



Faculteit Bio-ingenieurswetenschappen

Academiejaar 2014 – 2015

Vingergrassen (*Digitaria* spp.) uit Vlaamse  
maïspercelen: groei en herbicidegevoeligheid.

**Ellen Dendauw**

Promotor: Prof. dr. ir. Benny De Cauwer

Tutor: ir. Sofie Claerhout

Masterproef voorgedragen tot het behalen van de graad van  
Master in de bio-ingenieurswetenschappen: Landbouwkunde





Faculteit Bio-ingenieurswetenschappen

Academiejaar 2014 – 2015

Vingergrassen (*Digitaria* spp.) uit Vlaamse  
maïspancelen: groei en herbicidegevoeligheid.

**Ellen Dendauw**

Promotor: Prof. dr. ir. Benny De Cauwer

Tutor: ir. Sofie Claerhout

Masterproef voorgedragen tot het behalen van de graad van  
Master in de bio-ingenieurswetenschappen: Landbouwkunde



De auteur en de promotor geven de toelating deze scriptie voor consultatie beschikbaar te stellen en delen ervan te kopiëren voor persoonlijk gebruik. Elk ander gebruik valt onder de beperkingen van het auteursrecht, in het bijzonder met betrekking tot de verplichting de bron te vermelden bij het aanhalen van resultaten uit deze scriptie.

The author and the promotor give the permission to use this thesis for consultation and to copy parts of it for personal use. Any other use is subject to the copyright laws, more specifically the source must be extensively quoted when citing results from this thesis.

**Datum:**

**Prof. dr. ir. Benny De Cauwer**

**ir. Sofie Claerhout**

**Ellen Dendauw**



## WOORD VOORAF

Deze masterproef vormt het sluitstuk van mijn opleiding tot bio-ingenieur landbouwkunde aan de Universiteit Gent. Het tot stand komen ervan zou niet mogelijk zijn geweest zonder de vaardigheden en kennis die ik tijdens mijn opleiding heb verworven. Deze masterproef zou echter niet voor u liggen zonder de hulp van een aantal mensen die ik gaarne zou bedanken.

In de eerste plaats wil ik mijn dankbaarheid uiten ten opzichte van mijn promotor prof. dr. ir. Benny De Cauwer en mijn tutor ir. Sofie Claerhout. Zij gaven me het vertrouwen en de mogelijkheid deze masterproef uit te voeren. Hun deskundige begeleiding, geduld en kritisch oog hebben mij telkens opnieuw geholpen dit werk te maken tot wat het nu is.

Graag bedank ik ook de heren Ivan Hoste en Filip Verloove, werkzaam in de Nationale Plantentuin van België te Meise, voor hun zeer gewaardeerde hulp bij de zoektocht naar informatie over de recent in Vlaanderen ingeburgerde *Digitaria* spp. die in deze masterproef behandeld worden. Ook Chris Bekaert, medewerker op de proefhoeve te Melle, zou ik graag bedanken voor zijn helpende handen bij het praktische luik van deze masterproef.

Een speciaal woord van dank gaat uit naar mijn vriend Thomas voor o.a. zijn handige scriptjes, het nalezen van mijn schrijfsels en vooral voor het geduldig luisteren naar mijn gezaag. Ook Ine en haar talenknobbel waren een grote hulp voor mij. Tot slot ben ik ook mijn familieleden en mijn vrienden enorm dankbaar voor hun steun tijdens mijn studentenjaren en bij het schrijven van dit werk.

Ik wens u veel leesplezier toe.

Ellen Dendauw,

Gent, 1 juni 2015





# INHOUDSOPGAVE

<b>INHOUDSOPGAVE</b> .....	<b>I</b>
<b>LIJST VAN AFKORTINGEN</b> .....	<b>III</b>
<b>SAMENVATTING</b> .....	<b>IV</b>
<b>1. INLEIDING</b> .....	<b>1</b>
<b>2. LITERATUURSTUDIE</b> .....	<b>3</b>
2.1 HET GENUS <i>DIGITARIA</i> .....	3
2.1.1 <i>Systematiek</i> .....	3
2.1.2 <i>Wereldwijd belang</i> .....	4
2.2 <i>DIGITARIA</i> SPP. IN VLAANDEREN .....	6
2.2.1 <i>Voorkomen en inburgeringsstatus</i> .....	6
2.2.2 <i>Ecologie en verspreiding</i> .....	10
2.2.3 <i>Levenscyclus en biologie</i> .....	11
2.2.3.1 <i>Zaadbiologie</i> .....	11
2.2.3.2 <i>Dormantie</i> .....	12
2.2.3.3 <i>Kieming</i> .....	13
2.2.3.4 <i>Groei</i> .....	15
2.2.3.5 <i>Reproductie</i> .....	16
2.2.4 <i>Morfologisch onderscheid</i> .....	16
2.2.4.1 <i>Jong vegetatief stadium</i> .....	16
2.2.4.2 <i>Generatief stadium</i> .....	19
2.2.5 <i>Concurrentiekracht</i> .....	23
2.2.6 <i>Belang voor de onkruidbestrijding</i> .....	24
2.2.6.1 <i>Geïntegreerde onkruidbestrijding</i> .....	24
2.2.6.2 <i>Resistentie</i> .....	28
<b>3. MATERIAAL EN METHODEN</b> .....	<b>31</b>
3.1 <b>MATERIAAL</b> .....	31
3.1.1 <i>Gebruikt substraat</i> .....	31
3.1.2 <i>Gebruikte populaties</i> .....	31
3.2 <b>EXPERIMENTEN</b> .....	32
3.2.1 <i>Experiment 1: Groeipotentieel en ontwikkelingssnelheid van <i>Digitaria</i> spp.</i> .....	32
3.2.1.1 <i>Doelstellingen</i> .....	32
3.2.1.2 <i>Proefopzet</i> .....	32
3.2.1.3 <i>Statistische verwerking</i> .....	34
3.2.2 <i>Experiment 2 en 3: Herbicidegevoeligheid van <i>Digitaria</i> spp. en diens stadiumafhankelijkheid</i> .....	34
3.2.2.1 <i>Doelstellingen</i> .....	33
3.2.2.2 <i>Proefopzet</i> .....	35
3.2.2.3 <i>Statistische verwerking</i> .....	40
<b>4. RESULTATEN EN DISCUSSIE</b> .....	<b>41</b>
4.1 <b>RESULTATEN</b> .....	41

4.1.1	<i>Experiment 1: Groeipotentieel en ontwikkelingssnelheid van Digitaria spp.</i>	41
4.1.2	<i>Experiment 2: Herbicidegevoeligheid van Digitaria spp.</i>	45
4.1.3	<i>Experiment 3: Stadiumafhankelijkheid van herbicidegevoeligheid.</i>	55
4.2	DISCUSSIE	68
4.2.1	<i>Experiment 1: Groeipotentieel en ontwikkelingssnelheid van Digitaria spp.</i>	68
4.2.2	<i>Experiment 2: Herbicidegevoeligheid van Digitaria spp.</i>	69
4.2.3	<i>Experiment 3: Stadiumafhankelijkheid van herbicidegevoeligheid.</i>	72
4.2.4	<i>Verder onderzoek</i>	74
<b>5.</b>	<b>BESLUIT</b>	<b>76</b>
<b>6.</b>	<b>REFERENTIES</b>	<b>78</b>
<b>7.</b>	<b>BIJLAGEN</b>	<b>84</b>
	EXPERIMENT 2.1	84
	EXPERIMENT 2.2	86
	EXPERIMENT 3.1	88
	EXPERIMENT 3.2	90

## LIJST VAN AFKORTINGEN

ACCase	acetyl-coenzyme A carboxylase
ALS	acetolactaatsynthase
ANOVA	analysis of variance (variantieanalyse)
a.s.	actieve stof
BBCH	Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt und Chemische Industrie (BBCH-schaal)
DIGAD	<i>Digitaria ciliaris</i> (Retz.) Koeler (EPPO code)
DIGAG	<i>Digitaria aequiglumis</i> (Hack. & Arechav.) Parodi (EPPO code)
DIGIS	<i>Digitaria ischaemum</i> (Schreb. ex Schweigg.) Muhlenb. (EPPO code)
DIGSA	<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop (EPPO code)
ED <sub>50</sub>	effect dosage 50 % (herbicidendosis vereist om de biomassa met 50 % te reduceren)
ED <sub>90</sub>	effect dosage 90 % (herbicidendosis vereist om de biomassa met 90 % te reduceren)
GR <sub>50</sub>	growth reduction 50 % (herbicidendosis vereist voor zichtbare schade bij 50 % van de populatie)
HPPD	4-hydroxyfenylpyruvaatdioxygenase
HRAC	Herbicide Resistance Action Committee
LD <sub>50</sub>	lethal dose 50 % (herbicidendosis vereist voor sterfte van 50 % van de populatie)
OD	olie dispersie
POST	post-emergence (naopkomstbehandeling)
PPI	pre-plant-incorporated (behandeling voor het zaaien)
PRE	pre-emergence (vooropkomstbehandeling)
PS II	photosystem II (fotosysteem II)
RV	relatieve vochtigheid
SC	suspensieconcentraat
SE	standard error (standaardfout)
SI	selectiviteitsindex (ratio tussen ED <sub>x</sub> -dosissen van twee dosis-responscurves)
sp.	species (soort)
spp.	species pluralis (soorten)
subsp.	subspecies (ondersoort)
T	temperatuur
WSSA	Weed Science Society of America

## SAMENVATTING

Vlaamse maïsmoenculturen worden meer en meer geconfronteerd met lastig te herkennen en te bestrijden onkruidgiersten. Dit geldt in het bijzonder voor de vingergrassen (*Digitaria* spp.): sommige zijn eerder adventief aanwezig (zoals *Digitaria ciliaris* (Retz.) Koeler subsp. *ciliaris*), andere zoals *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop (harig vingergras), *Digitaria aequiglumis* (Hack. & Arechav.) Parodi (Argentijns vingergras) en *Digitaria ciliaris* subsp. *nubica* zijn ingeburgerd of in inburgering en duiken in steeds meer percelen op. *Digitaria ischaemum* (Schreb. ex Schweigg.) Muhlenb. (glad vingergras) is inheems.

Helaas is de werking van de beschikbare maïsherbiciden werkzaam tegen onkruidgiersten onvoldoende gekend voor nieuwkomers zoals *D. aequiglumis* en *D. ciliaris* subsp. *nubica*. Een bijkomend probleem vormt de gebrekkige onderscheidbaarheid van *Digitaria* spp. in jong vegetatief stadium. Dit alles leidt tot een groot onzekerheidsgevoel bij de bestrijding van *Digitaria* spp. Immers, een goede bestrijding steunt onder meer op correcte onkruidherkennig, gepaste herbicidekeuze en gepast toepassingstijdstip. Omwille van het belang van deze soorten in de maïsteelt wordt de grootte van de eventuele inter- en intraspecifieke variabiliteit inzake herbicidengevoeligheid bestudeerd door het uitvoeren van dosis-responsproeven op een selectie van lokale *Digitaria* populaties. Tevens wordt de groeicurve van de verschillende *Digitaria* spp. bepaald.

Er is een duidelijk verschil in groeipotentieel en ontwikkelingssnelheid tussen de *Digitaria* spp.: de potentiële biomassa van *D. ciliaris* subsp. *nubica* is het dubbele van dat van de andere soorten. De andere nieuwkomer *D. aequiglumis* kent initieel een lagere groeisnelheid dan de overige soorten, maar heeft uiteindelijk een potentiële biomassa die 21 % en 69 % hoger ligt dan die van respectievelijk *D. ischaemum* en *D. sanguinalis*. Omwille van deze hogere biomassa-accumulatie zijn de nieuwkomers *D. ciliaris* subsp. *nubica* en *D. aequiglumis* wellicht competitiekrachtiger dan de reeds langer ingeburgerde *Digitaria* spp. *D. ischaemum* en *D. sanguinalis*.

De interspecifieke variabiliteit in herbicidengevoeligheid is herbicidespecifiek. Zo bezit topramezon een zeer hoge activiteit t.a.v. *D. aequiglumis* en *D. ischaemum*. Voor sulcotrion en tembotrion zijn *D. sanguinalis* en *D. ischaemum* dan weer de gevoeligste soorten. In het algemeen zijn de recent ingeburgerde soorten *D. aequiglumis* en *D. ciliaris* subsp. *nubica* minder gevoelig voor de geteste HPPD-inhibitoren dan *D. ischaemum* en *D. sanguinalis*. Ook voor de geteste ALS-inhibitoren zijn de twee nieuwkomers de minst gevoelige soorten, al vertonen de ALS-inhibitoren in het algemeen weinig activiteit t.a.v. de *Digitaria* spp. (met uitzondering van *D. ischaemum*).

Ook intraspecifiek werden er verschillen in herbicidengevoeligheid aangetoond. Het grootste intraspecifieke verschil dat werd waargenomen is een factor 4 verschil tussen ED<sub>90</sub>-waarden van verschillende *D. sanguinalis* populaties voor topramezon binnen eenzelfde experiment. Voor de andere herbiciden werden intraspecifieke verschillen tot een factor 1.5 à 2 waargenomen binnen *D. sanguinalis*. *Digitaria aequiglumis* kende intraspecifieke verschillen tot een factor 1.5 à 2 bij topramezon, sulcotrion, tembotrion en nicosulfuron. *Digitaria ischaemum* ten slotte kende intraspecifieke verschillen tot een factor 2.5 voor topramezon en sulcotrion, niet voor de andere herbiciden.

De herbicidegevoeligheid van *Digitaria* spp. is ook bladstadiumafhankelijk. Algemeen gesteld neemt de herbicidegevoeligheid van alle geteste *Digitaria* spp. lineair tot exponentieel af met toenemend bladstadium bij naopkomsttoepassing van topramezon (HPPD-inhibitor) en nicosulfuron (ALS-inhibitor). De gevoeligheid in het 5-bladstadium was 2 tot 33 keer lager dan in het 1-bladstadium. Bij *D. ischaemum* is de afname echter minder sterk dan bij de andere drie soorten; het 5-bladstadium kan met de maximaal toegelaten doseringen nog bestreden worden. *Digitaria ciliaris* subsp. *nubica* en *D. aequiglumis* zijn voor wat betreft hun gevoeligheid meer afhankelijk van bladstadium op moment van bespuiting dan *D. ischaemum*.

Een correcte identificatie van de *Digitaria* spp. en keuze van herbiciden (en hun dosissen en toepassingstijdstip) is dus heel belangrijk. De bestrijding van *D. aequiglumis* verloopt het best met topramezon, die van *D. ciliaris* subsp. *nubica* met mesotrion. De actiefste herbiciden voor bestrijding van *D. ischaemum* en *D. sanguinalis* zijn respectievelijk topramezon en mesotrion. Ondanks de schijnbaar hogere flexibiliteit op gebied van bestrijdingstijdstip bij *D. ischaemum* (en *D. aequiglumis* met topramezon), is het toch aan te raden ook hier de behandeling vóór het 4-bladstadium uit te voeren.

# 1. INLEIDING

In Vlaanderen brak maïs gedurende de jaren '70 en '80 van de 20<sup>e</sup> eeuw door als voedergras. Sindsdien nam het maïsareaal gestaag toe tot ongeveer 237 000 ha anno 2013 (Algemene Directie Statistiek België. Kerncijfers landbouw 2013.). De opmars van de maïssteelt werkte de evolutie naar maïsmonocultuur in de hand (Hoste, 2003) wat gepaard ging met een verschuiving van de onkruidflora (Peters & Dunn, 1971). In maïsakkers werd de flora van de jaren 1960 geleidelijk vervangen door een eenzijdige, door onkruidgiersten gedomineerde flora. Deze interspecifieke verschuiving in de onkruidpopulaties is vooral te wijten aan de sterke tendens naar monocultuur in combinatie met een eenzijdige, herhaalde bestrijding met een te beperkte groep actieve herbiciden.

Voor het jarenlange gebruik van de breedwerkende s-triazines (atrazin, simazin) bracht die verschuiving in een stroomversnelling. Deze herbiciden hebben een werking tegen dicotylen en straatgras en werden massaal ingezet aangezien maïs tolerant is ten aanzien van s-triazines (Stryckers, 1990). Onkruidgiersten zijn genetisch verwant aan maïs (allen lid van de onderfamilie van de *Panicoideae*) en hebben net zoals maïs een C<sub>4</sub>-metabolisme (Watson & Dallwitz, 1992). Bijgevolg zijn ook de onkruidgiersten (in variërende mate) tolerant ten aanzien van s-triazines waardoor deze, eens geïntroduceerd in een maïsveld, ongehinderd konden uitbreiden in afwezigheid van dicotyle onkruiden. Aanvankelijk ging het hierbij vooral om vertegenwoordigers van de genera *Echinochloa*, *Digitaria* en *Setaria*. Later voegden ook *Panicum* spp. zich bij het reeds ruime assortiment aan onkruidgiersten in maïsmonoculturen in Vlaanderen. Soorten zoals *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop (EPPO code DIGSA) en *Digitaria ischaemum* (Schreb. ex Schweigg.) Muhlenb. (EPPO code DIGIS) werden op deze manier belangrijke onkruiden in Vlaanderen (Willems, 1983).

Ook de opkomst van korrelmaïs rond de jaren '90 heeft bijgedragen tot de verbreiding van dergelijke probleemsoorten. Vaak is het zaad van onkruidgiersten bij het oogsten van kuilmaïs nog onvoldoende afgerijpt om levensvatbaar te zijn. Bij korrelmaïs kan het onkruidzaad wel afrijpen (door de langere cyclus van korrelmaïs in vergelijking met kuilmaïs) en zich nog tijdens het seizoen verspreiden. Zo krijgen ook meer recent geïntroduceerde onkruiden zoals *Digitaria ciliaris* (Retz.) Koeler (EPPO code DIGAD) subsp. *nubica* de kans om zich in te burgeren. Dergelijke nieuwkomers kunnen onder meer worden ingevoerd via introductiemechanismen zoals import van graan, sierplanten, hout en vogelzaad. De meeste van deze uitheemse soorten zijn efemere<sup>1</sup> adventieven in Vlaanderen en kunnen op dit moment nog niet inburgeren. Enkele zoals *Digitaria aequiglumis* (Hack. & Arechav.) Parodi (EPPO code DIGAG) en *D. ciliaris* subsp. *nubica* kunnen echter (lokaal) ingeburgerd raken en voor problemen zorgen in bepaalde teelten (Verloove, 2002). Globalisering (vooral sinds het einde van de 20<sup>e</sup> eeuw) speelt dus een grote rol. Daarnaast lijken mediterrane planten hier beter en beter te gedijen, wat misschien een gevolg kan zijn van *global warming*. Het is echter nog te vroeg om de langetermijneffecten van dit fenomeen correct in te schatten. Pas over enkele jaren zal misschien duidelijk worden of de curve van inburgerende mediterrane planten inderdaad ergens in het begin van het derde millennium een opwaartse knik vertoont van nieuwe soorten en/of nieuwe groeiplaatsen (Hoste *et al.*, 2009).

---

<sup>1</sup> Efemere planten zijn uitheemse, ongewild ingevoerde planten die niet langer dan één of hoogstens enkele jaren kunnen overleven wegens beperkte mogelijkheden tot vermeerdering, beperkt concurrentievermogen, ongeschikte klimatologische omstandigheden, ... (Verloove, 2002).

Ondertussen is het in de EU sinds 2004 verboden om atrazin te gebruiken (Europese Commissie, 2004) en zijn doseringen en/of bestrijdingsfrequenties van erkende herbiciden strenger begrensd. In de laatste decennia is het aanbod maïsherbiciden wel verruimd. Recente vestigingen en verbreiding van nieuwe onkruidgiersten zijn dus ook niet langer het gevolg van éézijdige toepassingen van een beperkt aantal actieve stoffen maar veeleer van suboptimale bestrijding. Goede herbicidenkeuze en optimale doseringen zijn van groot belang om selectiedruk te minimaliseren. Dit vereist voldoende kennis over de specifieke *Digitaria* spp. en de verschillen ertussen.

In deze masterproef wordt gefocust op *Digitaria* spp. omwille van de toenemende diversiteit aan *Digitaria* spp. in Vlaanderen en bestrijdingsproblemen met enkele recent ingeburgerde *Digitaria* spp. (*D. aequiglumis* in het bijzonder). In de literatuurstudie wordt eerst het genus *Digitaria* Haller gesitueerd, waarna de in Vlaanderen belangrijke *Digitaria* spp. (inheems of ingeburgerd) met name *D. sanguinalis*, *D. ischaemum*, *D. aequiglumis* en *D. ciliaris* (subsp. *nubica*) besproken worden. In het onderzoeksluik worden de *Digitaria*soorten morfologisch gekarakteriseerd en de verschillen in herbicidengevoeligheid onderzocht.

## 2. LITERATUURSTUDIE

### 2.1 Het genus *Digitaria*

#### 2.1.1 Systematiek

Het genus *Digitaria* Haller (Vingergras) behoort, samen met de genera *Panicum* L. (Gierst), *Echinochloa* (P. Beauv.) (Hanenpoot) en *Setaria* (P. Beauv.) (Naalbaar) tot de stam *Paniceae* (Tabel 2.1) met typerend C<sub>4</sub>-metabolisme. De vier genera zijn eenvoudig te onderscheiden aan de hand van hun bloeiwijze. Bij *Digitaria* spp. is dit een arentros; dit is een handvormig of vingervormig samengestelde bloeiwijze. In jong vegetatief stadium is de herkenning van de genera moeilijker. Onderscheidende kenmerken van *Digitaria* spp. zijn het vliezig tongetje en de beharing op de bladschijf (Lambinon *et al.*, 1998). De geslachtsnaam *Digitaria* is afgeleid van de Latijnse term “digitatus”, hetgeen “van vingers voorzien” betekent en verwijst naar de karakteristieke vorm van de arentros. In het Nederlands wordt dit genus dan ook vingergras genoemd (Holm *et al.*, 1977).

Tabel 2.1: Systematiek van de *Paniceae* (Watson & Dallwitz, 1992; Lambinon *et al.*, 1998)

Afdeling:	Spermatophyta
Onderafdeling:	Angiospermae
Klasse:	Liliopsida (= Monocotyledones)
Orde:	Poales
Familie:	Poaceae
Onderfamilie:	Panicoideae
Stam:	Paniceae
Genus:	<i>Digitaria</i> <i>Echinochloa</i> <i>Panicum</i> <i>Setaria</i>

Het genus *Digitaria* komt met zo'n 325 soorten wijdverspreid voor, van gematigde tot tropische streken (Henrard, 1950). De stam *Paniceae* omvat zowel cultuurgiersten<sup>2</sup> als (obligatoire) onkruidgiersten<sup>3</sup>. Al in de steentijd werden vingergrassen gecultiveerd omwille van de voedingsrijke zaden (Mitich, 1988). Sommige *Digitaria* spp. zoals *Digitaria exilis* (Kippist) Stapf. (witte fonio) en *Digitaria iburua* Stapf. (zwarte fonio) zijn de dag van vandaag nog altijd cultuurgiersten, die evenwel onkruidgiersten kunnen worden indien ze voorkomen op plaatsen waar ze niet gewenst zijn. Witte (en in mindere mate zwarte) fonio wordt in West-Afrika geteeld voor menselijke consumptie, waar het in landen als Mali, Burkina Faso en Nigeria (waar het “acha” wordt genoemd) het belangrijkste deel van het dieet vormt (Vietmeyer *et al.*, 1996; Cruz, 2004; Vall *et al.*, 2011). Ook *Digitaria cruciata* (Nees ex Steudel) A. Camus wordt geteeld voor menselijke consumptie, namelijk in India (Singh & Arora, 1972).

<sup>2</sup> Cultuurgiersten zijn kleinkorrelige cultuurtaxa waarvan de granen meestal dienen voor de bereiding van pap of diervoeder.

<sup>3</sup> Onkruidgiersten zijn onkruidgrassen behorend tot de genera *Panicum*, *Digitaria*, *Echinochloa* en *Setaria* (Commissie voor terminologie op het gebied van de onkruidkunde voor het Nederlandse taalgebied, 1984).



Andere *Digitaria* spp. zoals *Digitaria eriantha* Steud. (Pangola gras) worden als voedergras geteeld in o.a. Thailand (Tikam *et al.*, 2013). Ook *D. sanguinalis* en *D. ciliaris* worden in sommige landen voor ruwvoederproductie gebruikt (Dalrymple *et al.*, 1999). Zowel *D. ischaemum* als *D. sanguinalis* werden in de 19<sup>e</sup> eeuw geïntroduceerd in de VS voor ruwvoederproductie (cultuurgrassen) maar werden spoedig belangrijke onkruidgrassen in talrijke gewassen. Sommige *Digitaria* spp. worden als gazongras ingezet (bijvoorbeeld *Digitaria didactyla* Willd).

### 2.1.2 Wereldwijd belang

Enkele *Digitaria* spp. zijn wereldwijd heel belangrijke onkruiden. In de Verenigde Staten alleen al worden dertien species van het genus *Digitaria* als onkruid beschouwd (Mitich, 1988). De belangrijkste is *D. sanguinalis* (harig vingergras), volgens Holm *et al.* (1977) het elfde belangrijkste onkruid ter wereld. Deze eenjarige is een (sub)kosmopoliet. Zijn kosmopolitisch karakter heeft het te danken aan zijn aanpassingsvermogen aan zowel tropische als gematigde condities (Holm *et al.*, 1977). Het oorsprongsgebied van *D. sanguinalis* is echter een punt van discussie. Volgens Van Landuyt *et al.* (2006) dient het gesitueerd te worden in het Middellandse Zeegebied, Zuidwest-Azië of India. Wereldwijd staat *D. sanguinalis* bekend als een economisch belangrijk onkruid in een brede waaier van landbouwgewassen: 65 landen rapporteerden *D. sanguinalis* als een prominent onkruid in maar liefst 33 verschillende gewassen (Holm *et al.*, 1977). De belangrijkste gewassen waarin *D. sanguinalis* een probleem vormt zijn suikerriet, graszoden, katoen, sorghum, maïs en noten (Holm *et al.*, 1977; Kim *et al.*, 2002).

*Digitaria ischaemum* is een onkruid in tropische, subtropische en gematigde streken en komt in alle werelddelen voor (Franke *et al.*, 2009). *Digitaria ischaemum* is van oorsprong een soort uit de gematigde klimaatgebieden van Eurazië. Het Europese areaal bestrijkt een brede band die loopt van Frankrijk tot diep in Rusland, in het noorden reikend tot Denemarken en Zweden, in het zuiden met een uitloper tot Zuid-Italië. Verder heeft de plant een verbrokkeld areaal in Zuidoost-Europa, doorlopend in het aangrenzende deel van Azië (Van Landuyt *et al.*, 2006). *Digitaria ischaemum* is een belangrijk onkruid in boom- en wijngaarden, landbouwgewassen, golfterreinen en gazons, vooral in droge en nutriëntarme omstandigheden (Holm *et al.*, 1977).

Binnen *D. ciliaris* zijn onder andere volgende twee subspecies te onderscheiden: *Digitaria ciliaris* (Retz.) Koeler subsp. *ciliaris* en *Digitaria ciliaris* (Retz.) Koeler subsp. *nubica* (Stapf) S.T. Blake (Blake, 1969). *Digitaria ciliaris* subsp. *ciliaris* (met *Digitaria adscendens* (HBK) Henr. als belangrijk synoniem) is een belangrijk onkruid in de Verenigde Staten (Kim *et al.*, 2002). Wereldwijd is het een onkruid in 22 gewassen in negentien landen, voornamelijk in plantages en veldgewassen zoals granen, groenten en leguminosen. Het groeit het best in tropische en subtropische gebieden (Holm *et al.*, 1977). Ook in Europa is het een onkruid maar het werd historisch vaak over het hoofd gezien als gevolg van een beperkte kennis. Er blijft een ambiguïteit geassocieerd met de term *D. ciliaris* subsp. *ciliaris* in Europa: in de "Flora d'Italia" (Pignatti & Anzalone, 1982) (en in enkele andere flora in Europa) behoren de aan *D. ciliaris* subsp. *ciliaris* toegewezen diagnostische kenmerken deels aan *D. ciliaris* subsp. *ciliaris* en deels aan *Digitaria sanguinalis* subsp. *pectiniformis* Henrard. Daarom is het moeilijk om *D. ciliaris* subsp. *ciliaris* werkelijk te determineren en zijn de bekomen distributiekaarten van de soort uit het verleden onbetrouwbaar.

Heden ten dage hebben enkele flora's (bijvoorbeeld de Oostenrijkse flora (Fischer *et al.*, 2008)) wel een sluitende taxonomische indeling voor *D. ciliaris* subsp. *ciliaris*. De standplaats van *D. ciliaris* subsp. *ciliaris* in Noord-Europa is rechtstreeks geassocieerd met de introductieplaatsen met name havengebieden, afvalplaatsen, wegbermen, enz. In Zuid-Europa komt *D. ciliaris* subsp. *ciliaris* niet alleen voor op dergelijke ruderaal plaatsen maar ook in gazons en plantages. Langs de mediterrane kust is deze soort wijdverspreid en ingeburgerd<sup>4</sup> maar in de rest van Europa zijn de observaties eerder toevallig en kan de soort meestal als efemer beschouwd worden (Wilhelm, 2009).

*Digitaria ciliaris* subsp. *nubica* is afkomstig uit Nubië, een gebied in het zuiden van Egypte en het noorden van Soedan (Stapf & Hubbard, 1919). Het is echter een onbekende plant. Of het een onkruid is of niet in zijn oorsprongsgebied is niet bekend, alsook het eventuele gebruik als cultuurgierst. Ook vermeldingen van *D. ciliaris* subsp. *nubica* in de rest van de wereld als onkruid komen niet veel voor, behalve in Vlaanderen (Hoste, 2015; mondelinge mededeling; Verloove & Vandenberghe, 1999).

