HERBICIDE RESISTANCE ACTION COMMITTEE South Africa

Geïntegreerde beheer en onkruiddoderbestuur van Palmer amarant in Suid-Afrika

Geskiedenis en biologie

- Palmer amarant (*Amaranthus palmeri)* is gedurende Maart 2018 vir die eerste keer in Suid-Afrika in die Douglas omgewing (Noord Kaap) positief geïdentifiseer en hou 'n reuse bedreiging in vir die Suid-Afrikaanse landbou-industrie indien hierdie onkruid nie met groot spoed en hoë doeltreffendheid uitgeroei word nie.
- Dié eenjarige, breëblaar, someronkruidsoort is inheems tot die noord-westelike dele van Mexiko asook suid-Kalifornië, Nieu Mexiko en Texas[1]
- Palmer amarant is een van die mees problematiese en ekonomies-belangrike onkruid spesies in mielies, katoen en sojabone in die Verenigde State[2-4]
- Besonder vinnige groeitempo, hoë voortplantingsvermoë (±600,000 sade per plant), genetiese diversiteit en uitstekende aanpassingsvermoë onder ongunstige toestande is 'n paar van die eienskappe wat tot Palmer amarant se dominante en moeilik-beheerbare status bygedra het[5].
- Palmer amarant is tweehuisig, menend dat die onkruid onderskeidelik manlike en vroulike plante het. Dit maak van die plant 'n verpligte uitkruiser, wat verbastering tot gevolg het. Ander Amaranthus spesies soos *Amaranthus hybridus* (Gewone misbredie/Kaapse misbredie), *Amaranthus spinosus* (Doringmisbredie) and *Amaranthus thunbergii* (Rooiduiwel) is eenhuisig, met beide manlike en vroulike reproduktiewe organe op dieselfde plant.
- Weens sy tweehuisige aard, het die onkruid 'n merkwaardige vermoë om weerstand te ontwikkel teen onkruiddoders. Internasionaal is daar tans weerstand teen agt groepe meganismes van werking (*modes of action*) reeds aangemeld: ALS inhibeerders (Groep B), Inhibeerders van fotosisteme (PSII – Groep C1), PPO inhibeerder (Groep E), HPPD inhibeerders (F2), EPSPS inhibeerders (Group G), inhibering van mikrotubule samevoeging (Groep K1), inhibering van seldeling (langvetsuurkettings) (Groep K3), en sintetiese ouksiene (Groep O)[6].
- Van die eienskappe wat daartoe bydra dat hierdie onkruid uiters kompeterend is, sluit in dat dit 'n C4 fotosintetiese meganisme het, 'n aggressiewe groeier by hoër temperature is asook dat dit beskik oor 'n hoë waterverbruiksdoeltreffendheid[7-9].
- Met 'n aggressiewe groeitempo van tot 6 cm per dag onder volligtoestande[8] is die tydige toediening van onkruiddoders 'n baie groot uitdaging.
- Die sade is klein (1 tot 2 mm), glad en rond (of diskusvormig)[10] en word meestal deur gravitasiekrag versprei. Saadverspreiding vind ook plaas deur besproeiing, of ander vorme van watervloei, asook deur landboupraktyke soos grondbewerking en oes[5]
- Die vermoë van die saad om vir lang periodes in die grond te kan oorleef, word tans nog debatteer. Minder as 50% lewenskragtigheid is gerapporteer by saad wat vir 'n jaar lank by 10 cm gronddiepte gelê het. Dit is egter wel gevind dat sommige saad vir lang tydperke kon oorleef, veral by dieptes van 40 cm en dieper. Dit is dus moontlik dat hierdie saad 'n

bron kan wees van nuwe besmetting sou dit na die oppervlak gebring word deur bewerking.

Identifikasie

- Palmer amarant is 'n hoë (tot 2 m hoog), regop-groeiende, breëblaar onkruid met sytakke vanaf hoofstam en stambasis.
- Die blare wat afwisselend op die stam gerangskik is, is haarloos en spiesvormig op veral jong plante[10] (Foto 1).

