Herberger, J. P., & Plucknett, D. L. (1991). *A Geographic Atlas of World Weeds*. Krieger Publishing Company.
- Holt, J. S. (1994). Genetic Variation in Life History Traits in Yellow Nutsedge (*Cyperus esculentus*) from California. *Weed Science*, 42(3), 378–384. <https://doi.org/10.1017/s0043174500076657>
- Holt, J. S., & Orcutt, D. R. (1996). Temperature Thresholds for Bud Sprouting in Perennial Weeds and Seed Germination in Cotton. *Weed Science*, 44(3), 523–533. <https://doi.org/10.1017/s0043174500094285>
- Horak, M. J., & Holt, J. S. (1986). Isozyme Variability and Breeding Systems in Populations of Yellow Nutsedge (*Cyperus esculentus*). *Weed Science*, 34(4), 538–543. <https://doi.org/10.1017/s0043174500067394>
- ILVO Diagnose centrum voor planten. (2025). Prijslijst algemene diagnostische testen. *Geraadpleegd op 2 december 2025*. <https://www.ilvodiagnosecentrumvoorplanten.be/nl/prijslijst-algemene-diagnostische-testen>
- Jansen, L. L. (1971). Morphology and Photoperiodic Responses of Yellow Nutsedge. *Weed Science*, 19(3), 210–219. <https://doi.org/10.1017/s0043174500048736>
- Johnson, W. C., & Mullinix, B. G. (2008). Cultural control of yellow nutsedge (*Cyperus esculentus*) in transplanted cantaloupe (*Cucumis melo*) by varying application timing and type of thin-film mulches. *Crop Protection*, 27(3–5), 735–739. <https://doi.org/10.1016/J.CROPRO.2007.10.008>
- Johnson, W. C., Way, T. R., & Beale, D. G. (2015). An Undergraduate Student Project to Improve Mechanical Control of Perennial Nutsedges with a Peanut Digger in Organic Crop Production. *Weed Technology*, 29(4), 861–867. <https://doi.org/10.1614/WT-D-15-00080.1>