Enkele andere *Digitaria* spp. die belangrijke onkruidplanten kunnen zijn op bepaalde plaatsen in de wereld zijn:

- *Digitaria abyssinica* (Hochst. Ex A. Rich.) Stapf (met *Digitaria scalarum* (Schweinf.) Chiov. als belangrijk synoniem) is een belangrijk onkruid in Oost- en Zuid-Afrika, waar het inheems is. In tegenstelling tot de andere hiervoor beschreven *Digitaria* spp. is *D. abyssinica* een meerjarig gras dat tevens gebruikt kan worden voor beweiding. *Digitaria abyssinica* is niet alleen het belangrijkste onkruid in koffie in Kenia en in katoen in Oeganda, het is ook schadelijk in andere gewassen (Holm *et al.*, 1977).
- *Digitaria aequiglumis* is oorspronkelijk afkomstig uit warm-gematigd Zuid-Amerika (vandaar de Nederlandse benaming Argentijns vingergras) waar de plant groeit als een onkruid op natte, zandige bodems (Henrard, 1950; Flora de la República Argentina, 2014). Daarnaast is *D. aequiglumis* onder andere terug te vinden in Australië: in wegbermen, zanderige vlaktes en moerassige gebieden (Webster & Hatch, 1990). In Europa is *D. aequiglumis* recent gevonden in Duitsland op spoorwegterreinen en in Zuid-Frankrijk langs de oevers van de Adour en in diverse andere milieus zoals maïsakkers. In Groot-Brittannië is het een zeer zeldzaam woladventief (Hoste, 2005).
- *Digitaria debilis* (Desf.) Willd. is aanwezig in Spanje en andere delen van Zuid-Europa, al staat de status (xenofyt of inheems) nog ter discussie. Historisch zou *D. debilis* aanwezig zijn in Frankrijk maar de dag van vandaag niet meer. *Digitaria debilis* lijkt echter morfologisch sterk op *D. aequiglumis*. Er kan bijgevolg niet uitgesloten worden dat *D. debilis* nog altijd aanwezig is in Frankrijk maar verkeerd geïdentificeerd wordt als *D. aequiglumis* (Verloove, 2008).
- *Digitaria radicata* (Presl) Miq. is wijdverspreid in tropische gebieden en een dominant onkruid in Azië. De aartjes van *D. radicata* lijken sterk op die van *D. aequiglumis* en *D. debilis* maar *D. radicata* heeft een duidelijk kleiner bovenste kelkkafje. In Europa is *D. radicata* een efemer (Verloove, 2008).

---

<sup>4</sup> Ingeburgerde planten: in een gebied niet oorspronkelijk voorkomende, gewild of ongewild ingevoerde planten die er door generatieve of vegetatieve vermeerdering zelfstandig in slagen levensvatbare populaties uit te bouwen die permanent (langer dan één of enkele seizoenen) aanwezig blijven, hoofdzakelijk in de nabije omgeving van de oorspronkelijk ingevoerde planten en niet noodzakelijk binnendringend in natuurlijke vegetaties. De graad van inburgering kan sterk variëren (Verloove, 2002).

- *Digitaria violascens* Link is inheems in tropisch Azië maar is uitgebreid naar andere tropische en warme gematigde klimaten. In de subtropen is het een schadelijk onkruid. *Digitaria violascens* lijkt morfologisch op *D. ischaemum* wegens de kleine aartjes die in groepjes van drie gegroepeerd zitten. Het is voornamelijk een ingeburgerd gazononkruid in Zuid-Frankrijk. In Italië is het dan weer veelvuldig aangetroffen op ruderaal terreinen (Verloove, 2008).

## 2.2 *Digitaria* spp. in Vlaanderen

### 2.2.1 Voorkomen en inburgeringsstatus

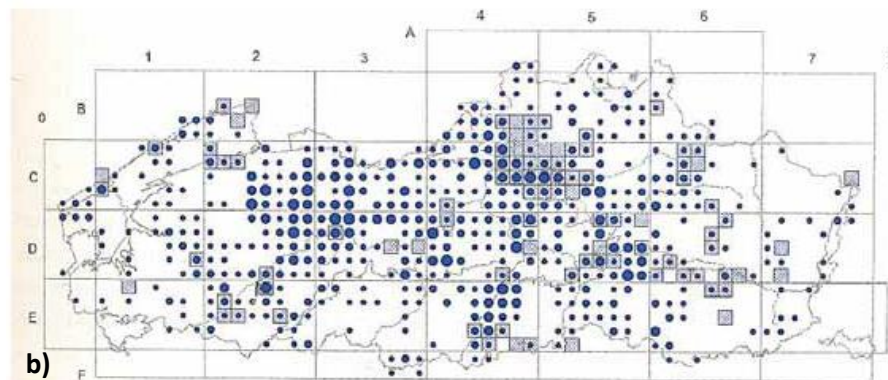
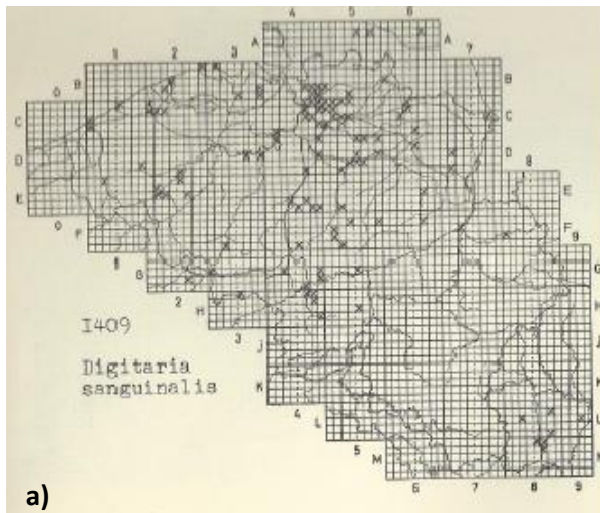
Enkele van vernoemde *Digitaria* spp. komen ook in Vlaanderen als onkruiden voor (Tabel 2.2), vooral *D. sanguinalis*, *D. ischaemum*, *D. aequiglumis* en *D. ciliaris* subsp. *nubica*. De overige soorten (zoals *D. violascens* en *D. abyssinica*) zijn tot op heden enkel efemere adventieven.

*Digitaria sanguinalis* is vooral een onkruid in landbouwgewassen en heeft zich in de loop van de voorbije decennia sterk uitgebreid over Vlaanderen. Langs grote verkeersassen heeft de soort snel terrein veroverd. Na het afsluiten van de eerste karteerronde gold *D. sanguinalis* als zeldzamer dan *D. ischaemum* (89 tegenover 124 uurhokken) (Figuur 2.1a). Dat beeld is sindsdien sterk gewijzigd. Onder meer door het veelvuldig optreden in allerlei onbeteelde milieus (bv. wegbermen, verhardingen), is *D. sanguinalis* nu de algemeenste soort van het duo met zo'n 1200 kilometerhokken voor de periode na 1971 (Figuur 2.1b) (Verloove, 2002; Van Landuyt *et al.*, 2006).

**Tabel 2.2: Voorkomen van *Digitaria* spp. in Vlaanderen, hun inburgeringsstatus en hun wijze van introductie.** (Verloove, 2002, 2006; Verloove & Groom, 2014)

Wetenschappelijke naam	Status	Introductieweg	Eerste introductie
<i>Digitaria sanguinalis</i> subsp. <i>sanguinalis</i>	Ingeburgerd	Graan, wol	1803
<i>Digitaria sanguinalis</i> subsp. <i>pectiniformis</i>	Mogelijk ingeburgerd	Erts?	1856
<i>Digitaria ischaemum</i>	Inheems	n.v.t.	n.v.t.
<i>Digitaria aequiglumis</i>	Lokaal ingeburgerd	Graan	1997
<i>Digitaria ciliaris</i> subsp. <i>nubica</i>	Lokaal inburgerend	Graan, vogelzaad	1998
<i>Digitaria ciliaris</i> subsp. <i>ciliaris</i>	Efemeer	Graan	1828
<i>Digitaria violascens</i>	Efemeer	Graan	1994
<i>Digitaria abyssinica</i>	Efemeer	Vogelzaad	2012

In Vlaanderen zijn twee subspecies van *D. sanguinalis* aanwezig: de eerste is *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop. subsp. *sanguinalis*, veruit het meest voorkomende en ingeburgerde subspecies. Daarnaast is er *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop. subsp. *pectiniformis* Henr. dat misschien vaak over het hoofd gezien wordt aangezien het morfologisch sterk lijkt op *D. ciliaris*. Er bestaat dus nog veel onduidelijkheid over, onder andere ook over de status (Henrard, 1950; Wilhalm, 2009). *Digitaria sanguinalis* subsp. *pectiniformis* wordt o.a. gevonden nabij treinstations in Brugge en in Bergen (in 2013). Een herbariumrevisie leverde verschillende oude (fout beschreven als *D. sanguinalis* var. *ciliaris* (Retz.) Parl.) en nieuwe noteringen op (Verloove & Groom, 2014). *Digitaria sanguinalis* wordt ook aangetroffen als adventief, geassocieerd met o.a. vogelzaad (Verloove & Vandenberghe, 1996) en mediterrane containerplanten (Hoste *et al.*, 2009).



**Figuur 2.1 : De verspreiding van**

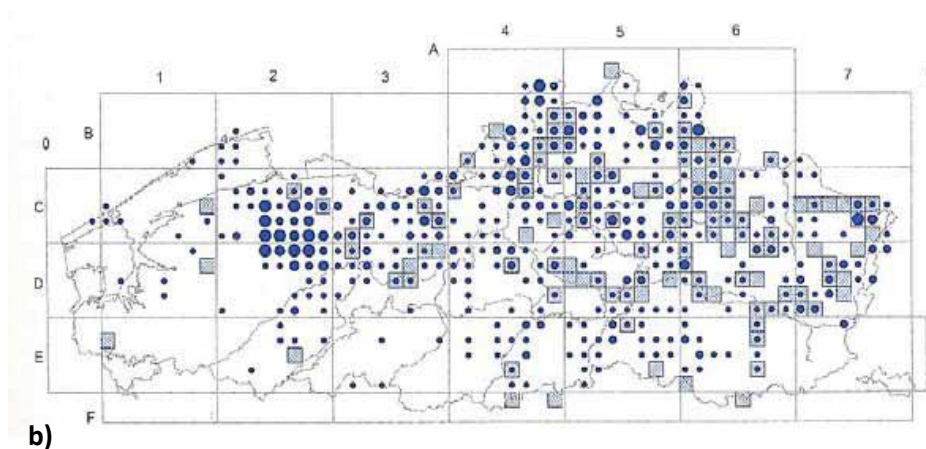
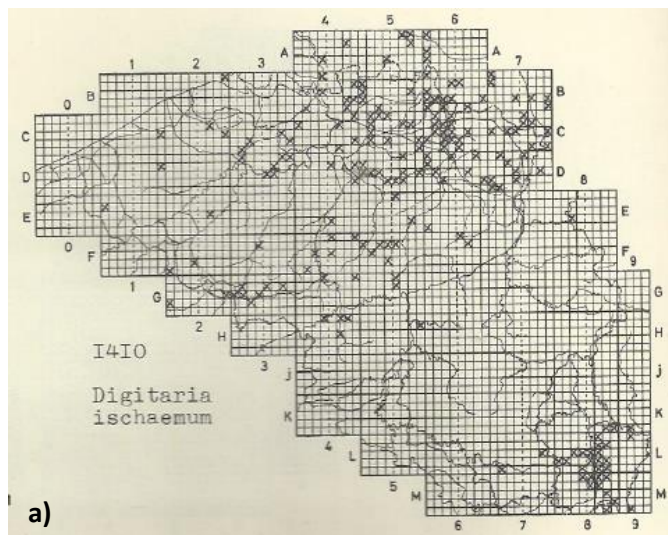
**a) *Digitaria sanguinalis* in België in 1939-1971;**

**b) *Digitaria sanguinalis* in Vlaanderen in 1972-2004 (donkere stippen).**

De kruisjes in een vierkantje bij a) en de grijze vierkantjes bij b) tonen de aanwezigheid van de soort in een uurhok (4 x 4 km<sup>2</sup>) in 1939-1971, de grootte van de donkere stippen in b) is evenredig met het aantal kilometerhokken binnen eenzelfde uurhok waarin de soort werd aangetroffen in 1972-2004.

(Van Rompaey & Delvosalle, 1972; Van Landuyt *et al.*, 2006)

Ook *Digitaria ischaemum* is alomtegenwoordig in landbouwgewassen in België, al is het areaal vooral beperkt tot Vlaanderen. In Wallonië is de verspreiding onvoldoende in kaart gebracht. De oudere gegevens zijn in hoofdzaak afkomstig uit de Kempen (Figuur 2.2a). Ook na 1971 is die regio globaal nog altijd het dichtst bezet, maar het aantal vindplaatsen elders in Vlaanderen, onder meer in Noord-Oost-Vlaanderen, is beduidend toegenomen (Figuur 2.2b). Dat dient in hoge mate toegeschreven te worden aan de gestage uitbreiding van de maïsteelt in de periode van 1970 tot 2000. De concentraties kilometerhokken in enkele regio's, zoals Antwerpen, Essen en tussen Brugge en Gent, berusten op waarnemerseffecten, d.w.z. dat daar meer gezocht werd naar *D. ischaemum* dan in andere regio's. Dit suggereert dat elders nog veel groeiplaatsen van *D. ischaemum* onopgemerkt zijn gebleven (Van Landuyt *et al.*, 2006). Occasioneel komt *D. ischaemum* ook voor als voederadvertief (Verloove & Vandenberghe, 1996).



**Figuur 2.2:** De verspreiding van  
**a) *Digitaria ischaemum* in België in 1939-1971;**  
**b) *Digitaria ischaemum* in Vlaanderen in 1972-2004 (donkere stippen).**

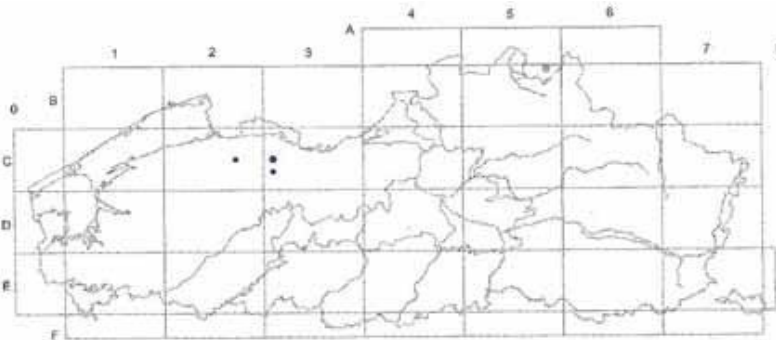
De kruisjes in een vierkantje bij a) en de grijze vierkantjes bij b) tonen de aanwezigheid van de soort in een uurhok (4 x 4 km<sup>2</sup>) in 1939-1971, de grootte van de donkere stippen in b) is evenredig met het aantal kilometerhokken binnen eenzelfde uurhok waarin de soort werd aangetroffen in 1972-2004.

(Van Rompaey & Delvosalle, 1972; Van Landuyt *et al.*, 2006)

*Digitaria aequiglumis* is een lokaal ingeburgerde nieuwkomer in maïsakkers ten noorden van Gent (Figuur 2.3) alwaar het in 2001 voor het eerst officieel waargenomen werd in Sleidinge<sup>5</sup> in een rand van een maïsakker (Hoste, 2005). Bij nader onderzoek bleken in een gebied van circa 800 x 800 m meerdere populaties aanwezig te zijn in Sleidinge, die soms bestaan uit honderden exemplaren. De beperkte oppervlakte van het areaal, gekoppeld aan de vaststelling dat in 2003 de twee jaar vroeger ontdekte populaties nagenoeg onveranderd waren gebleven, lijkt te suggereren dat de soort misschien al vrij lang onopgemerkt in het gebied aanwezig is (Van Landuyt *et al.*, 2006). In 2004 werd te Adegem ook een populatie van *D. aequiglumis* gevonden (Verloove & Groom, 2014). Deze populatie is de dag van vandaag verdwenen (Hoste, 2015; mondelinge mededeling). Vanaf 2006 zijn er waarnemingen uit Evergem, Bellem, Lovendegem, enz. (Verloove & Groom, 2014). Heden wordt deze soort aangetroffen in talrijke maïspcelen in de Vlaamse zandstreek in tegenstelling tot wat

<sup>5</sup> Na een herbariumrevisie bleek echter dat er al een waarneming was van *D. aequiglumis* in 1997 te Bassevelde (Verloove & Groom, 2014).

Figuur 2.3 doet uitschijnen. Vooral in het Meetjesland en in de wijde omgeving van Lochristi en Lokeren is de soort sterk aanwezig.



Figuur 2.3 : De verspreiding van *Digitaria aequiglumis* in Vlaanderen in 1972-2004. De grootte van de donkere stippen is evenredig met het aantal kilometerhokken binnen eenzelfde uurhok (4 x 4 km<sup>2</sup>) waarin de soort werd aangetroffen. (Van Landuyt *et al.*, 2006)

*Digitaria ciliaris* wordt sporadisch in Vlaanderen aangetroffen. *Digitaria sanguinalis* lijkt morfologisch erg goed op *D. ciliaris* subsp. *ciliaris* en het onderscheid hiertussen is erg moeilijk. Bijgevolg is de status van *D. ciliaris* subsp. *ciliaris* ook onduidelijk (Verloove & Groom, 2014). *Digitaria ciliaris* subsp. *ciliaris* werd vermoedelijk ingevoerd in Vlaanderen via sojabonen (Verloove & Vandenberghe, 1996) of via vogelzaad (Verloove & Groom, 2014). Daarnaast kan *D. ciliaris* subsp. *ciliaris* via mediterrane containerplanten ingevoerd worden in Vlaanderen (Hoste *et al.*, 2009). Ook het subspecies *nubica* is een graanadventief dat voor het eerst werd waargenomen te Izegem in 1998 (Verloove & Vandenberghe, 1999). Later werd het ook waargenomen in Roeselare (in 2003), Gent (2007) en in verschillende andere maïsvelden in Vlaanderen (Knesselare, Lovendegem, ...) (Verloove & Groom, 2014). Daarnaast werd vermoedelijk nog een andere variëteit van *D. ciliaris* waargenomen in Vlaanderen, namelijk *Digitaria ciliaris* var. *chrysolephara*. Deze werd in 2012 voor het eerst waargenomen in Beernem, langs een kanaal groeiend in de voegen van een fietspad. In 2013 was deze populatie nog aanwezig, andere populaties werden nog niet waargenomen in Vlaanderen (Hoste, 2015; mondelinge mededeling).

*Digitaria violascens* komt uitzonderlijk ook voor in Vlaanderen. Het werd in 1994 voor het eerst waargenomen in de haven van Antwerpen (Verloove & Groom, 2014). Waarschijnlijk is het een soja-adventief uit Zuid-Amerika (Verloove & Vandenberghe, 1996) aangezien in 1998 de soort nogmaals werd waargenomen op soja-afval. Het is mogelijk dat de aanwezigheid van deze soort onderschat wordt wegens de gelijkenis met *D. ischaemum* (Verloove & Groom, 2014). Ook *Digitaria abyssinica* is een adventief, maar dan van vogelzaad. Het werd éénmaal waargenomen in Vlaanderen, nl. in 2012 te Overpelt. *Digitaria violascens* en *D. abyssinica* kunnen dus allebei als efemeer beschouwd worden (Verloove & Groom, 2014). Naast de besproken *Digitaria* spp. werden ook *Digitaria acuminatissima* Stapf (in 1947) en *Digitaria brownii* (Roem. Et Schult.) Hughes (van 1911 t.e.m. 1921) al waargenomen in België, zij het in Wallonië (Verloove, 2006; Verloove & Groom, 2014).

Hierna wordt ingegaan op de ecologie, levenscyclus, morfologische herkenning, concurrentiekracht en bestrijding van de vier meest voorkomende *Digitaria*(onder)soorten in Vlaanderen.

## 2.2.2 Ecologie en verspreiding

*Digitaria sanguinalis* komt in grote mate voor in dezelfde milieus als *D. ischaemum* maar *D. sanguinalis* wordt veel frequenter aangetroffen in snel opwarmende, open milieus: langs spoorwegen, tussen straatstenen in urbane milieus en in moestuinen. *Digitaria sanguinalis* wordt ook gevonden in diverse pionierssituaties, zowel op redelijk vochtige tot droge en arme tot zeer voedselrijke bodems (Verloove, 2002). Ze behoeft weinig stikstof en fosfor en heeft een goede droogteresistentie (Willems, 1983). Daarnaast zijn de planten van de éénjarige soort vandaag vaak opvallend fors in maïsakkers. Er worden frequent vondsten van *D. sanguinalis* gedaan in typische adventievmilieus maar of deze berusten op een geregelde nieuwe aanvoer van zaden van buitenaf is niet duidelijk; misschien is het gewoon een gevolg van de aanwezigheid van geschikte habitats en lokaal goed verankerde populaties, die ook zonder geregelde aanvoer van zaden kunnen standhouden. Het wat meer ruderaal karakter van deze thermofiele en veel in verstedelijkte gebieden voorkomende grassoort vertaalt zich in een algemeen verspreidingspatroon over Vlaanderen (Van Landuyt *et al.*, 2006). In tegenstelling tot de tropen waar *D. sanguinalis* het jaar rond bloeit, zal deze soort hier slechts bloeien vanaf de late lente tot de zomer of de herfst. De plant gedijt het best bij hoge temperaturen en zal vaak het maximum halen uit haar groei indien de andere planten onder droogte- of hittestress komen te staan (Holm *et al.*, 1977).

*Digitaria ischaemum* was vroeger vooral aanwezig op droge zandwegen en roggeakkers, behorend tot de grondsterassociatie<sup>6</sup>. Dergelijke begroeiingen zijn tegenwoordig schaars (Van Landuyt *et al.*, 2006). Anders dan de meeste soorten van die associatie, heeft *D. ischaemum* een alternatief onderkomen gevonden in de hanenpootassociatie (vooral maïsakkers, maar ook hakvruchtakkers) en in allerlei andere, vooral zandige, vaak min of meer regelmatig verstoorde terreinen (bijvoorbeeld bermen, spleten tussen stoeptegels in urbane milieus en spoorwegterreinen) (Franke *et al.*, 2009). Dikwijls profiteert de therofyt *D. ischaemum* van open plekken die ontstaan zijn na herbicidegebruik, al kan *D. sanguinalis* dat nog beter. Vaak komen *D. sanguinalis* en *D. ischaemum* gemengd in dezelfde begroeiingen voor. Daardoor wordt bij waarnemingen vermoedelijk geregeld één van beide soorten over het hoofd gezien, vooral ook omdat ze qua habitus op elkaar lijken en allebei een grote vormenrijkdom etaleren. Doorgaans is *D. ischaemum* de kleinste en minst opvallende van de twee (Van Landuyt *et al.*, 2006).

In de beperkte regio waar *D. aequiglumis* momenteel in Vlaanderen is ingeburgerd, is zowat elke groeiplaats rechtstreeks of onrechtstreeks in verband te brengen met maïslandbouw. Het merendeel van de groeiplaatsen ligt in de rand van maïsakkers. Elders groeit de soort op en langs aardewegen en in wegbermen, waar ze vermoedelijk is terechtgekomen via landbouwmachines. De bodemgesteldheid van de groeiplaatsen varieert van vrij nat tot droog en van zand tot lemig zand (Van Landuyt *et al.*, 2006). De verspreiding van *D. aequiglumis* dient in hoge mate toegeschreven te worden aan de uitbreiding van de maïslandbouw in de voorbije drie decennia. Indien de maïs wordt gevolgd door een ander gewas, bijvoorbeeld tarwe, 'verdwijnt' *D. aequiglumis*, om daarna terug te verschijnen indien de teelt van maïs wordt hervat. Dit toont ook aan dat een nieuwe aanvoer van zaden niet per se nodig is om de populatie in stand te houden (Vanderhoeven *et al.*, 2006).

---

<sup>6</sup> De grondsterassociatie (*Digitario-Illecebreto-digitalietosum*) is een pioniergemeenschap op voedselarme zandgrond, die in de winter vaak onder water staat. Het is een gemeenschap die wel betreding verdraagt, maar geen concurrentie. Onbegroeide en belopen of bereden zandwegen, met bodemverdichting waar plassen ontstaan, zijn daarom geschikte groeiplaatsen (Giesen & Geurts, 2003).

*Digitaria ciliaris* subsp. *ciliaris* wordt beschouwd als de tropische tegenhanger van de meer gematigde *D. sanguinalis* (Verloove & Groom, 2014) en gedijt dus goed in warme, vochtige omstandigheden. Inburgering in maïsvelden en zelfs in urbane gebieden is mogelijk (Clement, 2000). De standplaats van *D. ciliaris* subsp. *ciliaris* is rechtstreeks geassocieerd met de introductievector: havengebieden, afvalplaatsen, wegbermen, enz. De verdere verspreiding gebeurt vermoedelijk d.m.v. het verkeer van landbouwmachines (Wilhelm, 2009). *Digitaria ciliaris* subsp. *nubica* is afkomstig uit Nubië waar een aried klimaat heerst en verdraagt bijgevolg droge omstandigheden (Stapf & Hubbard, 1919).

### 2.2.3 Levenscyclus en biologie

#### 2.2.3.1 Zaadbiologie

De bloeiwijze van *Digitaria* spp. is een arentros. Per aartje wordt één zaad<sup>7</sup> gevormd dat nauw omhuld is door de palea en lemma van de fertiele bloem en samen met de kroonkafjes van de steriele bloem omhuld wordt door de kelkkafjes. Bij rijpheid komt het volledige aartje van de aar los.

Wegens hun grote plasticiteit kan de zaadproductie sterk variëren binnen een soort. Holm *et al.* (1977) vermelden dat één *D. sanguinalis*-plant met 700 zijscheuten in de Verenigde Staten 150 000 zaden kan produceren terwijl één plant in de Filippijnen nog geen 2000 zaden kan vormen. Peters & Dunn (1971) spreken van 145 000 tot 154 000 zaden indien de *D. sanguinalis*-plant geen competitie ondervindt en er 91 cm afstand is tussen de planten. Competitie van omringende planten en moment van opkomst kunnen de totale fecunditeit danig reduceren. Planten die vroeg kiemen hebben een grotere zaadproductie dan late kiemers van dezelfde soort, ook al verschilt de opkomst maar enkele dagen (Gallart *et al.*, 2010). *Digitaria ischaemum* produceert 188 000 tot 210 000 zaden per plant indien er geen competitie is (Peters & Dunn, 1971). Aguyoh & Masiunas (2009) vermeldden een zaadproductie van *D. ischaemum* van 3 160 zaden per plant indien de plantdichtheid 0.5 planten per m<sup>2</sup> is en 909 zaden per plant indien de plantdichtheid 8 planten per m<sup>2</sup> is (al werd hier geen rekening gehouden met gevallen en gebroken zaden). In het algemeen is er weinig informatie bekend over het bereik van zaadproducties van *Digitaria* spp. onder verschillende condities (Turner *et al.*, 2012).

Ondanks de hoge zaadproductie, limiteert de plantmorfologie (liggende architectuur) en de barochore<sup>8</sup> natuur van *Digitaria* spp. zaadverspreiding. Omwille van deze slechte zaadverspreidingscapaciteit zijn *Digitaria* spp. voor hun verspreiding van veld tot veld aangewezen op menselijke activiteiten (zoals loonwerkzaamheden, bodembewerkingen, verkeer enz.). Gezien de huidige praktijken in de maïsteelt en de groter wordende actieradius van loonwerkers, wordt bijgevolg verwacht dat deze continu nieuwe plaatsen zullen innemen in verschillende delen van Vlaanderen (Vanderhoeven *et al.*, 2006). Naast de slechte zaadverspreidingscapaciteit gaat een deel van de levensvatbare zaden ook verloren door predatie. Zo is er een verwijdering van *D. sanguinalis*-zaden a rato van 11 % per dag indien enkel invertebraten toegang hebben tot het veld. Indien ook vertebraten toegelaten worden, stijgt de verwijdering naar 13 % per dag (Menalled *et al.*, 1999). Lundgren *et al.* (2005) vonden dan weer een verwijdering van 13 % van de vingergraszaden per week, door granivore arthropoden. Of zaadpredatie werkelijk een significant effect heeft op *Digitaria*

<sup>7</sup> Een zaad is een uitgegroeide zaadknop. Een graanvrucht (caryopsis) is een éénzadige vrucht waarvan de vruchtwand met de zaadhuid vergroeid is, soms (zoals bij rijst) inclusief kafjes (Van der Meijden, 2005).

<sup>8</sup> Barochorie is een vorm van verspreiding waarbij zaden gewoon op de grond vallen onder de ouderplant en daar kiemen. De verspreiding gebeurt dus enkel via de zwaartekracht.



opkomst in bijvoorbeeld gazongrassen in de Verenigde Staten of maïsvelden in Vlaanderen, is nog niet bestudeerd (Turner *et al.*, 2012).

De langlevendheid van zaden van *D. sanguinalis* en *D. ischaemum* kan gemakkelijk oplopen tot enkele jaren (in niet verstoorte bodems). Een klein aandeel (1 tot 4 % van de zaden) kan een decennium standhouden. De vitaliteit is afhankelijk van omgevingsomstandigheden en genotype, zodat zaden van dezelfde soort een erg verschillende langlevendheid kunnen vertonen (Turner *et al.*, 2012). Er is een duidelijk verschil in vitaliteit tussen vingergraszaden (*D. sanguinalis* en *D. ischaemum*) die bewaard werden in droge omstandigheden vergeleken met zaden bewaard in bodems. Bewaring in droge omstandigheden gedurende vijf jaar had geen significant effect op de vitaliteit van de zaden. In bodems daarentegen kunnen zaden hun vitaliteit verliezen in amper zes maanden (Egley & Chandler, 1983). Marks & Nwachuku (1986) vonden voor *D. ciliaris*-zaden (waarschijnlijk subsp. *ciliaris*) een langlevendheid van 1.5 jaar in de bodem. Dit suggereert dat *Digitaria* spp. een relatief kortlevende zaadbank hebben (Mc Ivor & Howden, 2000; Turner *et al.*, 2012).