Foto 1. Spiesvormige blare en wit V-vormige watermerk wat sigbaar is op sommige, maar nie alle plante nie; sommige plante het die merk en ander plante glad nie (C Reinhardt, SAHRI UP)

- Sommige Palmer amarant plante se blare bevat 'n wit V-vormige vlek (of watermerk - Foto 1 en 2) op die bo-kant van die blare.

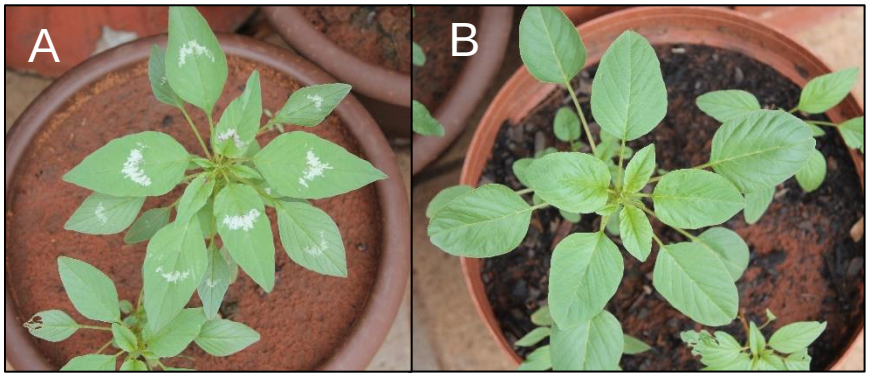

Foto 2. Palmer amarant saailinge met en sonder die V-vormige watermerk (C Reinhardt, SAHRI UP)

- Die blaarsteel van die eerste ware blaartjies (die ouer blare wat aan die onderste deel van die stam geleë is) is opvallend lank. Wanneer die blaarsteeltjie oorgevou word op die blaarskyf, is dit met Palmer amarant in meeste gevalle net so lank of betekenisvol langer (tot 3 cm en langer) as die blaarskyf (Foto 3), terwyl die blaarsteel van gewone misbredie in die algemeen dieselfde lengte of korter as die blaarskyf is.

Foto 3. Die blaarsteel van sommige blare op Palmer amarant is betekenisvol langer (tot 3 cm en langer) as die blaarskyf (C Reinhardt, SAHRI UP)

- Die blomme van Palmer amarant groepeer saam om ’n silindriese bloeiwyse op die eindpunt van die blomsteel te vorm. Die manlike en vroulike bloeiwyse lyk baie dieselfde, maar kan tog van mekaar onderskei word. Die manlike bloeiwyse is sag by aanraking terwyl die vroulike bloeiwyse harder en stekelrig is (Foto 4A en B). Die manklike bloeiwyse kan ook onderskei word vanweë heldergeel stuifmeelsakkies en stuifmeel.

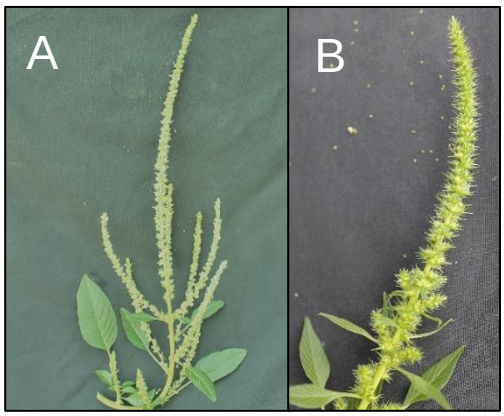

Foto 4. Manlike (A) en vroulike (B) bloeiwyses van Palmer amarant (C Reinhardt, SAHRI UP)

Potensiële effek op opbrengste

- Palmer amarant se vinnige groeitempo en die vermoë om groot hoeveelheid biomassa vinnig te akkumuleer maak dit 'n uiters kompeterende onkruid. Opbrengsverliese wat internasionaal gedokumenteer is, word in Tabel 1 vervat[5]

Tabel 1. Opbrengsverliese wat gelei is weens kompetisie met Palmer amarant.

