



Geïntegreerde beheersing van knolcyperus (*Cyperus esculentus*)

**Brochure voor telers
opgemaakt op basis van
de inzichten bereikt via het**

Vlaio LA-traject HBC.2019.2869



Provincie
Antwerpen



AGENTSCHAP
INNOVEREN &
ONDERNEMEN

Inagro: Danny Callens & Vanessa Vanspranghe
UGent: Jeroen Feys & Benny De Cauwer
HOGENT: Joos Latré & Valérie Claeys
PVL: Shana Clercx & Sander Palmans
Hooibeeekhoeve: Gert Van de Ven & Simon Wouters

Woord vooraf

Knolcyperus (*Cyperus esculentus*) is al lang geen onbekende meer in het Vlaamse landbouwlandschap. Wat ooit begon als een lokaal probleem, is uitgegroeid tot een wijdverspreide en hardnekkige uitdaging voor telers, onderzoekers en beleidsmakers. De plant is niet alleen invasief, maar ook bijzonder moeilijk te bestrijden door haar sterke aanpassingsvermogen, hoge reproductiecapaciteit en beperkte gevoeligheid voor klassieke bestrijdingsmethoden.

Deze brochure bundelt de inzichten en ervaringen, direct toepasbaar voor de praktijk, die de voorbije jaren zijn opgebouwd binnen het 4 jarige Vlaio LA-traject rond "Geïntegreerde beheersing van knolcyperus". Deze brochure is gebaseerd op de presentatie die werd verspreid naar aanleiding van het slotevent van het project eind maart 2025. Ze biedt een overzicht van de biologie en verspreiding van de soort, de preventieve maatregelen die verspreiding moeten tegengaan, hoe de soort kan worden gemonitord en de curatieve technieken die kunnen bijdragen aan een duurzame beheersing. Daarbij wordt niet alleen gekeken naar chemische middelen, maar ook naar mechanische, thermische en biologische alternatieven. De brochure onderstreept het belang van een geïntegreerde aanpak, waarbij preventie, monitoring en interventie hand in hand gaan.

We hopen dat deze brochure niet alleen kennis overdraagt, maar ook aanzet tot samenwerking, reflectie en actie. Want alleen door gezamenlijke inspanningen kunnen we de verdere verspreiding van knolcyperus indijken en streven naar een weerbaarder landbouwsysteem.

Veel leesplezier!



Provincie
Antwerpen



AGENTSCHAP
INNOVEREN &
ONDERNEMEN

Inhoud

1. INLEIDING: KNOLCYPERUS – EEN DUIVEL IN VERMOMMING	4
2. PREVENTIE	12
2.1. ZADEN ZIJN WEL DEGELIJK RELEVANT VOOR DE VERSPREIDING VAN KNOLCYPERUS	12
2.2. TEEL GEEN BOL-, WORTEL- EN KNOLGEWASSEN OP BESMETTE PERCELEN	15
2.3. INUNDATIE IN SLIB KAN DE VITALITEIT VAN KNOLLEN EN ZADEN STERK REDUCEREN	18
2.4. SOMMIGE BODEMVERSTORENDE LANDBOUWMACHINES VERSLEPEN KNOLLEN TOT TIENTALLEN METERS VER BINNEN EEN PERCEEL	21
2.5. HET VERSLEPINGSRISICO VAN ZADEN EN KNOLLEN VIA COMPOST IS MINIMAAL BIJ EEN CORRECT UITGEVOERDE COMPOSTERING	25
2.6. THERMOFIELE VERGISTING MINIMALISEERT VERSLEPINGSRISICO VAN KNOLLEN EN ZADEN	27
2.7. EEN VERBLIJF VAN MINSTENS 6 WEKEN IN EEN MAÏSMICROKUIL IS ZEER EFFECTIEF IN HET AFDODEN VAN KNOLCYPERUS KNOLLEN EN ZADEN	30
2.8. EEN PASSAGE DOOR HET VERTERINGSKANAAL VAN EEN RUND BEÏNVOEDT DE VITALITEIT VAN ZADEN EN KNOLLEN NIET TOT NAUWELIJKS BIJ NORMALE PENSVERBLIJFDUREN	32
2.9. DE KANS OP VERSPREIDING VAN VITALE KNOLLEN EN ZADEN VIA MEST IS ZEER GERING NA 4 MAANDEN VERBLIJF IN MENGMEEST, MAAR ZEER HOOG NA VERBLIJF IN STALMEEST, ZEKER BIJ KLEINE HOPEN.	34
2.10. SAMENVATTING PREVENTIE.....	37
3. MONITORING: DE SLEUTEL TOT VROEGE DETECTIE EN GERICHTE BEHEERSING.....	40
3.1. KNOLCYPERUS KLONEN VERSCHILLEN IN GEVOELIGHEID TEN AANZIEN VAN HERBICIDEN EN ALTERNATIEVE BESTRIJDINGSMETHODEN	40
3.2. DRONEBEELDEN LATEN DETECTIE VAN KNOLCYPERUS HAARDEN TOE, MAAR ER IS NOG WERK AAN BETROUWBAARHEID .	44
3.3. SAMENVATTING MONITORING	44
4. CURATIE	46
4.1. SCHEUTAANTAL MEDIO AUGUSTUS IN MAÏS IS EEN GOEDE INDICATOR VAN DE EVOLUTIE VAN DE KNOLLENVOORRAAD ...	46
4.2. DE INSTALLATIE VAN EEN VULKRACHTIG(E) GEWAS(SEQUENTIE) IS EEN BELANGRIJKE PRIMAIRE STAP IN DE BESTRIJDING VAN KNOLCYPERUS	49
4.3. OOK SOMMIGE NIET OP MAÏS GEBASEERDE STRATEGIEËN DRAGEN BIJ TOT EEN REDUCTIE VAN DE KNOLLENVOORRAAD .	51
4.4. ZWARTE BRAAK IS DE MEEST EFFECTIEVE EN ROBUUSTE NIET-CHEMISCHE BEHEERSTRATEGIE	54
4.5. INTENSIEVE BEGRAZING DOOR GRAZERS DIE DE VEGETATIE KORT AFBIJTEN REDUCEERT KNOLCYPERUS STERK	57
4.6. INTENSIEF MAAIEN OP BEMEST GRASLAND REDUCEERT DE KNOLLENVOORRAAD	59
4.7. MAIS LAAT DE MEEST ROBUUSTE EN EFFECTIEVE CHEMISCHE BESTRIJDING TOE	63
4.8. GLYFOSAAT BIEDT MOGELIJKHEDEN ONDER BEPAALDE CONDITIES	65
4.9. SPUITVOLUME EN DOPKEUZE BEÏNVOEDEN DE EFFECTIVITEIT VAN BLADHERBICIDE-TOEPASSINGEN.....	68
4.10. STATIONAIR STOMEN REDUCEERT DE KNOLLENVOORRAAD SNEL EN EFFECTIEF EN IS EEN OPPORTUNITEIT VOOR KLEINE HAARDEN	71
4.11. BODEMONTSMETTING REDUCEERT DE KNOLLENVOORRAAD SNEL EN KRACHTIG MITS JUIST TOEGEPAST	74
4.12. SAMENVATTING CURATIE	77
5. ALGEMEEN BESLUIT	80

1. INLEIDING: KNOLCYPERUS – EEN DUIVEL IN VERMOMMING

Knolcyperus (*Cyperus esculentus*), ook wel bekend als tijgernoot of aardamandel, is een plant die zich in stilte maar met verwoestende efficiëntie verspreidt over onze landbouwgronden. Wat ooit een zeldzame verschijning was, is vandaag uitgegroeid tot een structureel probleem op meer dan 35.000 hectare in België. Dit invasief cypergras behoort tot de top 20 (nr. 16) van meest problematische onkruiden wereldwijd en vormt een ernstige bedreiging voor de opbrengst, bodemgezondheid en teeltrotatie in de Vlaamse landbouw.

1.1. Een meester in overleving

Knolcyperus is een overblijvend meerjarige **C4-plant** die zich zowel vegetatief als generatief voortplant. De plant vormt **ondergrondse knollen** die jarenlang in kiemrust kunnen blijven en bij gunstige omstandigheden massaal uitlopen. Eén enkele knol kan bij ongestoorde groei tot 750 nieuwe knollen voortbrengen in één seizoen. Daarnaast kan de plant ook **zaden** produceren – tot 353 per bloeiwijze – die onder bepaalde omstandigheden kiemkrachtig zijn. De knollen bevinden zich vooral in de bovenste 15 cm van de bodem, maar kunnen tot 45 cm diep gevormd worden. Ze zijn bestand tegen vorst, uitdroging en chemische bestrijding.

De plant is bovendien **allelopathisch**: ze produceert fenolen die de kieming en groei van andere planten remmen. Hierdoor ontstaat niet alleen directe concurrentie met cultuurgewassen, maar ook een verstoring van de bodemecologie.



Foto 1: Jonge kiemplant (links), knolletje (midden, sterk vergroot) en volledige plant (rechts)

De plant kan verward worden met zeebies (Heen) of andere Cyperus soorten. Zie voor verschillen tussen knolcyperus en zeebies de foto hieronder. De ene plant is toch van de andere te onderscheiden. Zeebies vormt stengels met bladeren. De basaalknol van de zeebies kan wortels vormen. Zo'n knol smaakt houtig en vezelig. De bladeren van zeebies breken of knisperen niet bij samenvouwen.

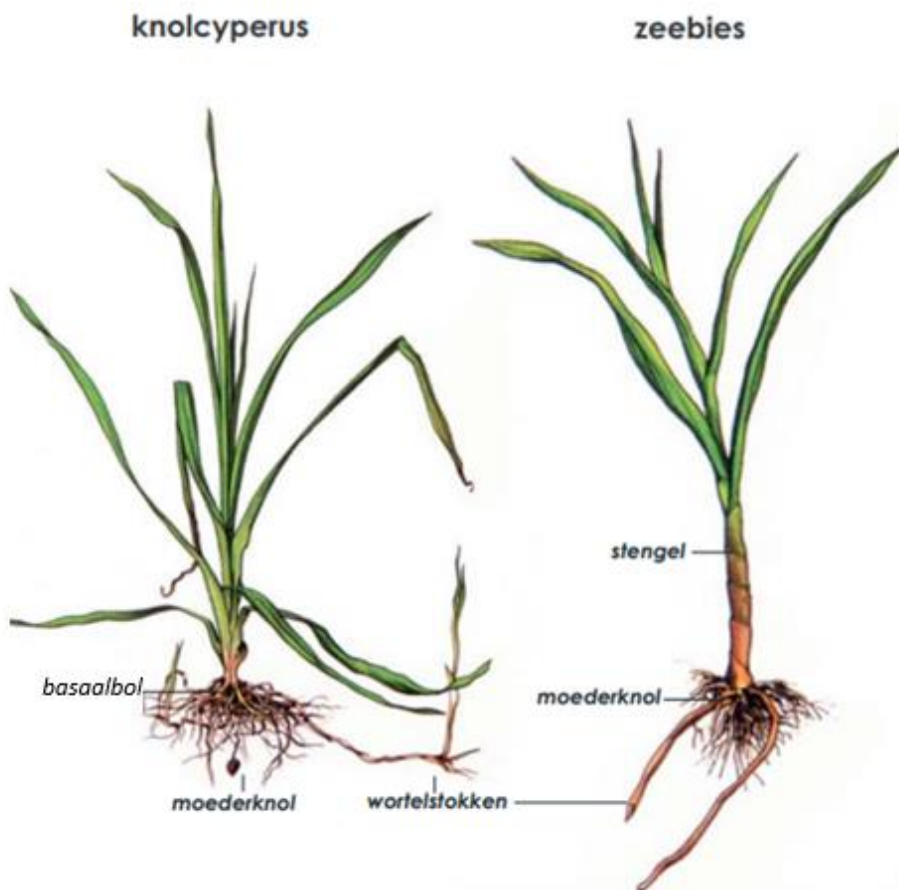
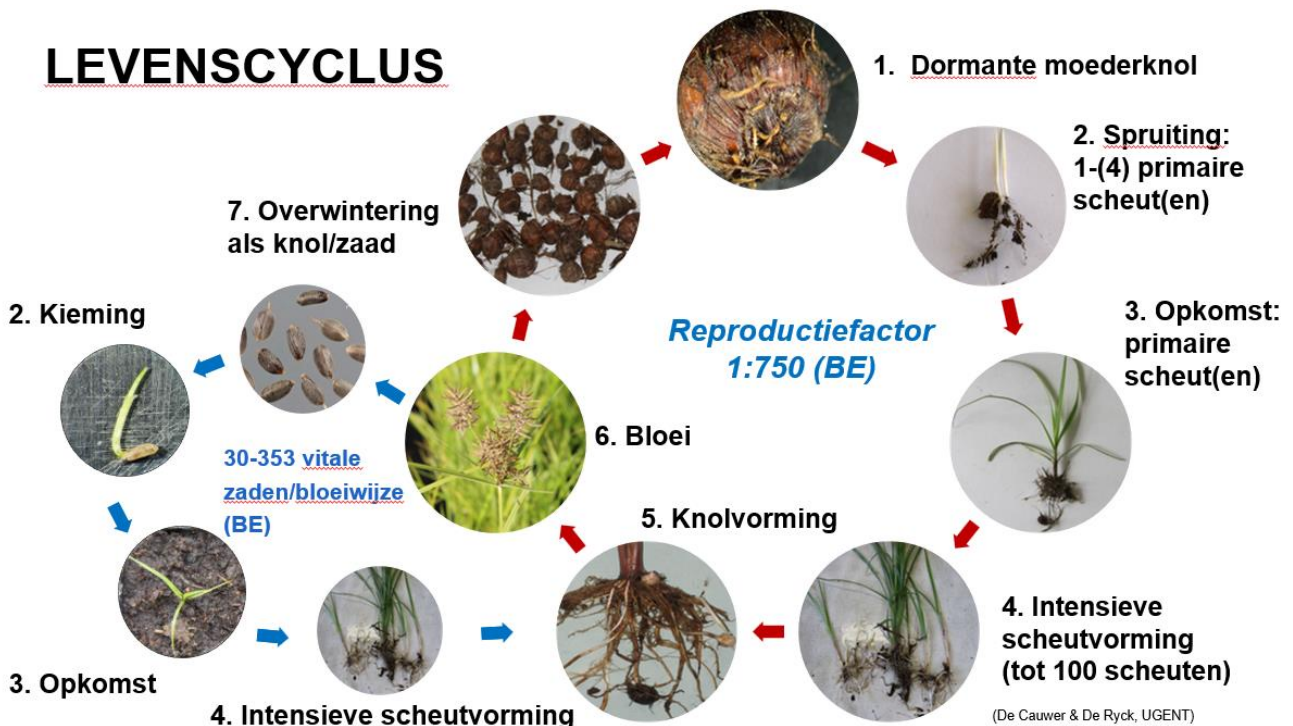


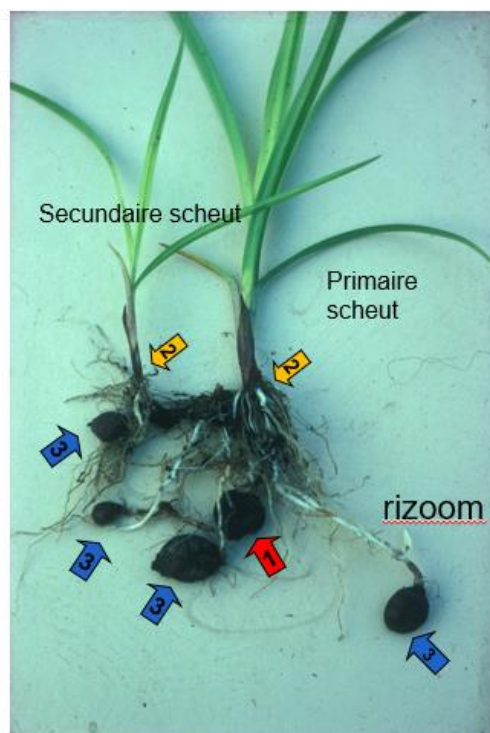
Foto 2: Verschillen tussen knolcyperus (links) en zeebies (rechts) (bron: Productschap Akkerbouw)

LEVENSCYCLUS



Figuur 1: Levenscyclus van knolcyperus

Knoelcyperus overwintert als knol in de grond. De knol is een verdikt gedeelte met maximaal twaalf ogen en wordt gevormd aan het uiteinde van een rizoom. De knol kan zeker tien jaar levenskrachtig blijven. Knoelcyperus loopt uit vanaf half mei met **geelgroene bladeren** en **driekantige stengels**. Uit het kopoo op de knol ontwikkelt zich na zeer korte tijd een **verticaal rizoom**. Vlak onder het grondoppervlak ontstaat een verdikking: de **basaalbol**. Vanuit deze basaalbol vormt zich een nieuwe plant. Die vormen opnieuw basaalbollen die op hun beurt ook weer rizomen en planten of nieuwe knollen vormen. Naarmate het seizoen vordert neemt de scheutgroei af, terwijl de vorming van **knollen** toeneemt. Knoelcyperus bloeit van juli tot oktober. Uit de basaalbol schiet dan een stengel op met aan het einde een biesachtige bloeiwijze. Het zaad is kiem- en levenskrachtig en kan ook zorgen voor verspreiding. Na de eerste nachtvorst sterft de plant bovengronds af. De ondergrondse knollen kunnen de vorst echter goed doorstaan. Een enkele plant kan zich in een seizoen meters ver uitbreiden. Onder optimale omstandigheden kan één moederknol in één groeiseizoen ongeveer 80 scheuten en 1000 knollen vormen.



- (1) MOEDERKNOL
 (2) BASAALBOL
 (3) DOCHTERKNOLLEN



Foto 3: Verschillende onderdelen van een knolcyperusplant (links) en bloeiwijze (rechts).

Knolcyperus is herkenbaar aan het roze 'voetje' en aan de zijdelings groeiende wortels. De bladeren van de knolcyperusplant groeien vanuit de basis en lopen spits toe. Een **knolcyperusknol**, die zelf geen wortels vormt, smaakt nootachtig. De knol is voor de afrijping wit, later kastanjebruin en uiteindelijk bijna zwart. De grootte varieert van enkele millimeters tot 2 centimeter. In de bloeiperiode (juli tot oktober) komt vanuit de knol een **driekantige stengel** met aan het einde tussen de schutbladeren, een geelbruine **biesachtige bloeiwijze**. Knolcyperus 'groeit' met het gewas mee. In een open gewas blijft de knolcyperusplant klein en gedrongen, terwijl hij in een hoog gewas juist lange en smalle bladeren vormt.

1.2. Verspreiding: een onzichtbare dreiging

De verspreiding van knolcyperus gebeurt op verschillende manieren:

- Tussen percelen: via besmette grond aan landbouwmachines, mest, pootgoed, reststromen, compost, digestaat, en zelfs via dieren en mensen.

- Binnen percelen: door bodemversturende activiteiten zoals ploegen, zaaibedvoorbereidingen, zaaien, oogsten, ...
- Natuurlijk: via rizomen (tot 0,5 m/jaar) en zaden.

De plant is moeilijk te detecteren in een vroeg stadium. Vaak begint een besmetting aan de perceelsrand of in de inrit, van waaruit ze zich dan uitbreidt. Door de hoge knollenvoorraad in de bouwvoor (tot 5000 knollen/m²) en lange potentiële levensduur van de knollen (>10 jaar) is het onkruid moeilijk uit te roeien.

1.3. Impact op landbouw en beleid

Knolcyperus veroorzaakt aanzienlijke opbrengstverliezen (tot 80% in gevoelige teelten), verhoogt de kosten voor bestrijding en monitoring, en leidt tot beperkingen in teeltrotatie. Besmette percelen zijn jarenlang ongeschikt voor de teelt van wortel-, knol- of bolgewassen.

De bestrijding van knolcyperus is sinds 2016 opgenomen in de IPM-regelgeving en sinds 2023 in de GLB-conditionaliteiten:

- IPM-checklist: verplichtingen rond machinehygiëne, teeltkeuze en bestrijdingsmaatregelen:
 - Machines en apparatuur worden regelmatig gereinigd om verspreiding van knolcyperus te voorkomen (Minor 2).
 - Maatregelen ter voorkoming van de verspreiding van knolcyperus (Minor 1):
 - In het geval van cultuurcontract wordt tussen verhuurder en huurder een overeenkomst afgesloten waarbij de verhuurder verklaart dat het betrokken perceel vrij is van knolcyperus met uitzondering voor de teelt van maïs of grasland
 - Alle volgende maatregelen worden toegepast op percelen waar knolcyperus is vastgesteld (Major 1):
 - Als laatste bewerken
 - Machines reinigen bij het verlaten van het perceel
 - Verboden grond af te voeren
 - Herhaaldelijk mechanische of chemische bestrijding toepassen om te voorkomen dat de aantasting uitbreidt vanaf het jaar van vaststelling
 - De landbouwer informeert de eventuele loonwerker van de aanwezigheid van knolcyperus zodat deze de nodige voorzorgsmaatregelen kan nemen bij het verlaten van het perceel

- Het verbod op het telen van wortel-, knol- en bolgewas wordt gerespecteerd op een perceel besmet met knolcyperus (Major 1). Een perceel besmet met knolcyperus is een perceel met minstens 10 m² aantasting op het perceel. Telt mee in de vierkante meters:
 - Meer dan 10 planten/m², OF
 - Meer dan 50% bedekkingsgraad
- Op een perceel met knolcyperus maïs of een zwaardekkend gewas zoals wintergranen inzaaien (Minor 3).
- GLMC7: gewasrotatie – maïsmonocultuur is enkel toegestaan op officieel gemelde besmette percelen.
- GLMC8: biodiversiteit – verbod op de teelt van wortel-, knol- en bolgewassen op besmette percelen.