#### 2.2.3.2 Dormantie

De dynamiek van de zaadbank is complex en wordt in de eerste plaats bepaald door de dormantie of kiemrust. Zaden van *Digitaria* spp. kennen een belangrijke dormantie die de persistentie en het succes van het onkruid vergemakkelijken. Kieming kan pas optreden na het doorbreken van de primaire dormantie door o.a. zaadnarijping. In situ gebeurt geen kieming gedurende het jaar dat het zaad is geproduceerd. De duur van primaire dormantie van *D. sanguinalis* en *D. ischaemum* neemt af met toenemende bewaartemperatuur of bij bewaring bij alternerend hoge of lage temperaturen (Turner *et al.*, 2012). Bij zaden van *D. sanguinalis* opgeslagen in het donker bij kamertemperatuur bedraagt de duur van de primaire dormantie gemiddeld vier tot zes maanden (Gallart *et al.*, 2008).

De dormantie berust op diverse factoren: zowel embryo-immaturiteit als dormantie opgelegd door de zaadhuid zijn verantwoordelijk voor kiemrust. Hacker (1984) vond dat *Digitaria*-zaden immature embryo's kunnen bevatten bij verspreiding. Het werkelijke belang van embryo-immaturiteit bij *Digitaria* spp. is echter nog onduidelijk (Hacker, 1984; Simpson, 1990). Meestal is de dormantie bij *Digitaria* spp. te wijten aan de zaadhuid. Zo kan de zaadhuid bijvoorbeeld impermeabel zijn voor water en gassen (Biswas *et al.*, 1978). Dat de dormantie bij enkele *Digitaria* spp. o.a. wordt opgelegd door de omhullende lagen van de caryopsis werd aangetoond door Gallart *et al.* (2008): het verwijderen of opzettelijk beschadigen van deze lagen (vb. het pericarp) verhoogt de kieming van *D. sanguinalis*- en *D. ischaemum*-zaden. Zo stijgt bijvoorbeeld de kieming van *D. sanguinalis*-zaden met 30 % indien de aartjes met vochtig zand worden ingewreven. Indien de kelkkafjes en het steriele lemma van het aartje worden verwijderd, stijgt de kieming met 15 %. Het fertiele lemma verwijderen doet de kieming met 75 % stijgen. Ook vocht kan de dormantie van vingergraszaden beïnvloeden: het voorweken van zaden kan in sommige gevallen dormantie verbreken (Gallart *et al.*, 2008). Nutriënten kunnen ook zaaddormantie verbreken. Gallart *et al.* (2008) behandelden aartjes van *D. sanguinalis* twee maanden na oogst met KNO<sub>3</sub> en namen een stijging in kieming waar (12 % vs. 4 % stijging na een incubatieperiode van 15 dagen bij 20/30 °C in een 12u licht/12u donker regime). Ook andere chemische behandelingen zoals chlorohydrines en ethanol kunnen zaaddormantie reduceren (Turner *et al.*, 2012). Gemiddeld duurt de primaire dormantie 2.5 tot 6 maanden.

Na doorbreking van primaire dormantie kan het zaad kiemen als de omstandigheden gunstig zijn, bijv. als er voldoende licht en warmte is. Indien dit niet het geval is, gaat het zaad in secundaire dormantie. Secundaire dormantie kan doorbroken worden door koudebehandelingen (Turner *et al.*, 2012).

### 2.2.3.3 Kieming

Opdat kieming mogelijk is, zijn er speciesspecifieke vereisten waaraan de omgeving moet voldoen. Vochtigheidsgraad, (bodem)temperatuur, lichtintensiteit, zuurstofgehalte en bodemtextuur zijn de belangrijkste factoren voor kieming en opkomst. In veldomstandigheden blijkt de opkomst van *D. sanguinalis* en *D. ischaemum* samen te vallen met hoge bodemtemperaturen en dalende bodemwaterpotentiaal. De kieming start met een hoog kiemingspercentage, daarna daalt dit kiemingspercentage in het seizoen (Turner *et al.*, 2012).

Tijdens de kieming neemt het zaad water op in drie verschillende fasen: eerst absorbeert het zaad water, daarna volgt een lagfase waarin de wateropname miniem is en op het einde is er opnieuw wateropname voor de groei en de opkomst van de zaailing (Turner *et al.*, 2012). Dit werd aangetoond voor *D. sanguinalis* door King & Oliver (1994) in een osmotische oplossing: zij vonden bij 15 °C na 24 uur een stijging van de waterinhoud van de zaden van 12 % naar 38 à 50 %. In de periode 24 tot 240 uur na de start van het experiment bleef de waterinhoud constant. En tussen 240 en 288 uur steeg de waterinhoud opnieuw (tot ongeveer 57 %) en was 10-12 % van de zaden gekiemd (in een 0 kPa oplossing).

Zaden van *D. sanguinalis* kiemen binnen 24 uur na het weken in water. Na 76 uur kan de zaailing al groene scheuten produceren en chlorofyl aanmaken (Biswas *et al.*, 1978). Net zoals temperatuur heeft ook beschikbaar bodemwater een positief effect op het percentage en de snelheid van de kieming van *Digitaria* spp. Zo is de kieming van zowel *D. sanguinalis* als *D. ischaemum* beter indien de bodemvochtigheid bewaard blijft d.m.v. doeken als bodembedekking (Peters & Dunn, 1971). Het opkomstpatroon in een onderzoek op een braak veld in Barcelona reflecteerde de periodes van regen met meer dan 4 mm neerslag. Een tekort aan regenval kan de opkomst dus limiteren (Gallart *et al.*, 2010). Eens gekiemd stellen de *Digitaria* spp. echter minder eisen aan de bodemvochtigheid dan de overige onkruidgersten. *Digitaria* spp. hebben namelijk een rijk vertakt zijwortelnet dat tot 30 à 40 cm diep kan dringen. Zij zullen in een droge bodem dus ook makkelijk de andere onkruidgersten kunnen verdringen (Kutschera, 1960).

Alhoewel *Digitaria* spp. het hele maïsseizoen lang (van voor- tot najaar) kunnen kiemen, vallen de kiempieken samen met gunstige temperaturen. Het effect van temperatuur op de kieming en de opkomst van *Digitaria* spp. is goed bestudeerd (Turner *et al.*, 2012). Zo zullen vingergrassen eerder opkomen in snel opwarmende open plekken (bv. in ijle graszoden) of milieus (bv. in voegen van verhardingen) (Cudney & Elmore, 2000). Door de hoge kiemingstemperaturen van *Digitaria* spp. zal hun ontwikkeling in Europa pas in de late lente of zomer op gang komen. Dit brengt mee dat zij vooral in laat gezaaide zomergewassen en/of gewassen met grote tussenrijafstand (zogenaamde 'hakvruchten') hun gading vinden. De grote tussenrijafstand laat een goede opwarming van de bodem toe (Kutschera, 1960). In Tabel 2.3 worden de minimum- en maximumkiemingstemperaturen, bekomen uit de literatuur, opgelijst. Ook de optimale kiemingstemperatuur wordt vermeld indien gekend. Voor *D. aequiglumis* en *D. ciliaris* subsp. *nubica* werden geen gegevens gevonden.

**Tabel 2.3: Temperatuursbereik van kieming van de *Digitaria* spp.**

Soort	Kiemingstemperatuur (°C)			Bron
	Minimum	Maximum	Optimum	
<i>D. sanguinalis</i>	20	40	35	Holm <i>et al.</i> , 1977
<i>D. ischaemum</i>	22.8	40	30-35	Franke <i>et al.</i> , 2009
<i>D. ciliaris</i> subsp. <i>ciliaris</i>	20	35	27	Holm <i>et al.</i> , 1977
<i>D. ciliaris</i> subsp. <i>ciliaris</i>	25	35	-	Chauhan & Johnson, 2008

*Digitaria* spp. hebben veel licht en zuurstof nodig voor de kieming en de vroege ontwikkeling. De jonge kiemplantjes zullen dus slechts voorkomen op open plaatsen. De begravingsdiepte van *Digitaria*zaden beïnvloedt de micro-omgevingskarakteristieken (hoe dieper, hoe minder zuurstof en licht bijvoorbeeld). De diepte legt tevens fysische limieten op aan het vermogen van de zaden om te kiemen en van de zaailingen om op te komen. *Digitaria* spp. zijn oppervlaktekiemers met dalend opkomstpercentage bij toenemende begravingsdiepte in de bodem. Peters & Dunn (1971) vonden dat dubbel zoveel *D. ischaemum* opkomt als *D. sanguinalis* wanneer de zaden oppervlakkig geplaatst werden (minder dan 5 cm diep). *Digitaria sanguinalis* had dan weer een groter vermogen dan *D. ischaemum* om van dieper te kiemen (Tabel 2.4). Dit kan een gevolg zijn van verschillen in zaadgrootte tussen de twee soorten, aangezien zaad van *D. sanguinalis* (2.5 tot 3.5 mm lang) over het algemeen groter is dan dat van *D. ischaemum* (2 tot 2.5 mm lang). Optimale begravingsdiepte en maximumdieptes van waar opkomst mogelijk blijkt, zijn een punt van discussie. In de literatuur worden volgende maximum kiemingsdieptes voor *D. sanguinalis* opgegeven: 7.62 cm (Peters & Dunn, 1971), 6 cm (Benevuti *et al.*, 2001) en 3 cm (Garadin *et al.*, 2010). Voor *D. ischaemum* vonden Peters & Dunn (1971) 5.35 cm als maximum kiemingsdiepte. Voor *D. ciliaris* subsp. *ciliaris* is de maximum kiemingsdiepte dan weer 8 cm. Voor *D. aequiglumis* en *D. ciliaris* subsp. *nubica* werden geen gegevens gevonden over kiemingsdieptes. Op dieptes onder de opgegeven maximum kiemingsdiepte is 85 % van de overblijvende *D. sanguinalis* zaden dormant (Benevuti *et al.*, 2001). Als ze naar de oppervlakte worden gebracht (bijv. door cultuurmaatregelen), kan de zaailingopkomst toenemen (Turner *et al.*, 2012).

**Tabel 2.4: Effect van begravingsdiepte van zaden op opkomstpercentage van *D. sanguinalis* en *D. ischaemum*.** (naar Peters & Dunn, 1971)

Begravingsdiepte van het zaad (cm)	Opkomstpercentage (%)	
	<i>D. sanguinalis</i>	<i>D. ischaemum</i>
1.5	38	73
2.5	35	66
3.8	31	73
5.1	35	30
6.4	28	10
7.6	14	0

De bodemtextuur beïnvloedt zowel de opkomst als de vitaliteit van de zaden. Hoe groter de bodempartikels of -aggregaten, hoe groter de mortaliteit van zaailingen van *D. sanguinalis* (Garadin *et al.*, 2010). De kieming van *D. sanguinalis* wordt gehinderd in zware graszodes. Dit komt doordat daarin de bodemtemperaturen meestal lager zijn (Holm *et al.*, 1977).

Forcella *et al.* (2000) en Masin *et al.* (2005) stelden modellen op om de kiemings- en opkomsttijdstippen van verschillende plantensoorten (waaronder *D. sanguinalis*) te voorspellen op basis van parameters zoals bodemtype, beschaduwning, grondbedekking, bodemvocht en bodemtemperatuur. Zaden van dezelfde soort kunnen verschillen in hun respons op waterstress of op temperatuur als gevolg van een lokaal verworven adaptatie. Bijgevolg is een grote variatie in opkomsttijdstippen niet ongewoon tussen verschillende locaties (Forcella *et al.*, 2000; Masin *et al.*, 2005).

#### 2.2.3.4 Groei

Door strekking van het eerste internodium verschijnt het coleoptiel aan het aardoppervlak. Acht uur na het doorstoten van het coleoptiel, verschijnt het eerste echte blad. Op een vochtige bodem strekt het eerste internodium zich nog een tweetal cm uit boven het aardoppervlak. In korte tijd verschijnen dan de volgende bladeren; de vegetatieve fase van de plant start. De strekking van de internodia tussen deze bladeren is gering. Uit de kort opeenvolgende knopen kunnen dan zijspruiten uitlopen. Wanneer zo'n zijspruit zich ontplooit, wordt de hoofdas opzij en uit haar schede geduwd. Deze as groeit dan binnen de twee dagen horizontaal. Elke nieuwe stoel dwingt de andere meer horizontaal te groeien. Knopen die de oppervlakte raken, zullen (in het geval van bijvoorbeeld *D. sanguinalis* en *D. aequiglumis*) talrijke adventiefwortels vormen. De eerste bijwortels worden gevormd wanneer er vier bladeren zijn (Kutschera, 1960).

De snelheid van stoelvorming verloopt sigmoïdaal. *Digitaria sanguinalis*-planten opgekomen in mei en juni vormden tegen september gemiddeld respectievelijk 519 en 333 stoelen (Peters & Dunn, 1971). Naarmate het seizoen vorderde, verkortte de lengte van de internodia van nieuw gevormde stoelen (Peters & Dunn, 1971). De afstand tussen planten beïnvloedt het uitstoelingsvermogen. Nadat *D. sanguinalis*-planten die op 15 cm van elkaar stonden gemiddeld 60 stoelen per plant hadden, nam het aantal stoelen niet meer toe (ondanks het feit dat die 60 stoelen per plant al in juli bereikt waren). Indien de planten op 91 cm afstand van elkaar werden geplaatst, nam het aantal stoelen het hele seizoen lang toe tot 688 stoelen per plant in december. Het uitstoelingsvermogen van *D. ischaemum* is minder gevoelig voor spatiëring: bij een tussenplantafstand van 15 cm wordt het hele seizoen lang stoelen gevormd maar toch is het uiteindelijke aantal stoelen (227 stoelen) duidelijk minder dan bij 91 cm (791 stoelen). Ook de uitgestrektheid van vingergrasplanten wordt beïnvloed door spatiëring: de diameter van planten die 91 cm van elkaar staan is bijna dubbel zo groot als de diameter van planten die 15 cm van elkaar staan (Peters & Dunn, 1971).

Lichtkwaliteit bepaalt de groeihabitus van de plant: onder blauw licht groeiende *D. sanguinalis*-planten zijn kleiner dan *D. sanguinalis*-planten die onder wit en rood licht groeien. Deze planten (onder blauw licht groeiend) bezitten immers kortere internodiën, aartjes en hoofdstengels (Peters & Dunn, 1971). Beschaduwning heeft ook een negatief effect op de (vegetatieve) groei van *Digitaria* spp.: indien de planten groeien in de schaduw (verminderde lichtintensiteit) zijn ze bleker en spichtiger. Er is echter geen verschil tussen beschaduwde en niet-beschaduwde planten in termen van drogestof en zaadproductie in het veld. In groeikamers (met een normale lichtintensiteit van 48.29 Watt) daarentegen werd dit verschil wel waargenomen: de drogestof van *D. sanguinalis*-planten werd bij beschaduwing met 30 en 60 % respectievelijk met 25 en 90% gereduceerd. *Digitaria ischaemum* is gevoeliger voor een verminderde lichtintensiteit: de reducties van drogestof in groeikamers zijn 60 % en 94 % voor respectievelijk 30 % en 60 % beschaduwing (Peters & Dunn, 1971).

### 2.2.3.5 Reproductie

*Digitaria* spp. zijn korte dagplanten. De generatieve fase uit zich door het verlengen van de stengelinternodia en de transformatie van groeipunten tot bloemprimordia (Willems, 1983). De invloed van fotoperiode werd aangetoond door Peters & Dunn (1971): zij groeiden *D. sanguinalis*-planten in gecontroleerde groeikamers. De planten die groeiden in een regime 18 uur licht / 6 uur donker voor 8 weken waren nog altijd in een vegetatief stadium maar vormden grote, weelderige planten. De lange fotoperiode stimuleerde dus de vegetatieve groei. Planten die 8 weken in een regime 10 uur licht / 14 uur donker groeiden, hadden al verschillende bloeiwijzen (de vegetatieve groei werd beperkt door de korte fotoperiode).

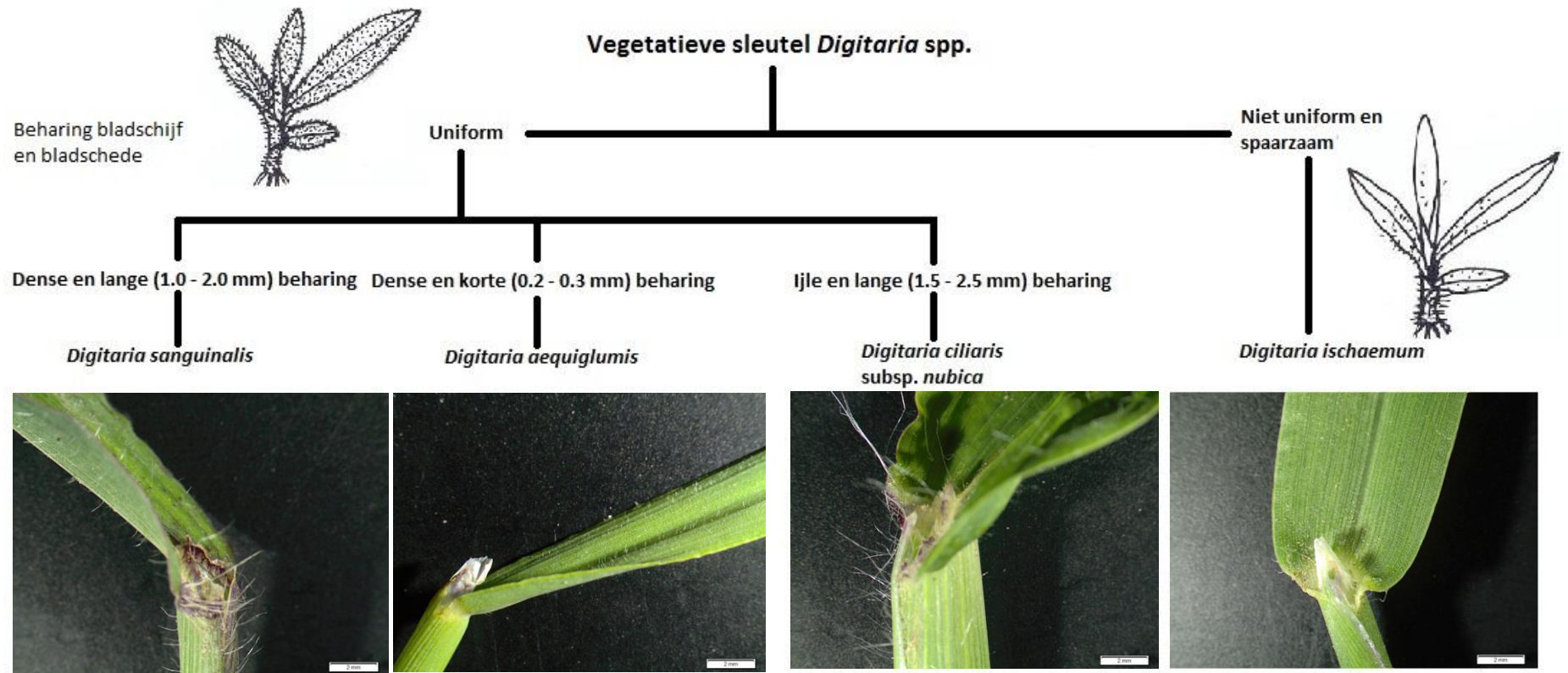
Het opkomsttijdstip heeft een belangrijke invloed op enkele reproductieparameters zoals aantal aren, lengte van de aartjesspil, zaadproductie per bloeiwijze en per plant. Planten die eerst opkomen hebben een grotere zaadproductie, meer aren per bloeiwijze en langere aartjesspillen en dragen meer bij tot de zaadbank dan individuen die later opkomen (Gallart *et al.*, 2010). Het aantal bloeiwijzen is direct gerelateerd aan het aantal gevormde stoelen. Iedere stoel produceert namelijk één arentros. Wanneer de zaden rijp zijn, vallen ze op de grond (barochorie); er is geen sprake van anemochorie of dergelijke. *Digitaria* spp. kennen dus een heel hoge zaadproductie (zie sectie 2.2.3.1) maar een slechte zaadverspreidingscapaciteit.

De *Digitaria* spp. zijn gekenmerkt door een korte levensduur. Enerzijds kiemen zij vrij laat doordat hun minimale kiemingstemperaturen hoog liggen en anderzijds moeten zij voor de winter zaad vormen om hun cyclus te kunnen voltooien. In ongeveer vier maand tijd maken de *Digitaria* spp. in Vlaanderen hun volledige ontwikkeling door (Willems, 1983).

## 2.2.4 Morfologisch onderscheid

### 2.2.4.1 Jong vegetatief stadium

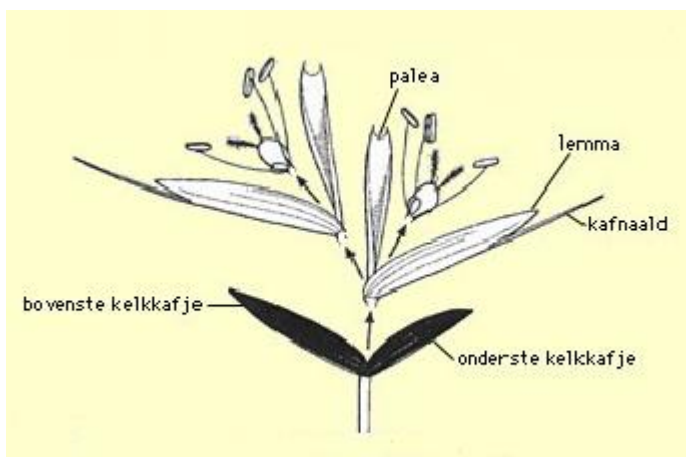
Voor een succesvolle bestrijding van *Digitaria* spp. is het belangrijk om ze in een zo vroeg mogelijk stadium te onderscheiden (zie sectie 2.2.6). In jong vegetatief stadium zijn *Digitaria* spp. echter moeilijk te onderscheiden. Alle bij ons voorkomende *Digitaria* spp. bezitten een vliezig tongetje op de overgang van bladschede naar bladschijf. Er zijn geen oortjes aanwezig en het uitkomende blad is gerold. Voor het soortenonderscheid zijn volgende onderscheidende kenmerken van belang: beharing bladschijf en bladschede (zie Figuur 2.4). *Digitaria sanguinalis* heeft een uniforme en dichte beharing, *D. ischaemum* daarentegen heeft een niet-uniforme en spaarzame beharing (meestal enkel snorharen aan de basis van de bladschijf) (De Cauwer, 2011). Tot en met het derde of vierde bladstadium kunnen de bladschijven echter ook harig zijn (Lambinon *et al.*, 1998). *Digitaria aequiglumis* is dan weer uniform behaard: dense en korte beharing op zowel bladschijf als bladschede (Verloove & Groom, 2014). *Digitaria ciliaris* subsp. *nubica* is eveneens uniform behaard maar hier zijn de haren opmerkelijk langer.



Figuur 2.4: Vegetatieve determinatiesleutel voor *D. sanguinalis*, *D. ischaemum*, *D. aequiglumis* en *D. ciliaris* subsp. *ciliaris*. Vergroting foto's: 8x.

Tabel 2.5: Overzicht van de verschillen en gelijkenissen tussen de aartjes van *D. sanguinalis*, *D. ischaemum*, *D. aequiglumis* en *D. ciliaris* (Henrard, 1950; Lambinon *et al.*, 1998; Hoste, 2005; Wilhelm, 2009).

Kenmerk	<i>D. sanguinalis</i>	<i>D. ischaemum</i>	<i>D. aequiglumis</i>	<i>D. ciliaris</i>	
				subsp. <i>ciliaris</i>	subsp. <i>nubica</i>
Lengte van het aartje (mm)	2.5 – 3.3	2 – 2.5	2.9 - 4.2	2.5-3	2.5-3
Vorm van het aartje	langwerpig	breed eivormig	lanceolaat	lanceolaat	eivormig
Lengte bovenste kelkkafje (relatief t.o.v. lengte van aartje)	1/2 - 2/3	1	1	1/2 - 2/3	<1/2
Aantal nerven van lemma	7	5	7	5 of 7	5 of 7
Beharing van het aartje	subsp. <i>pectiniformis</i> : lange borstelharen subsp. <i>sanguinalis</i> : glad tot licht harig	aan de top verdikte haren	kaal, nauwelijks behaard	glad	glad



Figuur 2.5: Schema van een aartje en onderdelen (Van der Meijden & Heukels, 1996).

#### 2.2.4.2 Generatief stadium

Onderscheid tussen de verschillende *Digitaria* spp. is vooral gebaseerd op de vorm van de aartjes (ruggelings afgeplat) en van de bloeiwijze, zijnde een handvormig samengestelde bloeiwijze bestaande uit aren van aartjes (een arentros). *Digitaria* spp. hebben in het algemeen aartjes met twee bloemen: een steriele onderste bloem met een goed ontwikkeld lemma (onderste kroonkafje), een sterk gereduceerd palea (bovenste kroonkafje) en een fertiele bovenste bloem (Figuur 2.5). Het aartje bezit hierdoor schijnbaar drie kelkkafjes: twee werkelijke kelkkafjes (het onderste zeer klein of soms ontbrekend) en het lemma van de steriele bloem (altijd ongenaald) (Lambinon *et al.*, 1998). De aartjes zijn morfologisch onderscheidbaar en hun karakteristieken zijn belangrijk bij de identificatie van de soort (Tabel 2.5).

*Digitaria sanguinalis* heeft stevige stengels die meestal kruipend zijn aan de basis van de plant. Ze kunnen tot 120 cm lang worden en kunnen opnieuw bewortelen aan de knopen (Figuur 2.7a). De bloeiwijze van *D. sanguinalis* is meer erect en heeft typisch 3 tot 13 aren die 5 tot 15 (20) cm lang zijn. Deze dragen langwerpige (ellipsoïdale) aartjes met een lengte-breedteverhouding van ongeveer 3/1. De bloeiwijze is bij rijpheid niet verborgen in de schede. De aartjes zitten per twee gegroepeerd op de (gevleugelde) aartjesspil, zijn 2.5-3.3 mm lang en spits toelopend. Het onderste kelkkafje is klein (0.3 mm) maar zichtbaar. Het bovenste kelkkafje (soms drie nerven zichtbaar) is minimum de helft, maximum twee derde van de lengte van het aartje (Figuur 2.8a). Het lemma van de steriele bloem is meestal zevennervig en bleek of grijsachtig van kleur (Figuur 2.9a). De schede en de bladschijf zijn meestal sterk behaard. De korte en brede bladschijven (5-10 cm x 6-12 mm) en de aartjes kunnen een violette kleur aannemen (Henrard, 1950; Holm *et al.*, 1977; Lambinon *et al.*, 1998; Verloove, 2008). De subspecies *pectiniformis* en *sanguinalis* kunnen van elkaar onderscheiden worden d.m.v. het lemma: bij *D. sanguinalis* subsp. *pectiniformis* hebben deze op de randen namelijk lange, glazige, tamelijk divergente borstelharen komende uit kratervormige uitsteeksels. De randen van het lemma bij *D. sanguinalis* subsp. *sanguinalis* daarentegen zijn glad of licht harig, nooit met lange, glazige haren (Verloove & Groom, 2014). Volgens Holm *et al.* (1977) zijn de graanvruchten (hierna zaden genoemd) van *D. sanguinalis* 2.5 tot 3.5 mm lang, 1 mm breed en elliptisch van vorm. Het gemiddelde zaadgewicht (caryopsis) van *D. sanguinalis* varieert tussen 0.46 en 0.67 mg per zaad (Turner *et al.*, 2012).