Gewas	Plante per m^2	Opbrengsverlies (%)	Plante per m^2	Opbrengsverlies (%)
Katoen	0.11	11	1.10	59
Mielies	0.66	11	10.50	91
Grondbone	1.10	28	6.00	68
Sorghum	0.35	13	1.58	50
Sojaboon	0.33	17	10.50	79
Patats	0.47	56	6.13	94

- Palmer amarant bemoeilik ook die oesproses van gewasse soos katoen. Die groot hoeveelhede plantmateriaal wat deur die onkruid geproduseer word, veroorsaak dat daar gereeld gestop moet word tydens die oesproses om blokkasies te verwyder[12].
- Die onkruid dien ook as gasheer van verskeie aalwurmspesies; dit is 'n matige gasheer vir o.a. *Meloidogyne incognita* (Kofoid &White) Chitwood, race 3[13].

Bestuur van onkruiddoderweerstandige Palmer amarant

- Daar is tans nog onsekerheid rakende watter groepe onkruiddoders (meganismes van werking) die Suid-Afrikaanse populasie by Douglas weerstand teen het. Meeste populasies in die Verenigde State is reeds glifosaat-weerstandig. Alhoewel verskeie groepe van meganismes van werking tans getoets word, het voorlopige studies wat uitgevoer is by die South African Herbicide Resistance Intitiative (SAHRI) getoon dat die Douglas populasie waarskynlik weerstandig (of ten minste hoogs verdraagsaam) is teen glifosaat, en moontlik ook teen chlorimuron en mesotrioon (C. Reinhardt – persoonlike kommunikasie). Verder navorsing is nodige vir bevestiging van hierdie resultate, asook die plant se reaksie op ander onkruiddoders. Produsente moet dus minstens voorlopig nie alleenlik op hierdie onkruiddoders staatmaak vir die beheer van Palmer amarant spesifiek nie. Alle nuwe Palmer amarant populasies moet sonder verwyl by DAFF asook SAHRI (Dr Reinhardt: dr.charlie.reinhardt@ gmail.com) aangemeld word sodat die identitiet van sulke populasies bevestig kan word, en uiteindelik ook hul onkruiddoderweerstandigheid.
- Reeds voordat daar geplant word, moet daar deur middel van grondbewerking verseker word dat die onkruid volkome beheer is. Internasionaal word geregistreerde nie-selektiewe ("burndown") onkruiddoders soos dié van Groep D (parakwat) gebruik vir die beheer van die onkruid. Waar gewasstelsels dit toelaat kan ouksien-tipe onkruiddoders soos 2,4-D en MCPA ook voorplant ingespan word. Gesiene dat die onkruid onlangs eers in Suid-Afrika waargeneem is, is dit nie op plaaslik geregistreerde onkruiddoders se

etikette gelys nie. Tabel 2 verskaf ’n lys van alle aktiewe bestanddele (onkruiddoders) wat geregistreer is vir die beheer van *Amaranthus* spp.; dit beteken dat hierdie middels minstens die potensiaal het om Palmer amarant te beheer, maar slegs navorsing, wat op plaaslik toepaslik is, sal dit kan bevestig.