1.4. De nood aan geïntegreerde beheersing

De complexiteit van knolcyperus vereist een weldoordachte aanpak. Enkel door het combineren van preventieve maatregelen, nauwkeurige monitoring en doelgerichte curatieve strategieën kunnen we de knollenvoorraad in de bodem uitputten en verdere verspreiding tegengaan.

Deze brochure biedt een diepgaande leidraad voor deze aanpak, gebaseerd op de nieuwste inzichten uit het onderzoek en de praktijk. Ze behandelt onder meer:

- Preventie: inundatie, compostering, vergisting, inkuiling, machinehygiëne, teeltkeuze, ...
- Monitoring: veldinspecties, genetische karakterisering, dronebeelden.
- Curatie: chemische middelen (mesotrion+pyridaat, glyfosaat), mechanische technieken (maaïen, begrazen, zwarte braak), thermische methoden (elektrocutie, stomen), en biologische strategieën (anaerobe bodemontsmetting).

1.5. Besluit

Knolcyperus is geen individueel probleem, maar een collectieve uitdaging. Succesvolle beheersing vereist samenwerking tussen landbouwers, loonwerkers, onderzoekers, adviesdiensten en beleidsmakers. Alleen door kennisdeling, coördinatie en volgehouden inspanningen kunnen we deze invasieve soort onder controle krijgen.

Deze brochure is bedoeld als een praktische en wetenschappelijk onderbouwde gids voor iedereen die betrokken is bij de beheersing van knolcyperus. Ze biedt concrete



handvaten, praktijkvoorbeelden en beleidsinformatie om besmettingen te voorkomen, op te sporen en duurzaam te bestrijden.



Provincie
Antwerpen



AGENTSCHAP
INNOVEREN &
ONDERNEMEN

PREVENTIE



2. PREVENTIE

2.1. Zaden zijn wel degelijk relevant voor de verspreiding van knolcyperus

Zaden: een onderschatte factor in de verspreiding van knolcyperus

Hoewel knolcyperus (*Cyperus esculentus*) zich voornamelijk vegetatief verspreidt via knollen, tonen recente onderzoeksresultaten aan dat ook zaden een relevante rol spelen in de verspreiding van deze invasieve soort. Lange tijd werd aangenomen dat zaadproductie van ondergeschikt belang was, maar veldwaarnemingen en laboratoriumproeven wijzen op het tegendeel: onder bepaalde omstandigheden kunnen duizenden kiemkrachtige zaden per perceel gevormd worden, met een reëel risico op nieuwe besmettingshaarden.

Bloei en zaadvorming: afhankelijk van licht, kloon en beheer

De kans op bloei en zaadvorming is sterk afhankelijk van de lichtbeschikbaarheid, de afstand tot de perceelsrand, het beheer van het perceel en de genetische eigenschappen van de aanwezige kloon. Uit veldonderzoek op 55 Vlaamse percelen blijkt dat de kans op bloeiwijzen en vitale zaden afneemt met toenemende afstand tot de berm, wat wijst op een belangrijke rol van licht in de bloei-inductie. Sommige klonen blijken bovendien genetisch meer geneigd tot bloei dan andere.

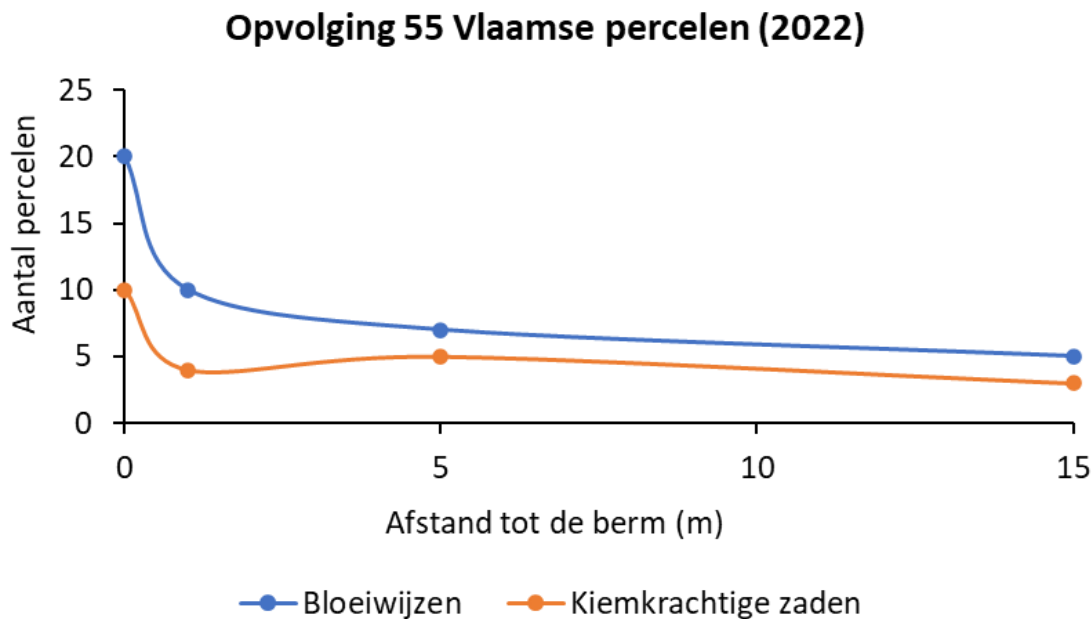
Kiemkracht en opkomst: zaden zijn levensvatbaar

De zaden van knolcyperus zijn klein, maar onder de juiste omstandigheden kiemkrachtig. Ze kiemen ondiep (0–24 mm), met een duidelijk verminderde opkomst bij grotere dieptes. De kiempercentages zijn het hoogst in vochtige zandbodems, en het laagst in droge kleibodems. Klonen met een hoog duizendkorrelgewicht produceren doorgaans zaden met een hoger kiempercentage. Duizenden kiemkrachtige zaden per perceel zijn mogelijk.

Onderzoeksresultaten: velddata bevestigen zaadverspreiding

In een opvolging van 55 Vlaamse percelen in september 2022, 2023 en 2024 werd het aantal bloeiwijzen en kiemkrachtige zaden op verschillende afstanden tot de berm gemeten. De resultaten tonen aan dat zelfs op 15 tot 20 meter van de perceelsrand nog steeds kiemkrachtige zaden aanwezig zijn. Dit bevestigt dat zaden zich niet alleen lokaal kunnen vestigen, maar ook over grotere afstanden kunnen worden verspreid, bijvoorbeeld via water, wind, dieren of landbouwactiviteiten. De kans op bloeiwijzen en vitale zaden neemt af met afstand tot berm (lichtinval). Er is invloed van het perceelsbeheer en genetische achtergrond van de kloon.





Figuur 2: Aantal percelen met bloeiwijzen en kiemkrachtige zaden in functie van de afstand tot de berm

Verspreidingsrisico via zaden

Zaden kunnen, net als knollen, worden meegevoerd met oogstmachines, reststromen, compost, digestaat, mest, ... In tegenstelling tot knollen zijn zaden vaak kleiner en lichter, waardoor ze makkelijker onopgemerkt blijven. Dit maakt ze tot een sluipende vector in de verspreiding van knolcyperus, vooral wanneer preventieve maatregelen zoals compostering of vergisting niet correct worden uitgevoerd.

Preventieve maatregelen

Om de verspreiding via zaden te beperken, is het belangrijk om:

- Zaadvorming te voorkomen door tijdig te bestrijden, te maaien of te begrazen.
- Teelten met weinig concurrentiekracht te vermijden op besmette percelen.
- Compostering en vergisting correct uit te voeren volgens erkende protocollen.
- Reststromen van besmette percelen niet te gebruiken op andere gronden

Conclusie

Zaden zijn geen bijzaak in de verspreiding van knolcyperus, maar een volwaardige risicofactor die aandacht verdient binnen elke geïntegreerde beheersstrategie. Door zaadvorming en verspreiding via reststromen te voorkomen, kunnen we de opmars van knolcyperus aanzienlijk vertragen en nieuwe besmettingen vermijden.

2.2. Teel geen bol-, wortel- en knolgewassen op besmette percelen

Een van de meest cruciale preventieve maatregelen in de strijd tegen knolcyperus is het verbod op de teelt van bol-, wortel- en knolgewassen op besmette percelen. Deze maatregel is niet alleen gebaseerd op wetenschappelijke inzichten, maar is ook wettelijk verankerd in de IPM-regelgeving en het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid (GLB).

Waarom is deze maatregel nodig?

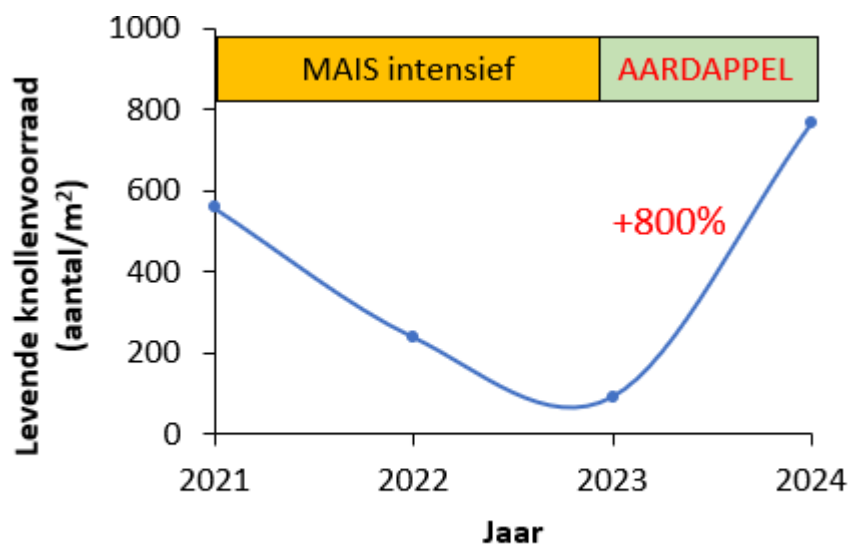
Knolcyperus is een plant die zich razendsnel kan verspreiden via knollen en zaden. Er zijn nauwelijks mogelijkheden tot curatieve bestrijding: toenames van de knollenvoorraad tot 1950% na een dergelijke teelt zijn bekend. In teelten zoals aardappelen, wortelen, bieten, uien en bloembollen is de kans op versleping bijzonder groot. Dit komt doordat:

- Oogstmachines vaak grote hoeveelheden grond verplaatsen, waarin knollen aanwezig kunnen zijn.
- Reststromen zoals loof, aarde en pootgoed besmet kunnen zijn met knollen of zaden.
- Mechanische bewerkingen zoals rooien en sorteren de knollen verder verspreiden binnen en tussen percelen (aanklevende grond).

Een praktijkvoorbeeld toont aan dat een tweerijige aardappelrooier na gebruik tot wel 30 kg grond kan bevatten (Bron: Hofmeester, 1990). Bij een besmettingsgraad van slechts 2 knollen per kg grond (1000 knollen/m² 0-30 cm laag) betekent dit dat één machine tot 60 knollen kan verspreiden naar andere percelen. Dit maakt duidelijk hoe snel en onzichtbaar besmetting kan plaatsvinden.

Curatieve bestrijding is beperkt

Een bijkomend probleem is dat in deze teelten nauwelijks mogelijkheden bestaan voor effectieve curatieve bestrijding. In een aardappelteelt bijvoorbeeld is een effectieve selectieve chemische bestrijding van knolcyperus vrijwel onmogelijk. Hierdoor kan de besmetting in één seizoen tot 1950% toenemen, wat eerdere inspanningen volledig tenietdoet.



"Inspanningen van voorgaande jaren worden teniet gedaan"

Figuur 3: Evolutie van de knollen voorraad in functie van de teelt over 4 jaar

Wettelijk kader

Volgens de IPM-regelgeving en de GLB-conditionaliteit GLMC8 (biodiversiteit) geldt een teeltverbod op besmette percelen. Een perceel wordt als besmet beschouwd wanneer:

- Minstens 10 m² van het perceel is aangetast.
- Er sprake is van ≥ 10 planten/m² of $\geq 50\%$ bedekking op een officiële m².

Op dergelijke percelen is het verboden om de volgende gewassen te telen:

- Bolgewassen: uien, bloembollen, enz.
- Knolgewassen: aardappelen, knolselder, bataat, enz.
- Wortelgewassen: wortelen, bieten, pastinaak, prei, schorseneren, enz.

Deze maatregel geldt voor alle landbouwers, ook voor wie geen GLB-premies ontvangt, want ze is ook opgenomen in de IPM checklist.

Alternatieven

Op besmette percelen wordt aanbevolen om te kiezen voor:

- Maïs: de enige teelt waarin robuuste chemische bestrijding mogelijk en monocultuur mag als het perceel als besmet werd aangeduid.
- Wintergranen: indien gezond en met voldoende bodembedekking.
- Andere zwaardekkende gewassen: zoals spruitkool of vezelhennepe.

Daarnaast is het belangrijk om te zorgen voor een goede gewasrotatie. Maximaal drie op vier jaar maïs is toegestaan, tenzij het perceel officieel als besmet is gemeld via de verzamelaanvraag, dan kan een monocultuur mais aangehouden worden.

Conclusie

Het verbod op de teelt van bol-, wortel- en knolgewassen op besmette percelen is een essentiële maatregel in de geïntegreerde beheersing van knolcyperus. Het voorkomt verdere verspreiding, beschermt andere percelen en voorkomt een explosieve toename van de knollenvoorraad in de bodem. Alzo dragen landbouwers actief bij aan de bescherming van hun eigen bedrijf én dat van de sector als geheel.

2.3. Inundatie in slib kan de vitaliteit van knollen en zaden sterk reduceren maar de effectgrootte is sterk afhankelijk van incubatieduur en vooral herkomst/samenstelling van het slib

In de strijd tegen knolcyperus moet ook gekeken worden naar de verspreiding van knollen en zaden via reststromen. Eén van deze reststromen bij de verwerking van geoogst materiaal is slib. Het langdurig onderdompelen van knollen en zaden in zuurstofarm, organisch rijk slib afkomstig van industriële of agrarische processen blijkt in staat om de vitaliteit van knolcyperus significant te reduceren, mits correct toegepast.

Werkingsprincipe

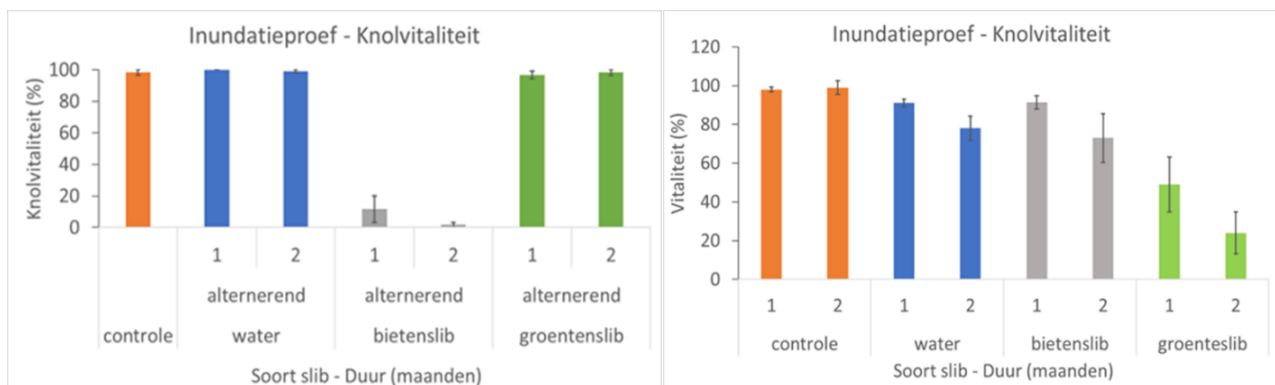
De effectiviteit van inundatie berust op een combinatie van:

- Anaërobe omstandigheden: zuurstofarme omgeving leidt tot verstikking van plantmateriaal.
- Chemische stress: hoge pH-waarden en toxische verbindingen (zoals ammoniak of organische zuren) tasten de celstructuren aan.
- Microbiële activiteit: bacteriën en schimmels in het slib breken organisch materiaal af, verbruiken het aanwezige zuurstof en produceren stoffen die schadelijk zijn voor knollen en zaden.

Onderzoeksresultaten uit de praktijk

In veldproeven werden nylon zakjes met knollen en zaden gedurende meerdere weken ondergedompeld in verschillende types slib:

- Bietenslib (2023): pH 12,45 – zeer agressief, leidde tot volledige afdoding van zaden en sterke reductie van knolvitaliteit.
- Groenteslib (2024): COD 108,9 mg O₂/g VS – hoge biologische activiteit, leidde tot sterke afbraak van knollen en zaden.
- Vergelijking met 2023 met 2024: lagere pH (7,83) van bietenslib in 2024 en lagere COD (27,0 mg O₂/g VS) van groenteslib in 2023 resulteerden in een minder effect.



Figuur 4: Knolvitaliteit bij inundatie in 2023 (links, bij alternerend temperatuur regime) en 2024 (rechts)

De proeven toonden aan dat de samenstelling van het slib doorslaggevend is, onderdompeling in zuiver water had immers geen effect. Hoe hoger de pH en hoe hoger de biologische zuurstofvraag (BOD/COD), hoe hoger het percentage afdoding. De incubatieduur speelt eveneens een belangrijke rol: langere onderdompeling leidt tot sterkere afname van de knolvitaliteit.

Kan dit leiden tot een praktische toepassing?

Inundatie in slib komt vooral voor in contexten waar grote volumes organisch materiaal worden verwerkt of opgeslagen. Denk aan:

- Bezinkingsbassins bij suikerfabrieken, groenteverwerkers of aardappelverwerkende bedrijven.
- Opslagputten of -vijvers op landbouwbedrijven waar slib tijdelijk wordt bewaard.
- Voorbehandeling van reststromen vóór compostering of vergisting.

Voor een eventuele effectieve toepassing om slib knolcyperus vrij te krijgen, zijn volgende voorwaarden essentieel:

- Volledige onderdompeling van het plantmateriaal in het slib.
- Minimale verblijfsduur van 4 tot 6 weken.
- Slib met hoge (of zeer lage) pH of hoge BOD/COD-waarden.
- Vermijden van kortsluitstromen of zones met zuurstoftoetreding.
- Monitoring van temperatuur en chemische samenstelling.

Conclusie

Inundatie in slib kan een techniek zijn binnen de geïntegreerde beheersing van knolcyperus, vooral in de context van industriële reststromen en grootschalige landbouwbedrijven. Mits correct toegepast, kan deze methode bijdragen aan het afdoden van knollen en zaden en zo de verspreiding van deze invasieve soort via compost, digestaat of reststromen aanzienlijk beperken. De sleutel tot succes ligt in de juiste slibkeuze, voldoende onderdompelingstijd en zorgvuldige monitoring.

2.4. Sommige bodemverstorende landbouwmachines verslepen knollen tot tientallen meters ver binnen een perceel

Bodemverstorende machines: een verborgen oorzaak van knolverspreiding

Binnen de geïntegreerde beheersing van knolcyperus is het cruciaal om niet alleen te kijken naar hoe de plant zich tussen percelen verspreidt, maar ook naar hoe ze zich binnen een perceel verplaatst. Een vaak onderschatte factor hierin is het gebruik van bodemverstorende landbouwmachines. Deze machines – zoals ploegen, eggen, rotoeggen, schijveneggen en rooimachines – kunnen knollen van knolcyperus tientallen meters ver verslepen binnen een perceel, wat leidt tot een snelle en onzichtbare uitbreiding van besmettingshaarden.

Hoe gebeurt de versleping?