*Digitaria ischaemum* heeft een liggende of opstijgende groeiwijze. De liggende stengels vormen geen wortels op de knopen. De bloeiwijze heeft horizontaal hangende aren die 3 tot 10 cm lang zijn. De bloeiwijze is eerder subdigitaal met een duidelijke gemeenschappelijke as (Figuur 2.7b). De middelste en onderste bloeiwijzen zijn bij rijpheid nog deels in de bladscheden verborgen. Zoals al besproken zijn de schede en bladschijf kaal, vaak met een bundeltje snorharen aan de voet van de bladschijf. De bladschijven zijn kort en smal (bij volwassen plant 4-8 cm x 5-8 mm) en groen tot roodpaars van kleur. De aartjes zitten per drie gegroepeerd op de aartjesspil, zijn 2-2.5 mm lang, dicht behaard met krullende haren en minder spits uitlopend dan die van *D. sanguinalis*. De aartjes zijn breed eivormig met een lengte/breedte verhouding van ongeveer 2/1. Het onderste kelkkafje is rudimentair of ontbrekend. Het bovenste kelkkafje heeft drie tot vijf nerven en is ongeveer even lang als het aartje (Figuur 2.8b). Het lemma van de steriele bloem is meestal vijfennervig en bezet met haren die aan de top iets verdikt en vaak omgebogen zijn (Figuur 2.9b) (Henrard, 1950; Lambinon *et al.*, 1998; Verloove, 2008). De aartjes van *D. ischaemum* zijn bij rijpheid violetachtig gekleurd, net zoals de aartjes van *D. sanguinalis*. De zaden zelf zijn wit tot geel gekleurd en hebben een glazig uitzicht



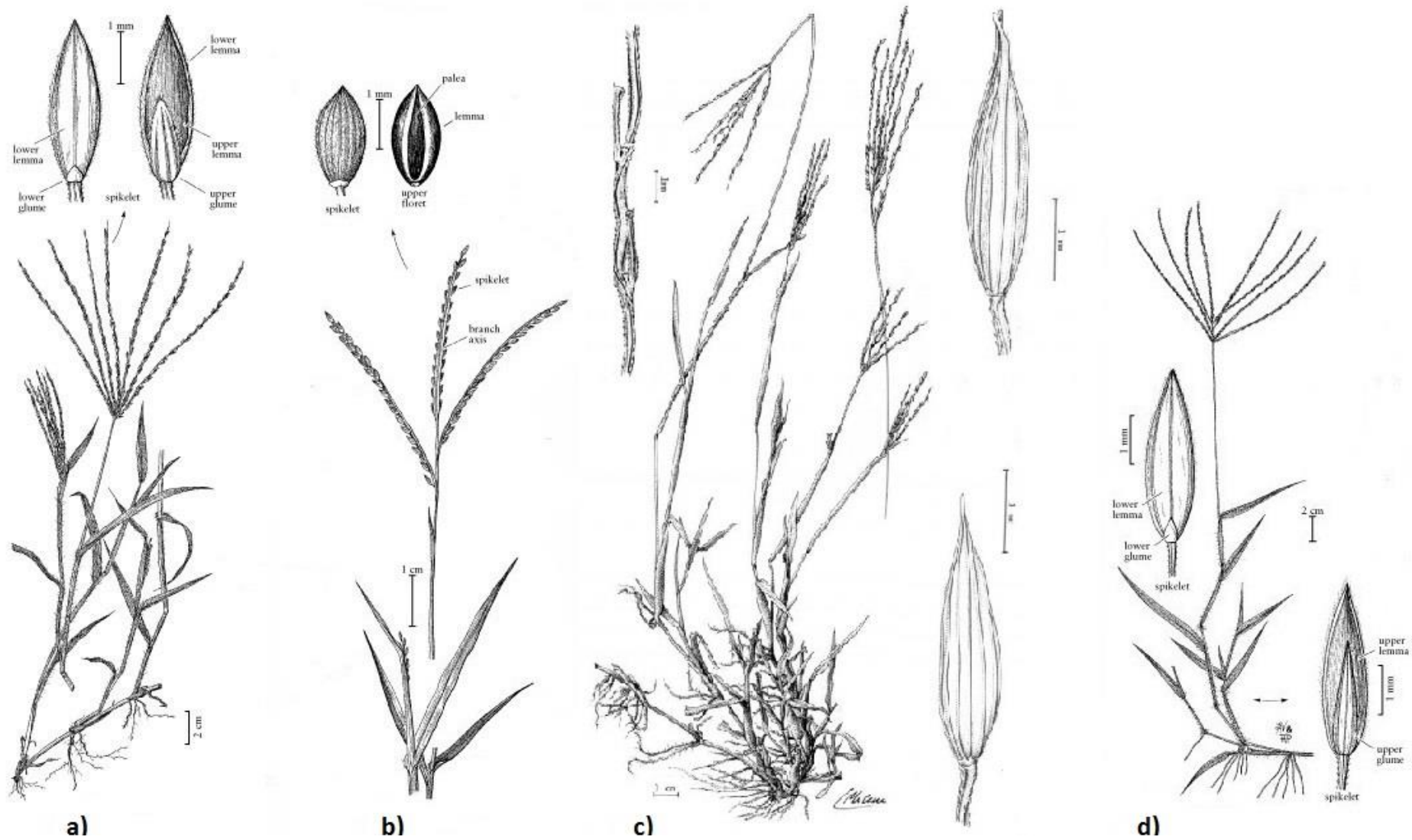
(Willems, 1983). *Digitaria ischaemum* heeft een gemiddeld zaadgewicht van 0.59 mg per zaad (Turner *et al.*, 2012).

De stengels van *D. aequiglumis* staan rechtop, zijn opstijgend of (meestal) liggend (Figuur 2.7c). De liggende stengels kunnen wortels vormen op de knopen. De bloeiwijze heeft opnieuw aartjes die per twee zitten op de aar, het ene aartje haast zonder steel, het andere met steeltje. De as van de bloeiwijze is nauwelijks (maximum 0.25 mm breed) of niet gevleugeld. De aren zelf zijn dun i.v.m. de andere *Digitaria* spp. en (3) 5 tot 8 (10) cm lang. De aartjes zijn zeer slank (2.9-4.2 mm x 0.7-1 mm): ongeveer vier maal zo lang als breed en scherp toegespitst aan de apex. Het onderste kelkkafje is erg klein of afwezig. Het bovenste kelkkafje is even lang als het lemma, drie- tot vijfnervig en kaal of behaard tussen de nerven (Figuur 2.8c). Het steriele lemma is zo groot als het aartje en zevennervig. Het is kaal aan beide zijden van de middelste nerf en nauwelijks behaard tussen de zijnerven (met korte, haast onzichtbare haartjes). De bladschijven zijn kort en smal (3-10 cm x 1-3 mm) en hebben een blauwgroene kleur (Henrard, 1950; Hoste, 2005; Verloove, 2008; Flora de la República Argentina, 2014). *Digitaria aequiglumis* heeft typisch donkerpaarse knopen, zie Figuur 2.6 (Verloove & Groom, 2014). De zaden van *D. aequiglumis* zijn eerder eivormig, 1.5 tot 2 mm lang en 0.5 tot 0.6 mm breed (Flora de la República Argentina, 2014).



**Figuur 2.6:** Typisch donkerpaarse knoop van *D. aequiglumis*. Vergroting: 8x.

Ook bij *D. ciliaris* tenslotte kunnen de liggende stengels wortels vormen op de knopen (Figuur 2.7d). *Digitaria ciliaris* subsp. *ciliaris* lijkt erg op *D. sanguinalis*: het heeft ook aartjes die per twee gegroepeerd zitten en is tamelijk sterk behaard. De assen van de bloeiwijze hebben geen haren maar zijn wel erg ruw en gekarteld. De aartjesspil is breed groengevleugeld. Er zijn drie tot tien vertakkingen in de bloeiwijze van de robuuste plant. De aartjes zijn (1.5) 2.5 – 3 (3.5) mm lang en lanceolaat met een lengte-breedteverhouding van ongeveer 4/1. De breedte van de aartjes bedraagt 0.7 tot 1.0 mm. Het bovenste kelkkafje is maximum twee derde en minimum één tweede van de lengte van het lemma. Het is drienervig met rijen van fijne haren tussen de nerven en langs de randen. Het onderste kelkkafje is heel klein, minstens 0.2 mm lang. Het lemma is vijf- of zevennervig en helemaal glad of draagt soms enkele haartjes bij de apex (Holm *et al.*, 1977; Verloove, 2008; Wilhalm, 2009). Het subspecies *nubica* kan onderscheiden worden van het subsp. *ciliaris* doordat het bovenste kelkkafje bij subsp. *nubica* maximum half zo lang is als het volledige onbehaarde aartje (Henrard, 1950) (Figuur 2.8d en Figuur 2.9d).



**Figuur 2.7: Generatieve stadium van**  
**a) *Digitaria sanguinalis* (harig vingergras)**  
**b) *Digitaria ischaemum* (glad vingergras)**  
**c) *Digitaria aequiglumis* (Argentijns vingergras)**  
**d) *Digitaria ciliaris* subsp. *ciliaris***

**Met a), b) en d) uit: Flora of North America North of Mexico (Barkworth *et al.*, 2003) en c) uit: Flora de la República Argentina (Flora de la República Argentina, 2014).**



Figuur 2.8: Dorsaal zicht op aartjes (kant van het bovenste kelkkafje en fertiele lemma) van a) *D. sanguinalis* (populatie Puurs), b) *D. ischaemum* (referentiepopulatie Herbiseed), c) *D. aequiglumis* (populatie Beerveelde) en d) *D. ciliaris* subsp. *nubica* (populatie Knesselare). Vergroting: 25x.



Figuur 2.9: Ventraal zicht op aartjes (kant van het steriele lemma) van a) *D. sanguinalis* (populatie Puurs), b) *D. ischaemum* (referentiepopulatie Herbiseed), c) *D. aequiglumis* (populatie Beerveelde) en d) *D. ciliaris* subsp. *nubica* (populatie Knesselare). Vergroting: 25x.

### 2.2.5 Concurrentiekracht

Zoals aangegeven in Sectie 2.2.1 zijn de *Digitaria* spp. in Vlaanderen vooral maïsonkruiden. Dit is in de eerste plaats te wijten aan de fysiologische overeenkomsten tussen onkruidgierten en maïs: het zijn allebei C<sub>4</sub>-grassen behorend tot de onderfamilie *Panicoideae* met grotendeels gelijklopende cycli. C<sub>4</sub>-planten zijn thermofiel en kiemen later dan C<sub>3</sub>-planten, daarom wordt maïs pas laat gezaaid om vorstschade en uitval te minimaliseren. *Digitaria* spp. kiemen eveneens later (de minimum kiemingstemperatuur van maïs is 9 °C (Reheul, 2005) en die van *Digitaria* spp. minstens 20 °C (Tabel 2.3)) en vaak ontlopen ze de toepassing van vooropkomstherbiciden met geringe nawerking. Ze groeien dus met weinig onkruidconcurrentie (Stryckers, 1990). Maïs heeft aanvankelijk een gering onkruidonderdrukkend vermogen (dus een kritieke jeugd fase) omwille van zijn trage jeugdgroei en laat sluitende bladerdek (Reheul, 2005).

De concurrentiekracht van *D. sanguinalis* is vrij groot: het kan op verschillende manieren schade toebrengen aan andere planten. Het verhindert kieming van andere planten door snelle vorming van een dicht tapijt, o.a. door intensieve vorming van adventiefwortels aan de knopen en enorme uitstoelingscapaciteit (Holm *et al.*, 1977). Ook de andere *Digitaria* spp. zijn typische tapijtvormers, behalve *D. ciliaris* subsp. *nubica* (erecte groeiwijze). Daarnaast kan *D. ischaemum* niet wortelen aan de knopen. *Digitaria* spp. zijn goed bestand tegen verschillende beheermaatregelen zoals maaien (door de liggende habitus). Aangezien het C<sub>4</sub>-planten zijn kunnen ze hete, droge omstandigheden makkelijker tolereren dan C<sub>3</sub>-planten. Een C<sub>3</sub>-gewas zal hierbij hittestress ondervinden hetgeen de concurrentiepositie van *Digitaria* spp. nog meer bevoordeelt (Kim *et al.*, 2002).

Over het opbrengstdervend vermogen van *Digitaria* spp. in maïs werden geen studies gevonden. Er werd echter wel een studie gevonden van Hellwig *et al.* (2002) over de invloed van grasonkruiden op maïsgroei. Hieruit bleek dat een mengsel van verschillende grassen een gevoelig opbrengstverlies veroorzaakte in maïs (exacte cijfers niet gegeven) indien de grassen groter konden worden dan 31 cm of indien nog grasonkruiden aanwezig waren op het moment dat de maïs 23 cm groot werd. Het grasmengsel bevatte ongeveer 300 stoelen m<sup>-2</sup> en bestond uit 40 % *Setaria faberi* (L.) Herrm., 15 % *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv. en 45 % *D. sanguinalis* (Hellwig *et al.*, 2002).

De grote concurrentiekracht van *Digitaria* spp. werd bevestigd in studies in andere gewassen. Zo werd in een studie van acht jaar in de VS gevonden dat *D. sanguinalis* samen met *Richardia scabra* L. een gemiddeld opbrengstverlies (kg ha<sup>-1</sup>) van 20 % veroorzaakte in noten (Holm *et al.*, 1977). Monks & Schultheis (1998) vonden dat in watermeloen een onkruidvrije periode nodig is van zes weken vanaf de zaai aangezien *D. sanguinalis* vanaf dan geen schade meer kan veroorzaken. Voor iedere week dat de opkomst van *D. sanguinalis* werd vermeden (vanaf de zaai van de watermeloen), lag de opbrengst van de vermarktbaar watermeloenen namelijk 880 kg ha<sup>-1</sup> hoger. In leguminosen zorgt competitie met *D. ciliaris* subsp. *ciliaris* (aan 2 kg ha<sup>-1</sup> ingezaaid) voor een opbrengstderving van 97 % vergeleken met leguminosen zonder competitie (Nguluve *et al.*, 2004). In paprika werd de invloed van dichtheid en opkomsttijdstip van *D. sanguinalis* op de opbrengst onderzocht door Fu & Ashley (2006). Zo werd (bij opkomst drie dagen na het planten van de paprika) bij een dichtheid van twee *D. sanguinalis*-planten m<sup>-1</sup> een opbrengstderving van 30 % bekomen terwijl dit bij een dichtheid van 32 planten m<sup>-1</sup> kon oplopen tot 90 %. Indien de *D. sanguinalis*-planten pas twee weken na planten opkwamen, lag die opbrengstderving van 32 planten m<sup>-1</sup> maar rond 60 %. Er is dus duidelijk minder opbrengstderving bij latere opkomst (Fu & Ashley, 2006).

Ten slotte heeft *D. sanguinalis* ook een nadelig allelopathisch effect: de plant scheidt naast autotoxines<sup>9</sup> ook chemische stoffen af die de activiteit van stikstoffixerende bacteriën en de nodulenvorming bij leguminosen verhinderen (Willems, 1983). *Digitaria sanguinalis* kan ook een waardplant zijn voor schadelijke organismen zoals de schimmel *Piricularia grisea* (Cke.) Sacc. Op deze manier kan de plant ook (onrechtstreeks) schade toebrengen (Holm *et al.*, 1977). De competitiviteit van *Digitaria ischaemum* relatief t.o.v. het gewas neemt af met toenemende bodemvruchtbaarheid (Franke *et al.*, 2009).

## 2.2.6 Belang voor de onkruidbestrijding

### 2.2.6.1 Geïntegreerde onkruidbestrijding

Sinds 1 januari 2014 is de Europese IPM-richtlijn EU DIR 2009/128/EC van kracht (Europese Commissie, 2009). Geïntegreerde gewasbescherming (IPM: Integrated Pest Management) is een ruim begrip maar het impliceert kort samengevat dat meerdere beheersings- en bestrijdingstechnieken moeten worden gecombineerd om uiteindelijk de inzet van chemische gewasbeschermingsmiddelen te beperken. De IPM-richtlijn berust op drie pijlers met name preventie, monitoring en interventie.

De voornaamste strategieën van een preventief onkruidbeheersingssysteem hebben betrekking op o.a. vruchtwisseling, bodembewerking en teelttechnieken. Zo kan gekozen worden voor vruchtwisseling om de zaadbank te reduceren of voor competitievere maïsrassen met een sterke jeugdgroei zodat de bodem sneller bedekt wordt. Zoals al besproken in Sectie 2.2.2 werd deze werking van vruchtwisseling al aangetoond voor *D. aequiglumis* door Vanderhoeven *et al.* (2006): indien maïs wordt gevolgd door een wintervrucht, bijvoorbeeld tarwe, “verdwijnt” *D. aequiglumis*. Het verschijnt echter opnieuw -weliswaar in geringere mate a.g.v. de geringe langlevendheid van *Digitaria* spp. (zie Sectie 2.2.3.1)- indien de teelt van maïs wordt hervat. Vruchtwisseling is ook adequaat tegen de andere besproken *Digitaria* spp. (Haesaert *et al.*, 2013).

De invloed van gewaskeuze en de daarbij gehanteerde teelttechniek op de onkruidflora is groot. Ze bepalen niet enkel welke onkruiden zullen kiemen maar ook in sterke mate de zaadproductie en -kwaliteit van de onkruiden (Haesaert *et al.*, 2013). Zo vonden Mohler & Callaway (1995) dat in een systeem met minimale bodembewerking *D. sanguinalis* 280 en 360 zaden m<sup>-2</sup> produceerde en in een systeem met kerende bodembewerking slechts 1.6 en 0.4 zaden m<sup>-2</sup>, in resp. 1986 en 1987. Deze waarden werden bekomen door de gemiddelde zaadproductie per plant te bepalen en dan, afhankelijk van de dichtheid van *D. sanguinalis*-planten, omgezet in gemiddeld aantal zaden geproduceerd per m<sup>2</sup>. Het verschil tussen de twee systemen ontstaat door een lagere plantdichtheid door begraving van de zaden na kerende bodembewerking.

Landbouwsystemen met minimale (niet-kerende) bodembewerking zorgen voor een grotere onkruiddruk van *Digitaria* spp. aangezien de onkruidzaden veel meer aan de oppervlakte blijven dan bij een kerende grondbewerking zoals ploegen. *Digitaria* spp. zijn immers oppervlaktekiemers. Barberi *et al.* (1998) vonden in een studie van de zaadbank (0-30 cm) na vijf jaar monocultuur maïs dat in een systeem van minimale bodembewerking ongeveer 10 000 *D. sanguinalis*-zaden m<sup>-2</sup> aanwezig waren in de zaadbank (14.8 % van het totaal aantal onkruidzaden, nl. 67 687 zaden m<sup>-2</sup>), terwijl in een systeem met ploegen slechts 55 *D. sanguinalis*-zaden m<sup>-2</sup> (0.2 % van het totaal aantal onkruidzaden, nl. 27 601 zaden m<sup>-2</sup>) aanwezig waren. Telkens werd ook mechanische en chemische

<sup>9</sup> Een autotoxine is een schadelijke stof voor de plant die in de plant zelf wordt gevormd.

onkruidbestrijding toegepast. Mohler & Callaway (1992) vonden een opkomst van 22.8 *D. sanguinalis*-planten m<sup>-2</sup> in een systeem met niet-kerende bodembewerking en 2.5 *D. sanguinalis*-planten m<sup>-2</sup> in een systeem met ploegen, na één jaar maïs (waarbij de aanvangsdensiteit van *D. sanguinalis* gelijk was).

Indien de onkruiddruk van de *Digitaria* spp. ondanks de preventieve maatregelen toch te groot wordt, dienen curatieve maatregelen genomen te worden. *Digitaria* spp. kunnen in een jong stadium mechanisch bestreden worden. Zo kan na de zaai tot de opkomst van de maïs om de vijf dagen gewiedegd worden, al lijkt dit niet echt zinvol aangezien *Digitaria* spp. doorgaans later kiemen dan maïs en de maïs dan al lang boven staat. Naopkomsttechnieken zoals het gebruik van intra- en interrijwieders lijken hier wel mogelijk. Doorgaans leidt mechanische onkruidbestrijding echter tot onvoldoende bestrijding en bijgevolg tot een toenemende zaadbank, vooral in maïsmonoculturen: na een studie van vijf jaar maïsmonocultuur bevatte de zaadbank van een systeem met enkel mechanische onkruidbestrijding ongeveer 500 *D. sanguinalis*-zaden m<sup>-2</sup> (0.5 % van het totaal aantal onkruidzaden, nl. 100 761 zaden m<sup>-2</sup>) terwijl de zaadbank van een systeem met chemische onkruidbestrijding slechts 55 *D. sanguinalis*-zaden m<sup>-2</sup> (0.2 % van het totaal aantal onkruidzaden, nl. 27 601 zaden m<sup>-2</sup>) bevatte (Barberi *et al.*, 1998). Telkens werd ploegen als grondbewerking toegepast. Bijkomende chemische bestrijding is dus noodzakelijk voor een efficiënte onkruidbestrijding.

Biologische bestrijding van *Digitaria* spp. is nog in de onderzoeksfase. Het is geweten dat o.a. *Curvularia intermedia* Boedjin. (anamorf van de schimmel *Cochliobolus intermedius*) een potentieel microbieel herbicide kan vormen voor *D. sanguinalis* in soja en katoen. *Digitaria sanguinalis* besproeid met een inoculum concentratie van 1x10<sup>6</sup> conidia ml<sup>-1</sup> kende 100 % mortaliteit. Dit kan echter niet in maïs toegepast worden aangezien geïnoculeerde maïs zelf ook een mortaliteit kende van 19 % (Tilley & Walker, 2002).

Een adequate inzet van herbiciden vormt in geïntegreerde gewasbescherming pas het 'sluitstuk', al gebeuren de curatieve ingrepen tegen *Digitaria* spp. in maïs nog grotendeels chemisch. Een chemische onkruidbestrijding moet erop gericht zijn om onkruiden in de kritieke jeugdfase van de maïsplanten te overbruggen, waarna het gewas opkomende onkruiden voldoende kan onderdrukken (Stryckers, 1990). Chemische bestrijdingen gebeuren bij voorkeur in vooropkomst [PRE] met herbiciden met een lange nawerking of kort na de opkomst [POST]. Het ideale scenario is een vroege naopkomstbehandeling in het 2-3 bladstadium van de maïs. *Digitaria* spp. zijn dan nog jong en dus gevoeliger en er is nog geen paraplu-effect. Vanaf het 6-8 bladstadium van maïs treedt bovendien een verminderde selectiviteit op met mogelijk gewasschade tot gevolg (De Cauwer, 2011; Haesaert *et al.*, 2013).

Het is handig om de vingergrassenopkomst te kunnen voorspellen zodat de bestrijding adequaat kan gebeuren. Daarom werden enkele modellen opgesteld op basis van o.a. daggraden (Cardina *et al.*, 2011). Een andere manier om de opkomst te proberen voorspellen, bestaat er in fenologische observaties van andere planten in de regio te gebruiken. Eén van de bekende indicatoren voor het toepassen van een vooropkomst bodemherbicide tegen *Digitaria* spp. is de bloei van het Chinees klokje (*Forsythia viridissima* Lindl.). Er bestaat hier echter nog veel onduidelijkheid over. Daarom onderzochten Cardina *et al.* (2011) de sequentie van enkele fenologische gebeurtenissen van sierplanten, plaaginsecten en onkruiden om een biologische kalender te kunnen opstellen zodat de opkomst van *D. sanguinalis* en *D. ischaemum* voorspeld kan worden (op braakgrond en in gazons). Zo

kan beter geanticipeerd worden en kan het optimale tijdstip voor managementingrepen bepaald worden.

De in België toegelaten maïsherbiciden met activiteit ten aanzien van *Digitaria* spp. staan opgelijst in Tabel 2.6. Het betreft een ruim aanbod aan herbiciden en werkingswijzen, verdeeld over diverse toepassingstijdstippen. De werkingswijzen worden aangegeven met letters (indelingwijze van HRAC (Herbicide Resistance Action Committee)) of met cijfers (indelingwijze van WSSA (Weed Science Society of America)). Het gaat om inhibitoren van acetyl-coenzyme A carboxylase (ACCase), acetolactaatsynthase (ALS), 4-hydroxyfenylpyruvaatdioxygenase (HPPD), fotosysteem II (PS II) en celdeling.

**Tabel 2.6: De in België toegelaten werkzame stoffen met werking ten aanzien van *Digitaria* spp. in maïs.** (Fytoweb, 2014; HRAC, 2014; Shaner, 2014)

HRAC <sup>1</sup>	WSSA <sup>1</sup>	Chemische familie	Werkzame stof	Wijze van opname	Toepassing <sup>2,3</sup>
A	1	Cyclohexaandionen	cycloxydim	blad, wortel	POST
B	2	Sulfonylureums	foramsulfuron <sup>4</sup>	blad	POST
			nicosulfuron	blad	POST
			rimsulfuron	blad	POST
		Sulfonylaminocarbonyl-triazolinonen	thiencarbazon-methyl <sup>5</sup>	wortel, blad	PRE, POST
		Triazolopyrimidines	metosulam	wortel, coleoptiel, blad	PRE, POST
C1	5	Triazines	terbuthylazin <sup>6</sup>	wortel, blad	PRE, POST
F2	27	Triketonen	mesotrion	wortel, scheut, blad, zaad	PRE, POST
			sulcotrion	wortel, blad	PRE, POST
			tembotrion	wortel, blad	PRE, POST
		Isoxazolen	isoxaflutol	wortel, blad	PPI, PRE, POST
		Pyrazolen	topramezon	wortel, blad	PRE, POST
K1	3	Dinitroanilines	pendimethalin	wortel, coleoptiel	PRE, POST
K3	15	Chlooracetamides	dimethenamide-P	coleoptiel	PPI, PRE, POST
			pethoxamide	wortel, scheut	PRE, POST
			S-metolachloor	wortel, coleoptiel	PPI, PRE, POST
		Oxyacetamides	flufenacet	wortel, coleoptiel, blad	PPI, PRE, POST

<sup>1</sup> Betekenis HRAC (WSSA) klasse: A(1) = ACCase-inhibitoren; B(2) = ALS-inhibitoren; C1(5) = PS II-inhibitoren; F2(27) = HPPD-inhibitoren; K1(3) en K3(15) = inhibitoren van celdeling.

<sup>2</sup> PPI = pre plant incorporated (behandeling vóór het zaaien) ; PRE = pre-emergence (vooropkomst); POST = post-emergence (naopkomst)

<sup>3</sup> De toepassingstijdstippen toegelaten in België in het vet gemarkeerd.

<sup>4</sup> Onder andere met safener isoxadifen-ethyl in het handelsproduct Equip®.

<sup>5</sup> Samen met foramsulfuron en safener cyprosulfamide in de handelsproducten Banteng® en Monsoon® Active.

<sup>6</sup> Terbuthylazin is enkel verkrijgbaar en erkend in geformuleerde mengsels.

Een correcte determinatie is van groot belang in de bestrijding van *Digitaria* spp. want het zijn competitieve onkruiden (zie Sectie 2.2.51.1.1) en er zijn grote interspecifieke verschillen in herbicidengevoeligheid binnen *Digitaria* spp. (Willems, 1983). Zo neemt het aantal percelen in Vlaanderen met onbestreden *D. aequiglumis*-populaties zorgwekkend toe (Figuur 2.10), mede door het feit dat *D. aequiglumis* voor landbouwers en voorlichters nog een nobele onbekende is. De

gevoeligheid van *D. sanguinalis* voor bepaalde herbiciden in POST-toepassing zoals rimsulfuron en nicosulfuron (ALS-inhibitoren) ligt laag i.v.m. andere onkruidgiersten zoals *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv.: Hennigh & Al-Khatib (2010) vonden een GR<sub>50</sub><sup>10</sup> van hun populatie van *D. sanguinalis* van 25.6 gram actieve stof (a.s.) per hectare (ha) voor nicosulfuron. Voor rimsulfuron en nicosulfuron + rimsulfuron was dit resp. 9.9 en 14.3 + 7.2 g a.s. ha<sup>-1</sup>. Bij *E. crus-galli* daarentegen vonden ze 10.9, 4.8 en 6 + 3 g a.s. ha<sup>-1</sup> als GR<sub>50</sub>. Dit werd verklaard door een hogere absorptie van de herbiciden in *E. crus-galli* (bijv. 38 % absorptie van nicosulfuron één dag na behandeling) dan in *D. sanguinalis* (20 % absorptie van nicosulfuron één dag na behandeling). Ook een gemiddeld hogere translocatie van de herbiciden in *E. crus-galli* (bijv. 17 % translocatie van rimsulfuron één dag na behandeling) dan in *D. sanguinalis* (14 % translocatie van rimsulfuron één dag na behandeling) kan dit helpen verklaren (al kan de verhoogde translocatie ook een gevolg zijn van verhoogde absorptie). Wat de verschillen in herbicidegevoeligheid tussen *D. sanguinalis*, *D. ischaemum*, *D. aequiglumis* en *D. ciliaris* betreft zijn de gegevens beperkt, mede door die onbekendheid van *D. aequiglumis* en *D. ciliaris*.



**Figuur 2.10:** Maïsveld te Beervelde overwoekerd door *D. aequiglumis* in juni 2014.

Luchttemperatuur, relatieve vochtigheid (RV), bemesting en instraling op moment van behandeling zijn cruciaal voor de werking van de herbiciden. Zo vonden Johnson & Young (2002) een 6 à 7 maal hogere gevoeligheid van *D. sanguinalis* voor mesotrion bij 18 °C dan bij 32 °C na bespuiten. McCurdy *et al.* (2009) vonden bij deze soort en deze temperaturen evenwel geen significant verschil in mesotriongevoeligheid. *Digitaria sanguinalis* was dubbel zo gevoelig ten aanzien van mesotrion indien toegepast bij hoge RV (85 %) dan bij lage RV (30 %) (Johnson & Young, 2002). De impact van bodemtoegepaste stikstof (N) op de gevoeligheid van *D. ischaemum* ten aanzien van mesotrion en topramezon werd bestudeerd door Elmore *et al.* (2012). Ze vonden dat de LD<sub>50</sub><sup>11</sup>-waarden (21 dagen na herbicidebehandeling) voor mesotrion en topramezon resp. met 67 % (van 524 naar 169 g ha<sup>-1</sup>) en 53 % (van 43.3 naar 20.2 g ha<sup>-1</sup>) daalden na N-bemesting toegepast net voor herbicidetoepassing. Instraling had geen invloed op de gevoeligheid van *D. sanguinalis* ten aanzien van mesotrion en dit bij instralingsniveaus begrepen tussen 600 en 1600 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> (McCurdy *et al.*, 2009b). De

<sup>10</sup> De GR<sub>50</sub> (GR = Growth Reduction) is de dosis die bij 50 % van de populatie tot zichtbare schade leidt (Seefeldt *et al.*, 1995).

<sup>11</sup> De LD<sub>50</sub> (LD = Lethal Dose) is de dosis die bij 50 % van de populatie tot sterfte leidt (Elmore *et al.*, 2012).



omgevingsparameters kunnen dus zorgen voor intraspecifieke verschillen in herbicidegevoeligheid binnen *Digitaria* spp.

#### 2.2.6.2 Resistentie

Voor *D. sanguinalis* zijn sinds 1983 wereldwijd elf gevallen van resistentie geregistreerd op de lijst van de *International Survey of Herbicide Resistant Weeds*. Dit tegen herbiciden met drie verschillende werkingwijzen. In één geval is meervoudige resistentie vastgesteld, nl. tegen zowel ALS- als ACCase-inhibitoren (Heap, 2014). In Tabel 2.7 wordt een overzicht gegeven van de resistentiegevallen van *D. sanguinalis* in maïs en in andere gewassen. Hierbij is te zien dat ook in de Europese Unie resistenties van *D. sanguinalis* voorkomen. Meestal wordt resistentie geassocieerd met een verminderde fitness van de plant maar resistentie t.o.v. ACCase-inhibitoren impliceert niet dat de fitness van de resistente *D. sanguinalis*-planten gereduceerd is t.o.v. gevoelige *D. sanguinalis*-planten (Wiederholt & Stotenberg, 1996).