- Beide voor- en na-opkoms beheer moet toegepas word as deel van ’n algemene onkruidbeheerprogram. Internasionaal word daar swaar klem op die gebruik van residuele vooropkomsonkruiddoders vir die beheer van die onkruid gelê, veral in gewasse met beperkte na-opkomsonkruiddoder opsies. Die residuele werking van die vooropkomsonkruiddoders verminder die seleksiedruk vir weerstand van die beperkte onkruiddoder opsies wat beskikbaar is. Produsente word egter gemaan teen die gebruik van ‘n chemiese (onkruiddoder) beheerprogram wat op ‘n enkele meganisme van werking staatmaak. Verder moet daar kennis geneem word van die effek wat residuele onkruiddoders kan hê op gewasrotasiesisteme; die risiko vir oordraging van onkruiddoderresidu na die volgende groeiseisoen moet in ag geneem word.
- Internasionaal is daar gevind dat tenkmengsels bestaande uit ten minste twee onkruiddoders met verskillende meganismes van werking, wat na-opkoms toegedien word, die beste beheer verleen in ‘n gewas soos mielies. Etikette moet egter deeglik bestudeer word voordat tenkmengsels gemaak word. Produsente moet verder kennis neem dat weens die vinnige groeitempo van die onkruid, daar ’n baie nou toedieningsperiode of tydperk vir toediening is.
- Diep-skoffel en tussenry bewerking, kan nuut-geproduseerde saad begrawe, die saad wat alreeds in die grondsaadbank teenwoordig is dieper verplaas, asook saailinge van weerstandige populasies beheer. Enige grondbewerking kan vanselfsprekend ook sade wat diep geplaas is weer na die oppervlak bring. Studies het getoon dat saad meer geredelik ontkiem by 2.5 cm en vlakker as byvoorbeeld by 5 cm[5]. Die klein saadgrootte vereis dus ’n vlak posisionering in die grondprofiel om suksesvol te vestig.
- Verbouingspraktyke wat ongunstige toestande skep vir ontkieming en groei van die onkruid sal ook bydra tot die beheer van die onkruid. Enige praktyke wat dus die gewas ’n kompeterende voordeel gee, en sonlig wat die grondoppervlak bereik beperk , moet oorweeg word.
    - Alhoewel ‘n baie duur metode, moet hand-skoffel (uittrek en fisies van die land verwyder, gevolg deur verbranding) deel vorm van beheer- en uitwissingprogramme, veral in die vroeë stadia van besmetting wanneer daar nog min onkruidplante teenwoordig is. Omdat die onkruid ook vegetatief kan groei (Foto 5) moet uitgeskoffelde plante heeltemal uit die land verwyder en verbrand word.
    - Vervroegde plantdatums stel die gewas in staat om vinniger te vestig, wat dit ’n kompeterende voordeel sal gee. Die blaredak sal ook vinniger gevestig word, met die gevolg dat ongunstige toestande vir ontkieming en groei geskep word vir die onkruid.
    - Nouer rywydtes en optimale plantestand kan ook ingespan word.
    - Dekgewasse kan verder nie net die onkruid onderdruk deur sonlig te weerhou nie, maar is ook ‘n fisiese beperking vir die onkruid se groei en ontwikkeling. Die allelopatiese eienskappe van dekgewasse kan ’n addisionele voordeel inhou vir onderdrukking van die onkruid.

  - Verder moet produsente ook in gedagte hou dat toegang verkry kan word tot ’n groter verskeidenheid onkruiddoders met verskillende meganismes van werking deur gewasrotasie toe te pas.

- Ergste besmette lande moet laaste geoes word, waarna die stropers deeglik skoongemaak moet word. Onthou dat die water wat gebruik is om sulke apparaat af te spuit ook kan bydra tot die verspreiding van die saad. Die ideaal is dus om sulke water op te vang en op ’n verantwoordelike manier te verwerk of van onslae te geraak. Internasionaal word sulke water “verbrand” (*incinerated*).
- Laastens moet daar gereeld langs die kante van lande, slote en waterweë verken word om seker te maak dat alle Palmer amarant plante wat voorkom uitgeroei word voordat hulle blom en saad vorm.

Foto 5. Vegetatiewe groei wat waargeneem is op Palmer amarant plante wat uitgeskoffel is en daarna in die land gelaat is (C Reinhardt, SAHRI UP)

Tabel 2. Onkruiddoders en meganisme van werking wat geregistreer is op *Amaranthus* spp. In Suid-Afrika[15]