- Kennisakker. (2004). Knolcyperus: Hoe u knolcyperus kunt herkennen, voorkomen en bestrijden. <https://kennisakker.nl/storage/2324/KNOLCYPERUS.pdf>
- Krähmer, H., Walter, H., Jeschke, P., Haaf, K., Baur, P., & Evans, R. (2021). What makes a molecule a pre- or a post-herbicide – how valuable are physicochemical parameters for their design? *Pest Management Science*, 77(11), 4863–4873. <https://doi.org/10.1002/ps.6535>
- Lauwers, M., De Cauwer, B., Nuyttens, D., Cool, S. R., & Pieters, J. G. (2020). Hyperspectral Classification of *Cyperus esculentus* Clones and Morphologically Similar Weeds. *Sensors*, 20(9), 2504. <https://doi.org/10.3390/s20092504>
- Liu, T., Zhao, Y., Wang, H., Wu, W., Yang, T., Zhang, W., Zhu, S., Sun, C., & Yao, Z. (2024). Harnessing UAVs and deep learning for accurate grass weed detection in wheat fields: a study on biomass and yield implications. *Plant Methods*, 20(1), 144. <https://doi.org/10.1186/s13007-024-01272-6>
- Lotz, L. A. P., Groeneveld, R. M. W., Habekotté, B., & van Oene, H. (1991). Reduction of growth and reproduction of *Cyperus esculentus* by specific crops. *Weed Research*, 31(3), 153–160. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.1991.tb01754.x>
- MacDonald, G., Colvin, D. L., Ferrell J. A. (2016). Utilizing domesticated swine to control nutsedge (*Cyperus spp*). *University of Florida, Gainesville, FL, University of Florida, Citra, FL. 2016 Proceedings, Southern Weed Science Society, Volume 69, page 318.*
- Mirsky, S. B., Curran, W. S., Mortensen, D. M., Ryany, M. R., & Shumway, D. L. (2011). Timing of Cover-Crop Management Effects on Weed Suppression in No-Till Planted Soybean using a Roller-Crimper. *Weed Science*, 59(3), 380–389. <https://doi.org/10.1614/WS-D-10-00101.1>
- Mohler, C. H., Teasdale, J. R., & DiTommaso, A. (2021). Yellow Nutsedge. In *Manage weeds on your farm* (pp. 211–214).
- NAK. (2024). *Knolcyperus*. <https://www.nak.nl/wp-content/uploads/2024/07/Knolcyperus-NAK-Flyer2024-digitaal.pdf#:~:text=Knolcyperus%20loopt%20uit%20vanaf%20april.%20Uit%20het%20topoog,Vanuit%20de%20basaalknol%20vormt%20zich%20een%20nieuwe%20plant.>
- NAK Overzicht teeltverboden. (2025). Geraadpleegd op 21 november 2025. <https://www.nak.nl/wp-content/uploads/2025/06/Overzicht-teeltverboden.pdf>
- Naktuinbouw. (2025). Start veldkeuring en controle op knolcyperus vanaf 1 juni. <https://www.naktuinbouw.nl/nieuws/start-veldkeuring-en-controle-op-knolcyperus-vanaf-1-juni>
- NDFF & Floron. (2025). *Cyperus esculentus*. Floron Verspreidingsatlas Vaatplanten. Geraadpleegd op 17 november 2025 via <https://www.verspreidingsatlas.nl/5175>
- Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit. (2024, 5 december). *NVWA-tarieven plant 2025*. Ondernemers | NVWA. Geraadpleegd op 9 december 2025. <https://www.nvwa.nl/ondernemers/tarieven/nvwa-2025/plant>
- Noel-Torres, R., Smeda, R. J., & Xiong, X. (2025). Influence of systemic herbicides on tuber suppression of yellow nutsedge (*Cyperus esculentus*). *International Turfgrass Society Research Journal*. <https://doi.org/10.1002/its2.70043>
- Oldfield, C. A., & Evans, J. P. (2016). Twelve years of repeated wild hog activity promotes population maintenance of an invasive clonal plant in a coastal dune ecosystem. *Ecology And Evolution*, 6(8), 2569–2578. <https://doi.org/10.1002/ece3.2045>
- Pereira, W., Crabtree, G., & William, R. D. (1987). Herbicide Action on Purple and Yellow Nutsedge (*Cyperus rotundus* and *C. esculentus*). *Weed Technology*, 1(1), 92–98.