**Tabel 2.7: Overzicht van de resistenties van *D. sanguinalis* op de lijst van de International Survey of Herbicide Resistant Weeds, ingedeeld volgens hun HRAC-klasse en werkingwijze, met land van voorkomen, jaar van eerste waarneming en betrokken actieve stoffen** (Heap, 2014; HRAC, 2014).

	HRAC	Werkingswijze	Land	Jaar	Betrokken actieve stoffen
In maïs	B	ALS-inhibitor	China	2010	nicosulfuron
	C1	PS II-inhibitor	Frankrijk	1983	atrazin
In andere gewassen	A	ACCase-inhibitor	VS	1992	fluazifop-P-butyl , sethoxydim
			Australië	1993	fluazifop-P-butyl, haloxyfop-methyl
			Frankrijk	2005	cycloxydim, fluazifop-P-butyl, haloxyfop-methyl , quizalofop-P-ethyl
			Italië	2006	cycloxydim , fluazifop-P-butyl
			VS	2008	sethoxydim
			Canada	2011	clethodim, quizalofop-P-ethyl, sethoxydim
			China	2011	quizalofop-P-ethyl
		B	ALS-inhibitor	Australië	1993
	C1	PS II-inhibitor	Polen	1995	atrazin
Tsjechië			2005	atrazin	

Voor *D. ischaemum* zijn sinds 1996 twee gevallen van resistentie geregistreerd op de lijst van de *International Survey of Herbicide Resistant Weeds* tegen herbiciden in twee werkingsklassen (Tabel 2.8). In maïs zijn nog geen resistentiegevallen van *D. ischaemum* waargenomen (Franke *et al.*, 2009; Heap, 2014). Voor *D. aequiglumis* zijn geen gevallen van resistentie bekend. Voor *D. ciliaris* ten slotte is één geval van resistentie bekend, opnieuw niet in maïs (Tabel 2.8) (Heap, 2014). In Zuid-Amerika werden in 2005 en 2008 ook twee resistenties gevonden van *Digitaria insularis* (L.) Mez ex Ekman tegen glyfosaat. In Tabel 2.8 wordt een overzicht gegeven van de resistentiegevallen van *D. ischaemum* en *D. ciliaris*.

**Tabel 2.8: Overzicht van de resistenties van *D. ischaemum* en *D. ciliaris* op de lijst van de International Survey of Herbicide Resistant Weeds, ingedeeld volgens hun HRAC-klasse en werkingswijze, met land van voorkomen, jaar van eerste waarneming en betrokken actieve stoffen. (Heap, 2014; HRAC, 2014)**

	HRAC	Werkingswijze	Land	Jaar	Betrokken actieve stoffen
<i>D. ischaemum</i>	A	ACCcase-inhibitor	VS	1996	fenoxaprop-P-ethyl
	O	groeistoffen	VS	2002	quinclorac
<i>D. ciliaris</i>	A	ACCcase-inhibitor	Brazilië	2002	fluazifop-P-butyl



### 3. MATERIAAL EN METHODEN

#### 3.1 Materiaal

##### 3.1.1 Gebruikt substraat

Voor alle potproeven werd gebruik gemaakt van gestoomde zandleemgrond (51.6 % leem, 39.9 % zand en 8.6 % klei) met een organisch koolstofgehalte van 1.1 % en een pH-KCl van 5.65. De inhoud aan voedingselementen in de zandleemgrond is weergegeven in Tabel 3.1. Voor experiment 1 werd ook gebruik gemaakt van bemeste potgrond waarvan de samenstelling is weergegeven in Tabel 3.2.

**Tabel 3.1: Inhoud aan voedingselementen in de gebruikte zandleemgrond.**

Voedingselement	Inhoud (mg/kg)
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	72.7
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	42.3
P	192
K <sup>+</sup>	151
Na <sup>+</sup>	27
Ca <sup>2+</sup>	2017

**Tabel 3.2: Eigenschappen en samenstelling van de gebruikte potgrond.**

droge stof	30%
organische stof	20%
pH-H <sub>2</sub> O	5.0 - 6.5
elektrische geleidbaarheid	450 µS/cm
minerale meststof	0.5 kg/m <sup>3</sup>
NPK minerale meststof	12 - 14 - 23
organische meststof	3.5 kg/m <sup>3</sup>
NPK organische meststof	7 - 7 - 10

##### 3.1.2 Gebruikte populaties

Voor de verschillende experimenten werd gebruik gemaakt van lokale populaties van *D. sanguinalis*, *D. ischaemum*, *D. aequiglumis* en *D. ciliaris* subsp. *nubica* en van een referentiepopulatie van *D. ischaemum*. De referentiepopulatie is afkomstig van het bedrijf Herbiseed; deze populatie wordt internationaal gebruikt als standaardreferentie. De lokale populaties werden verzameld in enkele Vlaamse gemeenten (Tabel 3.3). Hierna wordt iedere populatie genoemd naar de gemeente waar de zaden verzameld werden.

**Tabel 3.3: Overzicht van de gebruikte populaties in de desbetreffende experimenten.**

Soort	Populatie	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 3
<i>D. sanguinalis</i>	Nieuwkerken-Waas	x	x	x
	Puurs		x	
	Wommelgem		x	
<i>D. ischaemum</i>	Herbiseed		x	
	Oostrozebeke	x	x	x
	Beervelde1		x	
<i>D. aequiglumis</i>	Beervelde2	x	x	x
	Bassevelde		x	
	Evergem		x	
<i>D. ciliaris</i> subsp. <i>nubica</i>	Knesselare	x	x	x

## 3.2 Experimenten

### 3.2.1 Experiment 1: Groeipotentieel en ontwikkelingsnelheid van *Digitaria* spp.

#### 3.2.1.1 Doelstellingen

De besproken *Digitaria* spp. (uitgezonderd *D. ciliaris* subsp. *nubica*) zijn morfologisch sterk gelijkende soorten. Het doel van dit experiment is om via het opstellen van groeicurves verschillen in groeipotentieel en ontwikkelingsnelheid te bepalen.

#### Onderzoeksvraag:

Is er een verschil in groeipotentieel en ontwikkelingsnelheid tussen *D. sanguinalis*, *D. ischaemum*, *D. aequiglumis* en *D. ciliaris* subsp. *nubica*? [D1]

#### 3.2.1.2 Proefopzet

Om op de onderzoeksvraag te kunnen antwoorden werd in de zomer van 2014 een gerandomiseerde blokkenproef met telkens vier herhalingen geïnstalleerd. Van elke *Digitaria* sp. werd één populatie getest (Tabel 3.3). Op 30 juni 2014 werden de populaties ingezaaid in vierkante plastic plotten van 1 L gevuld met een mengsel van 29 % potgrond en 71 % zandleemgrond (volumebasis)(zie Sectie 3.1.1). Na opkomst werd uitgedund tot één plant per pot. De plastic potten werden gedurende de volledige proefperiode op eb-en-vloedtafels geplaatst in een plastic serre met natuurlijke ventilatie en geïrrigeerd naar behoefte. Op 8 en 18 augustus 2014 werd 20 g meststof (Hakaphos® Rot 8-12-24(+4) van Combo, zie Tabel 3.4) toegediend aan het irrigatiewater.

**Tabel 3.4: Samenstelling van de gebruikte meststof Hakaphos® Rot.**

N	80 %	Cu	0.020 %
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	12 %	Fe	0.075 %
K <sub>2</sub> O	24 %	Mn	0.050 %
MgO	4 %	Mo	0.001 %
B	0.010 %	Zn	0.015 %

Om de groeicurves op te kunnen stellen werden de verschillende populaties gedurende zes weken wekelijks ad random bemonsterd. Gedurende de volgende vier weken werd nog tweemaal tweewekelijks ad random bemonsterd. De bemonstering startte op 10 juli 2014 en werd beëindigd op 11 september 2014. Op ieder bemonsteringstijdstip (acht in totaal) werden telkens vier potten per populatie geanalyseerd. Afhankelijk van het tijdstip werden verscheidene parameters gemeten, zie Tabel 3.5<sup>12</sup>. Bij de bepaling van het aantal zijtakken en zaden per arentros werden telkens drie arentrossen random gekozen om dit te bepalen en daarvan het gemiddelde berekend. Daarnaast werd op ieder bemonsteringstijdstip het vers gewicht bepaald tot op 0.0001 g nauwkeurig. Hierna overnachtte de geoogste biomassa gedurende ca. 12 uur bij 75 °C waarna het drooggewicht (tot op 0.0001 g nauwkeurig) bepaald werd. Tevens werd in het najaar van 2014 het korrelgewicht van 100 zaden bepaald: hiervoor werd op regelmatige tijdstippen zaad geoogst van één plant per soort. Er werden per soort acht subsamples genomen van 100 luchtgedroogde zaden en deze werden gewogen tot op 0.0001 g nauwkeurig. Tabel 3.6 geeft de omgevingsomstandigheden in de serre weer gedurende de verschillende proefperiodes (periode tussen zaai- en bemonsteringstijdstip).

**Tabel 3.5: Gemeten parameters bij de verschillende bemonsteringstijdstippen in experiment 1.**

Bemonsterings- tijdstip	Aantal bladeren	Aantal stoelen	Aantal gestrekte arentrossen	Totaal aantal arentrossen	Plant- hoogte (cm)	Aantal zijtakken per arentros	Aantal zaden per arentros
10/07	x		x				
16/07	x		x				
24/07	x		x				
01/08		x	x				
07/08		x	x				
14/08		x	x				
27/08		x	x				
11/09		x	x	x	x	x	x

**Tabel 3.6: Omgevingsomstandigheden (temperatuur T, relatieve vochtigheid RV en lichtintensiteit) in de serre gedurende de verschillende proefperiodes bij experiment 1. De opeenvolgende bemonsteringstijdstippen zijn in vet aangeduid.**

Proefperiode	Gemiddelde T (°C)	Gemiddelde RV (%)	Gemiddelde lichtintensiteit (lux)
Meting 1 30/06 - <b>10/07</b>	21.8	74.4	11615
Meting 2 30/06 - <b>16/07</b>	21.9	75.5	11055
Meting 3 30/06 - <b>24/07</b>	24.1	71.2	11883
Meting 4 30/06 - <b>01/08</b>	24.4	70.1	12065
Meting 5 30/06 - <b>07/08</b>	24.4	69.1	12093
Meting 6 30/06 - <b>14/08</b>	23.9	69.7	11856
Meting 7 30/06 - <b>27/08</b>	22.6	70.6	11338
Meting 8 30/06 - <b>11/09</b>	22.1	71.0	10912

<sup>12</sup> Botanisch gezien moet gesproken worden over 'arentros' in plaats van 'vingeraar' aangezien niet alle takken ontspringen vanuit eenzelfde punt.

### 3.2.1.3 Statistische verwerking

Alle analyses in deze masterproef gebeurden op het 5 % significantieniveau. Voor de verwerking van experiment 1 werd gebruikt gemaakt van het programma R (versie 3.1.3, R Development Core Team, 2015).

Het opstellen van de niet-lineaire regressie van de gegevens maakt gebruik van R. Voor het vergelijken van gemiddelden van onafhankelijke groepen werden met R zowel parametrische als niet-parametrische testen op het 5 % significantieniveau gebruikt. Hiervoor werden eerst homoscedasticiteit en normaliteit nagegaan met resp. de Modified Levene test en de Kolmogorov-Smirnov test. Indien in alle groepen aan de assumpties van normaliteit en homoscedasticiteit voldaan was ( $P > 0.05$ ), werd een parametrische one-way ANOVA uitgevoerd. Wanneer de assumpties niet konden weerhouden worden, werd een niet-parametrische Kruskal-Wallis rank sum test uitgevoerd. Om na te gaan waar de significante verschillen zich bevonden bij meer dan twee gemiddelden, werd de Tukey HSD test (in geval van homoscedasticiteit) of de Bonferroni test (geen homoscedasticiteit) gebruikt.

Van de dataset met de bovengrondse droge biomassa en van de dataset met het aantal stoelen werden ook groeicurves opgemaakt. Deze groeicurves werden opgesteld met behulp van het Gompertz groeimodel met de R-functie `Ssgompertz`:

$$Y_x = a * \exp(-b * c^x)$$

met als parameters:

*a*: de bovengrens van de curve

*b*: een parameter gerelateerd aan de waarde van de functie bij  $x = 0$  (verschuiving in de tijd)

*c*: een parameter gerelateerd aan de schaal van de x-as (groeisnelheid)

Hierin is  $Y_x$  de bovengrondse droge biomassa (g) per plant  $x$  dagen na zaai.

## 3.2.2 Experiment 2 en 3: Herbicidengevoeligheid van *Digitaria* spp. en diens stadiumafhankelijkheid.

### 3.2.2.1 Doelstellingen

*Digitaria* spp. zijn competitieve en moeilijk bestrijdbare onkruiden die interspecifieke verschillen in herbicidengevoeligheid vertonen. Het is niet ondenkbaar dat er bovenop interspecifieke verschillen in herbicidengevoeligheid ook rekening gehouden moet worden met intraspecifieke verschillen. Bovendien is de werking van de beschikbare maïsherbiciden tegen nieuwkomers zoals *D. aequiglumis* en *D. ciliaris* subsp. *nubica* nog onvoldoende gekend. Zoals reeds in sectie 2.2.6.1 besproken, behoren de meeste bladherbiciden met werking t.a.v. *Digitaria* spp. tot de HPPD-inhibitoren (HRAC-groep F2) en de ALS-inhibitoren (HRAC-groep B). Deze bladherbiciden worden toegepast in naopkomst (POST). Daarnaast kan de herbicidengevoeligheid van een populatie van *Digitaria* spp. flink variëren naargelang de weersomstandigheden rond het spuitstip, het gebruikte (blad)herbicide en het groeistadium.

### Onderzoeksvragen:

- 1) Hebben *Digitaria* spp. een verschillend herbicidegevoeligheidsprofiel? [D2]
- 2) Hoe groot is de inter- en intraspecifieke variabiliteit in herbicidegevoeligheid en in welke mate is deze herbicide- of werkingswijze specifiek? [D3]
- 3) In welke mate is de gevoeligheid van *D. sanguinalis*, *D. ischaemum*, *D. aequiglumis* en *D. ciliaris* subsp. *nubica* t.a.v. topramezon (HPPD-inhibitor) en nicosulfuron (ALS-inhibitor) afhankelijk van het bladstadium bij toepassing? [D4]

#### 3.2.2.2 Proefopzet

Om op de onderzoeksvragen te kunnen antwoorden werden in de zomer van 2014 diverse dosis-responsproeven uitgevoerd.

In experiment 2 werd de gevoeligheid van verschillende populaties van *D. sanguinalis*, *D. ischaemum*, *D. aequiglumis* en *D. ciliaris* subsp. *nubica* getest (Tabel 3.3) t.o.v. zes herbiciden. De gebruikte herbiciden en de opstelling van de dosis-responsproeven van experiment 2 zijn samengevat in Tabel 3.7. Dit experiment werd tweemaal uitgevoerd. Deze twee deelexperimenten zullen bij de verdere bespreking afgekort worden als exp. 2.1 en exp. 2.2. In experiment 2 werden voor elke populatie de herbiciden getest in zeven dosissen met drie parallellen en vergeleken met een controle. Telkens werden alle zes herbiciden getest, behalve bij populatie Herbiseed (enkel topramezon) en Oostrozebeke (topramezon en nicosulfuron) in exp. 2.1 en exp. 2.2 en populatie Herbiseed (enkel topramezon) in exp. 2.2.

In experiment 3 werd de gevoeligheid van *D. sanguinalis*, *D. ischaemum*, *D. aequiglumis* en *D. ciliaris* subsp. *nubica* getest (Tabel 3.3) t.o.v. twee herbiciden (topramezon en nicosulfuron) in vijf verschillende bladstadia. Voor *D. sanguinalis*, *D. aequiglumis* en *D. ciliaris* subsp. *nubica* waren dit het 1-bladstadium [BBCH 11], het 2-bladstadium [BBCH 12], het 3-bladstadium [BBCH 13], het 4-bladstadium [BBCH 14] en het 5-bladstadium [BBCH 15]. *Digitaria ischaemum* groeide iets trager waardoor deze telkens werd behandeld nog voor het 1-bladstadium [BBCH 10] t.e.m. het 4-bladstadium [BBCH 14]. Er werd gekozen voor topramezon (ARIETTA®) en nicosulfuron (SAMSON EXTRA 60 OD®) aangezien dit frequent gebruikte en bekende maïsherbiciden zijn in Vlaanderen, elk een werkingswijze vertegenwoordigend. De gebruikte herbiciden en de opstelling van de dosis-responsproeven van experiment 3 zijn samengevat in Tabel 3.8. Dit experiment werd twee maal uitgevoerd. Deze twee deelexperimenten zullen bij de verdere bespreking afgekort worden als exp. 3.1 en exp. 3.2. Voor elke populatie en elk stadium werden de herbiciden getest in zeven dosissen met drie parallellen en vergeleken met een controle.

Hiervoor werden de plantjes opgekweekt in plastic potten (9 cm diameter) gevuld met gestoomde zandleemgrond. Afhankelijk van de kiemkracht van de populatie werd het aantal zaden per pot aangepast. Voor experiment 2 is dit samengevat in Tabel 3.9, voor experiment 3 was dit 40 zaden voor *D. sanguinalis*, 100 zaden voor *D. ischaemum*, 40 zaden voor *D. aequiglumis* en 20 zaden voor *D. ciliaris* subsp. *nubica*. In experiment 2 werden de zaden van de populaties van *D. ischaemum* en *D. aequiglumis* vooraf oppervlakkig geschuurd met schuurpapier (populaties Oostrozebeke, Beervelde1, Beervelde2 en Bassevelde) of gedurende 45 seconden ondergedompeld in zwavelzuur (98%) (populaties Evergem en Herbiseed) om kieming te bevorderen. In experiment 3 werd tevens de populatie Beervelde2 geschuurd en de populatie Oostrozebeke ondergedompeld in zwavelzuur



(98%). De zaai van de plantjes die in het 5-bladstadium [BBCH 15] dienden behandeld te worden in experiment 3, vond als eerste plaats. Daarna werd om de drie à vier dagen een volgend stadium ingezaaid. De potten werden afgedekt met een laagje van 2 mm gezeefde zandleemgrond. Vervolgens werden ze in een plastic serre met open zijwanden (bekleed met windbreekgaas voor natuurlijke ventilatie) geplaatst (Figuur 3.1) en met sprinklers regelmatig van water voorzien.

**Tabel 3.7: De gebruikte herbiciden in experiment 2 met hun HRAC-groep, erkende velddosis en de dosissen gebruikt in de dosis-responspotproeven (Fytoweb, 2014) .**

HRAC-groep	Herbicide-groep	Herbicide	Erkende velddosis (g a.s. ha <sup>-1</sup> )	Toegepaste dosissen (g a.s. ha <sup>-1</sup> )
B	ALS-inhibitoren	<b>nicosulfuron</b> [SAMSON EXTRA 60 OD, 60 g a.s. l <sup>-1</sup> , OD, ISK BIOSCIENCES EUROPE S.A.]	45	0 - 5.625 - 11.25 - 22.5 - 45 - 90 - 180 - 360
		<b>foramsulfuron</b> <sup>1</sup> [EQUIP, 22.5 g a.s. l <sup>-1</sup> , OD, Bayer CropScience]	60	0 - 7.5 - 15 - 30 - 60 - 120 - 240 - 480
F2	HPPD-inhibitoren	<b>topramezon</b> <sup>2</sup> [ARIETTA, 336 g a.s. l <sup>-1</sup> , SC, BASF Belgium]	50.4	0 - 0.8 - 1.6 - 3.2 - 6.3 - 12.6 - 25.2 - 50.4
		<b>mesotrion</b> [CALLISTO, 100 g a.s. l <sup>-1</sup> , SC, Syngenta Crop Protection]	150	0 - 4.6875 - 9.375 - 18.75 - 37.5 - 75 - 150 - 300
		<b>sulcotrion</b> [ZEUS, 300 g a.s. l <sup>-1</sup> , SC, SAPEC AGRO S.A.]	450	0 - 14.0625 - 28.125 - 56.25 - 112.5 - 225 - 450 - 900
		<b>tembotrion</b> <sup>3</sup> [LAUDIS 44 g a.s. l <sup>-1</sup> , OD, Bayer CropScience]	99	0 - 3.09375 - 6.1875 - 12.375 - 24.75 - 49.5 - 99 - 198

<sup>1</sup> Foramsulfuron werd toegepast in combinatie met de safener isoxadifen-ethyl aanwezig in het handelsproduct (ratio 1:1).

<sup>2</sup> Om bladopname te verbeteren werd 1 l ha<sup>-1</sup> triglycerideolie [ACTIROB B, 812 g a.s. l<sup>-1</sup>, EC, Novance] toegevoegd aan de spuitoplossing.

<sup>3</sup> Tembotrion werd toegepast in combinatie met de safener isoxadifen-ethyl aanwezig in het handelsproduct (ratio tembotrion:safener 2:1).

**Tabel 3.8: De gebruikte herbiciden in experiment 3 met hun HRAC-groep, erkende velddosis en de dosissen gebruikt in de dosis-responspotproeven (Fytoweb, 2014).**

HRAC-groep	Herbicide-groep	Herbicide	Erkende velddosis (g a.s. ha <sup>-1</sup> )	Toegepaste dosissen (g a.s. ha <sup>-1</sup> )
B	ALS-inhibitoren	<b>nicosulfuron</b> [SAMSON EXTRA 60 OD, 60 g a.s. l <sup>-1</sup> , OD, ISK BIOSCIENCES EUROPE S.A.]	45	0 - 5.625 - 11.25 - 22.5 - 45 - 90 - 180 - 360
		<b>topramezon</b> <sup>1</sup> [ARIETTA, 336 g a.s. l <sup>-1</sup> , SC, BASF Belgium]	50.4	0 - 0.8 - 1.6 - 3.2 - 6.3 - 12.6 - 25.2 - 50.4

<sup>1</sup> Om bladopname te verbeteren werd 1 l ha<sup>-1</sup> triglycerideolie [ACTIROB B, 812 g a.s. l<sup>-1</sup>, EC, Novance] toegevoegd aan de spuitoplossing.

Tabel 3.9: Aantal zaden en uiteindelijk aantal planten per pot in experiment 2; aangepast per populatie.

Soort	Populatie	Aantal zaden per pot	Uitdunning	
			Exp. 2.1	Exp 2.2
<i>D. sanguinalis</i>	Nieuwkerken-Waas	25	5	5
	Puurs	25	5	5
	Wommelgem	40	5	5
<i>D. ischaemum</i>	Oostrozebeke	60	3	5
	Beervelde1	60	3	5
	Herbiseed	80	3	3
<i>D. aequiglumis</i>	Beervelde2	60	5	5
	Bassevelde	60	5	5
	Evergem	60	5	5
<i>D. ciliaris</i> subsp. <i>nubica</i>	Knesselare	20	5	5



Figuur 3.1: De serre met open wanden en beregeningsinstallatie waar experiment 2 en 3 plaatsvonden.

Bij het bereiken van het eerste bladstadium [BBCH 11] werden de plantjes in experiment 2 willekeurig uitgedund tot vijf of drie planten per pot, afhankelijk van de oorspronkelijke opkomst (Tabel 3.9). In experiment 3 werden de plantjes uitgedund tot vijf planten per pot, behalve populatie Oostrozebeke: deze werd tot drie planten per pot uitgedund in exp 3.1.

De herbiciden werden toegepast met behulp van een spuitband met Teejet 8001EVS spleetdop met een constante druk van 3 bar en een spuitvolume van 300 l ha<sup>-1</sup>. Maïs wordt in de praktijk rond het drie- à vierbladstadium behandeld. Dit moment stemt ongeveer overeen met het driebladstadium van *Digitaria* spp. Daarom vonden de behandelingen in experiment 2 plaats bij het bereiken van het driebladstadium [BBCH 13]; tussen 11u en 15u (exp 2.1, 10 juli 2014) en tussen 11 u en 17 u (exp 2.2, 28 augustus 2014). De behandelingen in experiment 3 vonden plaats tussen 13u en 17u (exp. 3.1, 7 juli 2014) en tussen 13 u en 17 u (exp. 3.2., 8 augustus 2014). Ongeveer 25/28 dagen na behandeling werd de totale bovengrondse biomassa per pot van resp. experiment 2 en 3 geoogst en na 12 uur droging bij 75 °C droog gewogen.

In Tabel 3.10 en Tabel 3.11 zijn voor experiment 2 en 3 de gemiddelde dag- en nachttemperatuur, gemiddelde relatieve vochtigheid en gemiddelde lichtintensiteit weergegeven in de periodes voor, tijdens en na de behandeling voor elke proefperiode.

**Tabel 3.10: Heersende omgevingsomstandigheden tijdens de verschillende proefperiodes van experiment 2 (dag-en nachttemperatuur, RV en lichtintensiteit) voor, tijdens en na de behandeling.**

Deel- experiment	Proefperiode	Voor bespuiting			Tijdens bespuiting					Na bespuiting		
		Gem. T dag/nacht (°C)	Gem. RV dag/nacht (%)	Gem. lichtintensiteit (lux)	Datum	BBCH- stadium	Gem. T (°C)	Gem. RV (%)	Gem. lichtintensiteit (lux)	Gem. T dag/nacht (°C)	Gem. RV dag/nacht (%)	Gem. lichtintensiteit (lux)
Exp 2.1	19/06 - 05/08 <sup>1</sup>	26.5/14.4	56.4/85.3	12920	10/07	13	18.2	88	4991	28.8/16.0	55.0/88.2	12550
Exp 2.2	11/08 - 22/09	27.2/14.8	56.1/89.3	10190	28/08	13	21.5	55	7792	26.9/14.4	56.3/90.4	9080

<sup>1</sup> Gegevens berekend vanaf 23/06 want ervoor geen gegevens bekend.

**Tabel 3.11: Heersende weersomstandigheden tijdens de verschillende proefperiodes van experiment 3 (dag- en nachttemperatuur, RV en lichtintensiteit) voor, tijdens en na de behandeling. De verschillende proefperiodes slaan op verschillende zaaitijdstippen; de behandeling gebeurde telkens op hetzelfde moment.**

Deel- experiment	Proefperiode	Voor bespuiting			Tijdens bespuiting					Na bespuiting		
		Gem. T dag/nacht (°C)	Gem. RV dag/nacht (%)	Gem. lichtintensiteit (lux)	Datum	BBCH- stadium	Gem. T (°C)	Gem. RV (%)	Gem. lichtintensiteit (lux)	Gem. T dag/nacht (°C)	Gem. RV dag/nacht (%)	Gem. lichtintensiteit (lux)
Exp 3.1	12/06 - 04/08	-	-	-	07/07	15	20.8	47	13602	27.4/14.8	56.1/89.3	11882
	17/06 - 04/08	-	-	-	07/07	14	20.8	47	13602	27.4/14.8	56.1/89.3	11882
	23/06 - 04/08	27.1/14.4	55.5/89.5	13869	07/07	13	20.8	47	13602	27.4/14.8	56.1/89.3	11882
	26/06 - 04/08	27.0/14.4	55.4/89.1	13445	07/07	12	20.8	47	13602	27.4/14.8	56.1/89.3	11882
	30/06 - 04/08	27.0/14.4	55.5/89.0	13448	07/07	11	20.8	47	13602	27.4/14.8	56.1/89.3	11882
Exp 3.2	16/07 - 01/09	28.0/15.1	55.5/89.3	13027	08/08	15	18.4	94	6883	27.9/15.1	55.3/89.5	9888
	21/07 - 01/09	28.2/15.3	55.2/89.3	12551	08/08	14	18.4	94	6883	27.9/15.1	55.3/89.5	9888
	26/07 - 01/09	28.3/15.3	55.1/89.3	12283	08/08	13	18.4	94	6883	27.9/15.1	55.3/89.5	9888
	29/07 - 01/09	28.3/15.4	54.9/89.2	12422	08/08	12	18.4	94	6883	27.9/15.1	55.3/89.5	9888
	01/08 - 01/09	28.4/15.4	54.8/89.2	12203	08/08	11	18.4	94	6883	27.9/15.1	55.3/89.5	9888

-: Gegevens pas bekend vanaf 23/06 dus niet berekend.

### 3.2.2.3 Statistische verwerking

De statistische verwerking van de verschillende dosis-responsproeven gebeurde met het programma R [versie 3.1.3, 2015]. Het opstellen van de niet-lineaire regressie van de gegevens is gebaseerd op Knezevic (Knezevic *et al.*, 2007) en maakt gebruik van het R software extensiepakket voor dosis-responscurves 'drc' [versie 2.5-12] (Ritz & Streibig, 2005). De analyses gebeurden telkens per run, dus bijvoorbeeld voor experiment 2.1 apart, aangezien er telkens significante interactietermen waren met de run. Voor experiment 2 werden per herbicide en per tijdstip alle gebruikte populaties volgens hetzelfde model gefit. Voor experiment 3 werden per herbicide, per tijdstip en per populatie alle stadia volgens hetzelfde model gefit. Het initieel, niet-lineair regressiemodel was steeds het log-logistisch model met vier parameters (Knezevic *et al.*, 2007):

$$Y = c + \frac{d - c}{1 + \exp\{b * (\log x - \log e)\}}$$

met als parameters:

- e*: de ED<sub>50</sub>-waarde (de herbicidedosis nodig voor 50 % biomassareductie)
- b*: de relatieve helling van de curve bij het punt *e*
- c*: de ondergrens van de curve
- d*: de bovengrens van de curve

Hierbij is *Y* de bovengrondse biomassa (g) per pot bij een bepaalde herbicidedosis *x*. Met behulp van een likelihood-ratio-test werd nagegaan of het initieel model tot een drie parameter log-logistisch model kon worden gereduceerd, waarbij de parameter *c* wordt gelijkgesteld aan nul. Indien de dataset na het uitvoeren van een Levene-test niet homoscedastisch bleek, werd een BoxCox-transformatie uitgevoerd op het gebruikte model (Streibig *et al.*, 1993). Indien het log-logistisch model niet voldeed werd het vier parameter Weibull model met dezelfde parameters als het log-logistisch model getest (Knezevic *et al.*, 2007):

$$Y = c + (d - c) * \exp\{-\exp(b * (\log x - \log e))\}$$

Analoog werd nagegaan of het model tot een drie parameter Weibull model, met *c* gelijk aan nul (Knezevic *et al.*, 2007), kon gereduceerd worden en of een BoxCox-transformatie nodig was om homoscedasticiteit te garanderen.