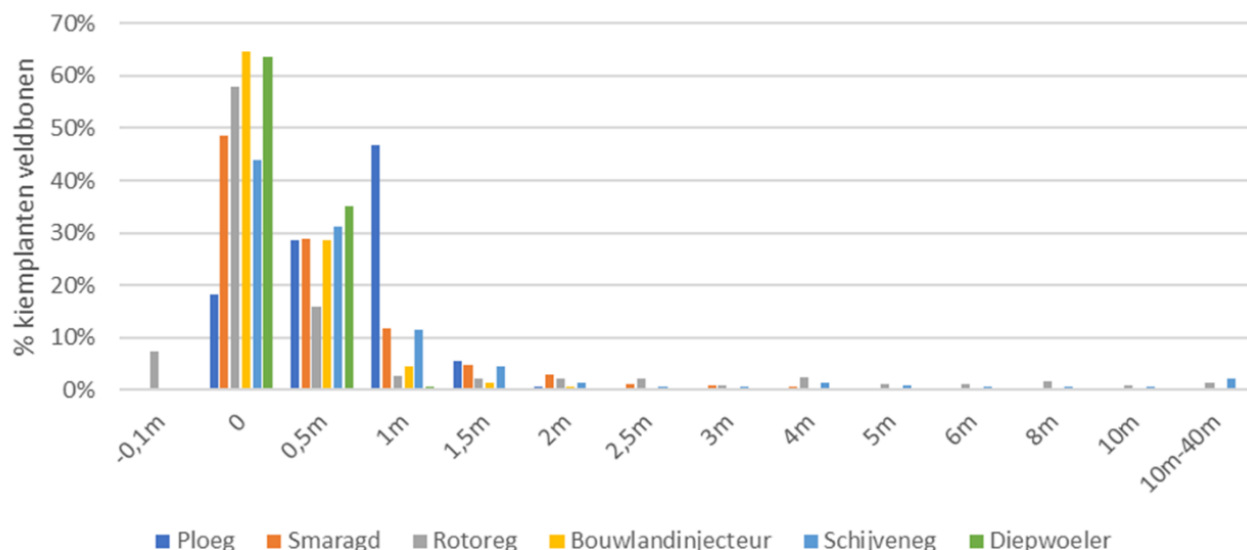
Knolcyperus verspreidt zich vegetatief via ondergrondse knollen. Wanneer een perceel bewerkt wordt met machines die de bodem intensief verstoren, kunnen knollen:

- Losgerukt en verplaatst worden over grote afstanden.
- Aankleven aan werktuigen en zo verspreid worden bij elke werkgang.
- Ingewerkt worden op grotere diepte, wat hun overlevingskans verhoogt.

Deze versleping start vaak aan de perceelsinrit, waar besmetting meestal het eerst optreedt. Van daaruit worden knollen via bewerkingen radiaal verspreid over het perceel.

Onderzoek en praktijkvoorbeelden

In veldproeven op zandgrond werd de versleping van knollen gesimuleerd met behulp van veldboonzaden die op verschillende dieptes in de bodem werden begraven. Na bewerking (dwars op de aangebrachte begraven bonenzaden) met onder andere een rotoeg en een schijveneg bleek dat de bonenzaden (en dus ook knollen) tot meer dan 40 meter ver van hun oorspronkelijke locatie konden opkomen. Dit toont aan dat mechanische verspreiding binnen een perceel een reëel en ernstig risico vormt.



Figuur 5: Verdeling opgekomen veldbonen over traject 0-40 m

Een ander praktijkvoorbeeld betreft een tweerijige aardappelrooier. Na gebruik bevatte deze machine tot wel 30 kg grond. Bij een besmettingsgraad van slechts 2 knollen per kg grond betekent dit dat één machine tot 60 knollen kan verspreiden naar andere delen van het perceel – of zelfs naar andere percelen als de machine niet wordt gereinigd.

Gevolgen voor beheersing

De versleping van knollen binnen een perceel heeft ernstige gevolgen:

- Kleine haarden worden snel groter en moeilijker beheersbaar.
- Nieuwe besmettingszones ontstaan op onverwachte plaatsen.
- Curatieve bestrijding wordt complexer en minder efficiënt.
- Zelfs wanneer een perceel gedurende korte periode intensief wordt behandeld, resteren er nog steeds talrijke vitale knollen die op hun beurt voor een snelle heropbouw van de populatie kunnen zorgen.

Aanbevelingen

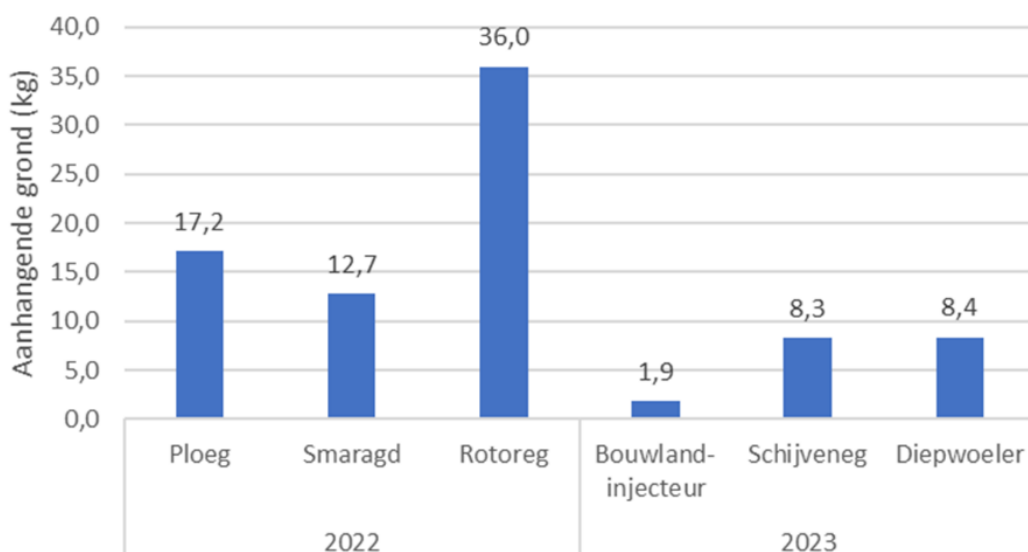
Om de verspreiding van knollen binnen percelen te beperken, zijn volgende maatregelen aanbevolen:

- Beperk het gebruik van intensief bodemverstorende machines op besmette percelen.

- Werk besmette zones als laatste af en reinig machines grondig na gebruik.
- Gebruik aangepaste werktuigen met minimale bodemverstoring waar mogelijk.
- Markeer besmette zones en behandel ze afzonderlijk.
- Combineer mechanische maatregelen met chemische of thermische technieken om hergroei te voorkomen.

Hygiënemaatregelen: IPM regelgeving om versleping tussen percelen te vermijden

- Machines worden regelmatig gereinigd (niveau 2)
- Perceel wordt vrij verklaard in cultuurcontract (niveau 1)
- Indien perceel is besmet (niveau 1):
 - Perceel als laatste bewerken
 - Machines reinigen
 - Verbod grond af te voeren
 - Eventuele loonwerker informeren
 -



Figuur 6: Aanklevende grond aan diverse machines na een bodembewerking

Conclusie

Bodemverstorende landbouwmachines spelen een belangrijke rol in de verspreiding van knolcyperus binnen percelen en uiteraard ook tussen percelen. Door bewust om te gaan met bewerkingen en machines, en door besmette zones met de nodige voorzichtigheid

te behandelen, kunnen landbouwers de interne verspreiding van knollen aanzienlijk beperken. Deze aanpak is essentieel om de effectiviteit van curatieve maatregelen te verhogen en om verdere uitbreiding van besmettingen te voorkomen.

2.5. Het versleppingsrisico van zaden en knollen via compost is minimaal bij een correct uitgevoerde compostering

Compostering: een veilige schakel in de beheersing van knolcyperus

In de strijd tegen knolcyperus is het correct verwerken van besmet plantmateriaal en reststromen van cruciaal belang. Een veelvoorkomende zorg is de mogelijke verspreiding van knollen en zaden via compost. Gelukkig tonen praktijkproeven aan dat het versleppingsrisico via compost minimaal is, op voorwaarde dat de compostering correct en volgens erkende protocollen wordt uitgevoerd.

Onderzoek naar composteringseffecten

In veldproeven werden nylon zakjes met knollen en zaden van knolcyperus gedurende 5 tot 6 weken in composthoopen geplaatst op twee locaties: Bocholt en Kruishoutem. De zakjes werden op verschillende posities in de hoop geplaatst (top, rand, voet, centrum, wisselend) om het effect van temperatuur en zuurstofverdeling te evalueren.

Bocholt		Kruishoutem	
T(°C)-duur (uur)	Centrum	T(°C)-duur (uur)	Centrum
≥ 50°C	901	≥ 50°C	175
≥ 55°C	901	≥ 55°C	112
≥ 60°C	886	≥ 60°C	0
≥ 65°C	612	≥ 65°C	0

Tabel 1: Verblijfsduur (in uren) bij verschillende bereikte temperaturen in Bocholt en Kruishoutem

De resultaten waren duidelijk:

- In Bocholt werden alle zaden volledig afgedood, ongeacht de positie in de hoop. Enkel in de voetzone werd nog beperkte kieming van knollen vastgesteld.
- In Kruishoutem werd kieming van knollen waargenomen in de voet en top van de hoop, wat wijst op onvoldoende temperatuurontwikkeling of ongelijke verdeling van warmte.

Deze resultaten onderstrepen het belang van een homogene en voldoende warme compostering.

Voorwaarden voor veilige compostering

Om knollen en zaden van knolcyperus effectief af te doden, moet de compostering voldoen aan het VLACO-protocol voor GFT-compostering. Dit houdt in:

- Een minimale temperatuur van 45°C gedurende minstens 6 weken.
- Daarbinnen minstens:
 - 4 opeenvolgende dagen > 60°C, of
 - 12 opeenvolgende dagen > 55°C.
- Minstens 4 keer keren van de composthoop om een gelijkmatige temperatuurverdeling te garanderen.

Deze voorwaarden zorgen ervoor dat zowel knollen als zaden worden blootgesteld aan voldoende hitte en microbiële activiteit om hun vitaliteit te doen verliezen. Een garantie op complete afdoding kan evenwel nooit gegeven worden.

Risico's bij slechte compostering

Zeker wanneer compostering niet correct wordt uitgevoerd – bijvoorbeeld bij onvoldoende hoge temperatuur, te weinig keren of te korte verblijfsduur – kunnen knollen en zaden overleven. Vooral in de voet van de hoop, waar de temperatuur vaak lager blijft, kunnen knollen ontsnappen aan afbraak. Dit vormt een reëel risico op herbesmetting wanneer de compost opnieuw op het land wordt gebracht.

Conclusie

Correct uitgevoerde compostering is een veilige en effectieve methode om knollen en zaden van knolcyperus af te doden. Het versleppingsrisico via compost is dan ook minimaal, mits voldaan wordt aan de erkende temperatuur- en bewerkingseisen. Compostproducenten, landbouwers en verwerkers van organisch materiaal spelen hierin een sleutelrol. Door compostering professioneel en zorgvuldig aan te pakken, wordt een belangrijke schakel in de verspreidingsketen van knolcyperus onderbroken.

2.6. Thermofiele vergisting minimaliseert versleppingsrisico van knollen en zaden, mits juist uitgevoerd maar let op met kortsluitstromen.

Thermofiele vergisting: een krachtige barrière tegen knolverspreiding

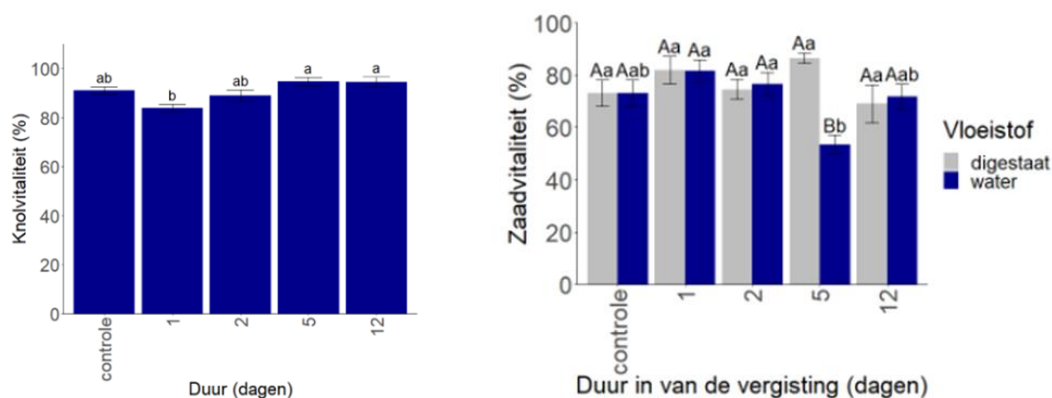
Binnen de geïntegreerde beheersing van knolcyperus is het correct verwerken van besmette biomassa essentieel om verdere verspreiding te voorkomen. Een van de meest effectieve technieken hiervoor is thermofiele vergisting. Deze methode, waarbij organisch materiaal wordt afgebroken bij verhoogde temperaturen tussen 50 en 60°C, blijkt bijzonder doeltreffend in het afdoden van zowel knollen als zaden van knolcyperus. Mits correct toegepast, vormt thermofiele vergisting een veilige schakel in een circulaire landbouwpraktijk. Toch zijn er belangrijke aandachtspunten, zoals het vermijden van zogenaamde kortsluitstromen.

Hoe werkt het?

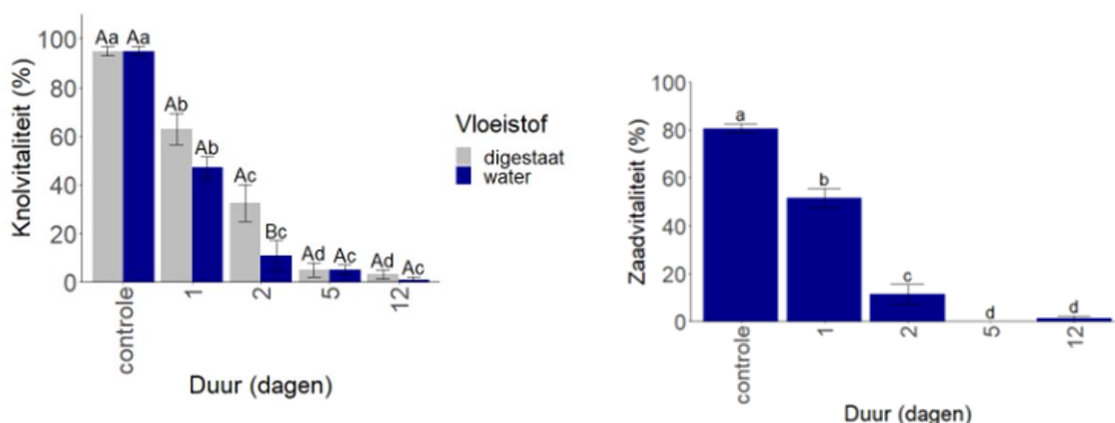
Tijdens thermofiele vergisting wordt het substraat gedurende meerdere dagen blootgesteld aan hoge temperaturen. Onderzoek toont aan dat deze temperatuur op zich verantwoordelijk is voor de afname van de vitaliteit van knollen en zaden. Noch de aanwezigheid van micro-organismen, noch de chemische samenstelling van het digestaat speelt hierbij een doorslaggevende rol. De hitte zorgt ervoor dat de cellen van de knollen en zaden beschadigd raken, waardoor ze hun kiemkracht verliezen.

Wat zeggen de proeven?

In gecontroleerde experimenten werden knollen en zaden van knolcyperus gedurende 1 tot 10 dagen ondergedompeld in proefbuisjes met water of digestaat. Deze buisjes werden vervolgens geïncubeerd bij zowel **mesofiele** (35–40°C) als **thermofiele** (50–60°C) temperaturen. De resultaten waren duidelijk: bij mesofiele vergisting bleef de vitaliteit van knollen en zaden grotendeels behouden, zelfs na 10 dagen. Bij thermofiele vergisting daarentegen werd een duidelijke afname van de kiemkracht van knollen en zaden vastgesteld, wat de noodzaak van voldoende hoge temperaturen onderstreept. Er was wel een duidelijk effect van de incubatieduur. Er werd geen reducerend effect door micro-organismen of chemische stoffen in het digestaat vastgesteld. De reductie in vitaliteit werd uitsluitend veroorzaakt door de hoge temperatuur.



Figuur 7: Mesofiele vergisting houdt een groot risico in op versleping van levende zaden en knollen



Figuur 8: Thermofiele vergisting minimaliseert versleppingsrisico van knollen en zaden, mits juist uitgevoerd, maar let op met kortsluitstromen

Aandacht voor kortsluitstromen

Een belangrijk risico bij thermofiele vergisting is het ontstaan van zogenaamde kortsluitstromen. Dit zijn zones in de vergister waar het substraat onvoldoende lang of onvoldoende intensief wordt blootgesteld aan de vereiste temperatuur. Hierdoor kunnen knollen of zaden de installatie overleven en via het digestaat opnieuw op het land terechtkomen. Om dit te voorkomen, is het essentieel dat de vergister technisch goed

ontworpen is, met een homogeen temperatuurprofiel en een voldoende lange verblijfsduur van het substraat.

Praktische toepassing

Thermofiele vergisting is vooral toepasbaar in grootschalige biogasinstallaties waar temperatuurregeling mogelijk is. Ook verwerkingsinstallaties van GFT, mest of andere organische reststromen kunnen deze techniek inzetten. Voor landbouwbedrijven met een eigen vergister is het belangrijk om na te gaan of hun installatie op thermofiele temperatuur werkt. Veel landbouwvergisters zijn immers mesofiel, wat onvoldoende is om knolcyperus effectief af te doden.

Conclusie

Thermofiele vergisting is een krachtige en betrouwbare methode om knollen en zaden van knolcyperus af te doden. De effectiviteit hangt echter volledig af van een correcte uitvoering: een voldoende hoge temperatuur, een lange verblijfsduur en het vermijden van kortsluitstromen zijn cruciaal. Wanneer aan deze voorwaarden wordt voldaan, kan thermofiele vergisting een belangrijke rol spelen in het doorbreken van de verspreidingscyclus van knolcyperus via digestaat en andere reststromen.

2.7. Een verblijf van minstens 6 weken in een maïsmicrokuil is zeer effectief in het afdoden van knolcyperus knollen en zaden

Inkuiling van maïs: een natuurlijke en effectieve manier om knolcyperus af te doden

Binnen de geïntegreerde beheersing van knolcyperus is het correct verwerken van besmet plantmateriaal essentieel om verdere verspreiding te voorkomen. Een bijzonder effectieve en praktisch toepasbare methode is het inkuilen van besmette biomassa in een maïskuil. Onderzoek toont aan dat een verblijf van minstens zes weken in een maïsmicrokuil leidt tot een volledige afdoding van knollen en zaden van knolcyperus.

Wetenschappelijke onderbouwing

In gecontroleerde proeven werden nylon zakjes met knollen en zaden van knolcyperus gedurende verschillende periodes in maïsmicrokuilen geplaatst. De kuilen bestonden uit ingekuilde silomaïs met een droge stofgehalte van 34 tot 40%.

Na zes weken bleek dat:

- 100% van de knollen hun vitaliteit verloren hadden, ongeacht de positie in de kuil.
- Zaden slechts in uitzonderlijke gevallen (<1%) nog kiemkracht vertoonden.
- De afdoding te danken was aan een combinatie van zuurstofarme omstandigheden, lage pH, fermentatieproducten (zoals melkzuur) en verhoogde temperatuur.

Praktische toepassing

Deze methode is eenvoudig toepasbaar op landbouwbedrijven die beschikken over een maïskuil of maïsbalen. Belangrijke voorwaarden voor een succesvolle afdoding zijn:

- Correcte inkuiling van gezonde, goed verteerbare maïs.
- Luchtdichte afsluiting van de kuil om fermentatie op gang te brengen.
- Minimale verblijfsduur van zes weken voor microkuilen, en bij voorkeur vijf maanden voor echte kuilen of balen.
- Verwerking van besmet materiaal (zoals loof, grondresten of vanggewassen) in de kuil, mits goed gemengd met de maïs.

Ook in praktijkproeven met echte maïskuilen en maïsbalen werd volledige afdoding van knollen en zaden vastgesteld na vijf maanden opslag.

Aandachtspunten



De effectiviteit is afhankelijk van de kwaliteit van de inkuiling. Slecht afgesloten of onvoldoende verdichte kuilen kunnen zones bevatten waar zuurstof aanwezig blijft, wat de afbraak vertraagt.

Inkuiling is niet geschikt voor droge of houtige biomassa die moeilijk fermenteert.

De methode is niet bedoeld als enige maatregel, maar als onderdeel van een bredere preventieve strategie.