Aktiewebestanddeel	HRAC-Groep	Meganisme van werking	Chemiese familie	Gewasse waarop geregistreer
chlorimuron-ethyl	B	Inhibering van asetolaktaat sintase ALS	Sulfonylurea	Sojabone, suikerriet
diclosulam	B	Inhibering van asetolaktaat sintase ALS	Triazolopyrimidine	Grondbone, sojabone
flumetsulam	B	Inhibering van asetolaktaat sintase ALS	Triazolopyrimidine	Droë bone, groenbone, grondbone, mielies, sojabone, klawer, akkerbone, lusern, peulgewas weiding
halosufuron-methyl	B	Inhibering van asetolaktaat sintase ALS	Sulfonylurea	Sitrus, graansorghum, mielies, suikerriet, avokado, mangoes, tabak, koring
imazamox	B	Inhibering van asetolaktaat sintase ALS	Imidazolinone	Kanola, klawer, lusern, peulgewas weiding, medics
imazamox/imazapyr	B	Inhibering van asetolaktaat sintase ALS	Imidazolinone	Sonneblom
imazethapyr	B	Inhibering van asetolaktaat sintase ALS	Imidazolinone	Droë bone, grondbone, sojabone
flumetsulam/sulcotrione	B/F2	Inhibering van asetolaktaat sintase ALS / Inhibering van 4-HPPD	Triazolopyrimidine / Triketone	Mielies
ametryn	C1	Inhibering van fotosintese (PS II)	Triazine	Piesangs, kassava, pynappels, suikerriet
amicarbazone	C1	Inhibering van fotosintese (PS II)	Triazolinone	Suikerriet
atrazine	C1	Inhibering van fotosintese (PS II)	Triazine	Graansorghum, mielies, pynappels, suikerriet, kanola
atrazine/cyanizine	C1	Inhibering van fotosintese (PS II)	Triazine	Mielies, suikermielies, suikerriet
atrazine/terbuthylazine	C1	Inhibering van fotosintese (PS II)	Triazine	Graansorghum, mielies
bromacil	C1	Inhibering van fotosintese (PS II)	Triazine	Sitrus, pynappels
hexazinone	C1	Inhibering van fotosintese (PS II)	Triazinone	Suikerriet
metamitron	C1	Inhibering van fotosintese (PS II)	Triazinone	Beet, suikerbeet
metribuzin	C1	Inhibering van fotosintese (PS II)	Triazinone	Aartappels, suikerriet, tamaties, gars, lusern, aspersies, peulgewas weiding, mielies
prometryn	C1	Inhibering van fotosintese (PS II)	Triazine	Wortels, katoen, ertjies

Aktiewebestanddeel	HRAC-Groep	Meganisme van werking	Chemiese familie	Gewasse waarop geregistreer
simazine	C1	Inhibering van fotosintese (PS II)	Triazine	Appels, aspersies, Kanola (triazine weerstandig), sitrus, druiwe, pere, lupine
simazine/terbuthylazine	C1	Inhibering van fotosintese (PS II)	Triazine	Appels, Kanola (triazine resistant), sitrus, druiwe, pears
terbuthylazine	C1	Inhibering van fotosintese (PS II)	Triazine	Appels, sitrus, druiwe, mielies, graansorghum
terbutryn	C1	Inhibering van fotosintese (PS II)	Triazine	Grondbone, ertjies
atrazine/sulcotrione	C1/F2	Inhibering van fotosintese (PS II) / Verbleiking: Inhibering van 4-HPPD	Triazine/Triketone	Mielies, suikerriet, suikermielies
atrazine/mesotrione/s-metolachlor	C1/F2/K3	Inhibering van fotosintese (PS II) / Verbleiking: Inhibering van 4-HPPD / Inhibering van langvetsuurkettings	Triazine / Triketone/ Chloroacetamide	Mielies
atrazine/metazachlor/terbuthylazine	C1/K3	Inhibering van fotosintese (PS II) / Inhibering van langvetsuurkettings	Triazine / Chloroacetamide	Mielies
atrazine/metolachlor	C1/K3	Inhibering van fotosintese (PS II) / Inhibering van langvetsuurkettings	Triazine / Chloroacetamide	Mielies
atrazine/metolachlor/terbuthylazine	C1/K3	Inhibering van fotosintese (PS II) / Inhibering van langvetsuurkettings	Triazine / Chloroacetamide	Mielies
atrazine/s-metolachlor	C1/K3	Inhibering van fotosintese (PS II) / Inhibering van langvetsuurkettings	Triazine / Chloroacetamide	Graansorghum, mielies, suikerriet
atrazine/s-metolachlor/terbuthylazine	C1/K3	Inhibering van fotosintese (PS II) / Inhibering van langvetsuurkettings	Triazine / Chloroacetamide	Mielies
atrazine/bendioxide	C1/Unknown	Inhibering van fotosintese (PS II) / Onbkend	Triazine / Onbekend	Graansorghum, mielies
diuron	C2	Inhibering van fotosintese (PS II)	Urea	Avokado, piesangs, koffie, macadamias, mangoes, pekaneute, pynappels, suikerriet, sitrus
linuron	C2	Inhibering van fotosintese (PS II)	Urea	Wortels, gladioli, mielies, pietersielie, rape aartappels, patats
fluometuron/prometryn	C2(F3)/C1	Inhibering van fotosintese (PS II) (Inhibering van karotenoïed biosintesis)	Urea / Triazine	Katoen