Voor het vergelijken van de verschillende dosis-responscurves werden de effectieve dosissen ED<sub>50</sub> en ED<sub>90</sub> en de selectiviteitsindices SI[50,50] en SI[90,90] bepaald. De ED<sub>50</sub> en ED<sub>90</sub> zijn de dosissen vereist om de bovengrondse biomassa met resp. 50 en 90 % te reduceren. De SI[50,50] en SI[90,90] zijn de ratio's van resp. de ED<sub>50</sub>- en ED<sub>90</sub>-dosissen van twee te vergelijken dosis-responscurves. Deze waardes werden afgeleid uit het regressiemodel door toepassing van de delta methode (Van der Vaart, 1998).

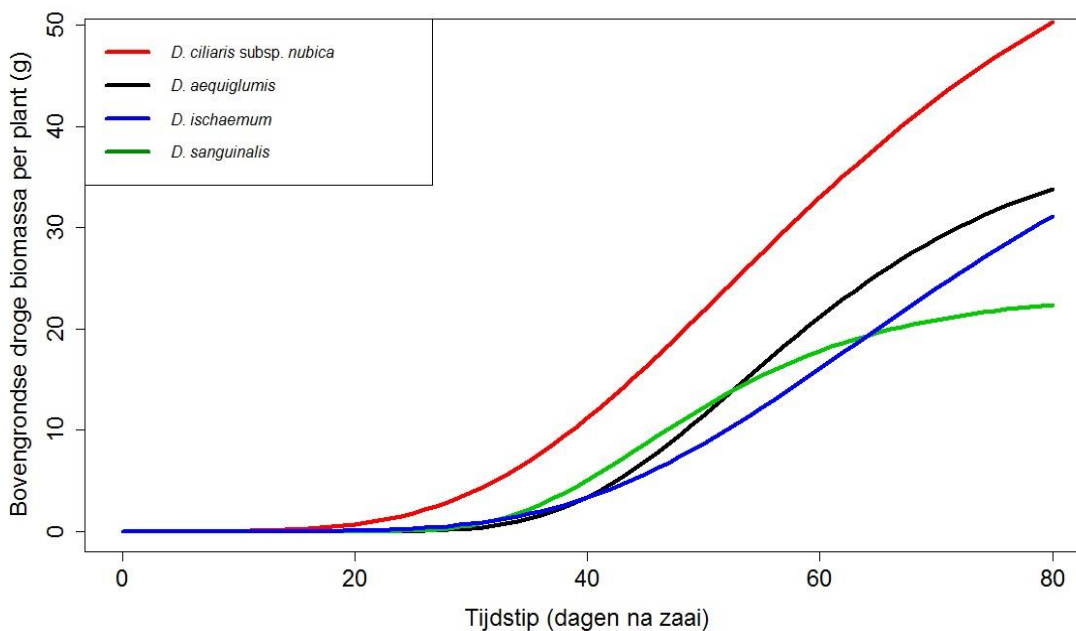
Deze analyse is gebaseerd op de actuele biomassa (bovengrondse droge biomassa per pot), maar voor de grafische voorstelling is de relatieve biomassa gebruikt (bovengrondse droge biomassa per pot als percentage van de gemiddelde biomassa van de controle)(Knezevic *et al.*, 2007).

## 4. RESULTATEN EN DISCUSSIE

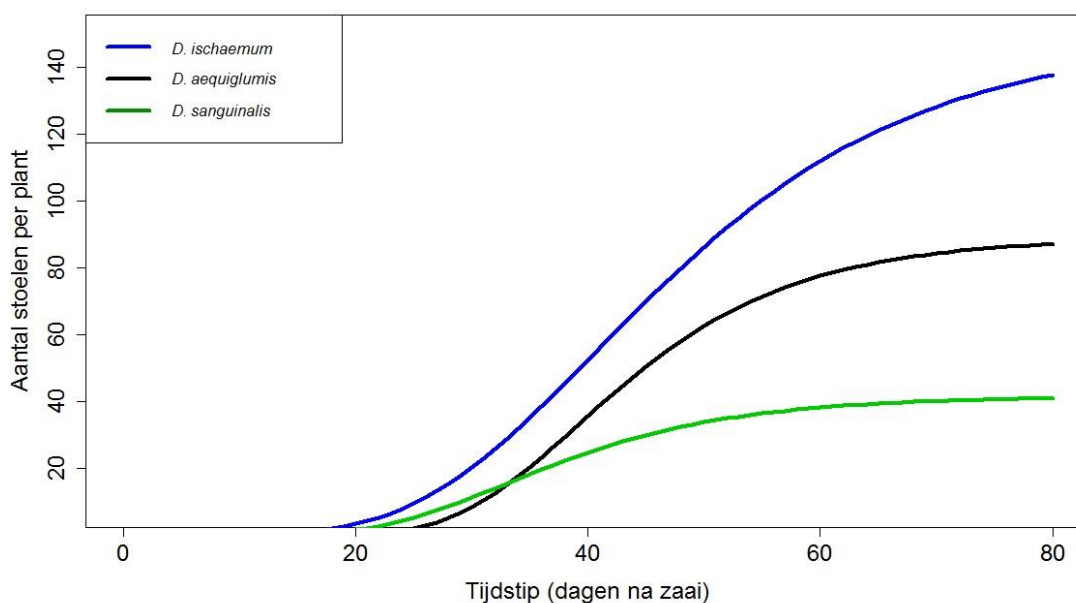
### 4.1 Resultaten

#### 4.1.1 Experiment 1: Groeipotentieel en ontwikkelingsnelheid van *Digitaria* spp.

De gefitte Gompertzcurves voor de droge biomassa en het aantal stoelen van de vier *Digitaria* spp. worden weergegeven in Figuur 4.1 en Figuur 4.2. Tabel 4.1 geeft de bijhorende parameterwaarden. Het gemiddeld aantal bladeren, stoelen en gestrekte arentrossen en de gemiddelde droge biomassa per plant voor de verschillende populaties worden weergegeven in Tabel 4.2, Tabel 4.3, Tabel 4.4 en Tabel 4.5, alsook de gemiddelden van de extra plantkarakteristieken (planthoogte (cm), totaal aantal arentrossen, zijtakken per arentros, zaden per arentros en korrelgewicht per 100 zaden (g)) gemeten op het laatste bemonsteringstijdstip, 73 dagen na zaai (behalve het korrelgewicht) (Tabel 4.6).



Figuur 4.1: Gompertzcurves voor de droge biomassa per plant in functie van het tijdstip na zaaien voor vier *Digitaria* spp.



Figuur 4.2: Gompertzcurves voor het aantal stoelen per plant in functie van het tijdstip na zaaien voor vier *Digitaria* spp. (aan het aantal stoelen van *D. ciliaris subsp. nubica* kon geen Gompertzcurve gefit worden).

**Tabel 4.1: Modelparameters met standaardfout (gem. ± SE) van de gefitte Gompertzcurves.**

	Populatie	Modelparameters <sup>1</sup>		
		a	b	c
Droge biomassa per plant	<i>D. ischaemum</i>	32.6±3.53***	42.0±22.79 **	0.9±0.01 ***
	<i>D. sanguinalis</i>	23.5±1.80 ***	47.1±28.10 *	0.9±0.01 ***
	<i>D. aequiglumis</i>	39.7±4.11 ***	37.6±16.48 **	0.9±0.01 ***
	<i>D. ciliaris</i> subsp. <i>nubica</i>	65.9±6.20 ***	11.6±1.95 ***	1.0±0.01 ***
Aantal stoelen per plant	<i>D. ischaemum</i>	149.1±12.22 ***	14.0±5.61 NS	0.9±0.01 ***
	<i>D. sanguinalis</i>	41.3±5.70***	21.4±38.24 NS	0.9±0.05 ***
	<i>D. aequiglumis</i>	88.8±6.33 ***	41.9±32.04 *	0.9±0.02 ***

<sup>1</sup> Significantiëniveau: NS = niet significant; \* =  $P < 0.05$ ; \*\* =  $P < 0.01$ ; \*\*\* =  $P < 0.001$

**Tabel 4.2: Gemiddeld aantal bladeren per plant met bijhorende SE van vier *Digitaria* spp. per bemonsteringstijdstip.**

Dagen na zaai	Soort			
	<i>D. ischaemum</i>	<i>D. sanguinalis</i>	<i>D. aequiglumis</i>	<i>D. ciliaris</i> subsp. <i>nubica</i>
10	1.0±0.0 <sup>a</sup>	1.0±0.0 <sup>a</sup>	1.0±0.0 <sup>a</sup>	2.0±0.0 <sup>b</sup>
16	1.0±0.0 <sup>b</sup>	1.8±0.3 <sup>ab</sup>	2.0±0.0 <sup>a</sup>	2.3±0.3 <sup>a</sup>
24	5.3±1.3 <sup>a</sup>	3.8±0.3 <sup>a</sup>	4.8±0.3 <sup>a</sup>	4.8±0.3 <sup>a</sup>

Gemiddelden met eenzelfde letter zijn niet significant verschillend van elkaar; enkel vergelijkingen binnen tijdstippen ( $P < 0.05$ ).

**Tabel 4.3: Gemiddeld aantal stoelen per plant met bijhorende SE van vier *Digitaria* spp. per bemonsteringstijdstip.**

Dagen na zaai	Soort			
	<i>D. ischaemum</i>	<i>D. sanguinalis</i>	<i>D. aequiglumis</i>	<i>D. ciliaris</i> subsp. <i>nubica</i>
32	22.8±6.2 <sup>a</sup>	13.0±0.7 <sup>a</sup>	12.3±1.8 <sup>a</sup>	12.3±1.4 <sup>a</sup>
38	48.5±8.0 <sup>b</sup>	24.0±0.7 <sup>a</sup>	28.8±1.3 <sup>a</sup>	14.0±0.4 <sup>a</sup>
45	70.0±7.6 <sup>a</sup>	28.8±2.0 <sup>b</sup>	51.8±2.6 <sup>a</sup>	13.0±0.7 <sup>c</sup>
58	105.5±8.9 <sup>a</sup>	37.3±3.5 <sup>b</sup>	73.8±4.0 <sup>c</sup>	12.8±0.6 <sup>d</sup>
73	132.8±6.0 <sup>a</sup>	40.8±3.4 <sup>b</sup>	86.3±3.9 <sup>c</sup>	12.5±0.5 <sup>d</sup>

Gemiddelden met eenzelfde letter zijn niet significant verschillend van elkaar; enkel vergelijkingen binnen tijdstippen ( $P < 0.05$ ).

**Tabel 4.4: Gemiddeld aantal gestrekte arentrossen per plant met bijhorende SE van vier *Digitaria* spp. per bemonsteringstijdstip.**

Dagen na zaai	Soort			
	<i>D. ischaemum</i>	<i>D. sanguinalis</i>	<i>D. aequiglumis</i>	<i>D. ciliaris</i> subsp. <i>nubica</i>
45	0.0±0.0 <sup>a</sup>	2.0±0.6 <sup>b</sup>	2.0±0.6 <sup>b</sup>	0.0±0.0 <sup>a</sup>
58	8.0±1.8 <sup>a</sup>	10.0±1.8 <sup>a</sup>	13.0±1.1 <sup>a</sup>	0.0±0.0 <sup>b</sup>
73	70.8±3.9 <sup>a</sup>	34.0±3.0 <sup>b</sup>	33.0±3.3 <sup>b</sup>	11.3±1.8 <sup>c</sup>

Gemiddelden met eenzelfde letter zijn niet significant verschillend van elkaar; enkel vergelijkingen binnen tijdstippen ( $P < 0.05$ ).

**Tabel 4.5: Gemiddelde bovengrondse droge biomassa per plant (g) met bijhorende SE van vier *Digitaria* spp. per bemonsteringstijdstip.**

Dagen na zaai	Soort			
	<i>D. ischaemum</i>	<i>D. sanguinalis</i>	<i>D. aequiglumis</i>	<i>D. ciliaris</i> subsp. <i>nubica</i>
10	0.00±0.000 <sup>a</sup>	0.00±0.000 <sup>a</sup>	0.00±0.000 <sup>a</sup>	0.00±0.001 <sup>a</sup>
16	0.00±0.000 <sup>a</sup>	0.00±0.000 <sup>a</sup>	0.00±0.000 <sup>a</sup>	0.01±0.003 <sup>b</sup>
24	0.09±0.027 <sup>a</sup>	0.10±0.010 <sup>a</sup>	0.08±0.014 <sup>a</sup>	0.62±0.044 <sup>b</sup>
32	0.83±0.221 <sup>a</sup>	1.15±0.097 <sup>ab</sup>	0.54±0.161 <sup>a</sup>	3.48±1.030 <sup>b</sup>
38	2.30±0.497 <sup>a</sup>	4.05±0.391 <sup>a</sup>	2.60±0.097 <sup>a</sup>	9.30±0.919 <sup>b</sup>
45	6.33±1.143 <sup>a</sup>	8.31±0.405 <sup>a</sup>	6.73±0.867 <sup>a</sup>	19.42±0.742 <sup>b</sup>
58	17.59±0.535 <sup>a</sup>	17.22±1.324 <sup>a</sup>	19.43±0.798 <sup>a</sup>	28.30±2.487 <sup>b</sup>
73	26.36±0.962 <sup>ac</sup>	21.39±1.506 <sup>a</sup>	30.65±1.859 <sup>c</sup>	46.05±1.463 <sup>b</sup>

Gemiddelden met eenzelfde letter zijn niet significant verschillend van elkaar; enkel vergelijkingen binnen tijdstippen ( $P < 0.05$ ).

**Tabel 4.6: Gemiddelde plantkarakteristieken (planthoogte (cm), totaal aantal arentrossen, zijtakken per arentros, zaden per arentros en korrelgewicht per 100 zaden (g)) per plant met bijhorende SE van vier *Digitaria* spp. 73 dagen na zaai (behalve korrelgewicht, dat werd bepaald in het najaar).**

Populatie	Planthoogte (cm)	Totaal aantal arentrossen	Zijtakken per arentros	Zaden per arentros	Korrelgewicht 100 zaden (g)
<i>D. ischaemum</i>	24.8±4.9 <sup>a</sup>	97.5±13.9 <sup>b</sup>	5.9±0.3 <sup>a</sup>	186.3±5.5 <sup>a</sup>	0.0625±0.0005 <sup>a</sup>
<i>D. sanguinalis</i>	46.0±4.4 <sup>b</sup>	40.0±3.2 <sup>ac</sup>	9.3±0.4 <sup>b</sup>	395.6±13.2 <sup>b</sup>	0.0548±0.0008 <sup>b</sup>
<i>D. aequiglumis</i>	37.0±3.4 <sup>ab</sup>	59.5±5.1 <sup>c</sup>	9.1±0.5 <sup>b</sup>	203.0±10.7 <sup>a</sup>	0.0518±0.0006 <sup>b</sup>
<i>D. ciliaris</i> subsp. <i>nubica</i>	121.8±3.3 <sup>c</sup>	12.5±0.5 <sup>a</sup>	13.8±0.9 <sup>c</sup>	908.8±16.0 <sup>c</sup>	0.1415±0.0015 <sup>c</sup>

Gemiddelden met eenzelfde letter zijn niet significant verschillend van elkaar; enkel vergelijkingen binnen plantkarakteristiek ( $P < 0.05$ ).

Modelparameter  $a$  is de bovenste asymptoot van de Gompertzcurve: de theoretische maximale droge biomassa of het theoretisch maximum aantal stoelen. *Digitaria sanguinalis* 'Nieuwkerken-Waas' heeft een twee en drie keer lagere uitstoelingscapaciteit dan respectievelijk *D. aequiglumis* 'Beervelde2' en *D. ischaemum* 'Oostrozebeke' (Tabel 4.1). De recent geïntroduceerde *Digitaria* spp. bereiken theoretisch een hogere biomassa dan *D. sanguinalis* 'Nieuwkerken-Waas' en *D. ischaemum* 'Oostrozebeke': *D. aequiglumis* 'Beervelde2' en *D. ciliaris* subsp. *nubica* 'Knesselare' bereiken een max. droge biomassa die respectievelijk anderhalve keer en drie keer hoger is dan de max. droge biomassa van *D. sanguinalis* 'Nieuwkerken-Waas'. De actuele bovengrondse droge biomassa is samengevat in Tabel 4.5: hieruit blijkt dat *D. ciliaris* subsp. *nubica* 'Knesselare' vanaf 16 dagen na zaai een significant grotere biomassa heeft in vergelijking met de andere soorten. Dit blijft zo tot het laatste tijdstip, waarop *D. ciliaris* subsp. *nubica* 'Knesselare' een dubbel zo hoge biomassa bereikt als *D. sanguinalis* 'Nieuwkerken-Waas'.

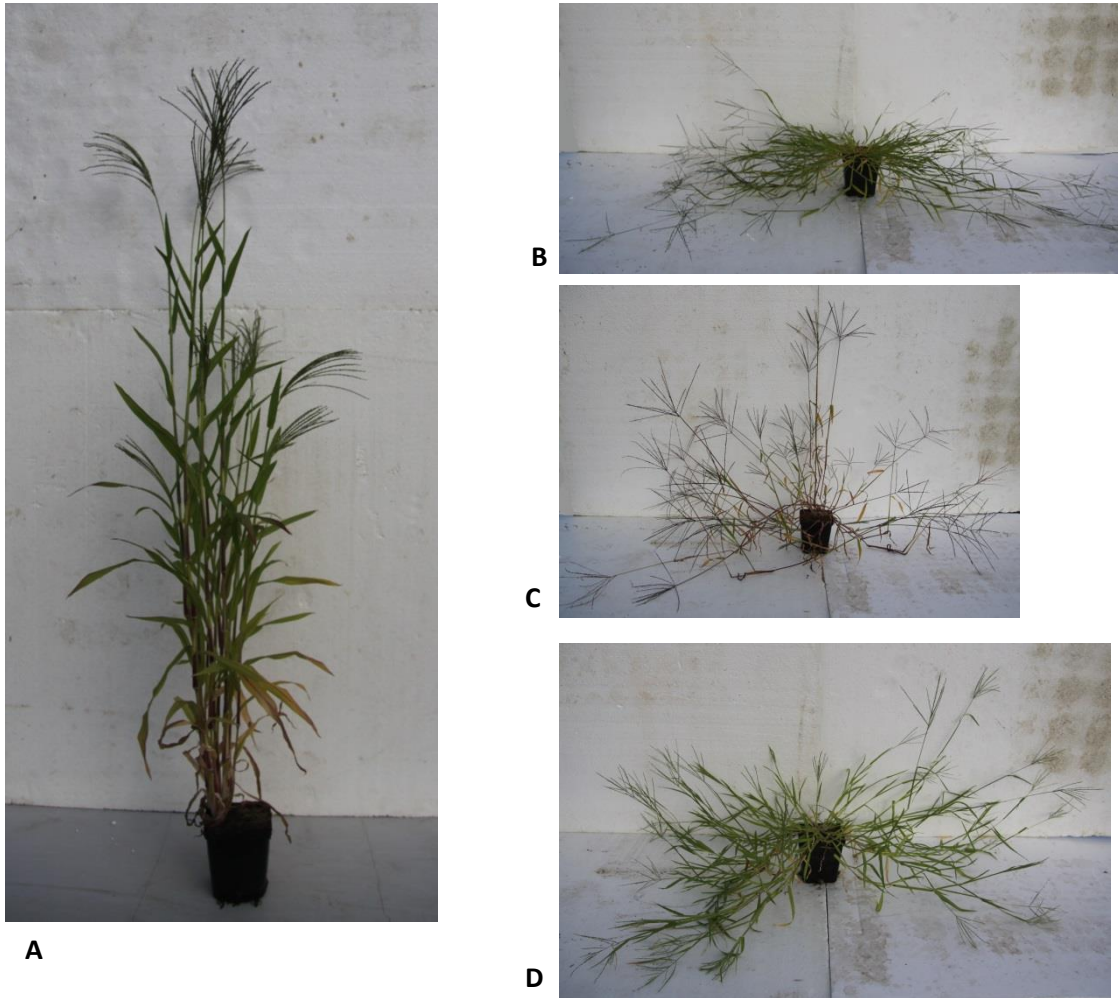
Modelparameter  $b$  is gerelateerd aan de verschuiving van de curve in de tijd: een lage  $b$ -waarde wijst op een snellere begingroei of sneller uitstoelen. *Digitaria ciliaris* subsp. *nubica* 'Knesselare' kent een vier keer snellere begingroei dan *D. sanguinalis* 'Nieuwkerken-Waas' en *D. ischaemum* 'Oostrozebeke'. De andere nieuwkomer *D. aequiglumis* 'Beervelde2' groeit ook sneller dan de twee reeds lang ingeburgerde *Digitaria* spp. en stoelt tevens twee tot drie keer sneller uit (Tabel 4.1). Modelparameter  $c$  ten slotte is gerelateerd aan de maximale groeisnelheid: een hogere  $c$ -waarde komt overeen met een steilere groeicurve. Alle *Digitaria* spp. kennen een quasi gelijke groeisnelheid.



Aanvankelijk bezit *D. ciliaris* subsp. *nubica* 'Knesselare' een significant hoger aantal bladeren dan de overige *Digitaria* spp. (Tabel 4.2). Vierentwintig dagen na zaai vertonen de *Digitaria* spp. geen significante verschillen in aantal bladeren per plant meer. *Digitaria ciliaris* subsp. *nubica* 'Knesselare' bereikt snel zijn plafond van dertien stoelen per plant. *Digitaria ischaemum* 'Oostrozebeke' stoelt sterker uit dan de andere *Digitaria* spp.: vanaf 38 dagen na zaai is het aantal stoelen van *D. ischaemum* 'Oostrozebeke' significant groter dan het aantal stoelen bij de overige *Digitaria* spp. (Tabel 4.3). Dit is ook te zien in de parameters van de Gompertzcurve (Tabel 4.1): het theoretisch maximum aantal stoelen van *D. ischaemum* 'Oostrozebeke', *D. aequiglumis* 'Beervelde2' en *D. sanguinalis* 'Nieuwkerken-Waas' is respectievelijk 149.1, 88.8 en 41.3 stoelen. Bijgevolg heeft *D. ischaemum* 'Oostrozebeke' ook het grootste aantal gestrekte arentrossen 73 dagen na zaai: dubbel zoveel als *D. aequiglumis* 'Beervelde2' en *D. sanguinalis* 'Nieuwkerken-Waas' en zeven maal zoveel als *D. ciliaris* subsp. *nubica* 'Knesselare' (Tabel 4.4).

Het opmerkelijke verschil in planthoogte (121.8 cm voor *D. ciliaris* subsp. *nubica* 'Knesselare' t.o.v. gemiddeld 36 cm voor de andere populaties) is te wijten aan de erecte groeiwijze van *D. ciliaris* subsp. *nubica* 'Knesselare'. De overige *Digitaria* spp. vertonen immers een liggende groeiwijze (Figuur 4.3). Het korrelgewicht van 100 zaden van *D. ciliaris* subsp. *nubica* 'Knesselare' is 250 % groter dan het gemiddelde van het korrelgewicht van de andere drie soorten (*D. ischaemum* 0.0625 g, *D. sanguinalis* 0.0548 g, *D. aequiglumis* 0.0518 g en *D. ciliaris* subsp. *nubica* 0.1415 g).

Verder valt ook op te merken dat *D. ciliaris* subsp. *nubica* 'Knesselare' maar dertien arentrossen aanmaakt en de anderen 40 tot 100 arentrossen; al kent *D. ciliaris* subsp. *nubica* 'Knesselare' wel significant meer zaden per arentros (Tabel 4.6). *Digitaria ischaemum* 'Oostrozebeke' daarentegen heeft het grootste aantal arentrossen per plant maar het kleinste aantal zaden per arentros. Er bestaat m.a.w. een inverse relatie tussen het aantal arentrossen per plant en het aantal zaden per arentros. Het gemiddeld aantal zaden per plant kan berekend worden uit Tabel 4.6. Zo produceren *D. sanguinalis* 'Nieuwkerken-Waas', *D. ischaemum* 'Oostrozebeke', *D. aequiglumis* 'Beervelde2' en *D. ciliaris* subsp. *nubica* 'Knesselare' gemiddeld respectievelijk 15 824, 18 164, 12 078 en 11 360 zaden per plant.



Figuur 4.3: Verschil in groeiwijzen tussen *Digitaria* spp.: erecte groeiwijze van *D. ciliaris* subsp. *nubica* (A, Knesselare) versus liggende groeiwijze van *D. ischaemum* (B, Oostrozebeke), *D. sanguinalis* (C, Nieuwkerken-Waas) en *D. aequiglumis* (D, Beervelde2).

#### 4.1.2 Experiment 2: Herbicidengevoeligheid van *Digitaria* spp.

In Tabel 4.7 t.e.m. Tabel 4.12 zijn de ED<sub>50</sub>- en ED<sub>90</sub>-waarden van alle populaties voor de naopkomsttoepassingen verricht op twee toepassingstijdstippen (corresponderend met experimenten 2.1 en 2.2) van de HPPD-inhibitoren topramezon, sulcotrion, mesotrion, tembotrion en van de ALS-inhibitoren nicosulfuron en foramsulfuron weergegeven. In Figuur 4.4 t.e.m. Figuur 4.8 worden voor het eerste toepassingstijdstip (exp. 2.1) foto's van de bijhorende dosis-responsreeksen getoond. In de bijlage worden de gebruikte modellen en gefitte modelparameters samengevat.

## Topramezon

In Tabel 4.7 zijn de ED<sub>50</sub>- en ED<sub>90</sub>-waarden van de populaties voor een naopkomsttoepassing van de HPPD-inhibitor topramezon op twee tijdstippen samengevat. De populaties vertonen grote verschillen in gevoeligheid, vooral in experiment 2.1. Binnen experiment 2.1 verschillen de meest (Beervelde1, *D. ischaemum*) en minst (Knesselare, *D. ciliaris* subsp. *nubica*) gevoelige populatie een factor 20 op ED<sub>90</sub>-niveau. Binnen experiment 2.2 bedraagt dit verschil een factor 7 op ED<sub>90</sub>-niveau met Herbiseed (*D. ischaemum*) en Nieuwkerken-Waas (*D. sanguinalis*) als meest en minst gevoelige populatie. De in België maximaal toegelaten veld dosis van 50.4 g a.s. ha<sup>-1</sup> werd in exp. 2.1 en exp. 2.2 respectievelijk 1 (Knesselare, *D. ciliaris* subsp. *nubica*) en 0 keer overschreden op ED<sub>90</sub>-niveau. Alle soorten zijn dus te bestrijden met volle dosering, behalve *D. ciliaris* subsp. *nubica*.

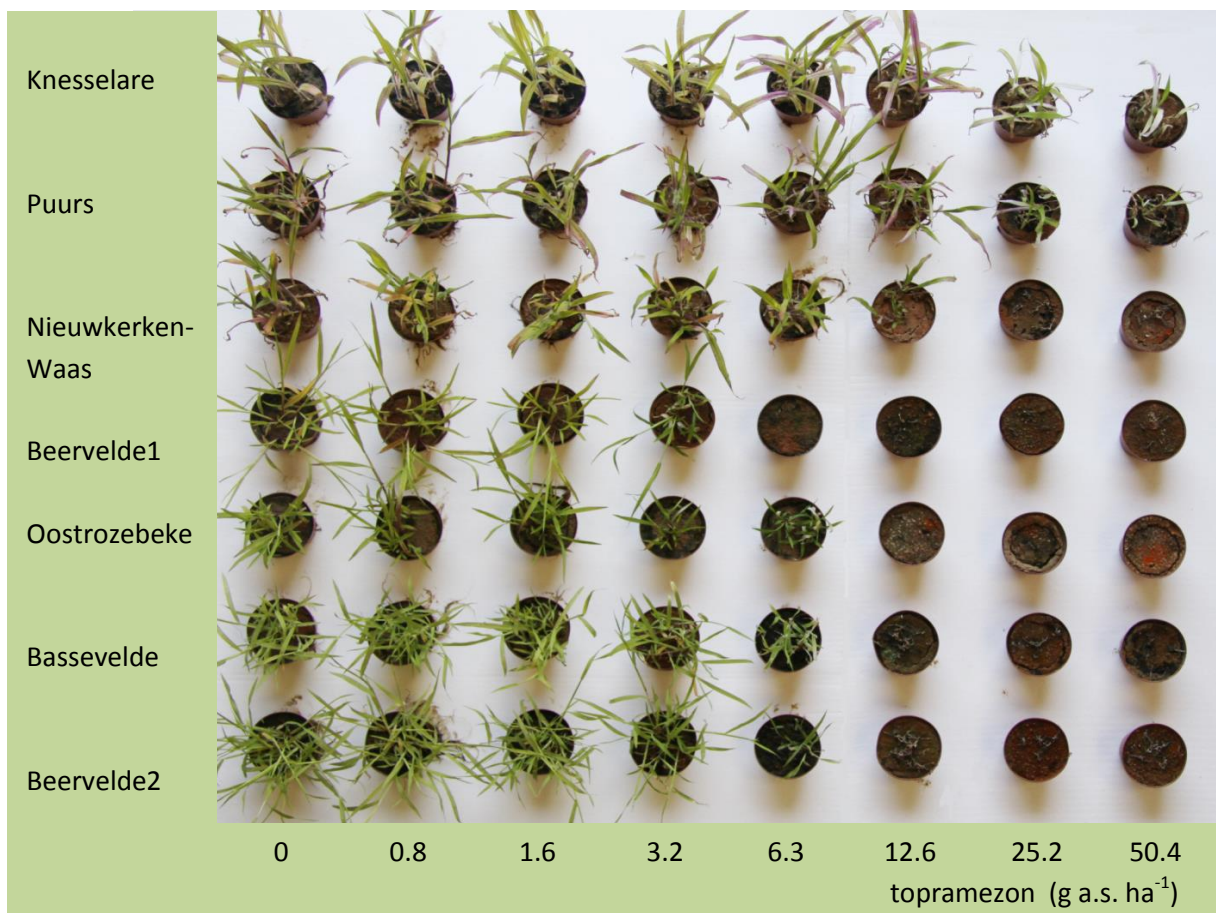
Uitgesproken gevoelige populaties over de tijdstippen heen zijn Herbiseed en Oostrozebeke (allebei *D. ischaemum*). Uitgesproken minder gevoelige populaties over de tijdstippen heen zijn Nieuwkerken-Waas, Wommelgem (allebei *D. sanguinalis*) en Knesselare (*D. ciliaris* subsp. *nubica*), al is enkel bij *D. ciliaris* subsp. *nubica* in experiment 2.1 een dosis hoger dan de maximaal toegelaten veld dosis (1.75 keer zo hoog) nodig om de biomassa met 90 % te reduceren. Op soortniveau bekeken zijn *D. sanguinalis* en *D. ciliaris* subsp. *nubica* op doorgaans significante wijze de minst gevoelige soorten: in experiment 2.1 is *D. sanguinalis* op ED<sub>90</sub>-niveau een factor 4 minder gevoelig dan *D. ischaemum*, *D. ciliaris* subsp. *nubica* een factor 16. Daarnaast is *D. sanguinalis* op ED<sub>90</sub>-niveau een factor 3 minder gevoelig dan *D. aequiglumis* in experiment 2.1, *D. ciliaris* subsp. *nubica* een factor 13.