- Provincie Antwerpen, (2025). Gerichte bestrijding van knolcyperus. Geraadpleegd op 1 december 2025. <https://www.provincieantwerpen.be/nl/projecten/gerichte-bestrijding-van-knolcyperus-dronebeelden-en-ai>
- Pu, H., Xiao, Y., Xie, Q., Zou, Z., Wang, X., Liang, Q., Zhao, Y., Cheng, G., & Zhang, L. (2024). Ces44T as an endogenous reference gene in real-time quantitative PCR detection of tiger nut (*Cyperus esculentus*) ingredients in food. *Journal Of Food Composition And Analysis*, 134, 106505. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2024.106505>
- Rehman, M. U., Eesaar, H., Abbas, Z., Seneviratne, L., Hussain, I., & Chong, K. T. (2024). Advanced drone-based weed detection using feature-enriched deep learning approach. *Knowledge-Based Systems*, 305, 112655. <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2024.112655>
- Rotteveel, A. J. W. (1993). Tien jaar Knolcyperus Tien jaar Knolcyperus (*Cyperus esculentus* L.) in Nederland. *Goteria Dutch Botanical Archives*, 19(3), 65–73.
- Riemens, M. M., van der Weide, R. Y., & Runia, W. T. (2008). Biology and Control of *Cyperus rotundus* and *Cyperus esculentus*, review of a literature survey. <https://edepot.wur.nl/22974>
- Ruitenbergh, J. (2025, 22 mei). Controle op knolcyperus - NAK. Geraadpleegd op 21 november 2025. <https://www.nak.nl/controle-op-knolcyperus/>
- Soltani, N., Shropshire, C., & Sikkema, P. H. (2018). Yellow nutsedge (*Cyperus esculentus* L.) control in corn with various rates of halosulfuron. *Canadian Journal of Plant Science*, 98(3), 628–632. <https://doi.org/10.1139/cjps-2017-0229>
- Stoller, E. W., Nema, D. P., & Bhan, V. M. (1972). Yellow Nutsedge Tuber Germination and Seedling Development. *Weed Science*, 20(1), 93–97. <https://doi.org/10.1017/s0043174500035037>
- Stoller, E. W., & Sweet, R. D. (1987). Biology and Life Cycle of Purple and Yellow Nutsedges (*Cyperus rotundus* and *C. esculentus*). *Weed Technology*, 1(1), 66–73. <https://www.jstor.org/stable/3986986>
- Stoller, E. W., Wax, L. M., & Matthiesen, R. L. (1975). Response of Yellow Nutsedge and Soybeans to Bentazon, Glyphosate, and Perfluidone. *Weed Science*, 23(3), 215–221. <https://doi.org/10.1017/S0043174500052899>
- Summerlin, Jr. Jimmy. R., Coble, Harold. D., & Yelverton, Fred. H. (2000). Effect of mowing on perennial sedges. *Weed Science*, 48(4), 501–507. [https://doi.org/https://doi.org/10.1614/0043-1745\(2000\)048\[0501:EOMOPS\]2.0.CO;2](https://doi.org/https://doi.org/10.1614/0043-1745(2000)048[0501:EOMOPS]2.0.CO;2)
- Tehranchian, P., Norsworthy, J. K., Nandula, V., McElroy, S., Chen, S., & Scott, R. C. (2015). First report of resistance to acetolactate-synthase-inhibiting herbicides in yellow nutsedge (*Cyperus esculentus*): confirmation and characterization. *Pest Management Science*, 71(9), 1274–1280. <https://doi.org/10.1002/ps.3922>
- Total, R., Schmid, M., & Keller, M. (2022). Utilisation of old, extensive pig breeds for yellow nutsedge (*Cyperus esculentus*) control - A non-chemical and appealing approach. *DOAJ (DOAJ: Directory Of Open Access Journals)*. <https://doi.org/10.5073/20220117-140810>
- Vlaido LA-traject HBC.2019.2869. (2025). Brochure "Geïntegreerde beheersing van knolcyperus" - Geraadpleegd op 2 december 2025. <https://inagro.be/sites/default/files/media/files/2025-05/Brochure%20knolcyperus%202025.pdf?>
- Volk, E., Fox, G., Fennimore, S., Neal, J., & Hoffmann, M. (2025). Impact of Soil-applied Steam in Combination with Exothermic Chemicals on Weed and Pathogen Survival. *HortScience*, 60(11), 2047–2055. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI18709-25>
- Waarneming.nl. (2025). Knolcyperus. https://waarneming.nl/species/6675/maps/?start_date=2020-12-03&interval=157680000&end_date=2025-12-02&map_type=grid10k

- Wageningen University & Research, LTO Nederland, Glastuinbouw Nederland, NFO, & BO Akkerbouw. (2021). Integrale beheersing van knolcyperus. In BO Akkerbouw, *KoM-project Kennistransfer Plantgezondheid*. <https://www.bo-akkerbouw.nl/files/Pdfs-Kennis-en-Innovatie/FactsheetKnolcyperus.pdf>
- Webster, T. M. (2003). High temperatures and durations of exposure reduce nutsedge (*Cyperus* spp.) tuber viability. *Weed Science*, *51*(6), 1010–1015. <https://doi.org/10.1614/WS-03-018R>
- Webster, T. M. (2005). Mulch type affects growth and tuber production of yellow nutsedge (*Cyperus esculentus*) and purple nutsedge (*Cyperus rotundus*). *Weed Science*, *53*(6), 834–838. <https://doi.org/10.1614/WS-05-029R.1>
- Wetters, S., Häser, A., Ehrlich, T., Scheitle, C., & Nick, P. (2023). Tracing tiger nut (*C. esculentus* L.): functional food from the colossal *Cyperus* genus. *European Food Research And Technology*, *250*(1), 225–238. <https://doi.org/10.1007/s00217-023-04382-y>
- Zhao, J., Sha, T., Wang, J., & Gao, W. (2022). Nondestructive Identification of *Cyperus Esculentus* Based on Machine Learning and Vis-NIR Hyperspectral Information. *The 12th International Workshop On Computer Science And Engineering (WCSE 2022)*. <https://doi.org/10.18178/wcse.2022.06.032>