Conclusie

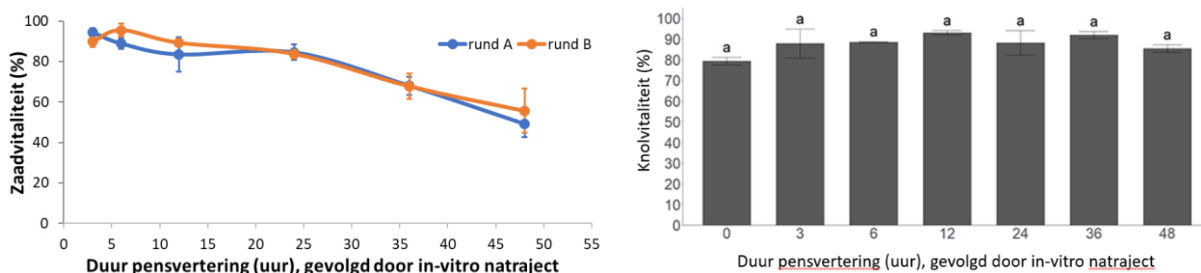
Inkuiling van besmet materiaal in een goed beheerde maïskuil is een natuurlijke, goedkope en uiterst effectieve methode om knollen en zaden van knolcyperus af te doden. Door gebruik te maken van de fermentatieprocessen in de kuil, wordt het plantmateriaal op een veilige manier afgebroken, zonder risico op verdere verspreiding. Deze techniek is bijzonder geschikt voor landbouwbedrijven die maïs telen en vormt een waardevolle schakel in de preventieve beheersing van knolcyperus.

2.8. Een passage door het verteringskanaal van een rund beïnvloedt de vitaliteit van zaden en knollen niet tot nauwelijks bij normale pensverblijfduren

Pensvertering bij runderen: onvoldoende om knolcyperus af te doden

In het kader van circulaire landbouw worden reststromen van gewassen vaak ingezet als veevoeder. Dit roept de vraag op of knolcyperus, wanneer het via besmette gewasresten in het rantsoen van runderen terechtkomt, effectief wordt afgebroken in het spijsverteringskanaal van het dier. Onderzoek toont echter aan dat een passage door het verteringssysteem van een rund onvoldoende is om de vitaliteit van knollen en zaden van knolcyperus significant te reduceren.

Tijdens proeven werden knollen en zaden gedurende verschillende tijdsintervallen – variërend van 3 tot 48 uur – onderworpen aan zowel in vivo als in vitro verteringssimulaties. In het geval van in sacco pensvertering werden nylon zakjes met zaden rechtstreeks in de pens van levende runderen geplaatst. Daarnaast werd ook een volledige simulatie uitgevoerd van het natraject, inclusief lebmaag en dunne darm, om het effect van het volledige verteringsproces te evalueren.



Figuur 9: Invloed van de in-sacco pensvertering, gevolgd door een in-vitro natraject lebmaag/dunne darm, dit voor zowel de zaadvitaliteit (links) als de knolvitaliteit (rechts).

De resultaten waren duidelijk: bij een normale pensverblijfsduur van 3 tot 12 uur bleef de kiemkracht van knollen en zaden grotendeels behouden. Pas bij een verlengde verblijfsduur van 36 tot 48 uur werd een matige afname van vitaliteit vastgesteld, en dit enkel bij de zaden. In de praktijk is een dergelijke lange verblijfsduur in de pens echter niet realistisch.

Deze bevindingen impliceren dat pensvertering op zichzelf geen betrouwbare methode is om knolcyperus onschadelijk te maken. Wanneer besmet materiaal via het rantsoen wordt opgenomen, kunnen knollen en zaden de pens overleven en via de mest opnieuw op het land terechtkomen. Dit vormt een reëel risico op herbesmetting, zeker wanneer de mest niet verder wordt behandeld.

Om dit risico te beperken, is het aangewezen om:

- Besmette gewasresten niet als veevoeder te gebruiken, tenzij ze vooraf zijn behandeld (bijvoorbeeld via inkuiling).
- Mest afkomstig van dieren die mogelijk besmet materiaal hebben opgenomen niet rechtstreeks uit te rijden, maar eerst te verwerken via compostering, thermofiele vergisting of langdurige opslag in drijfmest.
- Combinaties van vertering en mestopslag te benutten: proeven tonen aan dat een combinatie van pensvertering en acht weken opslag in drijfmest leidt tot een sterkere afname van vitaliteit, met een reductie van 85% bij knollen.

Conclusie

Hoewel pensvertering bij runderen een zekere afbraak van knolcyperus veroorzaakt, is deze onvoldoende om verspreiding via meststromen uit te sluiten. De meeste knollen en zaden blijven levensvatbaar en kunnen na uitscheiding opnieuw kiemen. Daarom is het essentieel om aanvullende maatregelen te nemen, zoals compostering, vergisting of langdurige mestopslag, om het risico op herbesmetting effectief te beperken.

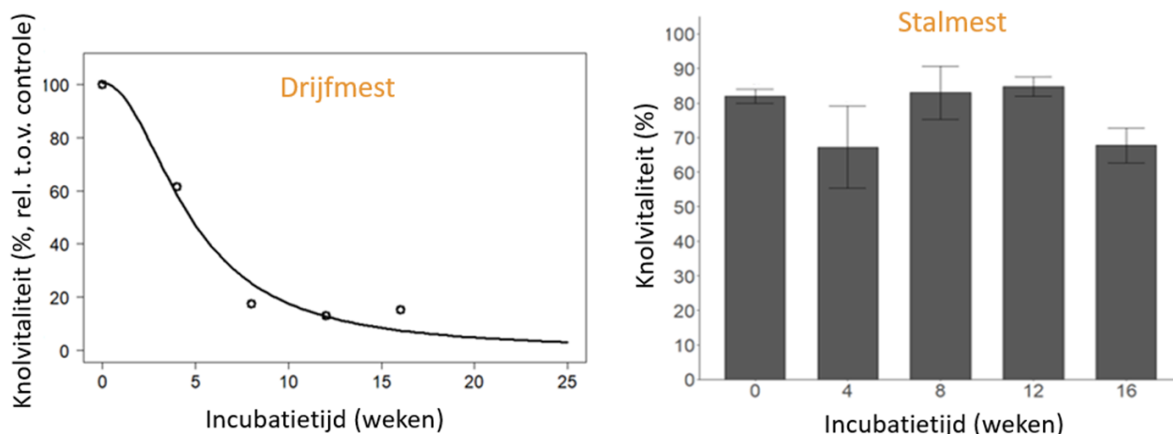
2.9. De kans op verspreiding van vitale knollen en zaden via mest is zeer gering na 4 maanden verblijf in mengmest, maar zeer hoog na verblijf in stalmest, zeker bij kleine hopen.

Mestopslag: cruciale schakel in het voorkomen van knolverspreiding

Knolcyperus verspreidt zich niet alleen via grond en machines, maar ook via organische reststromen zoals mest. Wanneer knollen en zaden van knolcyperus via besmette gewasresten in de mest terechtkomen, kunnen ze – indien niet correct behandeld – opnieuw op het land worden gebracht en daar uitgroeien tot nieuwe besmettingshaarden. Onderzoek toont echter aan dat de manier waarop mest wordt opgeslagen een groot verschil maakt in het risico op verspreiding.

Onderzoek naar mesttypes en verblijfsduur

In veldproeven werden nylon zakjes met knollen en zaden van knolcyperus gedurende 4, 8, 12 en 16 weken opgeslagen in twee types mest: stalmest en drijfmest



Figuur 10: Knol vitaliteit na verschillende incubatietijden in drijfmest (links) en stalmest (rechts) (Drijfmest = mengmest: vloeibare mest, opgeslagen in afgesloten tanks of putten. Stalmest = vaste mest, opgeslagen in hopen op het erf).

De resultaten waren opvallend verschillend. In drijfmest werd na ongeveer 14 weken een reductie van 90% in de vitaliteit van knollen vastgesteld. Bij zaden was de reductie beperkter, maar nog steeds merkbaar. In stalmest daarentegen werd geen significante afname van vitaliteit waargenomen, zelfs niet na 16 weken. Vooral in kleine hopen, waar de temperatuur laag blijft en de zuurstofvoorziening beperkt is, kunnen knollen en zaden overleven.

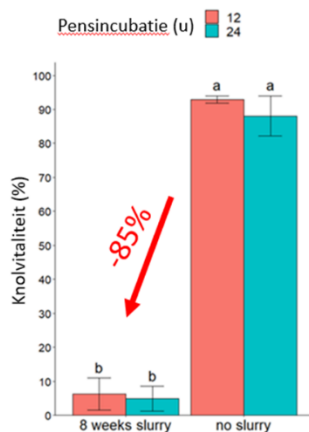
Verklaring van het verschil

Het verschil in effectiviteit tussen drijfmest en stalmest is te verklaren door de fysisch-chemische omstandigheden:

- In drijfmest heerst een anaëroob milieu met lage zuurstofconcentratie, hoge microbiële activiteit en een verhoogde concentratie aan ammoniak, waterstofsulfide en organische zuren. Deze omstandigheden zijn schadelijk voor de celstructuren van knollen en zaden.
- In stalmest blijven de omstandigheden vaak te mild: de temperatuur stijgt onvoldoende (althans aan de randen van de hoop), de zuurstof blijft lokaal aanwezig en de microbiële afbraak is minder intens. Hierdoor kunnen knollen en zaden hun kiemkracht behouden.

Synergie met pensvertering

Wanneer knollen en zaden eerst door het spijsverteringskanaal van een rund gaan en vervolgens in drijfmest terechtkomen, wordt een synergetisch effect waargenomen. De combinatie van vertering en mestopslag leidt tot een sterkere afname van vitaliteit dan de som van elk van beide processen afzonderlijk. Bij knollen werd in dit scenario een reductie van 85% vastgesteld, terwijl de som van de afzonderlijke effecten slechts 77% bedroeg. Bij zaden was de reductie slechts 27%.



Figuur 11: Afname van de knolvitaliteit na pensincubatie, al of niet in combinatie verblijf in drijfmest (slurry)

Praktische aanbevelingen



- Vermijd het gebruik van stalmest afkomstig van dieren die mogelijks besmet materiaal hebben opgenomen.
- Bewaar besmette mest bij voorkeur in drijfmestkelders gedurende minstens 3 tot 4 maanden.
- Combineer pensvertering met drijfmestopslag om het effect te versterken.
- Voer geen mest af naar andere bedrijven zonder voorafgaande behandeling.
- Gebruik compostering of vergisting als aanvullende of alternatieve strategie.

Conclusie

De kans op verspreiding van vitale knollen en zaden via mest is zeer gering na langdurige opslag in drijfmest, maar zeer hoog bij opslag in stalmest, zeker wanneer het gaat om kleine hopen. Dit maakt mestopslag tot een kritische controlepunt in de beheersing van knolcyperus. Door bewust te kiezen voor veilige opslagmethoden en voldoende verblijfsduur, kunnen landbouwers het risico op herbesmetting via meststromen aanzienlijk beperken.



Provincie
Antwerpen



AGENTSCHAP
INNOVEREN &
ONDERNEMEN

2.10. Samenvatting: preventie is de basis van een duurzame beheersing van knolcyperus

De bestrijding van knolcyperus begint bij het **voorkomen van verdere verspreiding**. Preventie is niet alleen de eerste stap in een geïntegreerde aanpak, maar ook de meest kostenefficiënte. Zodra de plant zich heeft gevestigd, is curatieve bestrijding moeilijk, langdurig en vaak duur. Daarom is het essentieel om besmetting te vermijden of in een zo vroeg mogelijk stadium te detecteren.

Een van de belangrijkste preventieve maatregelen is het **vermijden van de teelt van wortel-, knol- en bolgewassen op besmette percelen**. Deze gewassen, zoals aardappelen, wortelen, bieten, uien, ... verhogen het risico op versleping van knollen via oogstmachines en reststromen. Bovendien zijn er in deze teelten nauwelijks mogelijkheden voor effectieve bestrijding. Daarom geldt er op besmette percelen een wettelijk verbod op deze gewassen, zoals vastgelegd in de IPM-regelgeving en de GLB-conditionaliteiten.

Een andere cruciale maatregel is het hanteren van een goede **machinehygiëne**. Landbouwmachines kunnen besmette grond met zich meenemen en zo knollen verspreiden naar andere delen van het perceel of naar andere percelen. Het is daarom verplicht om machines te reinigen bij het verlaten van besmette percelen, deze percelen als laatste te bewerken en geen grond af te voeren.

Ook de verwerking van besmette biomassa vraagt om aandacht. Wanneer knollen en zaden via reststromen zoals compost, digestaat of mest opnieuw op het land terechtkomen, kunnen ze opnieuw uitgroeien. Gelukkig tonen proeven aan dat correct uitgevoerde compostering – volgens het **VLACO-protocol** – en **thermofiele vergisting** (50–60°C) zeer effectief zijn in het afdoden van knollen en zaden. Mesofiele vergisting (35–40°C), die vaak op landbouwbedrijven wordt toegepast, is daarentegen onvoldoende.

Daarnaast blijkt ook **inkuiling** van besmet materiaal in een maïskuil of maïsbalen een bijzonder effectieve methode. Na een verblijf van minstens zes weken in een goed afgesloten kuil is de vitaliteit van knollen en zaden volledig verdwenen. Deze methode is eenvoudig toepasbaar op landbouwbedrijven die maïs telen.

Tot slot speelt ook mestopslag een rol. In **drijfmest** worden knollen na ongeveer drie tot vier maanden grotendeels afgedood. In stalmest daarentegen, vooral in kleine

hopen, blijven knollen vaak levensvatbaar. Daarom is het belangrijk om besmette mest bij voorkeur in drijfmest op te slaan en voldoende lang te bewaren.

Preventie vraagt om een consequente aanpak op elk niveau van het landbouwbedrijf. Door te kiezen voor veilige teelten, machines correct te reinigen, reststromen zorgvuldig te verwerken en mest op de juiste manier op te slaan, kunnen landbouwers de verspreiding van knolcyperus aanzienlijk beperken. Deze maatregelen zijn niet alleen wettelijk verplicht, maar vormen ook de basis voor een duurzame en toekomstgerichte landbouw.



MONITORING



3. MONITORING: DE SLEUTEL TOT VROEGE DETECTIE EN GERICHTE BEHEERSING

3.1. Knolcyperus klonen verschillen in gevoeligheid ten aanzien van herbiciden en alternatieve bestrijdingsmethoden

Een doeltreffende beheersing van knolcyperus begint bij een goed uitgewerkte en systematische monitoring. Omdat knolcyperus zich vaak onopgemerkt verspreidt via knollen en zaden, is het essentieel om besmettingen in een zo vroeg mogelijk stadium op te sporen. Monitoring vormt dan ook een onmisbare pijler binnen een geïntegreerde beheersstrategie.

Veldinspectie en risicogebieden

Regelmatige en zorgvuldige inspectie van percelen is de eerste stap in monitoring. Deze inspecties gebeuren idealiter tussen april en september, wanneer knolcyperus bovengronds zichtbaar is. Bijzondere aandacht gaat uit naar:

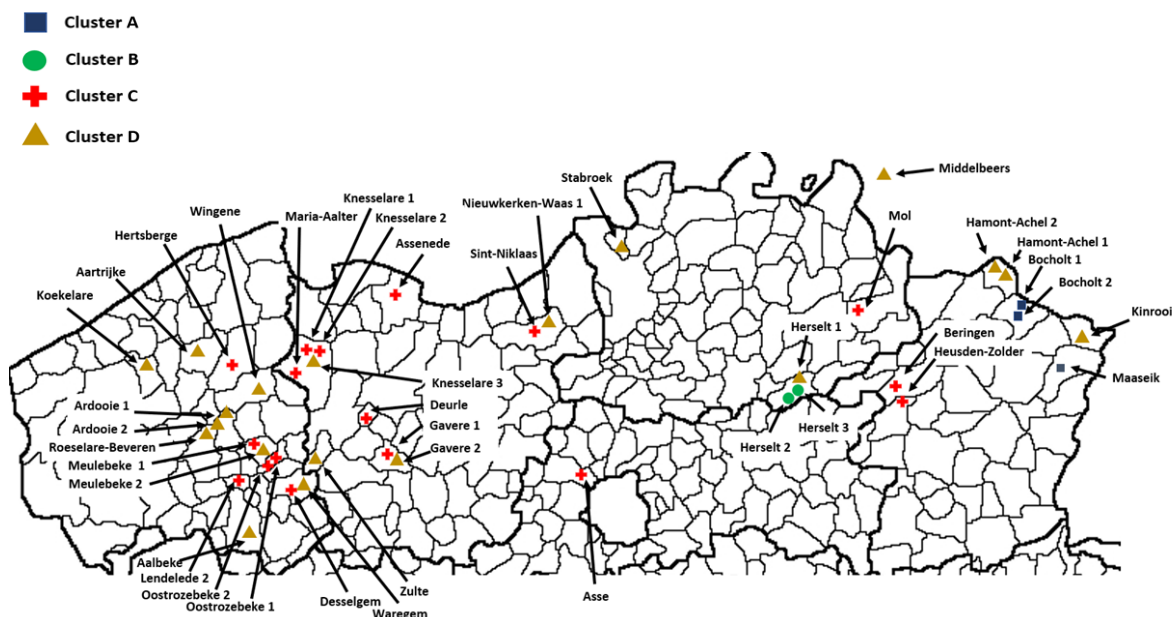
- perceelsingangen en inritten;
- zones waar machines keren of gestald worden;
- perceelsranden langs waterlopen of beheerpaden;
- percelen grenzend aan gekende besmettingen.

Vroege detectie van kleine haarden is cruciaal: hoe kleiner en beperkter de besmetting, hoe groter de kans op succesvolle en kostenefficiënte bestrijding.

Genetische en morfologische karakterisering

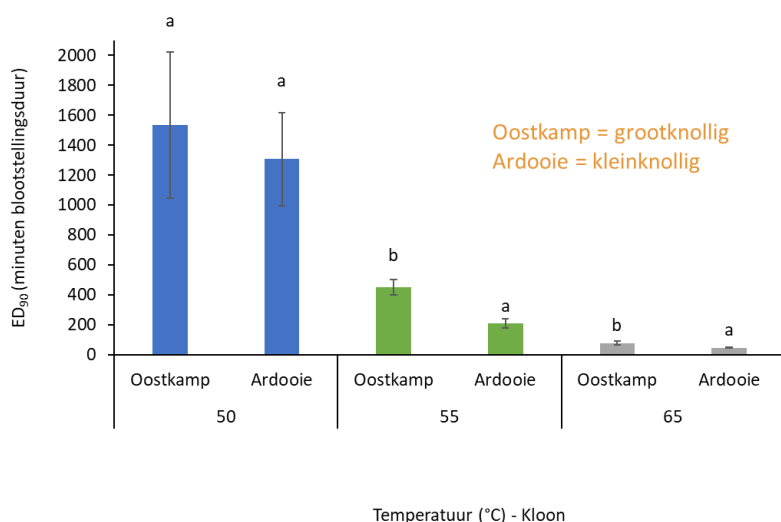
Knolcyperus is genetisch zeer divers. In Vlaanderen zijn via AFLP-analyse vier genetische clusters geïdentificeerd, elk met eigen kenmerken:

- Cluster A: kleinknollig, geringe bloemneiging (voornamelijk Noord-Limburg)
- Cluster B: grootknollig, lager knolaantal (meer geclusterd, bijvoorbeeld in de Zuiderkempen)
- Clusters C en D: genetisch zeer divers, verspreid over Vlaanderen.