**Tabel 4.7: ED<sub>50</sub>- en ED<sub>90</sub>-waarden (g a.s. ha<sup>-1</sup>) met standaardfout (gem. ± SE) van 10 *Digitaria* populaties voor de HPPD-inhibitor topramezon in naopkomsttoepassing [BBCH13] voor twee toepassingstijdstippen (experiment 2.1 en 2.2).**

Soort	Populatie	Experiment 2.1		Experiment 2.2	
		ED <sub>50</sub>	ED <sub>90</sub>	ED <sub>50</sub>	ED <sub>90</sub>
<i>D. aequiglumis</i>	Beervelde2	2.4±0.2 <sup>a</sup>	5.6±0.7 <sup>a</sup>	4.0±0.5 <sup>ab</sup>	9.8±2.0 <sup>be</sup>
	Bassevelde	4.5±0.5 <sup>b</sup>	7.7±1.0 <sup>c</sup>	9.3±1.1 <sup>cd</sup>	17.3±3.8 <sup>abcd</sup>
	Evergem	6.2±0.8 <sup>b</sup>	6.7±4.2 <sup>abcde</sup>	8.4±1.1 <sup>cd</sup>	18.9±4.4 <sup>acdf</sup>
<i>D. ischaemum</i>	Oostrozebeke	3.2±0.6 <sup>a</sup>	6.4±1.7 <sup>ac</sup>	1.3±0.3 <sup>e</sup>	5.5±2.7 <sup>abceg</sup>
	Beervelde1	2.2±0.3 <sup>a</sup>	4.4±0.9 <sup>a</sup>	3.7±0.4 <sup>ab</sup>	12.4±2.2 <sup>abce</sup>
	Herbiseed	1.9±0.4 <sup>a</sup>	4.9±1.6 <sup>abc</sup>	1.9±1.0 <sup>acef</sup>	4.4±4.3 <sup>abe</sup>
<i>D. sanguinalis</i>	Nieuwkerken-Waas	5.5±1.0 <sup>b</sup>	17.3±4.2 <sup>bd</sup>	6.5±1.7 <sup>d</sup>	33.3±12.0 <sup>fg</sup>
	Puurs	7.0±1.3 <sup>b</sup>	23.1±4.7 <sup>d</sup>	2.3±0.2 <sup>f</sup>	7.9±1.5 <sup>e</sup>
	Wommelgem	13.5±1.9 <sup>c</sup>	36.4±7.0 <sup>d</sup>	4.0±0.5 <sup>bd</sup>	20.0±4.2 <sup>df</sup>
<i>D. ciliaris</i>	Knesselare	15.1±2.6 <sup>c</sup>	87.6±23.1 <sup>e</sup>	3.7±0.4 <sup>ab</sup>	16.1±2.5 <sup>cd</sup>

subsp. *nubica*

ED<sub>50</sub>- en ED<sub>90</sub>-waarden met eenzelfde letter zijn niet significant verschillend van elkaar; enkel vergelijking binnen tijdstippen ( $P < 0.05$ ) en binnen ED.



Figuur 4.4: Dosis-respons van twee *D. aequiglumis* (Beervelde2 en Bassevelde), twee *D. ischaemum* (Oostrozebeke en Beervelde1), twee *D. sanguinalis* (Nieuwkerken-Waas en Puurs) en één *D. ciliaris* subsp. *ciliaris* (Knesselare) populatie(s) t.a.v. een naopkomsttoepassing [BBCH13] van topramezon in experiment 2.1.

## Sulcotrion

In Tabel 4.8 zijn de ED<sub>50</sub>- en ED<sub>90</sub>-waarden van de populaties voor een naopkomsttoepassing van de HPPD-inhibitor sulcotrion op twee tijdstippen samengevat. De populaties vertonen grote verschillen in gevoeligheid, vooral in experiment 2.1. Binnen experiment 2.1 verschillen de meest (Beervelde1, *D. ischaemum*) en minst (Knesselare, *D. ciliaris* subsp. *nubica*) gevoelige populatie een factor 5 op ED<sub>90</sub>-niveau. Binnen experiment 2.2 bedraagt dit verschil een factor 4 op ED<sub>90</sub>-niveau met Oostrozebeke (*D. ischaemum*) en Beervelde2 (*D. aequiglumis*) als meest en minst gevoelige populatie. De in België maximaal toegelaten veld dosis van 450 g a.s. ha<sup>-1</sup> werd in exp. 2.1 en exp. 2.2 respectievelijk 2 (Bassevelde, *D. aequiglumis* en Knesselare, *D. ciliaris* subsp. *nubica*) en 0 keer overschreden op ED<sub>90</sub>-niveau. De biomassa van de minst gevoelige populatie in ieder experiment werd met 90 % gereduceerd in experiment 2.1 en 2.2 met respectievelijk een dosis 1.56 en 0.98 keer zo hoog als de maximaal toegelaten veld dosis. Niet alle soorten zijn dus telkens te bestrijden met volle dosering: *D. ciliaris* subsp. *nubica* noch *D. aequiglumis* (één van de drie populaties is niet te bestrijden aan volle dosering).

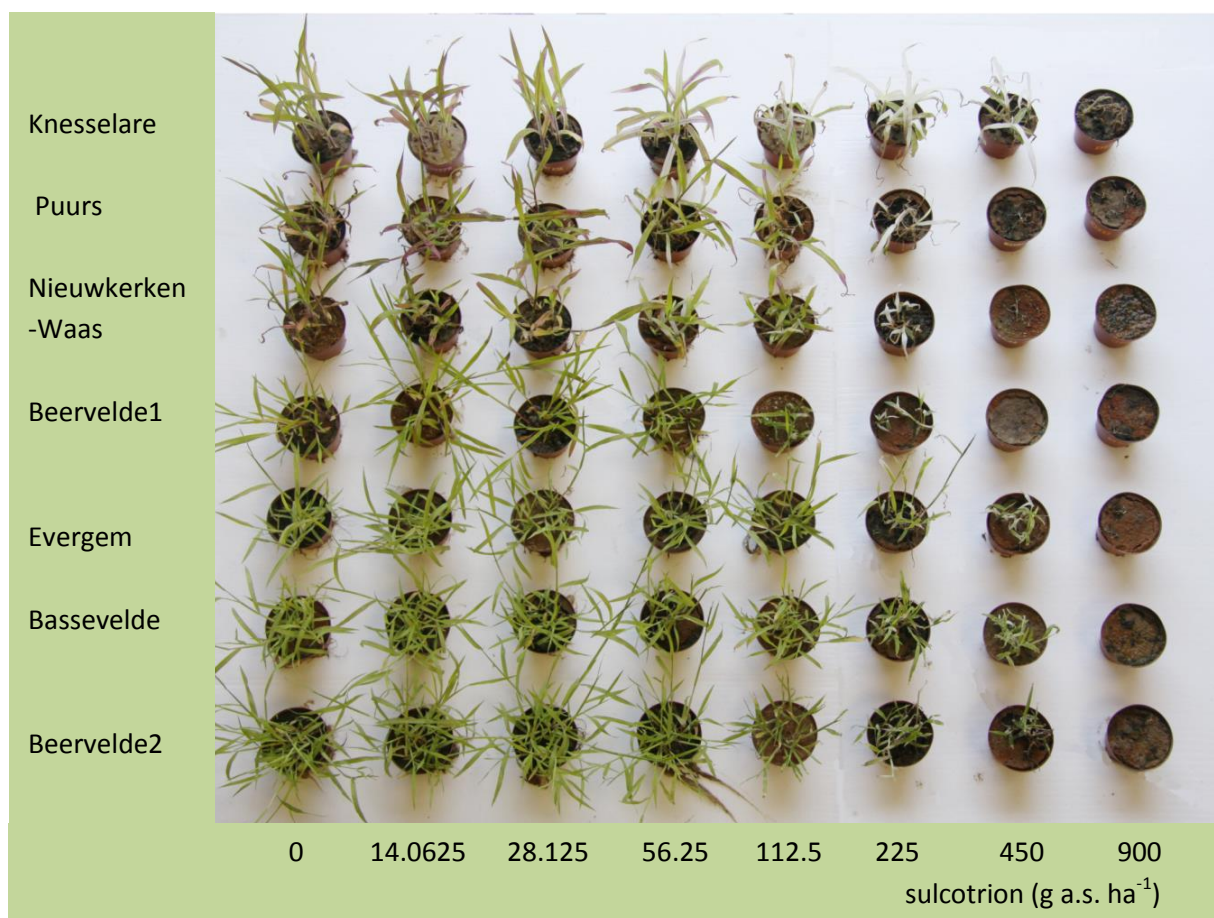
Gevoelige populaties over de tijdstippen heen zijn Oostrozebeke (*D. ischaemum*) en Nieuwkerken-Waas (*D. sanguinalis*). Uitgesproken minder gevoelige populaties over de tijdstippen heen zijn Knesselare (*D. ciliaris* subsp. *nubica*), Beervelde2, Bassevelde en Evergem (alledrie *D. aequiglumis*). Op soortniveau bekeken zijn *D. aequiglumis* en *D. ciliaris* subsp. *nubica* dus de minst gevoelige soorten, al is het verschil in gevoeligheid met de andere *Digitaria* spp. niet altijd significant. Op ED<sub>90</sub>-niveau bekeken, is *D. aequiglumis* in experiment 2.1 een factor 3 minder gevoelig dan *D. ischaemum*,

*D. ciliaris* subsp. *nubica* is een factor 5 minder gevoelig dan *D. ischaemum*. Daarnaast is *D. aequiglumis* een factor 2 minder gevoelig dan *D. sanguinalis* in experiment 2.1, *D. ciliaris* subsp. *nubica* is een factor 3.5 minder gevoelig dan *D. sanguinalis*.

Tabel 4.8: ED<sub>50</sub>- en ED<sub>90</sub>-waarden (g a.s. ha<sup>-1</sup>) met standaardfout (gem. ± SE) van negen *Digitaria* populaties voor de HPPD-inhibitor sulcotrion in naopkomsttoepassing [BBCH13] voor twee toepassingstijdstippen (experiment 2.1 en 2.2).

Soort	Populatie	Experiment 2.1		Experiment 2.2	
		ED <sub>50</sub>	ED <sub>90</sub>	ED <sub>50</sub>	ED <sub>90</sub>
<i>D. aequiglumis</i>	Beervelde2	95.0±13.0 <sup>ab</sup>	300.2±78.0 <sup>abcde</sup>	239.4±22.5 <sup>c</sup>	444.7±100.8 <sup>c</sup>
	Bassevelde	125.9±25.1 <sup>bc</sup>	521.6±163.8 <sup>e</sup>	250.0±23.7 <sup>c</sup>	366.8±121.6 <sup>ac</sup>
	Evergem	195.0±25.5 <sup>c</sup>	403.3±96.3 <sup>ace</sup>	152.8±17.9 <sup>d</sup>	291.7±67.2 <sup>ac</sup>
<i>D. ischaemum</i>	Oostrozebeke	-	-	45.4±7.9 <sup>b</sup>	112.3±45.0 <sup>d</sup>
	Beervelde1	64.5±10.8 <sup>a</sup>	121.4±44.3 <sup>abcd</sup>	73.4±8.7 <sup>a</sup>	294.6±54.3 <sup>ac</sup>
<i>D. sanguinalis</i>	Nieuwkerken-Waas	68.2±14.3 <sup>a</sup>	175.1±77.3 <sup>bd</sup>	80.8±7.6 <sup>a</sup>	149.3±24.8 <sup>d</sup>
	Puurs	84.2±11.4 <sup>a</sup>	192.1±48.1 <sup>d</sup>	49.6±4.0 <sup>b</sup>	144.1±21.5 <sup>d</sup>
	Wommelgem	86.5±11.6 <sup>a</sup>	200.0±60.9 <sup>d</sup>	54.9±5.0 <sup>b</sup>	182.5±28.2 <sup>bd</sup>
<i>D. ciliaris</i> subsp. <i>nubica</i>	Knesselare	147.4±28.3 <sup>bc</sup>	703.3±250.6 <sup>ce</sup>	79.9±5.8 <sup>a</sup>	249.8±35.9 <sup>ab</sup>

ED<sub>50</sub>- en ED<sub>90</sub>-waarden met eenzelfde letter zijn niet significant verschillend van elkaar; enkel vergelijking binnen tijdstippen ( $P < 0.05$ ) en binnen ED.



Figuur 4.5: Dosis-respons van drie *D. aequiglumis* (Beervelde2, Bassevelde en Evergem), één *D. ischaemum* (Beervelde1), twee *D. sanguinalis* (Nieuwkerken-Waas en Puurs) en één *D. ciliaris* subsp. *ciliaris* (Knesselare) populatie(s) t.a.v. een naopkomsttoepassing [BBCH13] van sulcotrion in experiment 2.1.

## Mesotrion

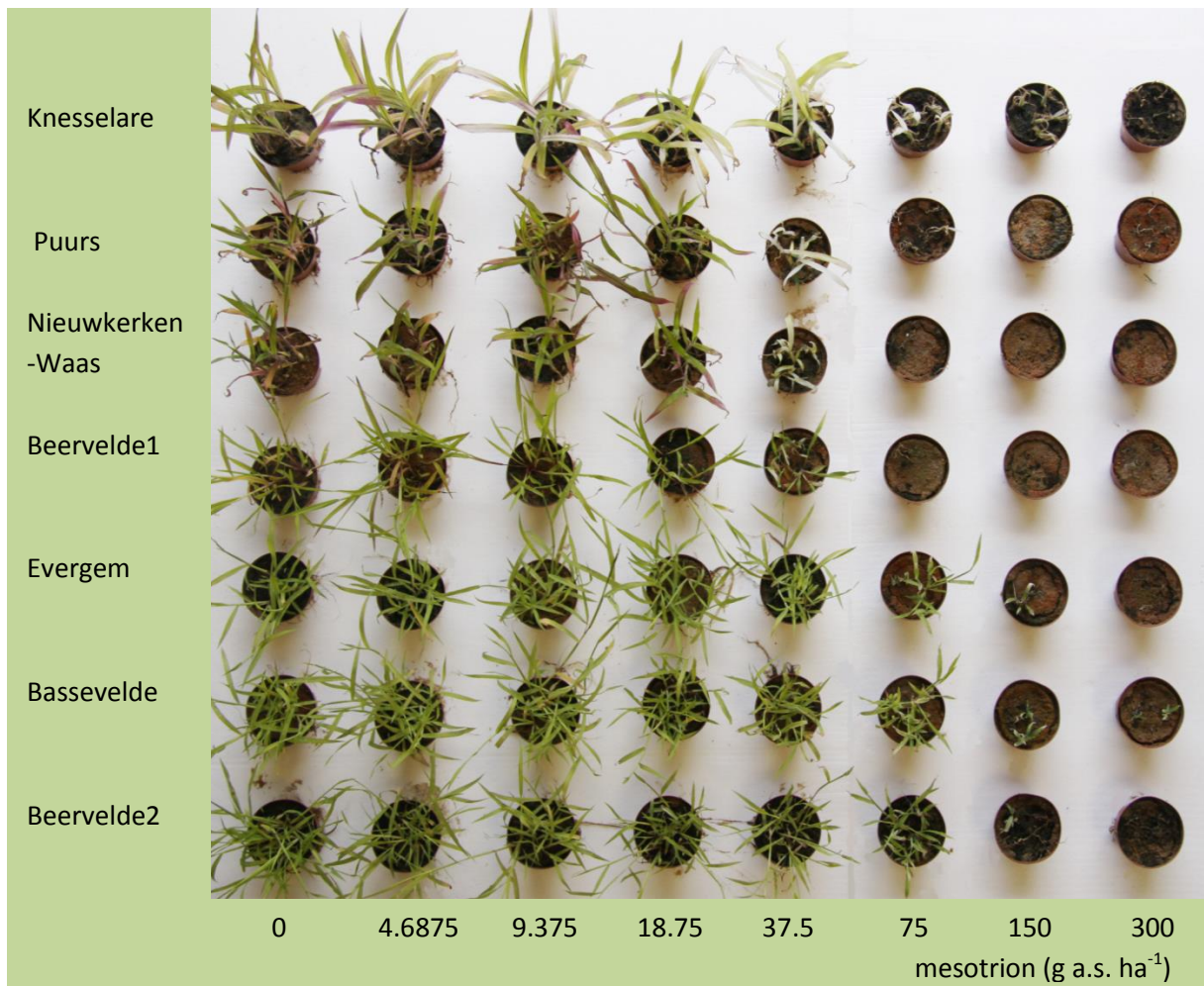
In Tabel 4.9 zijn de ED<sub>50</sub>- en ED<sub>90</sub>-waarden van de populaties voor een naopkomsttoepassing van de HPPD-inhibitor mesotrion op twee tijdstippen samengevat. De populaties vertonen grote verschillen in gevoeligheid, vooral in experiment 2.1. Binnen experiment 2.1 verschillen de meest (Nieuwkerken-Waas, *D. sanguinalis*) en minst (Knesselare, *D. ciliaris* subsp. *nubica*) gevoelige populatie een factor 3 op ED<sub>90</sub>-niveau. Binnen experiment 2.2 bedraagt dit verschil een factor 2 op ED<sub>90</sub>-niveau met Puurs (*D. sanguinalis*) en Evergem (*D. aequiglumis*) als meest en minst gevoelige populatie. De ED<sub>90</sub>-waarden overschreden gedurende de twee tijdstippen de in België maximaal toegelaten veld dosis van 150 g a.s. ha<sup>-1</sup> geen enkele keer. De biomassa van de minst gevoelige populatie in ieder experiment werd met 90 % gereduceerd in experiment 2.1 en 2.2 met respectievelijk een dosis 0.76 en 0.39 keer zo hoog als de maximaal toegelaten veld dosis. Het toepassen van de maximaal toegelaten veld dosis zorgt in alle experimenten voor een voldoende beheersing van alle soorten.

In experiment 2.2 zijn deze verschillen in gevoeligheid tussen de populaties veel kleiner. Hier kan niet echt gesproken worden van uitgesproken gevoelige of minder gevoelige populaties, al zijn in experiment 2.2 *D. aequiglumis* en *D. ischaemum* significant minder gevoelig dan *D. sanguinalis* en *D. ciliaris* subsp. *nubica* (zowel op ED<sub>50</sub>- als ED<sub>90</sub>-niveau). In experiment 2.1 zijn *D. aequiglumis* en *D. ciliaris* subsp. *nubica* dan weer allebei een factor 2 minder gevoelig dan *D. sanguinalis* én dan *D. ischaemum*. Op soortniveau bekeken zijn *D. aequiglumis* en in mindere mate *D. ciliaris* subsp. *nubica* dus de minst gevoelige soorten; de gevoeligheid op ED<sub>90</sub>-niveau is significant verschillend met die van *D. ischaemum* en *D. sanguinalis* (in experiment 2.1).

**Tabel 4.9: ED<sub>50</sub>- en ED<sub>90</sub>-waarden (g a.s. ha<sup>-1</sup>) met standaardfout (gem. ± SE) van negen *Digitaria* populaties voor de HPPD-inhibitor mesotrion in naopkomsttoepassing [BBCH13] voor twee toepassingstijdstippen (experiment 2.1 en 2.2).**

Soort	Populatie	Experiment 2.1		Experiment 2.2	
		ED <sub>50</sub>	ED <sub>90</sub>	ED <sub>50</sub>	ED <sub>90</sub>
<i>D. aequiglumis</i>	Beervelde2	54.2±8.4 <sup>a</sup>	89.4±7.0 <sup>a</sup>	39.6±4.7 <sup>a</sup>	55.7±5.0 <sup>a</sup>
	Bassevelde	58.5±9.5 <sup>a</sup>	99.6±7.6 <sup>a</sup>	39.9±4.8 <sup>a</sup>	58.2±5.2 <sup>a</sup>
	Evergem	61.7±8.6 <sup>a</sup>	95.5±7.3 <sup>a</sup>	40.9±6.5 <sup>a</sup>	58.7±6.7 <sup>a</sup>
<i>D. ischaemum</i>	Oostrozebeke	-	-	35.9±3.3 <sup>a</sup>	48.2±3.7 <sup>a</sup>
	Beervelde1	30.9±4.9 <sup>bd</sup>	47.2±3.9 <sup>b</sup>	40.1±4.7 <sup>a</sup>	56.4±5.0 <sup>a</sup>
<i>D. sanguinalis</i>	Nieuwkerken-Waas	15.51±4.1 <sup>c</sup>	34.4±4.3 <sup>c</sup>	16.5±2.2 <sup>b</sup>	25.8±2.6 <sup>bc</sup>
	Puurs	12.3±3.3 <sup>c</sup>	34.8±4.6 <sup>c</sup>	14.4±2.0 <sup>b</sup>	22.9±2.2 <sup>c</sup>
	Wommelgem	23.8±5.8 <sup>d</sup>	62.6±7.4 <sup>b</sup>	15.2±2.1 <sup>b</sup>	26.3±2.6 <sup>bc</sup>
<i>D. ciliaris</i> subsp. <i>nubica</i>	Knesselare	50.0±12.1 <sup>ab</sup>	114.8±13.1 <sup>a</sup>	19.0±2.9 <sup>b</sup>	31.1±3.3 <sup>b</sup>

ED<sub>50</sub>- en ED<sub>90</sub>-waarden met eenzelfde letter zijn niet significant verschillend van elkaar; enkel vergelijking binnen tijdstippen ( $P < 0.05$ ) en binnen ED.



Figuur 4.6: Dosis-respons van drie *D. aequiglumis* (Beervelde2, Bassevelde en Evergem), één *D. ischaemum* (Beervelde1), twee *D. sanguinalis* (Nieuwkerken-Waas en Puurs) en één *D. ciliaris* subsp. *ciliaris* (Knesselare) populatie(s) t.a.v. een naopkomsttoepassing [BBCH13] van mesotrion in experiment 2.1.

## Tembotrion

In Tabel 4.10 zijn de ED<sub>50</sub>- en ED<sub>90</sub>-waarden van de populaties voor een naopkomsttoepassing van de HPPD-inhibitor tembotrion op twee tijdstippen samengevat. De populaties vertonen grote verschillen in gevoeligheid, vooral in experiment 2.1. Binnen experiment 2.1 verschillen de meest (Nieuwkerken-Waas, *D. sanguinalis*) en minst (Evergem, *D. aequiglumis*) gevoelige populatie een factor 6 op ED<sub>90</sub>-niveau. Binnen experiment 2.2 bedraagt dit verschil een factor 5 op ED<sub>90</sub>-niveau met Wommelgem (*D. sanguinalis*) en Beervelde2 (*D. aequiglumis*) als meest en minst gevoelige populatie. De in België maximaal toegelaten veld dosis van 99 g a.s. ha<sup>-1</sup> werd in exp. 2.1 en exp. 2.2 respectievelijk 3 (Beervelde2, Bassevelde en Evergem; alledrie *D. aequiglumis*) en 0 keer overschreden op ED<sub>90</sub>-niveau. De biomassa van de minst gevoelige populatie werd met 90 % gereduceerd in experiment 2.1 en 2.2 met respectievelijk een dosis 1.61 en 0.93 keer zo hoog als de maximaal toegelaten veld dosis. *Digitaria aequiglumis* valt dus niet te bestrijden met de volle dosering aan tembotrion (alle populaties zijn niet te bestrijden aan volle dosering), de andere soorten wel.

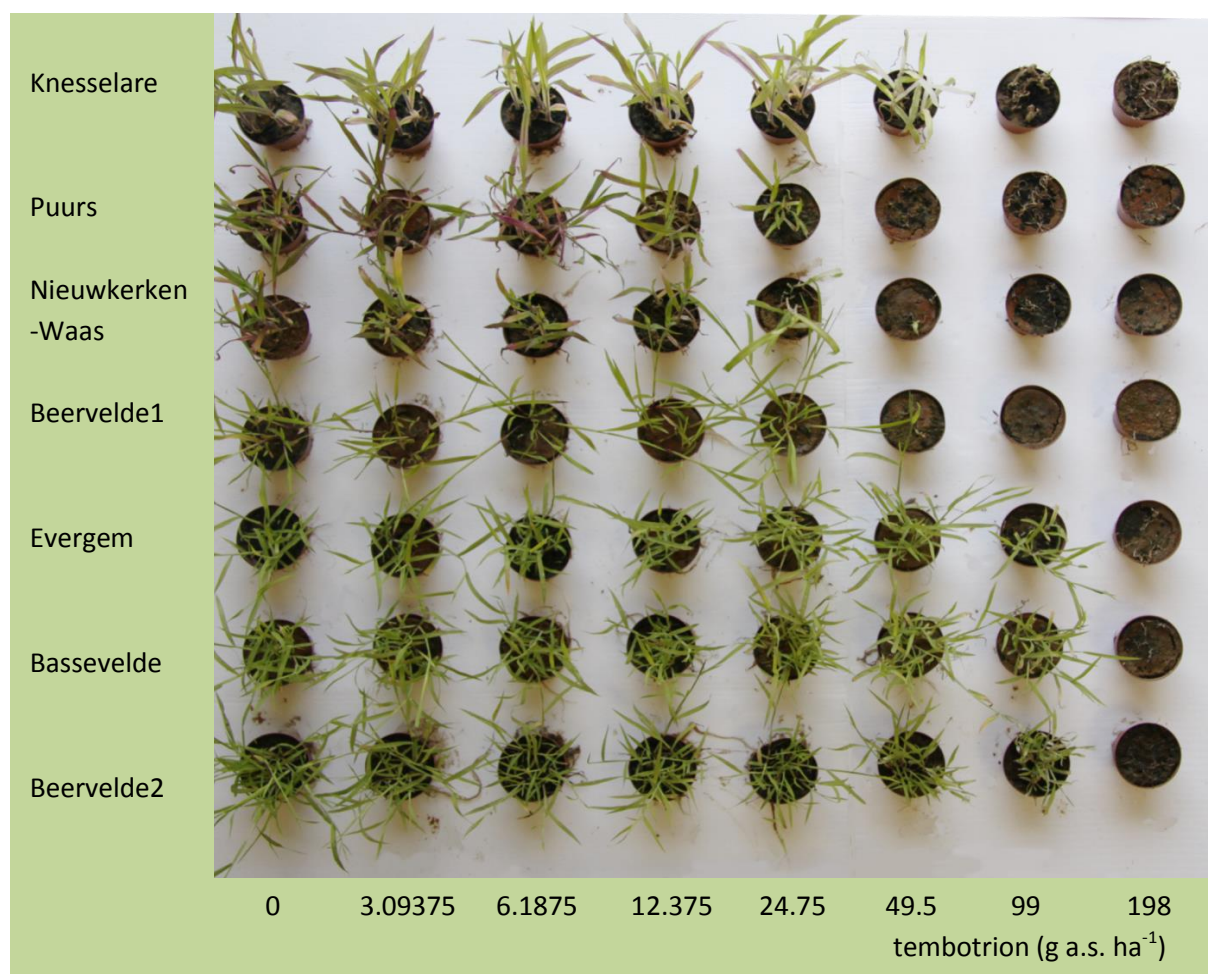
Uitgesproken gevoelige populaties (op significante wijze met uitzondering van populaties Oostrozebke en Beervelde1) over de tijdstippen heen zijn Nieuwkerken-Waas, Puurs en Wommelgem (alledrie *D. sanguinalis*). Uitgesproken minder gevoelige populaties over de tijdstippen heen zijn Beervelde2, Bassevelde en Evergem (alledrie *D. aequiglumis*). Op soortniveau bekeken zijn dus vooral *D. aequiglumis* en in mindere mate *D. ciliaris* subsp. *nubica* de minst gevoelige soorten; de

gevoeligheid is significant verschillend op ED<sub>90</sub>-niveau met die van *D. ischaemum* en *D. sanguinalis* (in experiment 2.1). In experiment 2.1 is *D. aequiglumis* op ED<sub>90</sub>-niveau een factor 3 minder gevoelig dan *D. ischaemum*, *D. ciliaris* subsp. *nubica* een factor 2. Daarnaast is *D. aequiglumis* op ED<sub>90</sub>-niveau een factor 4 minder gevoelig dan *D. sanguinalis* in experiment 2.1, *D. ciliaris* subsp. *nubica* een factor 3.