Aktiewebestanddeel	HRAC-Groep	Meganisme van werking	Chemiese familie	Gewasse waarop geregistreer
diuron/metribuzin	C2/C1	Inhibering van fotosintese (PS II)	Urea / Triazinone	Suikerriet
diuron/terbacil	C2/C1	Inhibering van fotosintese (PS II)	Urea / Uracil	Appels, pere, pruime, pruimedante
diuron/paraquat	C2/D	Inhibering van fotosintese (PS II) / Fotosisteem-I-elektronverdeling	Urea / Bipyridilium	Suikerriet
bromoxynil	C3	Inhibering van fotosintese (PS II)	Nitrile	Gars, graansorghum, lusern, peulgewas weiding, mielies, hawer, koring
ioxynil	C3	Inhibering van fotosintese (PS II)	Nitrile	Knoffel, uie
bendioxide	C3	Inhibering van fotosintese (PS II)	Thiadiazine	Gars, chillies, droë bone, graansorghum, groenbone, groen soetrissies, grondbone, mielies, hawer, ertjies, aartappels, paprika, rog, sojabone, koring
bromoxynil/terbuthylazine	C3/C1	Inhibering van fotosintese (PS II)	Nitrile/Triazine	Voersorghum, graansorghum, mielies, suikerriet, suikermielies
flumioxazin	E	Inhibering van PPO	N-phenylphthalimide	Appels, sitrus, druiwe, grondbone, nektarines, perskes, pere, pruime, pruimedante, sojabone, katoen
fomesafen	E	Inhibering van PPO	Diphenylether	Droë bone, groenbone, grondbone, sojabone
oxadiazon	E	Inhibering van PPO	Oxadiazole	Appels, appelkose, sitrus, druiwe, uie, rys, paprika, perskes, pere, pruime, pruimedante, tabak
oxyfluorfen	E	Inhibering van PPO	Diphenylether	Appels, appelkose, brokoli, Brussels spruite, kool, blomkool, knoffel, uie, druiwe, sitrus, kersies, nektarines
pyraflufen-ethyl	E	Inhibering van PPO	Phenylpyrazole	Gars, koring
saflufenacil/dimethenamid-P	E/K3	Inhibering van PPO / Inhibering van langvetsuurkettings	Pyrimidindione/Chloroacetamide	Mielies, suikerriet
flurochloridone	F1	Verbleiking: Inhibering van karotenoïed biosintesis (PDS)	Ander	Sonneblom
isoxaflutole	F2	Verbleiking: Inhibering van 4-HPPD	Isoxaxole	Suikerriet
mesotrione	F2	Verbleiking: Inhibering van 4-HPPD	Triketone	Mielies, suikerriet