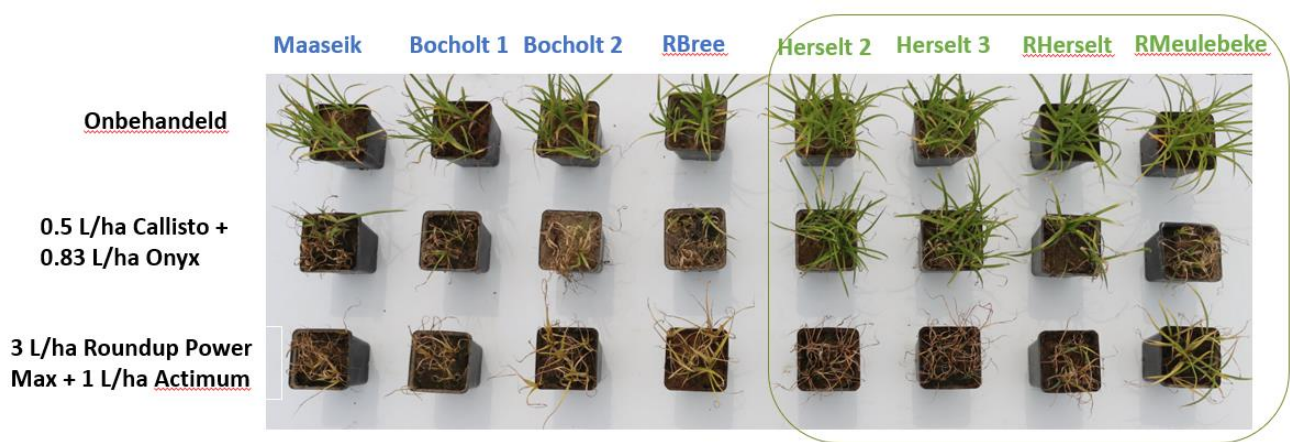


Figuur 12: Verspreiding van 4 clusterklonen over Vlaanderen

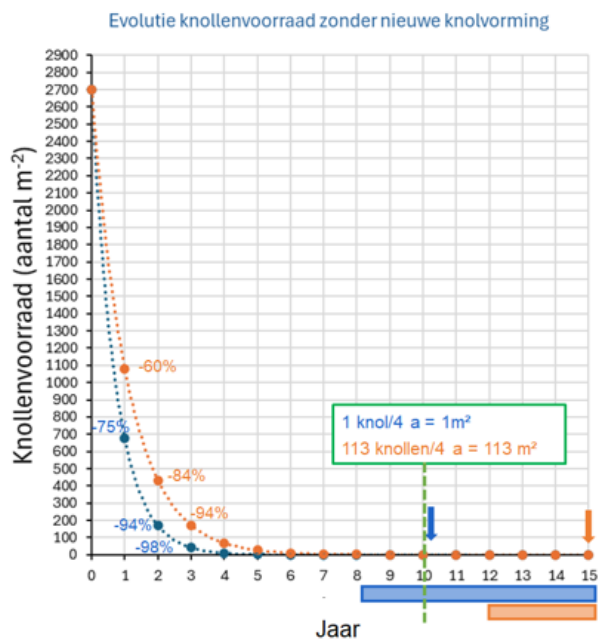
Deze klonen verschillen in hun gevoeligheid voor herbiciden, thermische technieken en andere bestrijdingsmethoden zoals bodemontsmetting. Zo zijn grootknollige klonen minder gevoelig voor hete lucht (100% hogere ED90) en anaerobe bodemontsmetting (veldproef Mol: 33,7% hogere vitaliteit), onder meer door hun grotere reserves (koolhydraten en nutriënten) en hoger aantal okselknoppen. Deze kennis is essentieel om bestrijdingsstrategieën op maat van het perceel te ontwikkelen.



Figuur 13: Effect van knolgrootte op gevoeligheid voor hete lucht



Figuur 14: Gevoeligheid van diverse klonen voor diverse herbiciden (Behandeling in het 5-bladstadium, spuitvolume 250 l/ha)



Initiële zware
besmetting over 4 are



Halfwaarde 9 m



Halfwaarde 6 m
(Stoller & Wax, 1973)

1 knol = 1 m²

Officieel 'besmettingsvrij' (< 10 knollen/perceel)

uitroeiing (< 0.5 knollen/perceel)

Figuur 15: Theoretische evolutie van de knollen voorraad zonder nieuwe knolvorming (Bron: UGENT, Benny De Cauwer)

3.2. Dronebeelden laten detectie van knolcyperus haarden toe, maar er is nog werk aan betrouwbaarheid

Drones en automatische beeldherkenning

Nieuwe technologieën zoals dronebeelden en automatische beeldherkenning bieden veelbelovende mogelijkheden voor grootschalige en snelle detectie van knolcyperus. In het kader van het project "Relance automatische onkruidherkenning" (partnerschap tussen PVL, HH, VITO, Agentschap Landbouw en Visserij, landbouwers) werd in 2023 een model ontwikkeld dat knolcyperus met een betrouwbaarheid van 85% kon herkennen in maïspercelen. Dit model werd getraind op meer dan 28.000 geannoteerde beelden.

In 2024 werd de focus verlegd naar andere teelten, maar natte omstandigheden en de aanwezigheid van look-alike cypergrassen en grassoorten zoals vingergrassen bemoeilijkten de herkenning. Verdere verfijning van het model is nog lopende, met als doel om in de toekomst ook in andere gewassen en op perceelsniveau betrouwbare detectie mogelijk te maken.

Monitoring als basis voor strategie

Monitoring is niet alleen belangrijk voor detectie, maar ook voor opvolging van beheersmaatregelen. Zo kan het aantal scheuten per vierkante meter in augustus in maïspercelen dienen als indicator voor de evolutie van de knollenvoorraad. Een vuistregel stelt dat minder dan 30 scheuten per m² wijst op een afname van de knollenvoorraad, terwijl hogere aantallen duiden op een toename. Er is wel wat variatie tussen jaren.

3.3. Samenvatting monitoring

Monitoring is een onmisbare schakel in de beheersing van knolcyperus. Door regelmatige veldinspecties, eventueel genetische karakterisering en het inzetten van nieuwe technologieën zoals drones en beeldherkenning, kunnen besmettingen vroegtijdig worden opgespoord en gericht aangepakt. Monitoring maakt het mogelijk om beheersmaatregelen op te volgen, strategieën bij te sturen en uiteindelijk te streven naar uitroeiing. Het is een investering in kennis, precisie en duurzaamheid.

CURATIE



Provincie
Antwerpen



AGENTSCHAP
INNOVEREN &
ONDERNEMEN

4. CURATIE

4.1. Scheutaantal medio augustus in maïs is een goede indicator van de evolutie van de knollenvoorraad

Scheutaantal als indicator in maïspercelen: meten is weten

Een van de meest praktische en betrouwbare manieren om de effectiviteit van beheersmaatregelen tegen knolcyperus op te volgen, is het tellen van het aantal scheuten per vierkante meter medio augustus. Deze eenvoudige veldobservatie biedt waardevolle informatie over de evolutie van de knollenvoorraad in de bodem en vormt zo een belangrijke graadmeter binnen een geïntegreerde beheersstrategie.

Waarom het scheutaantal tellen?

Knolcyperus plant zich voornamelijk voort via ondergrondse knollen. Elke knol kan meerdere scheuten produceren, die op hun beurt opnieuw knollen vormen. Door het aantal bovengrondse scheuten te tellen, krijgen we een indirect maar betrouwbaar beeld van de ondergrondse knolpopulatie. Dit maakt het mogelijk om:

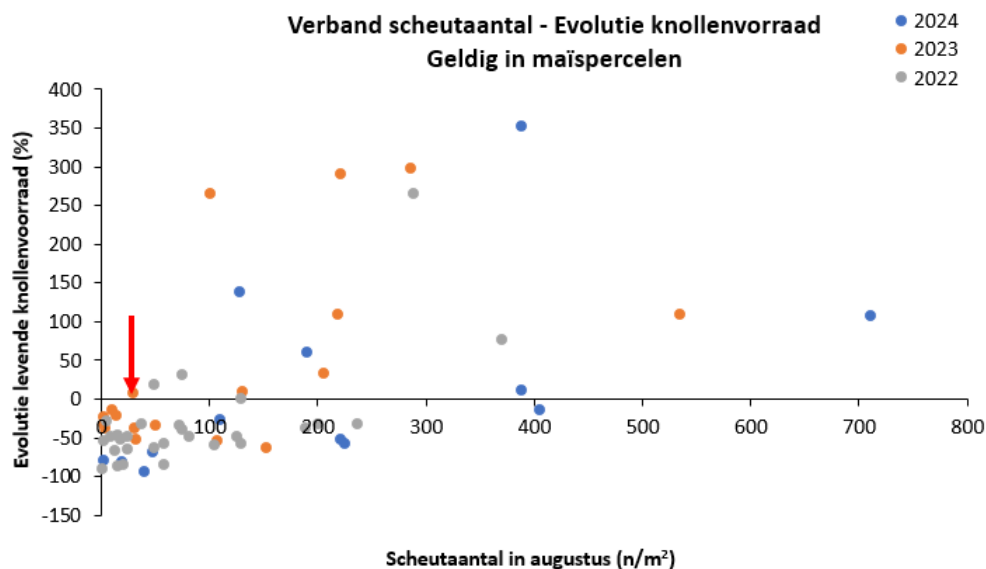
- de effectiviteit van bestrijdingsmaatregelen te evalueren;
- trends in besmetting op te volgen over meerdere jaren;
- te bepalen of bijkomende ingrepen nodig zijn;
- te beoordelen of de knollenvoorraad in de bodem afneemt.

Hoe interpreteer je het scheutaantal?

Uit praktijkonderzoek blijkt dat het aantal scheuten per vierkante meter medio augustus in maïs sterk correleert met de knollenvoorraad. Na half augustus is er nog nauwelijks nieuwe scheutvorming gezien moederknollen gradueel in kiemrust gaan. De volgende vuistregels gelden (enkel geldig in maïs):

- < 30 scheuten/m²: de knollenvoorraad neemt af. Dit wijst op een succesvolle beheersing.
- 30–100 scheuten/m²: er kunnen moeilijk uitspraken gedaan worden over de evolutie in knollenvoorraad. Extra maatregelen kunnen nodig zijn.
- 100 scheuten/m²: de knollenvoorraad neemt toe. De beheersing faalt en vereist bijsturing.

Deze cijfers zijn gebaseerd op langdurige veldmonitoring in maïspercelen en geven een praktisch hanteerbare drempel voor landbouwers en adviseurs.



Figuur 16: Verband scheutaantal - Evolutie kolenvoorraad, geldig in maïspcelen

Wetenschappelijke onderbouwing

Er werd aangetoond dat het scheutaantal een goede voorspeller is voor de evolutie van de knollenvoorraad in maïspcelen. In maïspcelen werd vastgesteld dat een daling van het scheutaantal over opeenvolgende jaren gepaard gaat met een afname van de knollenvoorraad. Omgekeerd leidt een stijgend scheutaantal tot een exponentiële toename van knollen, wat de bestrijding bemoeilijkt.

Praktische uitvoering

- Voer de telling uit medio augustus in maïspcelen.
- Gebruik een vierkant van 1 m² en tel het aantal afzonderlijke scheuten.
- Herhaal de telling op meerdere representatieve plaatsen in het perceel.
- Noteer de resultaten jaarlijks om trends te kunnen opvolgen en te linken met de perceelshistoriek.

Toepassing in de praktijk

Het scheutaantal is een laagdrempelige en goedkope monitoringmethode die perfect past binnen de IPM-aanpak. Het stelt landbouwers in staat om hun strategie bij te sturen op basis van objectieve veldgegevens. Bovendien kan het helpen om te bepalen wanneer een perceel als "besmettingsvrij" kan worden beschouwd, of wanneer bijsturing van je bestrijdingsstrategie noodzakelijk is (bv. via inclusie van extra maatregelen zoals zwarte braak, elektrocutie of andere positionering van herbiciden).

Conclusie

Het tellen van het scheutaantal medio augustus in maïspercelen is een eenvoudige maar krachtige tool in de strijd tegen knolcyperus. Het biedt inzicht in de ondergrondse knollenvoorraad en maakt het mogelijk om beheersmaatregelen gericht en onderbouwd toe te passen. Door jaarlijks te monitoren, kunnen landbouwers evoluties tijdig detecteren en hun strategie aanpassen. Zo wordt monitoring een actieve hefboom in het streven naar uitroeiing.



4.2. De installatie van een vulkrachtig(e) gewas(sequentie) is een belangrijke primaire stap in de bestrijding van knolcyperus

Een sterke teelt is de beste verdedigingslinie tegen knolcyperus

De bestrijding van knolcyperus (*Cyperus esculentus*) vraagt om een doordachte en geïntegreerde aanpak. Een van de meest fundamentele en effectieve stappen in dit proces is het aanleggen van een vulkrachtig gewas of gewassequentie. Dit vormt de basis van een duurzame strategie die niet alleen de verspreiding van knolcyperus afremt, maar ook de knollenvoorraad op termijn helpt uitputten.

Wat bedoelen we met een vulkrachtig gewas?

Een vulkrachtig gewas is een teelt die zich snel en dicht ontwikkelt, waardoor het de bodem volledig bedekt en zo het licht wegneemt dat knolcyperus nodig heeft om te kiemen en te groeien. Knolcyperus is een zogenaamde C4-plant, wat betekent dat hij optimaal groeit bij hoge temperaturen en veel licht. Door deze lichtinval te beperken, wordt de plant letterlijk in zijn groei geremd.

Waarom is dit zo belangrijk?

Knolcyperus is een hardnekkig en invasief onkruid dat zich razendsnel kan uitbreiden via ondergrondse knollen en bovengrondse zaden. Eenmaal gevestigd, is het bijzonder moeilijk om volledig uit te roeien. Daarom is het cruciaal om de plant zo weinig mogelijk kansen te geven om zich te ontwikkelen. Een vulkrachtig gewas:

- Concurrereert met knolcyperus om licht, ruimte en voedingsstoffen
- Beperkt de vorming van nieuwe knollen
- Verstoort de levenscyclus van de plant
- Vermindert de nood aan chemische bestrijding

Welke gewassen zijn geschikt?

Niet elk gewas is even effectief. De keuze hangt af van de bodem, het klimaat en de teeltrotatie, maar enkele voorbeelden van geschikte vulkrachtige gewassen zijn:

- Legervaste maïs met een goede jeugdgroei en stay-green eigenschappen
- Wintergranen zoals tarwe of gerst, mits ze gezond en legervast zijn
- Spruitkool, dankzij de lange groeiperiode en dichte bladstructuur
- Vezelhennep, dat snel groeit en een dichte vegetatie vormt

Een strategische keuze

Het installeren van een vulkrachtig gewas is geen eenmalige maatregel, maar een bewuste keuze binnen een bredere IWM-strategie (Integrated Weed Management). Door deze gewassen op het juiste moment en in de juiste volgorde in te zetten, draagt gewas- en variëteitskeuze indirect bij aan de bestrijding. Niks is erger dan een weinig vulkrachtig, onregelmatig presterend gewas gedurende de periode van actieve groei van knolcyperus. Immers op een gegeven moment is curatief ingrijpen technisch/wettelijk gezien niet meer mogelijk en dient de bestrijding te steunen op de vulkracht van het gewas (principe van lichtexclusie). In combinatie met andere maatregelen zoals mechanische bewerkingen, monitoring en gerichte chemische toepassingen, vormt dit een robuuste aanpak die op lange termijn loont.



4.3. Ook sommige niet op maïs gebaseerde strategieën dragen bij tot een reductie van de knollenvoorraad

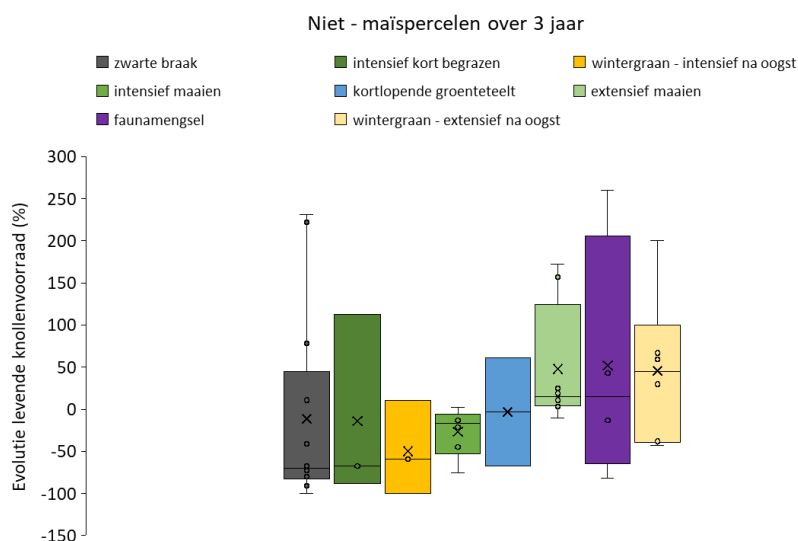
Hoewel maïs vaak wordt beschouwd als de meest robuuste teelt voor de bestrijding van knolcyperus, zijn er ook effectieve alternatieve strategieën mogelijk die niet op maïs gebaseerd zijn. Deze methoden kunnen een waardevolle aanvulling vormen binnen een geïntegreerde aanpak, zeker op percelen waar maïsteelt minder wenselijk of haalbaar is.

Waarom alternatieven overwegen?

Niet elk perceel is geschikt voor maïs, en in sommige gevallen is een andere teelt of beheerstrategie beter afgestemd op de lokale omstandigheden, de teeltrotatie of de bedrijfsvoering. Bovendien kan het afwisselen van strategieën helpen om resistentieontwikkeling te voorkomen en de knolcyperuspopulatie op verschillende manieren onder druk te zetten.

Bewezen alternatieve strategieën

Onderzoek op praktijkpercelen toont aan dat ook andere aanpakken dan maïs kunnen leiden tot een significante afname van de knollenvoorraad.



Figuur 17: Evolutie van de levende knollenvoorraad op niet mais praktijkpercelen

Enkele voorbeelden:

Zwarte braak (mediaan -70%)

Door het perceel gedurende het groeiseizoen onbeteeld te laten en frequent mechanisch of thermisch te behandelen, wordt de knolcyperus uitgeput. Bij correct uitgevoerde zwarte braak zijn reducties in knollenbank tot wel 70% per jaar (mediaanwaarde) mogelijk.

Intensieve begrazing (mediaan -67%)

Grazers zoals schapen of paarden die de vegetatie kort afbijten, kunnen knolcyperus sterk verzwakken. Eventueel in combinatie met maaien kan dit leiden tot een jaarlijkse reductie van de knollenvoorraad (mediaanwaarde van 67% reductie). Voorwaarde is wel dat de graszode sterk gesloten blijft gedurende gans het groeiseizoen.

Wintergranen met intensieve stoppelbehandeling (mediaan -59%)

Door na de oogst van wintergranen meerdere keren te behandelen (mechanische bewerking, glyfosaat, groenbedekker), wordt de knolcyperuspopulatie onderdrukt. Deze strategie kan serieuze reducties opleveren, met een mediaanwaarde van 59% reductie. Met een 'intensieve stoppelbehandeling' bedoeling we dat er tussen de graanoogst en 1 september minstens 3 maatregelen toegepast worden. Dit gaat over het (al dan niet gecombineerd) inzetten van mechanische bewerkingen, glyfosaat, of een competitieve groenbedekker.

Intensief maaien op grasland of akkerranden

Regelmatig maaien op lage hoogte voorkomt zaadvorming en verzwakt de plant. In potproeven werd een effectiviteit van meer dan 95% vastgesteld bij wekelijks kort (2 cm) maaien. Op praktijkpercelen werden matige reducties aan knolcyperus waargenomen (mediaanwaarde van 17% reductie), indien volgende voorwaarden gerespecteerd werden:

- De graszode blijft gesloten en competitief gedurende gans het groeiseizoen
- Het grasperceel wordt goed bemest, en vertoont een actieve groei gedurende gans het groeiseizoen
- Er zijn minstens 4 maaibeurten per jaar

Indien deze voorwaarden niet gerespecteerd worden, is er geen garantie op een afname van knolcyperus. Verder zijn in natte jaren, zogenaamde 'grasjaren', grotere reducties (30 à 40%) aan knolcyperus mogelijk. Dit was duidelijk zichtbaar in 2024.

Tenslotte kan vermeld worden dat maaien de bodem nauwelijks verstoort, wat naar verspreidingsrisico eveneens een voordeel is.

Belang van timing en herhaling

De effectiviteit van deze strategieën hangt sterk af van de frequentie en het tijdstip van de behandelingen. Gedurende het ganse groeiseizoen van knolcyperus is het van cruciaal belang de behandelingen in te zetten alvorens scheuten dochterknollen gaan vormen. Hierdoor is het ideaal om behandelingen uit te voeren in het 4 à 5-bladstadium van de knolcyperus. Herhaling is essentieel: meerdere goed getimedede behandelingen zijn vereist om de knollenvoorraad structureel te verminderen.

Een flexibele aanpak loont

Door alternatieve strategieën slim in te zetten, kunnen landbouwers ook buiten de klassieke maïsteelt om bijdragen aan de beheersing van knolcyperus. Deze aanpak biedt meer flexibiliteit, past binnen diverse teeltsystemen en draagt bij aan een duurzame langetermijn beheersing.