Appendix

A1 Infographic

Figuur A1: Infographic met de belangrijke informatie uit dit rapport samengevat weergegeven.

KNOLCYPHERUS

SAMEN KRIJGEN WE HET ONKRUID ONDER CONTROLE

Knolcyperus is een hardnekkig onkruid in grote delen van het land. Door zijn wortelstokken en knolletjes is het moeilijk te verwijderen. Hiervoor zijn goede opsporings- en bestrijdingsmethoden nodig.

Door wortelstokken en ondergrondse knolletjes kan de plant snel uitbreiden en in de winter overleven

Gele bloeiwijze

Grote schutbladeren

Bladeren onderaan de stengel

Rode voet

Knolcyperus lijkt erg op zeebies en ruige zegge

OPSPORINGSMETHODEN

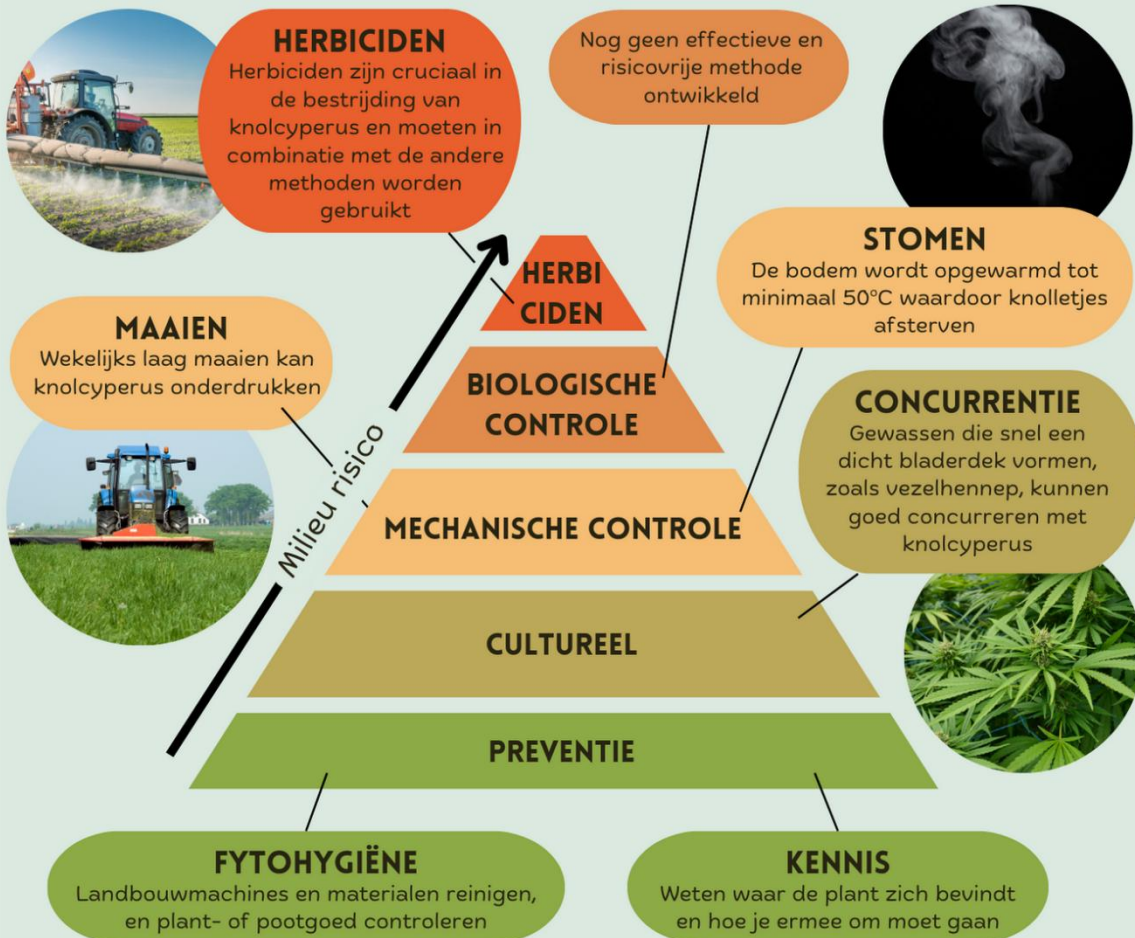
SPEURHONDEN
Speurhonden kunnen betrouwbaar en nauwkeurig het hele jaar knolcyperus vinden