Aktiewebestanddeel	HRAC-Groep	Meganisme van werking	Chemiese familie	Gewasse waarop geregistreer
sulcotrione	F2	Verbleiking: Inhibering van 4-HPPD	Triketone	Mielies
topramezone	F2	Verbleiking: Inhibering van 4-HPPD	Triketone	Mielies
topramezone/dicamba	F2/O	Verbleiking: Inhibering van 4-HPPD / Sintetiese ouksiene	Triketone / Benzoic acid	Mielies
mesotrione/s-metolachlor	F2/K3	Verbleiking: Inhibering van 4-HPPD / Inhibering van langvetsuurkettings	Triketone / Chloroacetamide	Mielies
mesotrione/s-metolachlor/terbuthylazine	F2/K3/C1	Verbleiking: Inhibering van 4-HPPD / Inhibering van langvetsuurkettings / Inhibering van fotosintese (PS II)	Triketone / Chloroacetamide / Triazine	Suikerriet
clomazone	F3	Verbleiking: Inhibition of karotenoïed biosintesis	Isoxazolidinone	Sojabone, tabak
glyphosate/mesotrione/s-metolachlor	G/F2/K3	Inhibering van EPSP sintestase Inhibering van 4-HPPD/Inhibering van langvetsuurkettings	Glycine/Triketone/Chloroacetamide	RR-mielies
glufosinate-ammonium	H	Inhibering van glutamien sintetase	Phosphinic acid	Boomneute, steenvrugte, kernvrugte, sitrus, wyn- en tafeldruiwe, aartappels, mango's, papajas
oryzalin	K1	Inhibering van mikrotubule samevoeging	Dinitroaniline	Appels, appelkose, druiwe, nektarines, perskes, pere, pruime
pendimethalin	K1	Inhibering van mikrotubule samevoeging	Dinitroaniline	Katoen, droë bone, grondbone, nierboontjies, aartappels, sojabone, suikerriet, sonneblom, tabak
trifluralin	K1	Inhibering van mikrotubule samevoeging	Dinitroaniline	Appels, appelkose, gars, kool, kanola, wortels, kersies, chillies, sitrus, katoen, akkerbone, droë bone, grondbone, nierboontjies, sojabone, sonneblom, tamaties, koring, druiwe
acetochlor	K3	Inhibering van langvetsuurkettings	Chloroacetamide	Grondbone, mielies, aartappels, suikermielies, suikerriet, droë bone,, sojabone, katoen, voersorghum,
dimethenamid-P	K3	Inhibering van langvetsuurkettings	Chloroacetamide	Droë bone, graansorghum, grondbone, nierboontjies, mielies, aartappels, sojabone, sonneblom, tabak

Aktiewebestanddeel	HRAC-Groep	Meganisme van werking	Chemiese familie	Gewasse waarop geregistreer
metazachlor	K3	Inhibering van langvetsuurkettings	Chloroacetamide	Brokoli, kool, kanola, droë bone, grondbone, aartappels, sojabone, suikerriet, tabak
metolachlor	K3	Inhibering van langvetsuurkettings	Chloroacetamide	Droë bone, grondbone, mielies, sojabone, suikerriet, sonneblom, aartappels, nierboontjies, groenbone, lupine, graansorghum, tabak, voersorghum
S-metolachlor	K3	Inhibering van langvetsuurkettings	Chloroacetamide	Katoen, droë bone, groenbone, grondbone, nierboontjies, lupine, mielies, graansorghum, aartappels, voersorghum, sojabone, sonneblom
acetochlor/ametryn	K3/C1	Inhibering van langvetsuurkettings / Inhibering van fotosintese (PS II)	Chloroacetamide / Triazine	Suikerriet
acetochlor/atrazine/simazine	K3/C1	Inhibering van langvetsuurkettings / Inhibering van fotosintese (PS II)	Chloroacetamide / Triazine	Mielies
acetochlor/atrazine/terbuthylazine	K3/C1	Inhibering van langvetsuurkettings / Inhibering van fotosintese (PS II)	Chloroacetamide / Triazine	Mielies
alachlor/atrazine	K3/C1	Inhibering van langvetsuurkettings / Inhibering van fotosintese (PS II)	Chloroacetamide / Triazine	Mielies
alachlor/prometryn	K3/C1	Inhibering van langvetsuurkettings / Inhibering van fotosintese (PS II)	Chloroacetamide / Triazine	Aartappels, sonneblom
S-metolachlor/terbuthylazine	K3/C1	Inhibering van langvetsuurkettings / Inhibering van fotosintese (PS II)	Chloroacetamide / Triazine	Appels, avokado, sitrus, graansorghum, druiwe, mielies mangoes
alachlor/linuron	K3/C2	Inhibering van langvetsuurkettings / Inhibering van fotosintese (PS II)	Chloroacetamide / Urea	Aartappels
acetochlor/EPTC	K3/N	Inhibering van langvetsuurkettings / Inhibering van vetsuursintese (nie ACCase)	Chloroacetamide / Thiocarbamate	Mielies
EPTC	N	Inhibering van vetsuursintese (nie ACCase)	Thiocarbamate	Droë bone, nierboontjies, aartappels, sonneblom, mielies, groenbone, lusern, peulgewas weiding, suikerriet, suikermielies, patats
2,4-D	O	Sintetiese ouksiene	Phenoxy-carboxylic-acid	Grass pastures, Suikerriet, Koring, Gars, graansorghum, mielies, rye, aartappels