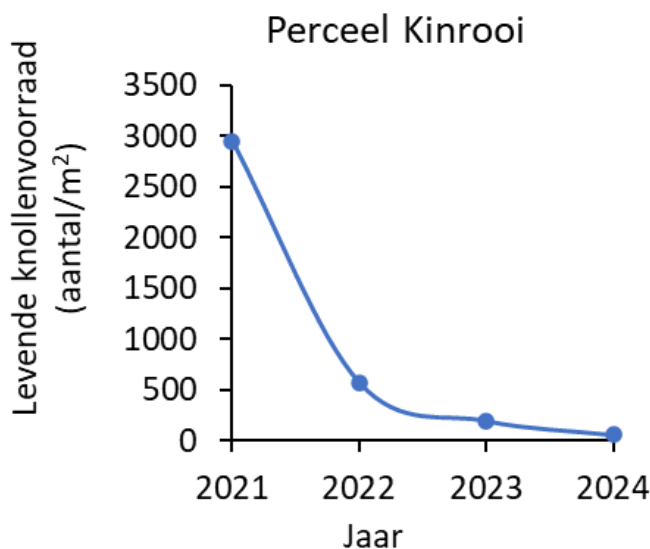


4.4. Zwarte braak is de meest effectieve en robuuste niet-chemische beheerstrategie

Zwarte braak: een doordachte reset voor het perceel

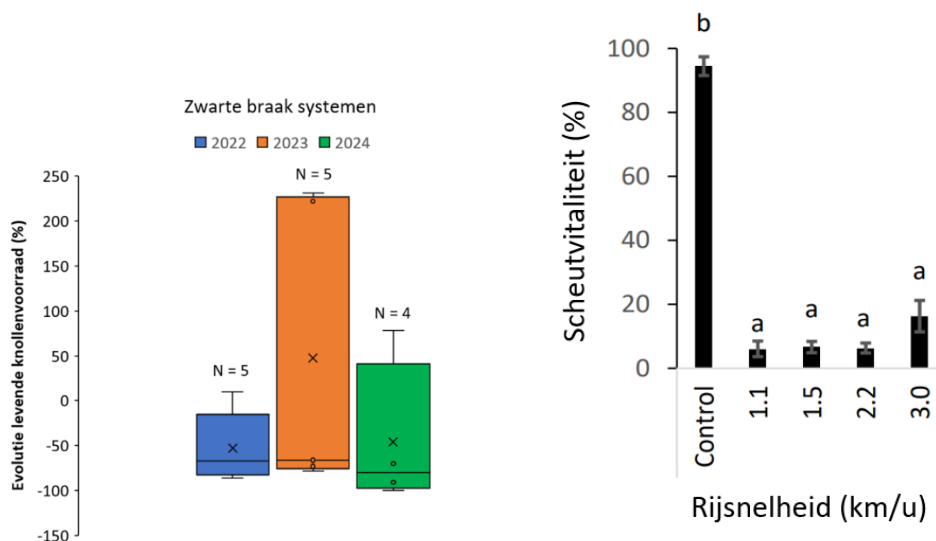
In de geïntegreerde bestrijding van knolcyperus is zwarte braak een van de meest krachtige strategieën die landbouwers kunnen inzetten. Het principe is eenvoudig, maar de uitvoering vergt precisie en volharding. Bij zwarte braak wordt een perceel gedurende het groeiseizoen bewust onbeteeld gelaten. In plaats van een gewas te zaaien, wordt de ruimte benut om knolcyperus systematisch te verzwakken en uit te putten.

De kracht van deze aanpak zit in de herhaling. Knolcyperus is een plant die zich voornamelijk voortplant via ondergrondse knollen. Wanneer deze knollen uitlopen, vormen ze scheuten die op hun beurt weer nieuwe knollen kunnen aanmaken. Door deze cyclus telkens opnieuw te onderbreken — door mechanische bewerking, thermische behandeling of gerichte chemische toepassing — wordt de energievoorraad van de plant uitgeput. Op deze wijze kunnen geen nieuwe dochterknollen gevormd worden en worden bestaande moederknollen uitgeput. Wanneer geen nieuwe knolvorming optreedt neemt de knollenvoorraad gestaag af.



Figuur 18: Afname van de levende knollenvoorraad door zwarte braak op een perceel te Kinrooi

Zwarte braak is het meest effectief wanneer er vroeg in het seizoen mee wordt gestart vanaf scheutopkomst in mei, en ze minstens aangehouden blijft tot medio augustus (periode van intensieve scheutvorming). Door op het juiste moment in te grijpen en dit meerdere keren te herhalen (noodzakelijk omwille van de gespreide lange periode van scheutvorming) — bij voorkeur vier tot zeven keer tussen mei en september — kan men een aanzienlijke reductie van de knollenpopulatie realiseren. In de praktijk zijn jaarlijkse afnames van 70 tot 80 procent haalbaar, en bij een consequente toepassing over meerdere jaren kan de knollenvoorraad zelfs met meer dan 95 procent dalen.



Figuur 19: Evolutie van de levende knollenvoorraad op zwarte braak (links) en invloed van de rijsnelheid op effectiviteit van elektrocutie (rechts)

De uitvoering van zwarte braak kan op verschillende manieren gebeuren. Mechanische bewerkingen zoals eggen of het gebruik van een vleugelschaarcultivator zijn klassiek, maar ook thermische technieken zoals elektrocutie winnen aan belang. Deze laatste methode is vooral effectief op jonge, droogstaande stress-vrije planten in 4-5 bladstadium. Er zijn meerdere innovaties op de markt, die stroom injecteren in de plant waardoor die lethaal verhit wordt. Ze zijn machinaal of handmatig te bedienen en werken op wisselstroom of gelijkstroom. In sommige gevallen kan ook een plaatselijke toepassing van glyfosaat overwogen worden, mits dit wettelijk is toegestaan en past binnen de IPM-richtlijnen. Geen van voormelde technieken doodt evenwel moederknollen, ze doden wel de bovengrondse scheuten. Het zijn dus allen uitputtingstechnieken. Wel verdient het aanbeveling mechanische, thermische en chemische methoden te combineren. Mechanische bewerkingen kunnen moederknollen bv. stimuleren om te kiemen.



10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
						vroeg bloemkool						groenbemester		
Gehele plant silage graan(+Vicia)												groenbemester		

Figuur 20: Mogelijkheden van zwarte braak na vroege bloemkool en silage graan.

Toch is zwarte braak niet zonder uitdagingen

De methode vereist een hoge mate van opvolging en planning. Bovendien moet rekening worden gehouden met regelgeving rond bodembedekking en vanggewassen, zeker in het kader van MAP7 en de GLB-voorwaarden. De zwarte braak afsluiten met een nateelt of vanggewas is zeker aangewezen gezien mechanische bewerkingen de mineralisatie bevorderen en ook structuurverval kunnen veroorzaken.

- MAP 7: in gebiedstypes 1, 2 en 3 is het verplicht om vóór 15 september een groenbedekker in te zaaien (of een nateelt), wat betekent dat de periode voor zwarte braak beperkt is. Ook langs waterlopen (beschermingsstroken) gelden beperkingen op grondbewerking, wat de toepasbaarheid van deze strategie lokaal kan beïnvloeden. Daar is zwarte braak onmogelijk: grondbewerking enkel i.f.v. vernieuwing van het buffergewas (maximum om de 3 jaar)
- GLB Conditionaliteit GLMC6 minimale bodembedekking: hier zijn geen exacte inzaaidata vermeld, maar wel vermelding dat de gewasresten moeten blijven liggen tot een nateelt/groenbedekker ingezaaid wordt. Op minstens 80% van je bouwlandareaal, dus wel marge om op bepaalde percelen af te wijken

Desondanks blijft zwarte braak een bijzonder waardevolle maatregel, vooral op percelen met een matige tot zware besmetting. Het biedt landbouwers de kans om zonder gewasdruk en met gerichte ingrepen de knolcyperuspopulatie terug te dringen. Wanneer correct uitgevoerd, vormt zwarte braak een stevige stap richting een sterke reductie van de knollenvoorraad. Ook tussentijdse kortlopende braak in combinatie met kortlopende groententeelten behoort tot de mogelijkheden.

4.5. Intensieve begrazing door grazers die de vegetatie kort afbijten reduceert knolcyperus sterk

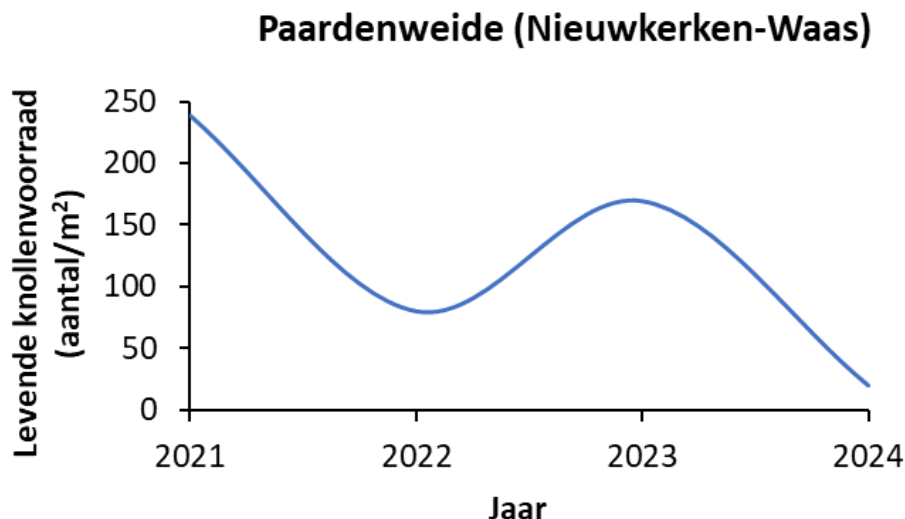
Intensieve begrazing: natuurlijke hulp in de strijd tegen knolcyperus

In de geïntegreerde aanpak van knolcyperus wint intensieve begrazing steeds meer aan belang als een effectieve, milieuvriendelijke en haalbare maatregel. Waar chemische en mechanische bestrijding vaak gepaard gaan met kosten, regelgeving of risico op versleping, biedt intensieve begrazing een mogelijk alternatief.

Het principe is eenvoudig: grazers zoals schapen of paarden worden ingezet om de vegetatie op een perceel of in een besmette zone kort af te bijten. Door dit frequent en intensief te doen, wordt de knolcyperusplant telkens opnieuw verzwakt. De scheuten krijgen geen kans om voldoende bladmassa op te bouwen, wat essentieel is voor de vorming van nieuwe knollen. Zonder deze energieopbouw raakt de plant uitgeput, en neemt de knollenvoorraad geleidelijk af.

Wat leert het project

Uit veldonderzoek blijkt dat intensieve begrazing, zeker wanneer ze wordt gecombineerd met maaien of andere beheersmaatregelen, kan leiden tot een reductie van de knollenvoorraad tot wel 88% per jaar. Wanneer deze strategie over meerdere jaren (3-tal jaar) wordt volgehouden, zijn reducties tot meer dan 91% haalbaar. Dit maakt begrazing niet alleen een ondersteunende maatregel, maar een volwaardige pijler binnen een langetermijnstrategie. Belangrijk is wel dat de graszode gedurende gans het groeiseizoen mooi gesloten blijft.



Figuur 21: Evolutie van de levende knollenvoorraad (aantal/m²) na begrazen. In 2023 werd er tijdelijk niet begraasd, en kreeg knolcyperus de kans om opnieuw uit te breiden. Dit werd mede veroorzaakt door een iets ijlere graszode in dat jaar.

Resultaat afhankelijk van frequentie

De effectiviteit van begrazing hangt sterk af van de intensiteit en frequentie. Het is belangrijk dat de vegetatie echt kort wordt gehouden, zodat knolcyperus geen kans krijgt om te bloeien of nieuwe knollen aan te maken. Dit vraagt om een goed beheer van de begrazingsdruk en -duur. Stootbegrazing, waarbij dieren tijdelijk en doelgericht op een perceel worden geplaatst, is hierbij een beproefde methode.

Daarnaast is het belangrijk om de kwaliteit van de graszode goed op te volgen. Een gezonde, gesloten grasmat helpt niet alleen om knolcyperus te onderdrukken, maar voorkomt ook dat andere ongewenste soorten zich vestigen. Regelmatige monitoring en eventueel bijzaaien/doorzaaien kunnen nodig zijn om de concurrentiekracht van het gras te behouden.

Besluit

Intensieve begrazing is vooral geschikt voor permanente graslanden, paardenweides, akkerranden en natuurzones waar mechanische of chemische bestrijding moeilijker is.

Mits goed gepland en opgevolgd, kan deze aanpak een waardevolle bijdrage leveren aan het terugdringen van deze hardnekkige woekerplant.

4.6. Intensief maaien op bemest grasland reduceert de knollenvoorraad

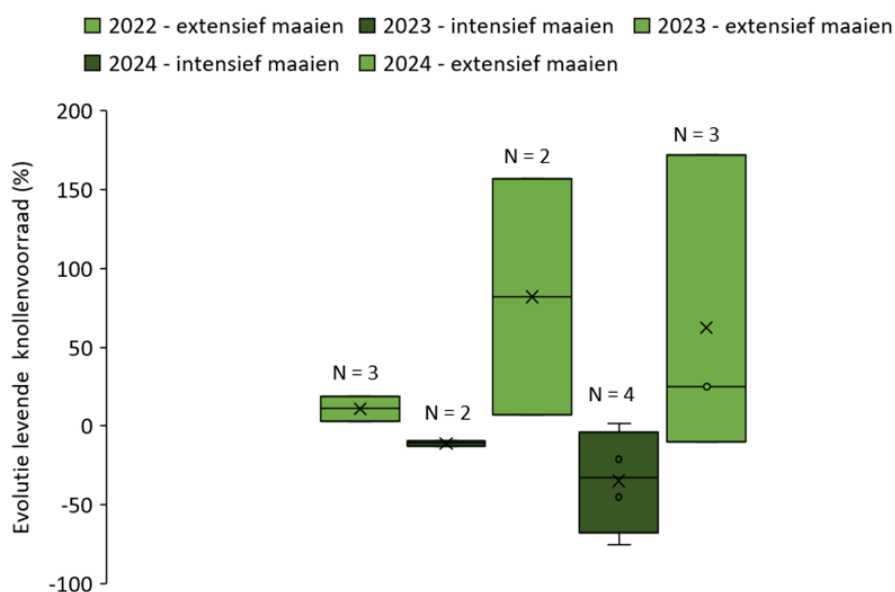
Intensief maaien op goed bemest grasland: een eenvoudige maar doeltreffende maatregel tegen knolcyperus

Knolcyperus is een hardnekkig en invasief onkruid dat zich snel kan verspreiden in graslanden, vooral wanneer deze niet bemest worden en een open vegetatiestructuur vertonen. In dergelijke omstandigheden kan de plant zich gemakkelijk vestigen en uitbreiden via zijn ondergrondse knollen. Een van de meest toegankelijke en natuurlijke manieren om deze ontwikkeling tegen te gaan, is door het grasland intensief te maaien.

Bij intensief maaien wordt de vegetatie regelmatig en op korte hoogte gemaaid, waardoor knolcyperus telkens opnieuw wordt verstoord in zijn groeicyclus. De knollenvoorraad daalt, maar er is geen garantie op een **snelle** afname. Kleinere afnames zijn echter wel waarschijnlijk, met een mediaanwaarde van 17% reductie. Bij extensief maaien (minder dan 4 maaibeurten per jaar) of een weinig competitieve grasoede neemt de knollenvoorraad evenwel wel fors toe.

Wat leert het onderzoek

Onderzoek toont aan dat op bemest grasland, waar de concurrentie van het gras groot is en de groeiomstandigheden gunstig zijn, intensief maaien een effectieve strategie kan zijn. Vooral wanneer er vier of meer maaibeurten per jaar plaatsvinden, wordt de knolcyperuspopulatie onder druk gezet. Hoewel de afname van de knollenvoorraad in het eerste jaar soms beperkt lijkt — omdat knollen in rust kunnen blijven zitten of omwille van jaar-effecten— blijkt uit meerjarige observaties dat deze aanpak op langere termijn wel degelijk loont.

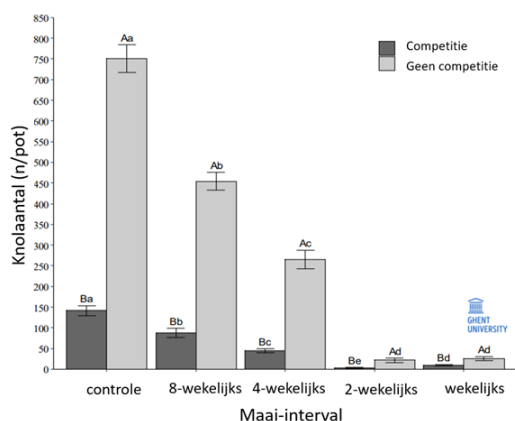


Figuur 22: Evolutie levende knollenvoorraad bij verschillende manieren van maaien.

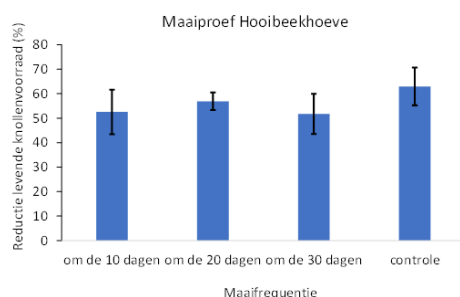
Regelmatig herhalen

Het succes van deze methode hangt sterk af van de frequentie en timing (mei-september) van het maaien. Idealiter wordt er gemaaid vanaf het vroege voorjaar tot in de nazomer, nl. gedurende de actieve periode van scheutvorming. Door de plant telkens in een vroeg stadium te maaien, wordt de vorming van nieuwe knollen verhinderd. Tegelijk blijft de graszode vitaal en concurrerend, wat verdere vestiging van knolcyperus bemoeilijkt.

Intensief maaien is vooral geschikt voor permanente graslanden, paardenweides en akkerranden waar chemische bestrijding niet wenselijk of toegestaan is. Het is een maatregel die goed past binnen een duurzame en geïntegreerde onkruidbeheersing, en die bovendien eenvoudig te implementeren is met bestaande machines. Er is geen zaadvorming en doorgaans geen versleping van knollen.



Figuur 23: Evolutie van het aantal knollen/pot (pottenproef) in functie van het maai interval (Bron: S. De Ryck & B. De Cauwer (2023)) (effectiviteit was 95% bij wekelijks en zeer kort (2 cm) maaïen)



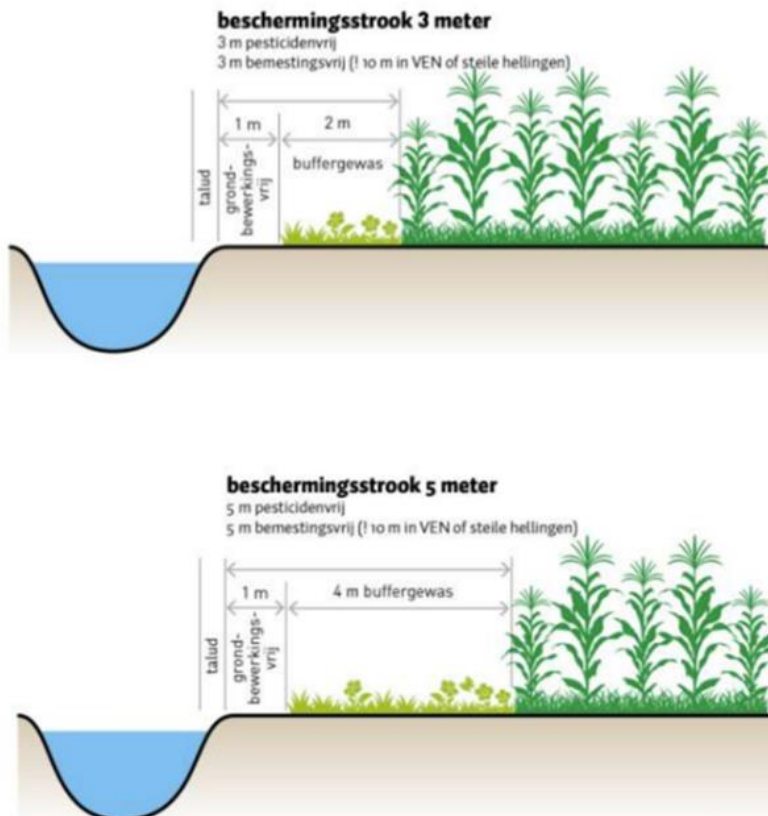
Figuur 24: Evolutie van het aantal knollen (%) na verschillende maai intervallen (Veldproeven perceelsranden: geen effect op reductie knollenvoorraad t.o.v. controle), er werd onvoldoende kort gemaaid)

Hoewel intensief maaïen op zich zelden voldoende is om knolcyperus volledig uit te roeien, wat op zich ook geldt voor gelijk welke andere individuele methode, vormt het wel een waardevolle bouwsteen binnen een bredere strategie. In combinatie met andere maatregelen zoals begrazing, monitoring en preventie van versleping, draagt het bij aan een structurele afbouw van de besmetting.

Intensief maaïen en grazen: wettelijk kader beschermingsstroken langs VHA waterlopen

Begrazen kan als het naastliggende perceel grasland is en als begrazing van tijdelijke aard, indien gelegen naast akkergewas (=stootbegrazing). Maaïen kan, maar niet tussen 15/3 en 15/7. De vraag stelt zich ook wat met pleksgewijze mechanische

onkruidbestrijding kan worden gedaan. Een grondbewerking kan enkel in functie van de vernieuwing van het buffergewas (maximum 1 om de 3 jaar)



Figuur 25: Beschermingsstrook 3 m voor niet-nitraatgevoelige teelten en nitraat gevoelige teelten in gebiedstype 0 en 1 (boven) en beschermingsstrook 5 m voor nitraatgevoelige teelten in gebiedstype 2 en 3 en in natuurgebieden en SBZ-H.