DRONES
Drones kunnen op kleur of met AI software knolcyperus herkennen

VISUEEL
Agrariërs of inspecteurs kunnen visueel naar knolcyperus zoeken

GENETISCH
Wanneer er twijfel is of een plant knolcyperus is kan deze in het lab worden onderzocht

BESTRIJDINGSMETHODEN



IK HEB KNOLCYPERUS! WAT NU?

Knolcyperus kan zich erg snel verspreiden als er niet ingegrepen wordt.

- Markeer de plekken waar u de plant heeft aangetroffen.
- Zorg ervoor dat de gemarkeerde plekken niet worden bewerkt om verdere verspreiding te voorkomen.
- Neem contact op met uw agrarisch adviseur voor verder advies.

VERTIFY
EXPLOR&XPLAIN



Greenport
NoordHollandNoord

keukenhof

NH Provincie
Noord-Holland

Illustratie Knolcyperus door Rosaria Manco:

Waller, E. (n.d.). *NDFV Verspreidingsatlas Vaatplanten*. Geraadpleegd op 11 december 2025 via <https://www.verspreidingsatlas.nl/5175>

Gemaakt door: Christian Platvoet, Cody de Wit, Lisa van Vliet, Maaïke Dorrestijn, Merlijn Vriend, Ramon Kester

A2 Zoekkaart

Figuur A2: Zoekkaart om knolcyperus te onderscheiden van morfologisch vergelijkbare planten.

HOE HERKEN JE KNOLCYPERUS?							
KNOLCYPERUS EN DE MEEST VERGELIJKBARE ONKRUIDEN OP AKKERS							
SOORT	KNOLCYPERUS	HEEN/ZEEBIES	RUIGE ZEGGE	BLEEK CYPERGRAS	ROOD CYPERGRAS	EUROPESE HANENPOOT	GLAD EN HARIG VINGERGRAS
FOTO BLOEIWIJZE							
BLOEIWIJZE	Bloemen in felgele tros met bladachtige schutbladeren	Bloemen in dichtere donkere clusters met bladachtige schutbladeren	Verschillende uitzienende bloeiwijzen op dezelfde plant	Bloemen in bleekgele clusters met bladachtige schutbladeren	Bloemen in felrode tros met bladachtige schutbladeren	Meerdere bloeiwijzen. Bloemen met lange naalden	Bloeiwijzen lang en dun, en ontspringend uit hetzelfde punt
STENDEL	Scherp driehoekig, 5-60(-90) cm	Scherp driehoekig, tot 150 cm	Scherp driehoekig, 30-50(-100) cm	Scherp driehoekig, 40-80 cm	Scherp driehoekig, 50-120 cm	Rond, met verdikte knopen, 1-2 m	Rond, met verdikte knopen, 5-50 cm
BLADVORM							
BLADEREN	Geen bladeren op de stengel, met rode voet	Bladeren verspreid op de stengel, met witte voet	Bladeren verspreid op de stengel, harig, zonder rode voet	Geen bladeren op de stengel, zonder rode voet	Geen bladeren op de stengel, met rode voet	Bladeren verspreid op de stengel, met rode voet	Bladeren verspreid op de stengel, met rode voet
WORTEL	Witte wortels en geschubde wortelstokken met knolletjes	Bruine geschubde wortelstokken zonder knolletjes	Witte wortels en geschubde wortelstokken zonder knolletjes	Witte wortels en geschubde wortelstokken zonder knolletjes	Witte wortels en geschubde wortelstokken zonder knolletjes	Diepe witte wortels, geen wortelstokken of knolletjes	Witte wortels en erg korte wortelstokken, zonder knolletjes
FOTO ZONDER BLOEIWIJZE							