Aktiewebestanddeel	HRAC-Groep	Meganisme van werking	Chemiese familie	Gewasse waarop geregistreer
2,4-D/dicamba	O	Sintetiese ouksiene	Phenoxy-carboxylic-acid / Benzoic acid	Mielies, suikerriet, koring, gras-weiding
2,4-DB	O	Sintetiese ouksiene	Phenoxy-carboxylic-acid	Klawer, lusern, peulgewas weiding, medics, koring
dicamba	O	Sintetiese ouksiene	Benzoic acid	Graansorghum, mielies, koring
MCPA	O	Sintetiese ouksiene	Benzoic acid	Appels, gars, druiwe, gras-weiding, mielies, perskes, pere, aartappels, rog, graansorghum, suikerriet, koring, hawer
dicamba/topramezone	O/F2	Sintetiese ouksiene / Inhibering van 4-HPPD	Benzoic acid / Triketone	Mielies
bendioxide	C3	Inhibering van fotosintese (PS II)	Thiadiazine	Gars, chillies, droë bone, graansorghum, groenbone, groen soetrissies, grondbone, mielies, hawer, ertjies, aartappels, paprika, rog, sojabone, koring
MSMA	Z	Onbekend	Organoarsenical	Katoen, suikerriet

Verwysings

[1]Sauer JD. 1957. Recent migration and evolution of the dioecious amaranths. *Evolution* 11: 11–31

[2]Beckie HJ. 2006. Herbicide resistant weeds: management tactics and practices. *Weed Technol*. 2006: 20:793–814

[3]Webster TM, Nichols RL. 2012. Changes in the prevalence of weed species in the major agronomic crops of the southern United States: 1994/1995 to 2008/2009. *Weed Sci* 60: 145–157

[4]Norsworthy JK, Griffith G, Griffin T, Bagavathiannan M, Gbur EE. 2014. In-field movement of glyphosate-resistant Palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*) and its impact on cotton lint yield: evidence supporting a zero-threshold strategy. *Weed Sci* 62: 237–249

[5]Ward SM, Webster TM, Steckel LE. 2013. Palmer Amaranth (*Amaranthus palmeri*): A Review. *Weed Technol.*27: 12-27

[6]Heap I. 2016. International survey of Herbicide-resistant weeds. http://www. weedscience.org/

summary/species.aspx.

[7]Guo P, Al-Khatib K. 2003. Temperature effects on germination and growth of redroot pigweed (Amaranthus retroflexus), Palmer amaranth (A. palmeri), and common waterhemp (A. rudis). *Weed Sci*. 51, 869–875.

[8]Horak MJ, Loughlin TM. 2000. Growth analysis of four Amaranthus species. *Weed Sci*. 48: 347–355

[9]Keeley PE, Carter CH, Thullen RJ. 1987. Influence of planting date on growth of Palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*). *Weed Sci*. 35: 199–204.

[10]Sauer JD. 1955. Revision of the dioecious amaranths. *Madrono* 13:5–46

[11]Sosnoskie L M, Culpepper AS, Webster TM. 2011. Palmer amaranth seed mortality in response to burial depth and time. Pages 1550–1552 in 2011. Proceedings of the Beltwide Cotton Conference. Cordova, TN. National

[12]Smith DT, Baker RV, Steele GL. 2000. Palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*) impacts on yield, harvesting, and ginning in dryland cotton (*Gossypium hirsutum*). *Weed Technol*. 14: 122–126

[13]Tedford EC, Fortnum BA. 1988. Weed hosts of Meloidogyne arenaria and Meloidogyne incognita common in tobacco fields in South Carolina. *Ann. Appl. Nematol*. 2: 102–105

[14]Price AJ, Balkcom KS, Culpepper SA, Kelton JA, Nichols RL, Schomberg H. 2011. Glyphosate-resistant Palmer amaranth: a threat to conservation tillage. *J. Soil Water Conserv*. 66: 265–275

[15]Van Zyl K. A guide for the control of weeds in South Africa. 3rd Edition. Published by AVCASA. 2017