Er is heden geen wettelijke basis voor een effectieve seizoenslange intensieve maaistrategie gericht op knolcyperus-bestrijding

4.7. Mais laat de meest robuuste en effectieve chemische bestrijding toe

Maïs: de robuuste ruggengraat in de chemische bestrijding van knolcyperus

Binnen de geïntegreerde beheersing van knolcyperus neemt maïsteelt een bijzondere plaats in. Niet alleen is maïs een gewas dat goed bestand is tegen concurrentie van knolcyperus, het biedt ook de meest effectieve en robuuste mogelijkheden voor chemische bestrijding. In tegenstelling tot veel andere teelten, laat maïs toe om meerdere keren per seizoen gerichte herbicidetoepassingen uit te voeren, met een duidelijke impact op de knollenvoorraad.

Waarom is maïs zo geschikt?

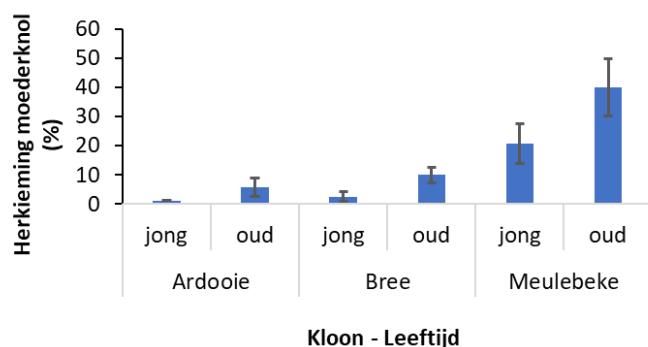
Maïs heeft een aantal eigenschappen die het bijzonder geschikt maken in de strijd tegen knolcyperus. Het gewas ontwikkelt zich - na een trage start tijdens de jeugdfase - snel en sluit de bodem goed af. Bovendien is het mogelijk om in maïs een dubbele na-opkomstbespuiting toe te passen, wat essentieel is om knolcyperus tijdens verschillende groeistadia van de maïs aan te pakken.

Chemische strategie in maïs

De aanbevolen aanpak bestaat uit een sequentiële toepassing van mesotrione en pyridaat met voldoende bestrijdingsinterval, telkens in het 3- tot 4-bladstadium (50 g mesotrion + 500 g pyridaat) en opnieuw in het 8- tot 10-bladstadium (50 g mesotrion + 500 g pyridaat) van de maïs. Ook pethoxamide toegepast in het 3- tot 4-bladstadium kan een meerwaarde bieden. Deze combinatie werkt zowel op het loof als, in zekere mate, op de ondergrondse moederknollen (via systemisch transport naar de moederknol). In natte voorjaren kan een vooropkomsttoepassing met dimethenamide-P extra meerwaarde bieden.

De effectiviteit van deze behandelingen hangt sterk af van:

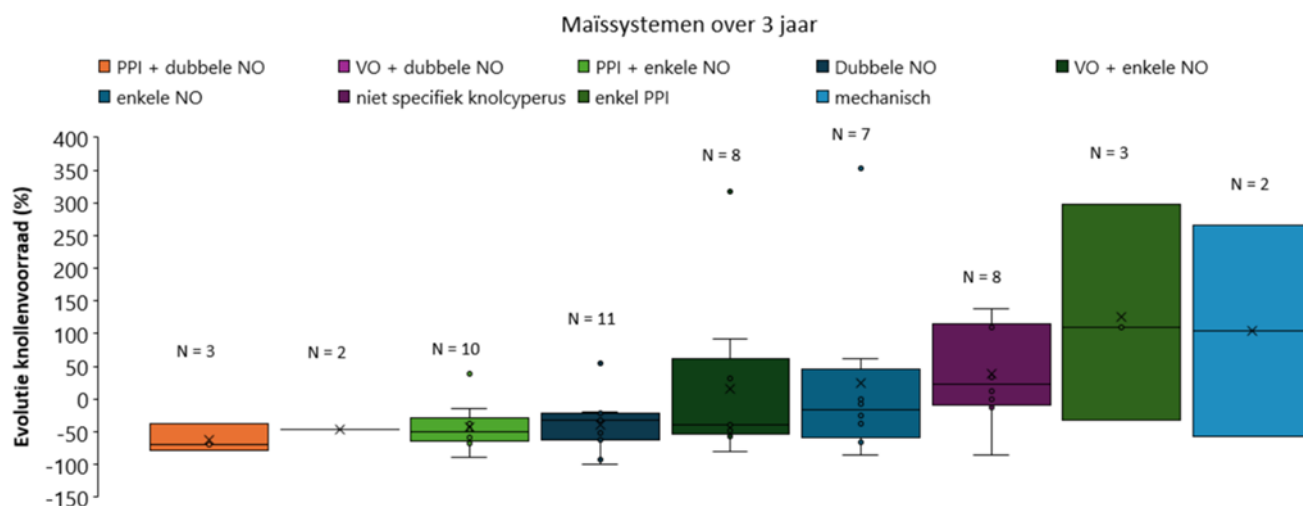
- Verschillen in gevoeligheid tussen klonen
- Het groeistadium van knolcyperus: jongere planten zijn gevoeliger.
- Het weer: groeizaam weer verhoogt de opname van het middel.
- Spuittechniek: lage volumes (± 250 l/ha) en geschikte doppen verhogen de doeltreffendheid.



Figuur 26: Herkieming van moederknollen na behandeling met 0,75 L/ha Temsa + 0,83 L/ha Onyx in functie van herkomst en onkruidstadium (jong = 4-5 blad, oud = 7-8 blad)

Resultaten uit de praktijk

Bij een correct uitgevoerde intensieve bestrijdingsstrategie over drie opeenvolgende jaren in maïs, werd een reductie van de knollenvoorraad tot meer dan 95% vastgesteld. Dit maakt maïs tot de enige teelt waarin een dergelijke structurele afbouw van knolcyperus op chemische wijze realistisch is op grotere schaal.



Figuur 27: Evolutie van de knollenvoorraad volgens verschillende "maïssystemen" over de 3 proefjaren op praktijkpercelen

Wettelijke context

De toepassing van herbiciden in maïs is onderhevig aan strikte regelgeving. Zo zijn sommige actieve stoffen slechts beperkt erkend, en gelden er beperkingen op dosering, timing en driftreductie. Toch blijft maïs, binnen de huidige IPM- en GLB-regelgeving, de enige teelt waarin een volwaardige chemische strategie wettelijk en technisch haalbaar is. Hierbij moeten volgende aandachtspunten in rekening gehouden worden

- Enkel mesotrion- en pyridaathoudende handelsproducten
- Mesotrion (productbasis):
 - Max. 100 g (eenmalig), fractioneren kan: 2 keer 50 g/ha/toepassing maar veelal ontoereikend in functie van de kloon
 - Erkenning BBCH12-16(8): wettelijkheid onderbladbehandeling

PRODUCT	BBCH	Dosis/ha	Beperking	Gemengd met
TEMSA, OSORNO, MESOTRION, LOGANO, DRIFTER, HALDIS	12-16	1L (=100 g mesotrione) Gefractioneerd 2 x 0.5L	Max. 1L product/ha/teelt	pyridaat
EVOLYA	12-16	0.3kg (=150 g mesotrione) Gefractioneerd 2 x 150 g	Max. 0.3kg product /ha/teelt	uitvloeier TREND90
DIVA, ELARA, GYO, TOUGH, ONYX	12-18	1.67L (=1000 g pyridaat) Fractioneren kan	Max 1 kg pyridaat/ha/teelt	

Conclusie

Wie knolcyperus structureel wil terugdringen, vindt in maïs een betrouwbare bondgenoot. Door de combinatie van gewascompetitie, flexibiliteit in herbicidetoepassing en een bewezen effectiviteit, vormt maïs de hoeksteen van een curatieve chemische langetermijn-aanpak. Mits correct uitgevoerd en wettelijk afgestemd, is maïs de teelt waarin chemisch de grootste vooruitgang geboekt kan worden in de strijd tegen deze invasieve plant.

4.8. Glyfosaat biedt mogelijkheden onder bepaalde condities

Mogelijkheden en beperkingen

Glyfosaat is een van de meest bekende systemische herbiciden en wordt wereldwijd ingezet voor de bestrijding van hardnekkige onkruiden. Ook in de strijd tegen knolcyperus biedt glyfosaat mogelijkheden, maar enkel onder specifieke condities. De effectiviteit hangt sterk af van de dosis, het groeistadium van de plant, de toepassingstechniek én de wettelijke beperkingen.

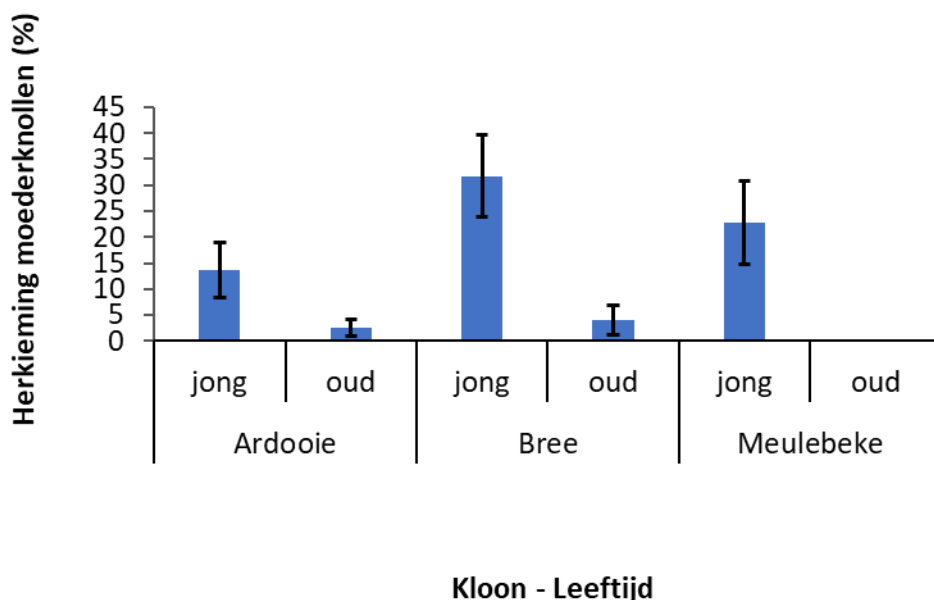
Hoe werkt glyfosaat op knolcyperus?



Glyfosaat wordt via het blad opgenomen en getransporteerd naar de wortels en knollen. Bij een voldoende hoge dosis en toepassing op het juiste moment kan het niet alleen de bovengrondse scheuten vernietigen, maar ook de ondergrondse knollen aantasten. Dit maakt het een waardevol middel in de uitputting van de knollenvoorraad.

Voorwaarden voor een effectieve toepassing

- Dosis: de meest effectieve werking wordt bereikt bij een dosis van 3600 g actieve stof per hectare. Deze hoge dosis is echter wettelijk niet toegelaten !
- Groeistadium: toepassing is het meest effectief in het 6- tot 8-bladstadium van knolcyperus, maar vóór de knolvorming. In deze fase is de systemische opname optimaal. Vanaf augustus is het raadzaam om toch iets vroeger te behandelen (4-5 blad), vermits de knolcyperus vanaf dan vroeger overgaat tot knolvorming wegens de korter wordende dagen.
- Weersomstandigheden: toepassen bij groeizaam weer verhoogt de opname en translocatie van het middel.
- Spuittechniek: een laag spuitvolume (± 250 l/ha) en het gebruik van geschikte doppen (zoals tweewaaier luchtmengdoppen) verbeteren de bedekking en opname.
- Zuiver gebruik: glyfosaat mag niet gemengd worden met snelwerkende contactmiddelen zoals pelargonzuur of groeistoffen, omdat dit de systemische werking tegenwerkt.



Figuur 28: Herkieming van moederknollen (%) na toepassing van 3600 g/ha glyfosaat + 460 g/ha ammoniumsulfaat in 250 L/ha, verpoten met een Dop AI9503 EVS. (Jong = 4-5 bladstadium en oud = 7-8 bladstadium).

Beperkingen en regelgeving

De toepassing van glyfosaat is onderhevig aan strikte wettelijke beperkingen:

- Bij plaatselijke toepassing is in België de maximale toegelaten dosis 1440 g/ha (op tijdelijk onbeteelde landbouwgronden, "alle teelten" (zonder gewas te raken) en graslandvernieuwing). Hierbij mag maximaal 40% van het perceel behandeld worden.
- Voor volleveldstoepassing (op tijdelijk onbeteelde landbouwgronden) is slechts 720 g/ha toegelaten
- Zowel 1440 g/ha als 720 g/ha zijn onvoldoende voor een goede bestrijding van de scheuten, afhankelijk van de kloon. Er is bij deze dosering doorgaans geen effect op de moederknol zelf.
- Beperkingen in beschermingszones: in bufferstroken, beheersovereenkomsten en nabij waterlopen is het gebruik van glyfosaat verboden.
- Erkenningen: enkel bepaalde handelsproducten met glyfosaat zijn erkend voor gebruik in landbouwtoepassingen, en dan nog onder strikte voorwaarden.
- Praktische haalbaarheid

Hoewel glyfosaat technisch gezien een krachtig middel is tegen knolcyperus, is de praktische inzetbaarheid beperkt door de regelgeving. De dosis die nodig is voor een robuuste werking is wettelijk niet toegelaten voor volleveldsgebruik. Bovendien zijn er klonale verschillen in gevoeligheid: sommige knolcyperuspopulaties reageren onvoldoende op de wettelijk toegelaten doseringen.

Toekomstmogelijkheden

Er wordt onderzocht of tijdelijke erkenningen of kleine toepassingen kunnen worden toegestaan op officieel gemelde besmette percelen. Dit zou het mogelijk maken om glyfosaat gericht en effectiever in te zetten binnen een IPM-strategie. Tot dan blijft het gebruik van glyfosaat een beperkte maar strategisch inzetbare optie, vooral voor plaatselijke behandelingen van grotere haarden of als onderdeel van een gecombineerde aanpak.

4.9. Sduitvolume en dopkeuze beïnvloeden de effectiviteit van bladherbicide-toepassingen

Sduitvolume en dopkeuze: sleutelfactoren voor een effectieve bladherbicidetoepassing

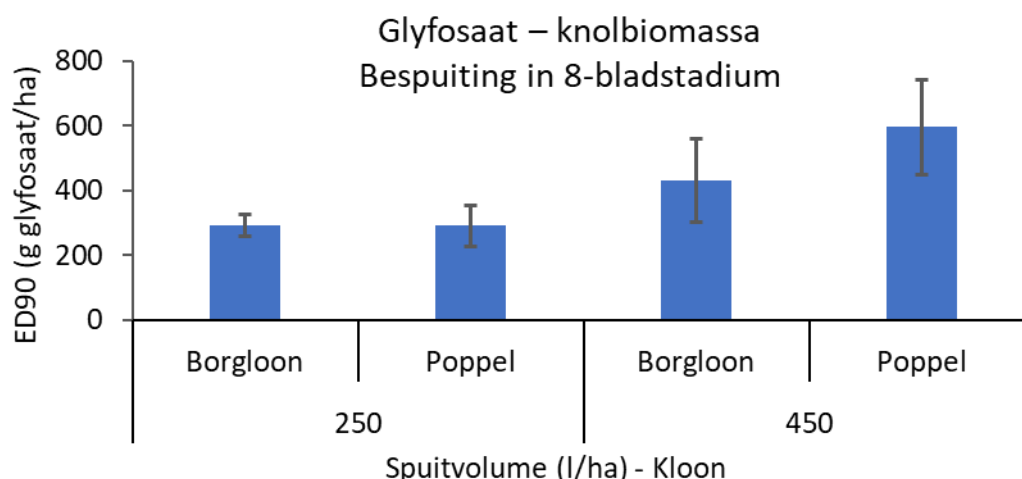
In de chemische bestrijding van knolcyperus is niet alleen de keuze van het herbicide van belang, maar ook de manier waarop het wordt toegepast. Sduitvolume en dopkeuze zijn twee technische parameters die een directe invloed hebben op de bedekking van het loof, de opname van het middel en uiteindelijk de effectiviteit op de knollenvoorraad. Een goed afgestemde toepassing kan het verschil maken tussen tijdelijke onderdrukking en structurele afbouw van de besmetting.

Waarom is spuitvolume belangrijk?

Het spuitvolume bepaalt mee hoeveel actieve stof zich effectief hecht op het onkruid. Bij knolcyperus is het doel om het loof zo goed mogelijk te bedekken, en voldoende actieve stof aan te brengen opdat het systemische herbicide (zoals glyfosaat of mesotrion) in zo hoog mogelijke mate opgenomen en getransporteerd wordt doorheen de plantendelen.

Glyfosaat

Lage volumes (± 250 l/ha) zorgen voor een meer geconcentreerde spuitvloeistof hetgeen voordelig is voor bladopname, vooral bij toepassing op jonge planten. Hogere volumes (> 400 l/ha) kunnen leiden tot verdunning en afspoeling van het bladoppervlak (o.a. ook door suboptimale concentratie aan product-ingegebouwde hulpstoffen), wat de opname vermindert. Uit proeven blijkt dat bij glyfosaattoepassingen in het 8-bladstadium van knolcyperus, een lager spuitvolume resulteert in een lagere ED90 (de dosis nodig voor 90% reductie in knolbiomassa). Dit betekent dat minder actieve stof nodig is om hetzelfde effect te bereiken, mits correct toegepast.



Figuur 1: ED90 (benodigde dosis om 90% reductie in knolbiomassa (t.o.v. onbehandelde controle) te bekomen) van twee klonen en bij twee spuitvolumes

En de dopkeuze?

De keuze van spuitdop beïnvloedt de druppelgrootte, verdeling en driftgevoeligheid van de toepassing. Bij knolcyperus zijn vooral systemische middelen van belang, en speelt druppelgrootte evenwel een geringere rol.

- 90% driftreducerende doppen scoren niet slechter dan standaard spleetdoppen, en zijn bovendien wettelijk vereist vanaf 2026. Een tweewaaier luchtmengdop presteert het meest consistent, met een goede balans tussen bedekking en driftreductie.
- Onderbladbespuiting in maïs is noodzakelijk om laat opduikende knolcyperusplanten voldoende te raken in een maïsgewas in 8-10 bladstadium.

Mesotrion+pyridaat

De respons van het loof duidde een lichte voorkeur voor lager spuitvolume terwijl de respons van de moederknol eveneens een voorkeur toonde voor een lager spuitvolume indien vroeg werd behandeld (3-4 blad). Er was geen effect van spuitdop/drifreductieklasse.

Praktische aanbevelingen

Gebruik een spuitvolume van ± 250 l/ha voor toepassingen in het 3- tot 5-bladstadium. Zorg voor een homogene bedekking van het loof. Pas de rijsnelheid en druk aan om de gewenste druppelgrootte te behouden. Vermijd menging met contactherbiciden die de systemische werking kunnen verstoren (bv. Combinatie pelargonzuur en glyfosaat).

Wettelijke context

Vanaf 2026 geldt in Vlaanderen een verplichting tot minstens 90% driftreductie, waarvan 75% op toestelbasis moet worden gerealiseerd. Dit betekent dat landbouwers hun spuittechniek en doppenkeuze tijdig moeten afstemmen op deze normen.

4.10. Stationair stomen reduceert de knollenvoorraad snel en effectief en is een opportuniteit voor kleine haarden

Stationair stomen: een krachtige en gerichte aanpak voor kleine haarden van knolcyperus

In de strijd tegen knolcyperus is stationair stomen een van de meest doeltreffende fysische methoden om de knollenvoorraad snel en volledig te reduceren. Deze techniek, waarbij de bodem gedurende een bepaalde tijd lokaal wordt verhit met stoom, is vooral geschikt voor kleine, afgebakende haarden waar precisie en effectiviteit primeren op schaalgrootte.



Foto 4: Kapstomer (links), stoominjectie (midden) en cultivator (rechts)

Hoe werkt stationair stomen?

Stationair stomen maakt gebruik van hete waterdamp die via een kap of injectiepijpen op of in de bodem wordt gebracht. De temperatuur in de bodem stijgt hierdoor tot boven de kritische drempel van 50°C, wat leidt tot celsterfte in de knollen. De hitte dringt door tot op diepte, afhankelijk van de duur van de behandeling en de bodemstructuur.

De knollen van knolcyperus zijn bijzonder gevoelig voor hitte. Uit proeven (Melle en Sint-Niklaas) blijkt dat:

- Bij een diepte van 5 cm een stoomtijd van 8 minuten volstaat voor volledige afdoding van knollen in de zone 0-30 cm.
- Bij 15 cm diepte is 16 minuten nodig.
- Bij 25 cm diepte is 32 minuten vereist.