<h3>GEBRUIKSAANWIJZING VAN DE ZOEKKAART</h3> <p>In de kolommen aan de andere zijde van de kaart vindt u knolcyperus en de planten die erop lijken. In de rijen staan steeds andere plantonderdelen. De bijbehorende kenmerken van deze plantonderdelen staan onder de desbetreffende plant uitgelegd. Die kenmerken kunnen verschillen of vergelijkbaar zijn met knolcyperus. Als de kenmerken verschillen staan ze dikgedrukt.</p> <p>Rechts op deze pagina staat een liniaal waarmee de planten eventueel opgemeten kunnen worden.</p>	<h3>WAT TE DOEN ALS JE KNOLCYPERUS VIND</h3> <p>Als u knolcyperus op uw perceel vindt, is het van belang om zo snel mogelijk te handelen.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Markeer de plekken waar u de plant heeft aangetroffen. • Zorg ervoor dat de gemarkeerde plekken niet worden bewerkt om verdere verspreiding te voorkomen. • Neem contact op met uw agrarisch adviseur voor verder advies. <p>Zie QR-code voor meer informatie op de site van de NVWA.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>
<h3>BRONNEN</h3> <p>Afbeeldingen van Copyright © Susan Dekker, Copyright © Koos Werther, Copyright © Petra Fleurbaaij, Copyright © Hanny van der Poel, Copyright © Moloko, Copyright © Kjell Nilsen, Copyright © Ilona Kok, Copyright © Bas van Hulst-Kuiper, Copyright © Michel Langeveld, Copyright © Ruurd van Donkelaar, Copyright © Jakob Hanenburg, Copyright © Edwin de Weerd, via waarminging.nl.</p> <p>Afbeeldingen van Copyright © Mathilda, Copyright © jltasset, via iNaturalist.org.</p> <p>Verdere informatie via: Stichting planten Dichterbij, (n.d.). Flora van Nederland. Geraadpleegd op 8 december 2025, van floravannederland.nl</p> <p>FLORON & NDDFF. (n.d.). NDDFF Verspreidingsatlas. Geraadpleegd op 8 december 2025, van verspreidingsatlas.nl/vaatplanten</p> <p>NVWA. (2023). Teeltvoorschrift knolcyperus. https://www.nvwa.nl/onderwerpen/teeltvoorschriften-akkerbouw-en-tuinbouw/teeltvoorschrift-knolcyperus</p>	<p style="text-align: right;">5 cm</p> <p style="text-align: right;">10 cm</p> <p style="text-align: right;">15 cm</p> <p style="text-align: right;">20 cm</p>
<p>Deze zoekkaart is gemaakt door Christian Platvoet, Cody de Wit, Lisa van Vliet, Maaike Dorrestijn, Merlijn Vriend en Ramon Kester.</p>	

A3 Zoekopdrachten

Scopus

(("yellow nutsedge" OR "cyperus esculentus" OR tigernut) AND (control OR weed OR "weed management" OR iwm) AND ("cover cropping" OR cover OR "green manure" OR "living mulch"))

(("yellow nutsedge" OR "cyperus esculentus" OR tigernut) AND (control OR weed OR "weed management" OR iwm) AND (herbicide OR chemical))

('CYPERUS ESCULENTUS' OR (YELLOW AND (NUTSEDGE OR NUT-SEDGE)) AND ECOLOGY)

Consensus

"How can Cyperus esculentus be detected?"

"What research has been done on the detection and control of Cyperus esculentus or nutsedge by pigs?"