De lethale blootstelling wordt bereikt wanneer de bodem gedurende minstens 42 minuten boven 50°C blijft. Kleinknollige klonen zijn gevoeliger dan grootknollige.

Toepassingen in de praktijk

Stationair stomen is vooral geschikt voor:

- Kleine haarden van knolcyperus (bijv. perceelsingangen, werkzones, veldranden)
- Afgebakende besmettingen waar versleping vermeden moet worden
- Tuinbouwpercelen, beddenstructuren of intensief beheerde zones

Er zijn twee hoofdmethoden: enerzijds kapstomen, waarbij een stoomkap op de bodem wordt geplaatst en de onderliggende zone wordt verhit en anderzijds stoominjectie waarbij via injectiepinnen stoom tot op 30–40 cm diepte in de bodem wordt gebracht. Beide methoden zijn effectief, maar verschillen in snelheid, energieverbruik en toepassingsgebied.

Effectiviteit

Stationair stomen is een van de weinige methoden die bij correcte toepassing een 100% afdoding van knollen kan realiseren. In demonstratieproeven werd aangetoond dat 25 minuten stomen met injectiepinnen tot op 30 cm diepte leidde tot volledige reductie van de knollenvoorraad 0-30 cm. Kapstomen is ook effectief en vereist langere behandelzeiten en meer brandstof.

Beperkingen en aandachtspunten

Stomen vraagt een hoog energieverbruik: vooral bij kapstomen is het dieselverbruik aanzienlijk (tot 4,6 liter/m²/uur). Het is tijdsintensief: de behandeling is traag en daardoor minder geschikt voor grote oppervlakken. Er is een grondbewerking gewenst: om de stoom goed te laten doordringen, is vaak een voorafgaande diepe bewerking nodig, wat het risico op versleping verhoogt. Door het intensieve karakter en de kostprijs is stationair stomen economisch enkel verantwoord bij kleine haarden of in teelten met hoge toegevoegde waarde.

Wetgeving m.b.t. beschermingsstroken langs VHA waterlopen

In het kader van MAP 7 er is de 1 m grondbewerkingsvrije zone en een buffergewas (2-4 m, zie Figuur 25 hoger) waar bodembewerking enkel toegelaten bij vernieuwing van het buffergewas (max. 1 op de 3 jaar). Plaatselijk zijn mechanische ingrepen wel nog



toegelaten. De vraag stelt zich of thermische technieken (elektrocutie, stomen) er toegestaan zijn. Omdat stomen een voorafgaande grondbewerking vereist, is dit slechts 1 jaar op 3 mogelijk (bij vernieuwing van het buffergewas).

Conclusie

Stationair stomen is een krachtige en precieze maatregel binnen het curatieve arsenaal tegen knolcyperus. Hoewel het niet geschikt is voor grootschalige toepassingen, biedt het een unieke kans om in een beperkt tijdsvenster om kleine besmettingshaarden in bijzonder sterke mate te reduceren. Mits correct uitgevoerd, vormt het een waardevolle aanvulling op andere beheersmaatregelen binnen een geïntegreerde strategie.

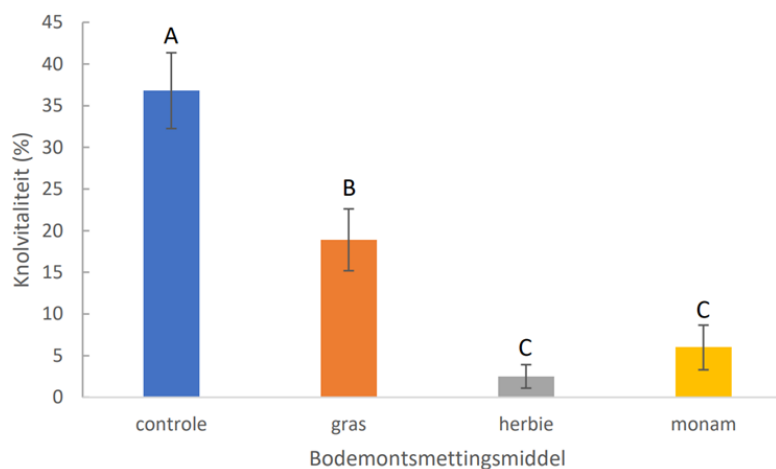
4.11. Bodemontsmetting reduceert de knollenvoorraad snel en krachtig mits juist toegepast

Bodemontsmetting als curatieve maatregel tegen knolcyperus

Bodemontsmetting is een krachtige techniek binnen de curatieve bestrijding van knolcyperus. Mits correct toegepast, kan deze methode leiden tot een snelle en aanzienlijke reductie van de knollenvoorraad in de bodem. Er bestaan verschillende vormen van bodemontsmetting, elk met hun eigen toepassingsvoorwaarden, effectiviteit en wettelijke beperkingen.

Chemische ontsmetting

Een van de klassieke methoden is chemische bodemontsmetting met metam-natrium, toegepast aan een dosis van 153 kg actieve stof per hectare. Deze stof wordt in de bodem geïnjecteerd en werkt breed tegen onkruiden, schimmels en aaltjes. Hoewel de effectiviteit hoog is, is het gebruik van metam-natrium onderhevig aan strikte regelgeving en milieuvorwaarden. Het gebruik vereist dus een zorgvuldige afweging en correcte toepassing.



Figuur 1: Knolvitaliteit na diverse bodemontsmettingen

Anaerobe bodemontsmetting

Een duurzamer alternatief is anaerobe bodemontsmetting (ASD). Hierbij wordt organisch materiaal, zoals vers gras (80 ton/ha), Herbie® (25 ton/ha) of in proef ook eendenkroos, in de bodem ingewerkt. Vervolgens wordt het perceel afgedekt met een transparante TIF-folie, waardoor een zuurstofarme omgeving ontstaat. In deze

omstandigheden breekt het organisch materiaal af door het bodemleven en ontstaan er fytotoxische verbindingen die de knollen van knolcyperus aantasten.

De effectiviteit van deze methode is hoog: in veldproeven werd een reductie tot 94% van de knollenvoorraad in de bovenste 30 cm van de bodem vastgesteld. De methode is vooral geschikt voor kleine, goed afgebakende haarden, gezien de praktische en financiële haalbaarheid.

Succesfactoren

Het succes van anaerobe bodemontsmetting hangt af van verschillende factoren:

- Bodemtype: zandige bodems geven de beste resultaten.
- Vochtgehalte: de bodem moet op veldcapaciteit zijn; beregenen is soms nodig.
- C/N-verhouding van het organisch materiaal: idealiter rond 10.
- Incorporatiediepte: het materiaal moet zo diep mogelijk worden ingewerkt (± 25 cm).
- Incubatieduur: minimaal zes weken.
- Temperatuur: warme zomers verhogen de effectiviteit.
- Folie: gebruik van transparante TIF-folie versterkt het solarisatie-effect aan de oppervlakte.

Wettelijk kader

De toepassing van (anaerobe) bodemontsmetting moet voldoen aan verschillende wettelijke bepalingen:

- MAP 7 verplicht in gebiedstypes 1, 2 en 3 de inzaai van een vanggewas vóór 15 september. Dit kan conflicteren met de incubatieduur van de bodemontsmetting indien deze vrij laat opgestart werd.
- GLB-voorwaarden (GLMC6) vereisen minimale bodembedekking op 80% van het bouwlandareaal. Dit laat enige ruimte voor afwijking op specifieke percelen.
- Gebruik van spitfrezen wordt beschouwd als bodembewerking en is niet toegestaan in beschermingsstroken, tenzij bij vernieuwing van het buffergewas eens om de 3 jaar, met uitzondering van de 1 m teeltvrije, bewerkingsvrije en pesticiden vrije strook.

Bemestingswetgeving stelt dat het inwerken van vers gras of Herbie® een hoge stikstofinput met zich meebrengt (400–900 kg N/ha). Bovendien is een grondstofverklaring van OVAM vereist, en de werkingsgraad van de stikstofbron moet aangetoond worden.

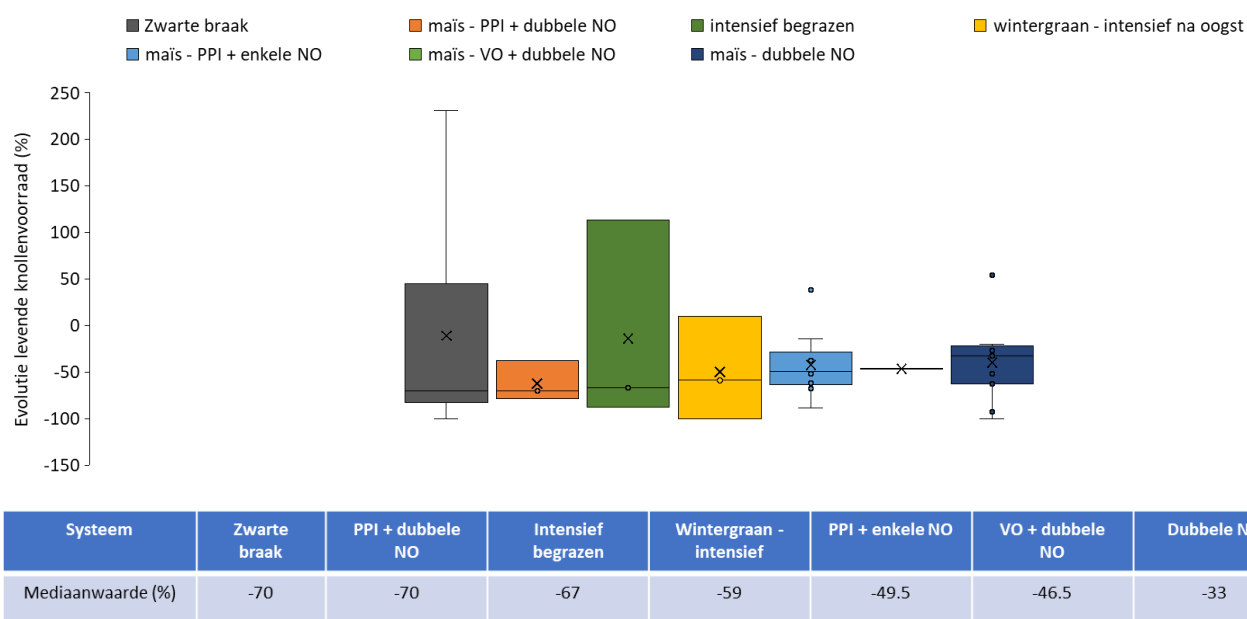


Op braakland mag in principe niet bemest worden, tenzij via de bedrijfsbenadering waarbij op perceelsniveau tot 125% van de norm mag worden toegediend, zolang het bedrijfsniveau niet wordt overschreden.



4.12. Samenvatting curatie

Het luik curatie behandelt een breed scala aan curatieve maatregelen voor de bestrijding van knolcyperus (*Cyperus esculentus*), met bijzondere aandacht voor zowel chemische als niet-chemische technieken, praktijkervaringen en wettelijke randvoorwaarden. Centraal staat het reduceren van de knollenvoorraad in de bodem, waarbij verschillende strategieën worden gecombineerd afhankelijk van de schaal, locatie en landbouwcontext. In onderstaande figuur staan nog eens de belangrijkste zaken die een belangrijke bijdrage leveren aan het afbouwen van de knollenvoorraad weergegeven.



Figuur 29: Evolutie van de levende knollenvoorraad naargelang het praktijksysteem met onderaan de mediaanwaarden die op de praktijkvelden werden bekomen.

Een belangrijke strategie is **zwarte braak**, waarbij het perceel gedurende het groeiseizoen frequent wordt behandeld met mechanische, thermische of chemische middelen. Deze methode blijkt in de praktijk de meest robuuste niet-chemische aanpak te zijn, met een mediane reductie van 70% in de knollenvoorraad. Succesvolle toepassing vereist een uitputtingsstrategie met vier tot zeven behandelingen tussen mei en september, en het afsluiten met een groenbemester.

Ook **intensieve begrazing** door dieren zoals paarden of schapen blijkt effectief, met een mediane reductie van 67% per jaar. In combinatie met maaien kan dit een

duurzame beheersstrategie vormen. **Intensief maaien** op bemest grasland of in akkerranden draagt eveneens bij aan de uitputting van de knollenvoorraad, al moeten hier eerder bescheiden reducties verwacht worden.

De praktijkvelden benadrukten ook het belang van een geïntegreerde langetermijnaanpak, waarbij **gewaskeuze** en teeltrotatie ook een rol spelen. Gewassen met een sterke en uniforme bodembedekking, zoals maïs, wintergranen, spruitkool of vezelhennep, kunnen de groei van knolcyperus onderdrukken door schaduwwerking. Een belangrijk onderdeel van de curatieve aanpak is de **chemische bestrijding in maïs**. De meest robuuste strategie is een dubbele na-opkomstbehandeling met mesotrion en pyridaat (met laatste behandeling als onderbladtoepassing, met eventueel toevoeging van olie), toegepast in sequentie met voldoende interval. Een vooropkomstbehandeling met dimethenamide-P biedt extra meerwaarde, vooral in natte voorjaren. De effectiviteit van herbiciden is sterk afhankelijk van het ontwikkelingsstadium van knolcyperus (3–4 bladstadium is ideaal), het weer en de gevoeligheid van de aanwezige klonen.

Glyfosaat biedt potentieel, maar de effectieve dosis van 3600 g a.s./ha is wettelijk niet toegelaten. De momenteel toegestane dosis van 1440 g/ha blijkt in 60% van de gevallen onvoldoende. Voor een robuuste werking is een laag spuitvolume (250 l/ha), groeizaam weer en toepassing vóór knolvorming cruciaal. Menging met snelwerkende contactmiddelen of groeistoffen wordt afgeraden.

Anaerobe bodemontsmetting, waarbij organisch materiaal zoals vers gras, Herbie® (of eendenkroos) in de bodem wordt ingewerkt is zeer effectief. Door het perceel vervolgens af te dekken met transparante TIF-folie ontstaat een zuurstofarme omgeving waarin fytotoxische stoffen gevormd worden. Deze stoffen zijn schadelijk voor de knollen van knolcyperus. Deze methode is vooral haalbaar voor kleine, goed afgebakende haarden. Diverse wettelijke bepalingen zijn wel beperkend voor deze technieken.

Naast anaerobe ontsmetting wordt ook **chemische ontsmetting** met metam-natrium besproken, evenals thermische technieken zoals elektrocutie en bodemstomen. Elektrocutie werkt door stroom in de plant te injecteren, wat plantenweefsels doodt. Bodemstomen is vooral geschikt voor kleine haarden en vereist specifieke stoomduur afhankelijk van de diepteverdeling van de knollen. Beide technieken zijn effectief, maar kennen beperkingen op vlak van kostprijs, energieverbruik en wettelijke bepalingen. Electrocutie doodt in tegenstelling tot stomen en bodemontsmetting evenwel geen moederknollen.

Tot slot werd uitgebreid stilgestaan bij het **wettelijk kader**. Zo vereist MAP 7 de inzaai van een vanggewas vóór 15 september in gebiedstypes 1, 2 en 3 en gelden er beperkingen voor bemesting op braakland. De GLB-voorwaarden (GLMC6) schrijven voor dat minstens 80% van het bouwland bedekt moet zijn. Het gebruik van glyfosaat en andere herbiciden is onderhevig aan strikte doserings- en toepassingsregels, en in beschermingsstroken langs waterlopen zijn mechanische behandelingen slechts zeer beperkt toegestaan. Chemische behandelingen zijn verboden in beschermingsstroken en stroken onder een beheerovereenkomst.



5. ALGEMEEN BESLUIT

Knolcyperus is een van de meest hardnekkige en invasieve onkruiden in Vlaanderen. De plant verspreidt zich razendsnel via knollen en zaden, en is bijzonder moeilijk te bestrijden door haar hoge aanpassingsvermogen, lange overleving in de bodem en beperkte gevoeligheid voor bestrijdingsmethoden. In België is inmiddels meer dan 35.000 hectare besmet.

Deze brochure benadrukt dat een geïntegreerde aanpak noodzakelijk is om knolcyperus duurzaam onder controle te krijgen. Die aanpak bestaat uit drie pijlers: preventie, monitoring en curatie.

Preventie

Preventie begint bij het bannen van risicovolle teelten zoals wortel-, knol- en bolgewassen op besmette percelen. Naast knollen zorgen ook zaden voor verspreiding. Daarnaast zijn hygiënemaatregelen essentieel: landbouwmachines moeten grondig gereinigd worden om versleping van knollen te voorkomen. Ook compostering en thermofiele vergisting blijken doeltreffend in het afdoden van knollen en zaden, op voorwaarde dat de processen correct worden uitgevoerd. Hetzelfde geldt voor inundatie in slip en drijfmest onder bepaalde omstandigheden. Verblijf in maiskuilen is ook doeltreffend.

Monitoring

Een goede opvolging van besmettingen is cruciaal. Dat gebeurt via veldinspecties, maar ook via genetische karakterisering van knolcyperusklonen en in de toekomst mogelijk ook met behulp van dronebeelden indien voldoende betrouwbaar. Deze klonen verschillen in gevoeligheid voor herbiciden en thermische technieken, wat een aangepaste aanpak vereist. Vroege detectie maakt het mogelijk om kleine haarden snel en efficiënt aan te pakken, wat de kans op succesvolle uitroeiing aanzienlijk vergroot.

Curatie

De curatieve bestrijding omvat zowel chemische als niet-chemische technieken. In maïs is een dubbele na-opkomstbehandeling met mesotrion en pyridaat momenteel de meest robuuste chemische strategie. Glyfosaat is effectief, maar de wettelijk toegestane dosissen zijn vaak ontoereikend. Niet-chemische methoden zoals zwarte braak (mechanisch/thermisch met elektrocutie), intensieve begrazing (paarden en schapen) en intensief maaien op bemest grasland kunnen de knollenvoorraad potentieel sterk reduceren, vooral wanneer ze consequent en frequent worden



toegepast. Voor kleine haarden zijn bodemontsmetting en bodemstomen bijzonder doeltreffend. In tegenstelling tot andere methoden kunnen ze de knollenvoorraad op korte termijn zeer sterk reduceren.

Een innovatieve techniek die veelbelovend blijkt, is anaerobe bodemontsmetting. Hierbij wordt vers organisch materiaal (zoals gras of Herbie®) in de bodem ingewerkt en afgedekt met een luchtdichte folie. Onder deze omstandigheden ontstaan fytotoxische stoffen die de knollen doden. Bij correcte uitvoering kan deze methode tot 94% reductie van de knollenvoorraad opleveren.

Juridisch kader

De bestrijding van knolcyperus is ingebed in een complex wettelijk kader. De IPM-regelgeving verplicht onder andere het reinigen van machines en het vermijden van grondverplaatsing. Binnen het GLB gelden bijkomende voorwaarden zoals gewasdiversificatie en teeltverboden op besmette percelen. Deze regels zijn bedoeld om verdere verspreiding te voorkomen en bestrijding te stimuleren. MAP 7 legt evenwel beperkingen op van de bestrijdingsopties in de beschermingszones.

Conclusie

“There is no silver bullet”. Een geïntegreerde, volgehouden aanpak is de enige weg naar succes. Dat betekent: preventie combineren met monitoring en curatie, afgestemd op de specifieke situatie van het perceel. Alleen zo kan de knollenvoorraad duurzaam worden afgebouwd en verdere verspreiding worden vermeden.

Colofon en contact

Auteurs Danny Callens, Jeroen Feys, Benny de Cauwer, Joos Latré, Shana Clercx, Sander Palmans en Gert Van De Ven.

Fotografie en figuren UGent, HOGENT, PVL, Hooibeekhoeve en Inagro

Dank aan de hoofdfinancier VLAIO en de meefinancierende bedrijven en telersverenigingen.

Contactpersonen:

Inagro: danny.callens@inagro.be

UGent: jeroen.feys@ugent.be; benny.decauwer@ugent.be

HOGENT: joos.latre@hogent.be

Hooibeekhoeve: gert.vandeven@provincieantwerpen.be

PVL: shana.clercx@pvl-vzw.be

Deze brochure werd opgemaakt in het kader van het project 'Geïntegreerde beheersing van knolcyperus (*Cyperus esculentus*)' - HBC.2019.2869. Dit vier jaar durende LA-Traject (2021 – 2025) werd gefinancierd door Vlaio en werd uitgevoerd door Inagro, UGent, HOGENT, PVL en Hooibeekhoeve. Het project werd uitgevoerd in samenwerking



Provincie
Antwerpen



AGENTSCHAP
INNOVEREN &
ONDERNEMEN

met diverse partners uit de landbouw en toeleveringssector en werd ondersteund door industriële partners.

AGENTSCHAP
INNOVEREN &
ONDERNEMEN



Vlaanderen
is ondernemen



Provincie
Antwerpen



AGENTSCHAP
INNOVEREN &
ONDERNEMEN