"What research has been done on the detection of Cyperus esculentus with hyperspectral imaging techniques?"

ChatGPT

"Welke bedrijven zetten commercieel drones in voor onkruiddetectie in de landbouw?"

"Highlight alle taalfouten in deze tekst"

A4 Interviews experts

Interviewprotocol 'experts'

Toestemming/voorwoord vragen

- Voorstellen.
- Bedanken voor zijn/haar tijd, zeggen dat het een uurtje gaat duren.
- Doel van ons onderzoek toelichten.
- In opdracht van Vertify, een agrarisch onderzoekscentrum.
- Rapport waarin wij verspreiding, opsporing en bestrijdingsmethodes van knolcyperus in kaart brengen.
- Verslag maken wij aan de hand van literatuuronderzoek, maar ook van interviews met boeren en experts op het gebied van knolcyperus.
- Anonimiteit toelichten.
- Kunnen stoppen wanneer hij/zij wil.
- Geeft u ons toestemming om delen van dit interview te gebruiken in ons onderzoeksrapport over knolcyperus?
- Zouden we dit gesprek op mogen nemen zodat we het later nog eens terug kunnen luisteren? (wordt bewaard tot maximaal 19 december, alleen ons team van 6 studenten kan daar bij)
- Mogen we uw naam gebruiken voor citaten in het rapport?

Luchtigere vragen

1. Hoe bent u in dit vakgebied terechtgekomen?
- probe: Opleiding?
2. Hoe lang doet u dit werk al?
3. Wat vindt u het leukste aan uw werk?
4. Bent u knolcyperus in het echt wel eens tegengekomen, zo ja waar?

Vragen over de verspreiding

- In hoeverre is knolcyperus verspreid in Nederland?
- Wat zijn de voornaamste verspreidingsroutes van knolcyperus in Nederland?
- Hoe snel kan knolcyperus zich verspreiden over een akker doormiddel van zijn knolletjes?
- In hoeverre komt knolcyperus voor buiten akkers zoals in bermen en natuurgebieden?
- Wat weet u over de genetische variatie van knolcyperus in Nederland?
- Wat is het effect van stikstof op knolcyperus?

Vragen over het opsporen op de percelen zelf

- Hoe wordt knolcyperus nu opgespoord op percelen?
-probe: Hoe zien veldkeuringen er uit?
-probe: Wordt dit vooral gedaan door de boeren zelf of door externe partijen zoals de BKD of NAKtuinbouw?
-probe: Zijn er naast de BKD en NAKtuinbouw nog meer externe partijen die betrokken zijn bij het opsporen van knolcyperus?
- Hoe zou dit volgens u nog verbeterd kunnen worden?
- We zijn van plan een zoekkaart te maken voor knolcyperus, wat zijn enkele soorten waarvan u denkt dat die mogelijk voor verwarring kunnen zorgen/lijken op knolcyperus?

Vragen over de effectiviteit van de bestrijding

- Hoe wordt knolcyperus in de praktijk bestreden?
- Wat is het huidige fytohygiënische protocol voor knolcyperus?
- Welke bestrijdingsmethoden of combinatie van bestrijdingsmethoden zouden volgens u het beste werken tegen knolcyperus?
-probe: Hoe effectief is deze methode voor het bestrijden van deze knolletjes?

Vragen over de sociale aspecten rondom knolcyperus

- Vergeleken met andere onkruiden, hoeveel impact heeft knolcyperus op boeren?
- En op het gewas?
- Wat vindt u van de huidige regelgeving rondom knolcyperus?
- Als u met boeren in gesprek ging over dit onderwerp, in hoeverre had u het idee dat ze alles deelden met u?
- Als ze niet alles wilden delen, waardoor denkt u dat dat kwam?

Afsluitend

- Wat voor uitkomsten zou u willen zien uit ons onderzoek?
- Zijn er nog dingen die u graag zou willen delen met ons over knolcyperus?
- heeft u nog vragen voor ons?
- Zou u met ons nog langs uw antwoorden willen gaan om te kijken of wij hebben genoteerd overeenkomt met uw gegeven antwoorden?
- Zou u een kopie willen van het rapport als het klaar is?
- We zouden u graag willen bedanken met een presentje, waar zouden we dit presentje evt. heen kunnen sturen?
- Wat is uw favoriete smaak chocola?

A5 Interviews boeren

Interview guide 'boeren'

Toestemming vragen

- Voorstellen
- Bedanken voor zijn/haar tijd, zeggen dat het een uurtje gaat duren.
- Doel van ons onderzoek toelichten.
- In opdracht van Vertify, een agrarisch onderzoekscentrum.
- Rapport waarin wij verspreiding, opsporing en bestrijdingsmethodes van knolcyperus in kaart brengen.
- Rapport maken wij aan de hand van literatuuronderzoek, maar ook van interviews met boeren en experts op het gebied van knolcyperus. Maar ook de sociale kant en de ervaringen van boeren.
- Anonimiteit toelichten.
- Kunnen stoppen wanneer hij/zij wil.
- Geeft u ons toestemming om delen van dit interview te gebruiken in ons onderzoeksrapport over knolcyperus?
- Zouden we dit gesprek op mogen nemen zodat we het later nog eens terug kunnen luisteren? (wordt bewaard tot maximaal 19 december, alleen ons team van 6 studenten kan daar bij).
- Mogen we uw naam gebruiken voor citaten in het rapport?

Luchtigere vragen

- Hoe lang bent u al boer?
-probe: familiebedrijf?
- Wat vindt u het leukste aan agrariër zijn?
- Wat is voor u nu de grootste uitdaging als boer zijnde?

Vragen over de verspreiding

- Hoeveel knolcyperus zit er bij u in de buurt?
- Heeft u zelf wel eens knolcyperus gehad, zo ja weet u waar dit vandaan kwam?
- Hoe zorgt u ervoor dat uw land niet besmet wordt met knolcyperus?
-probe: fytohygiëne?
- Wat denkt u dat de belangrijkste verspreidingsroutes van knolcyperus?

Vragen over het opsporen op de percelen zelf

- Hoe gemakkelijk zou u knolcyperus herkennen op uw perceel?
- Waar let u vooral op bij het herkennen van knolcyperus?
- Voor ons project zijn we van plan een zoekkaart te maken die mensen zou moeten helpen met het onderscheiden van soorten die op knolcyperus lijken. Wat zijn enkele soorten planten die u op knolcyperus vind lijken?
- Zou u gebruik maken van deze zoekkaart zo ja/nee waarom wel/niet?

Vragen over de effectiviteit van de bestrijding

- Welke methodes om knolcyperus te bestrijden kent u?
- Heeft u zelf wel eens knolcyperus moeten bestrijden op uw land?
-zo ja, hoe heeft u het bestreden?
-zo nee, wat zou u als eerste gebruiken als u het wel zou hebben?

Vragen over de sociale aspecten rondom knolcyperus

- Hoe kijkt u naar de huidige regelgeving?
-probe: meldplicht/bestrijdingsplicht?
- Wat vindt u van de duidelijkheid van de regels?
- Hypothetisch gezien, waarom zou u een mogelijke knolcyperus besmetting misschien niet melden?
- Welke regels zouden anders moeten als we de meldingsbereidheid van boeren omhoog willen krijgen?
- Hoe ervaart u de gesprekken met collega's/andere boeren over knolcyperus?
- In hoeverre denkt u dat andere boeren hier open over zijn tegen u?
- In hoeverre denkt u dat andere boeren hier open over zijn tegen andere externe partijen?

Afsluitend

- Wat zou voor u een interessante uitkomst van ons onderzoek zijn?
- Zijn er nog dingen die u graag met ons wil delen?
- Heeft u nog vragen voor ons?
- Zou u nog met ons langs uw antwoorden willen lopen om te kijken of wat we hebben genoteerd overeenkomt met uw gegeven antwoorden?
- Zou u een kopie willen van het rapport als het klaar is?
- Wat is uw favoriete smaak chocola?