Tabel 4.10: ED<sub>50</sub>- en ED<sub>90</sub>-waarden (g a.s. ha<sup>-1</sup>) met standaardfout (gem. ± SE) van negen *Digitaria* populaties voor de HPPD-inhibitor tembotrion in naopkomsttoepassing [BBCH13] voor twee toepassingstijdstippen (experiment 2.1 en 2.2).

Soort	Populatie	Experiment 2.1		Experiment 2.2	
		ED <sub>50</sub>	ED <sub>90</sub>	ED <sub>50</sub>	ED <sub>90</sub>
<i>D. aequiglumis</i>	Beervelde2	75.0±9.0 <sup>e</sup>	109.8±6.4 <sup>a</sup>	35.1±8.5 <sup>ab</sup>	91.6±12.5 <sup>d</sup>
	Bassevelde	98.1±7.2 <sup>b</sup>	123.5±40.7 <sup>ac</sup>	41.9±3.7 <sup>b</sup>	57.6±3.8 <sup>b</sup>
	Evergem	93.8±14.2 <sup>be</sup>	159.4±10.9 <sup>c</sup>	47.0±4.2 <sup>b</sup>	66.4±4.8 <sup>b</sup>
<i>D. ischaemum</i>	Oostrozebeke	-	-	24.6±1.8 <sup>ad</sup>	25.9±13.3 <sup>ac</sup>
	Beervelde1	28.5±3.9 <sup>ad</sup>	37.5±2.8 <sup>b</sup>	24.6±2.5 <sup>ad</sup>	25.8±25.9 <sup>abcd</sup>
<i>D. sanguinalis</i>	Nieuwkerken-Waas	14.1±2.4 <sup>c</sup>	26.2±2.2 <sup>d</sup>	12.9±1.8 <sup>c</sup>	18.8±2.0 <sup>a</sup>
	Puurs	18.5±2.3 <sup>cd</sup>	27.2±1.6 <sup>d</sup>	12.3±1.4 <sup>c</sup>	18.4±1.6 <sup>a</sup>
	Wommelgem	28.1±4.3 <sup>d</sup>	40.9±2.6 <sup>b</sup>	10.4±0.9 <sup>c</sup>	15.4±1.0 <sup>a</sup>
<i>D. ciliaris</i> subsp. <i>nubica</i>	Knesselare	42.4±7.7 <sup>a</sup>	94.1±8.1 <sup>a</sup>	22.1±1.8 <sup>d</sup>	30.9±1.8 <sup>c</sup>

ED<sub>50</sub>- en ED<sub>90</sub>-waarden met eenzelfde letter zijn niet significant verschillend van elkaar; enkel vergelijking binnen tijdstippen ( $P < 0.05$ ) en binnen ED.



Figuur 4.7: Dosis-respons van drie *D. aequiglumis* (Beervelde2, Bassevelde en Evergem), één *D. ischaemum* (Beervelde1), twee *D. sanguinalis* (Nieuwkerken-Waas en Puurs) en één *D. ciliaris* subsp. *ciliaris* (Knesselare) populatie(s) t.a.v. een naopkomsttoepassing [BBCH13] van tembotrion in experiment 2.1.



## Nicosulfuron

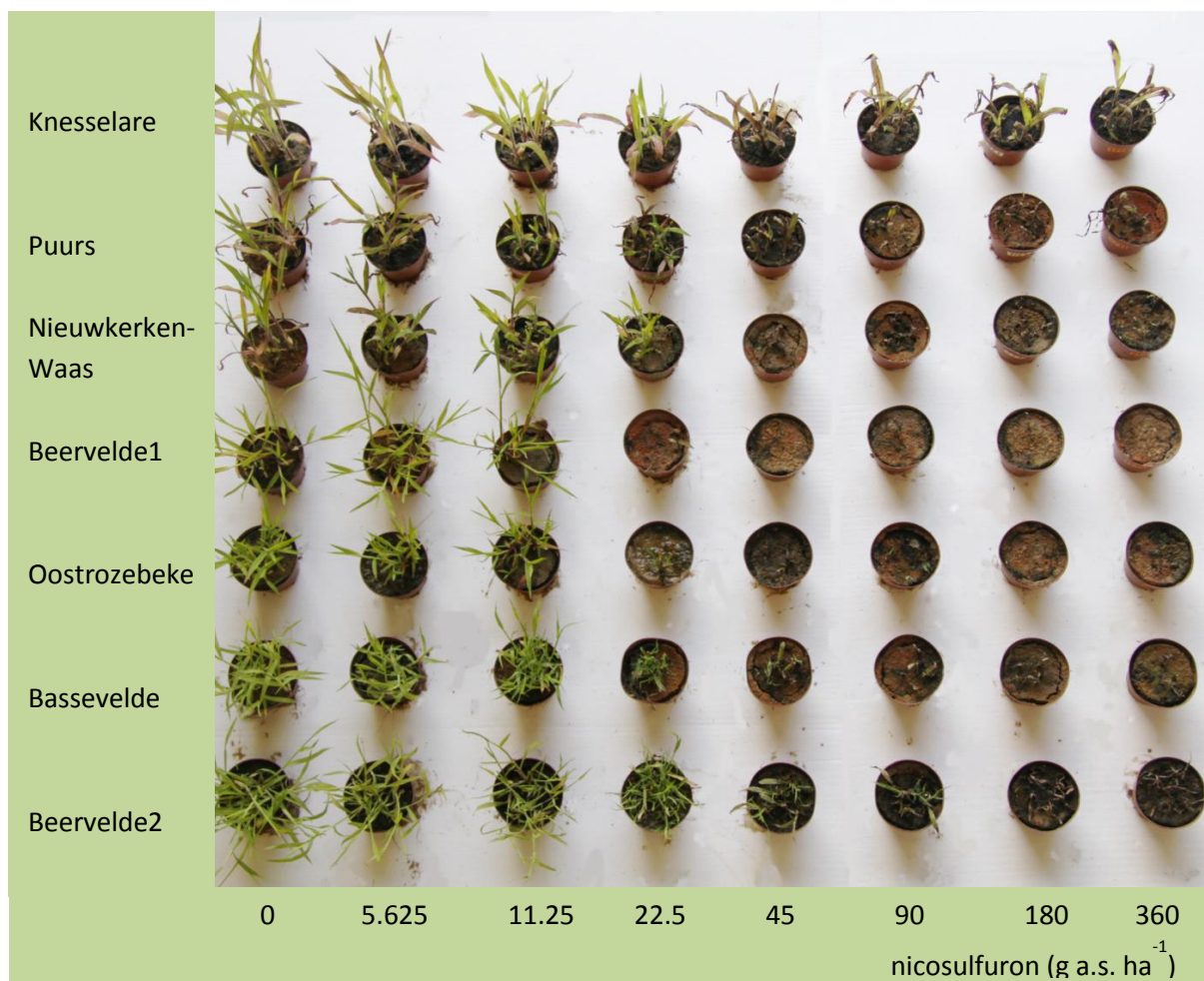
In Tabel 4.11 zijn de ED<sub>50</sub>- en ED<sub>90</sub>-waarden van de populaties voor een naopkomsttoepassing van de ALS-inhibitor nicosulfuron op twee tijdstippen samengevat. De populaties vertonen grote verschillen in gevoeligheid, vooral in experiment 2.1. Binnen exp. 2.1 verschillen de meest (Oostrozebeke, *D. ischaemum*) en minst (Knesselare, *D. ciliaris* subsp. *nubica*) gevoelige populatie een factor 36 op ED<sub>90</sub>-niveau. Binnen exp. 2.2 bedraagt dit verschil een factor 2 op ED<sub>90</sub>-niveau met Oostrozebeke (*D. ischaemum*) en Beervelde2 (*D. aequiglumis*) als meest en minst gevoelige populatie. De in België maximaal toegelaten veld dosis van 45 g a.s. ha<sup>-1</sup> werd in exp. 2.1 en exp. 2.2 respectievelijk 3 (Beervelde2 (*D. aequiglumis*), Puurs (*D. sanguinalis*) en Knesselare (*D. ciliaris* subsp. *nubica*)) en 0 keer overschreden op ED<sub>90</sub>-niveau. Hier valt op te merken dat de ED<sub>90</sub> voor Knesselare in exp. 2.1 heel hoog is (22 keer zo groot als die uit exp. 2.2 en 11 keer groter dan de maximaal toegelaten veld dosis in België). De biomassa van de minst gevoelige populatie werd met 90 % gereduceerd in experiment 2.1 en 2.2 met respectievelijk een dosis 11.03 en 0.88 keer zo hoog als de maximaal toegelaten veld dosis. Het is bijgevolg moeilijk om alle soorten te bestrijden met een volle dosering nicosulfuron. *Digitaria ciliaris* subsp. *nubica* valt niet te bestrijden met de maximaal toegelaten veld dosis in België, *D. ischaemum* dan weer wel. Van *D. aequiglumis* en *D. sanguinalis* is telkens één van de drie populaties niet te bestrijden aan volle dosering in experiment 2.1.

De meest gevoelige populaties over de tijdstippen heen zijn Oostrozebeke en Beervelde1 (allebei *D. ischaemum*). Minder gevoelige populaties over de tijdstippen heen zijn Beervelde2, Bassevelde en Evergem (alledrie *D. aequiglumis*). Op soortniveau bekeken zijn vooral *D. aequiglumis* en *D. ciliaris* subsp. *nubica* de minst gevoelige soorten, al zijn deze verschillen in gevoeligheid met de andere *Digitaria* spp. niet altijd significant. In experiment 2.1 is *D. aequiglumis* op ED<sub>90</sub>-niveau een factor 3 minder gevoelig dan *D. ischaemum*, *D. ciliaris* subsp. *nubica* een factor 33. Daarnaast is *D. aequiglumis* op ED<sub>90</sub>-niveau niet minder gevoelig dan *D. sanguinalis* in experiment 2.1, *D. ciliaris* subsp. *nubica* een factor 12.

**Tabel 4.11: ED<sub>50</sub>- en ED<sub>90</sub>-waarden (g a.s. ha<sup>-1</sup>) met standaardfout (gem. ± SE) van negen *Digitaria* populaties voor de ALS-inhibitor nicosulfuron in naopkomsttoepassing [BBCH13] voor twee toepassingstijdstippen (experiment 2.1 en 2.2).**

Soort	Populatie	Experiment 2.1		Experiment 2.2	
		ED <sub>50</sub>	ED <sub>90</sub>	ED <sub>50</sub>	ED <sub>90</sub>
<i>D. aequiglumis</i>	Beervelde2	48.4±11.7 <sup>e</sup>	79.7±8.4 <sup>e</sup>	19.6±4.9 <sup>ab</sup>	39.6±6.5 <sup>e</sup>
	Bassevelde	6.7±2.8 <sup>c</sup>	34.6±7.4 <sup>c</sup>	17.1±2.2 <sup>ab</sup>	24.2±2.2 <sup>ab</sup>
	Evergem	9.9±3.6 <sup>ac</sup>	40.3±7.5 <sup>abc</sup>	16.2±3.0 <sup>ab</sup>	26.9±3.5 <sup>b</sup>
<i>D. ischaemum</i>	Oostrozebeke	10.6±1.9 <sup>abc</sup>	13.6±1.9 <sup>d</sup>	9.8±2.1 <sup>c</sup>	15.0±2.4 <sup>d</sup>
	Beervelde1	8.2±2.0 <sup>c</sup>	16.3±1.8 <sup>d</sup>	19.2±1.4 <sup>a</sup>	20.7±1.4 <sup>abc</sup>
<i>D. sanguinalis</i>	Nieuwkerken-Waas	13.7±3.6 <sup>ad</sup>	28.4±3.7 <sup>bc</sup>	18.6±2.0 <sup>a</sup>	20.3±0.6 <sup>c</sup>
	Puurs	22.0±11.3 <sup>de</sup>	57.0±11.7 <sup>aef</sup>	12.6±2.9 <sup>bc</sup>	20.0±2.6 <sup>acd</sup>
	Wommelgem	12.3±3.5 <sup>abcd</sup>	36.4±5.4 <sup>abc</sup>	15.1±3.1 <sup>abc</sup>	25.7±3.3 <sup>abc</sup>
<i>D. ciliaris</i> subsp. <i>nubica</i>	Knesselare	36.4±26.9 <sup>bde</sup>	496.7±229.2 <sup>f</sup>	17.0±1.4 <sup>ab</sup>	22.4±1.2 <sup>abc</sup>

ED<sub>50</sub>- en ED<sub>90</sub>-waarden met eenzelfde letter zijn niet significant verschillend van elkaar; enkel vergelijking binnen tijdstippen ( $P < 0.05$ ) en binnen ED.



Figuur 4.7: Dosis-respons van twee *D. aequiglumis* (Beervelde2 en Bassevelde), twee *D. ischaemum* (Oostrozebeke en Beervelde1), twee *D. sanguinalis* (Nieuwkerken-Waas en Puurs) en één *D. ciliaris* subsp. *ciliaris* (Knesselare) populatie(s) t.a.v. een naopkomsttoepassing [BBCH13] van nicosulfuron in experiment 2.1.

## Foramsulfuron

In Tabel 4.12 zijn de ED<sub>50</sub>- en ED<sub>90</sub>-waarden van de populaties voor een naopkomsttoepassing van de ALS-inhibitor foramsulfuron op twee tijdstippen samengevat. De populaties vertonen grote verschillen in gevoeligheid, vooral in experiment 2.1. Binnen exp. 2.1 verschillen de meest (Beervelde1, *D. ischaemum*) en minst (Knesselare, *D. ciliaris* subsp. *nubica*) gevoelige populatie een factor 10 op ED<sub>90</sub>-niveau. Binnen exp. 2.2 bedraagt dit verschil een factor 4 op ED<sub>90</sub>-niveau met Oostrozebeke (*D. ischaemum*) en Nieuwkerken-Waas (*D. sanguinalis*) als meest en minst gevoelige populatie. De in België maximaal toegelaten veld dosis van 60 g a.s. ha<sup>-1</sup> werd in exp. 2.1 en exp. 2.2 respectievelijk 6 en 0 keer overschreden op ED<sub>90</sub>-niveau. Enkel Nieuwkerken-Waas, Wommelgem (*D. sanguinalis*) en Beervelde1 (*D. ischaemum*) overschreden de maximaal toegelaten veld dosis niet in exp. 2.1. De biomassa van de minst gevoelige populatie in ieder experiment werd met 90 % gereduceerd in experiment 2.1 en 2.2 met respectievelijk een dosis 5.91 en 0.75 keer zo hoog als de maximaal toegelaten veld dosis.

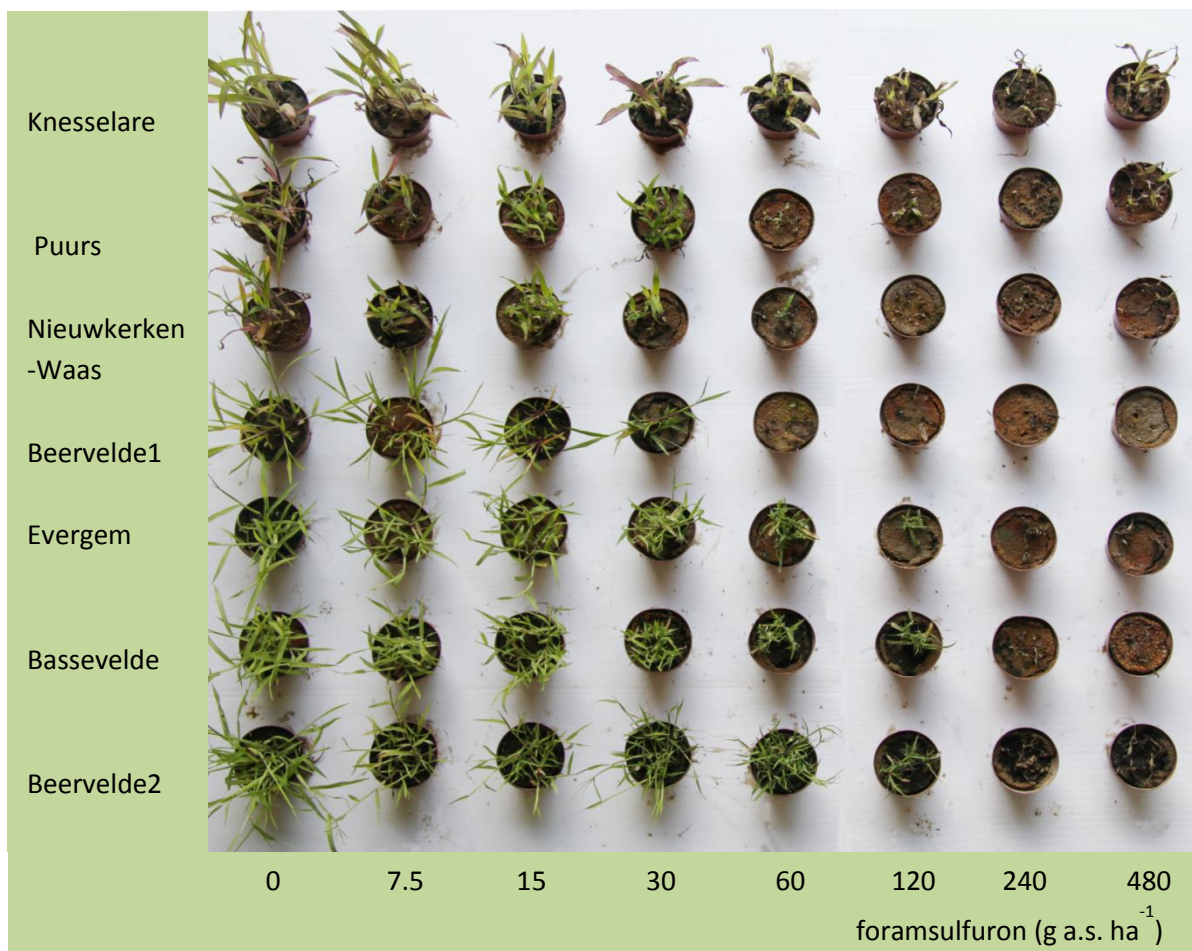
Uitgesproken gevoelige populaties over de tijdstippen heen zijn Oostrozebeke en Beervelde1 (allebei *D. ischaemum*). Minder gevoelige populaties over de tijdstippen heen zijn Beervelde2, Bassevelde en Evergem (alledrie *D. aequiglumis*). Op soortniveau bekeken zijn vooral *D. aequiglumis* en in mindere mate *D. ciliaris* subsp. *nubica* de minst gevoelige soorten, al zijn deze verschillen niet altijd significant. In exp. 2.1 is *D. aequiglumis* op ED<sub>90</sub>-niveau een factor 4 minder gevoelig dan *D. ischaemum*,

*D. ciliaris* subsp. *nubica* een factor 10. Daarnaast is *D. aequiglumis* niet minder gevoelig dan *D. sanguinalis* in experiment 2.1, *D. ciliaris* subsp. *nubica* een factor 4.

Tabel 4.12: ED<sub>50</sub>- en ED<sub>90</sub>-waarden (g a.s. ha<sup>-1</sup>) met standaardfout (gem. ± SE) van negen *Digitaria* populaties voor de ALS-inhibitor foramsulfuron in naopkomsttoepassing [BBCH13] voor twee toepassingstijdstippen (experiment 2.1 en 2.2).

Soort	Populatie	Experiment 2.1		Experiment 2.2	
		ED <sub>50</sub>	ED <sub>90</sub>	ED <sub>50</sub>	ED <sub>90</sub>
<i>D. aequiglumis</i>	Beervelde2	51.2±19.9 <sup>ab</sup>	132.1±24.6 <sup>ab</sup>	18.2±1.5 <sup>d</sup>	38.8±6.2 <sup>abcd</sup>
	Bassevelde	57.7±23.3 <sup>b</sup>	129.8±23.2 <sup>ab</sup>	6.3±1.2 <sup>abc</sup>	24.2±7.5 <sup>abe</sup>
	Evergem	54.6±19.4 <sup>ab</sup>	133.9±23.0 <sup>ab</sup>	10.1±1.5 <sup>c</sup>	39.8±9.7 <sup>abcd</sup>
<i>D. ischaemum</i>	Oostrozebeke	-	-	4.4±2.8 <sup>ab</sup>	11.1±4.5 <sup>bce</sup>
	Beervelde1	13.4±5.2 <sup>ac</sup>	32.8±6.2 <sup>c</sup>	4.9±0.8 <sup>b</sup>	23.4±4.2 <sup>e</sup>
<i>D. sanguinalis</i>	Nieuwkerken-Waas	10.1±4.7 <sup>c</sup>	39.6±9.4 <sup>c</sup>	6.6±1.5 <sup>ab</sup>	44.9±13.9 <sup>cd</sup>
	Puurs	24.2±19.9 <sup>abc</sup>	155.8±51.8 <sup>b</sup>	7.8±0.8 <sup>ac</sup>	40.4±6.7 <sup>d</sup>
	Wommelgem	8.8±5.2 <sup>c</sup>	65.4±18.5 <sup>c</sup>	6.8±0.7 <sup>ab</sup>	32.3±5.0 <sup>acde</sup>
<i>D. ciliaris</i> subsp. <i>nubica</i>	Knesselare	50.1±41.0 <sup>ab</sup>	354.6±107.1 <sup>a</sup>	8.4±0.7 <sup>ac</sup>	30.6±4.3 <sup>abcde</sup>

ED<sub>50</sub>- en ED<sub>90</sub>-waarden met eenzelfde letter zijn niet significant verschillend van elkaar; enkel vergelijking binnen tijdstippen ( $P < 0.05$ ) en binnen ED.



Figuur 4.8: Dosis-respons van drie *D. aequiglumis* (Beervelde2, Bassevelde en Evergem), één *D. ischaemum* (Beervelde1), twee *D. sanguinalis* (Nieuwkerken-Waas en Puurs) en één *D. ciliaris* subsp. *ciliaris* (Knesselare) populatie(s) t.a.v. een naopkomsttoepassing [BBCH13] van foramsulfuron in experiment 2.1.

### 4.1.3 Experiment 3: Stadiumafhankelijkheid van herbicidengevoeligheid.

In Tabel 4.13 en Tabel 4.14 zijn de ED<sub>50</sub>- en ED<sub>90</sub>-waarden van alle soorten en alle bladstadia voor de naopkomsttoepassingen verricht op twee toepassingstijdstippen (corresponderend met experimenten 3.1 en 3.2) van de HPPD-inhibitor topramezon en de ALS-inhibitor nicosulfuron weergegeven. Figuren 4.11 t.e.m. 4.18 tonen foto's van de bijhorende dosis-responsreeksen. Figuren 4.19 t.e.m. 4.26 tonen de dosis-responscurves van de verschillende bladstadia per herbicide en per soort voor experiment 3.1. In de bijlage worden de gebruikte modellen en gefitte modelparameters samengevat.

#### Topramezon

In Tabel 4.13 zijn de ED<sub>50</sub>- en ED<sub>90</sub>-waarden van de soorten voor een naopkomsttoepassing van de HPPD-inhibitor topramezon op twee toepassingstijdstippen samengevat. Bij alle populaties neemt de ED<sub>90</sub> toe met het bladstadium. Bij *D. sanguinalis* 'Nieuwkerken-Waas' is de ED<sub>90</sub> van het 5-bladstadium een factor 9 en een factor 20 groter dan die van het 1-bladstadium, resp. in experiment 3.1 en 3.2. De in België maximaal toegelaten veld dosis van 50.4 g a.s. ha<sup>-1</sup> is voor deze soort niet meer toereikend op ED<sub>90</sub>-niveau vanaf het 4-bladstadium. De ED<sub>90</sub> van *D. ischaemum* 'Oostrozebeke' overschrijdt bij geen enkel bladstadium deze maximaal toegelaten veld dosis. Deze soort is gevoeliger aan topramezon dan de andere soorten: een vergelijking tussen de ED<sub>90</sub>'s van topramezon voor BBCH13 in experiment 3.1 toont dat *D. ischaemum* 'Oostrozebeke' een factor 3 gevoeliger is dan *D. sanguinalis* 'Nieuwkerken-Waas', een factor 1.5 dan *D. aequiglumis* 'Beervelde2' en een factor 5 dan *D. ciliaris* subsp. *nubica* 'Knesselare'. Bij *D. ischaemum* 'Oostrozebeke' nemen de ED's echter niet significant toe met het bladstadium in experiment 3.2: de ED's van alle bladstadia zijn niet significant verschillend van elkaar. In experiment 3.1 nemen de ED's wel toe met het bladstadium en is de ED<sub>90</sub> van het 5-bladstadium een factor 3 groter dan die van het 1-bladstadium.

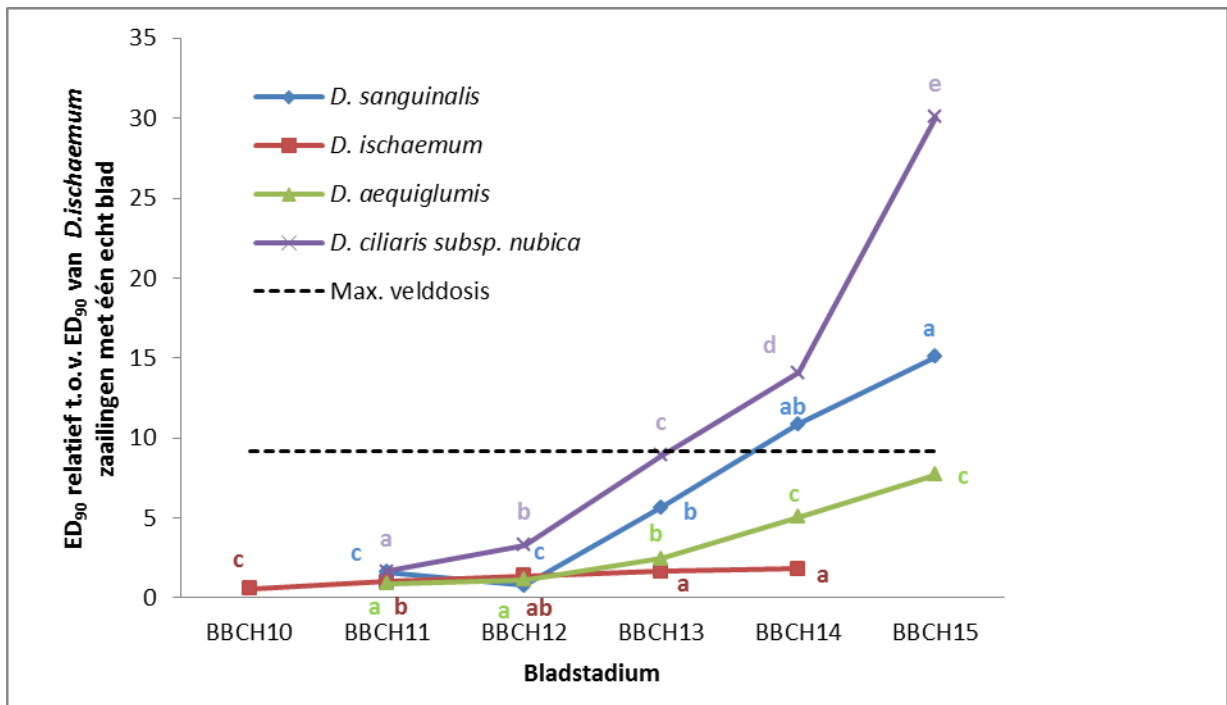
Bij *D. aequiglumis* 'Beervelde2' is het toenemen van ED met het bladstadium dan wel weer te zien, althans in experiment 3.1. De ED<sub>90</sub> van het 5-bladstadium is een factor 8 en een factor 10 groter dan die van het 1-bladstadium, resp. in experiment 3.1 en 3.2. Bij *D. ciliaris* subsp. *nubica* 'Knesselare' ten slotte is de ED<sub>90</sub> van het 5-bladstadium een factor 18 en een factor 8 groter dan die van het 1-bladstadium, resp. in experiment 3.1 en 3.2. In experiment 3.1 is de in België maximaal toegelaten veld dosis van 50.4 g a.s. ha<sup>-1</sup> voor deze soort niet meer toereikend op ED<sub>90</sub>-niveau vanaf het 4-bladstadium.

Figuur 4.9 toont de ED<sub>90</sub>-waarden voor topramezon van alle soorten relatief t.o.v. de ED<sub>90</sub>-waarde van *D. ischaemum* 'Oostrozebeke' met één echt blad (5.4 g a.s. ha<sup>-1</sup>). Naarmate de *Digitaria*zaailing op het moment van behandelen meer gestrekte bladeren bezit, neemt de ED<sub>90</sub> toe. In het geval van *D. ciliaris* subsp. *nubica* 'Knesselare' en *D. sanguinalis* 'Nieuwkerken-Waas' is deze toename exponentieel, bij de andere twee populaties lineair. Hieruit blijkt duidelijk dat *D. ciliaris* subsp. *nubica* 'Knesselare' de minst gevoelige geteste *Digitaria*soort is en *D. ischaemum* 'Oostrozebeke' de meest gevoelige en dit bij alle bladstadia. Bovendien zijn *D. ciliaris* subsp. *nubica* 'Knesselare', *D. aequiglumis* 'Beervelde2' en *D. sanguinalis* 'Nieuwkerken-Waas' voor wat betreft hun gevoeligheid ten aanzien van topramezon meer afhankelijk van bladstadium op moment van bespuiting dan *D. ischaemum* 'Oostrozebeke'. Dit kan afgeleid worden uit de helling van de curves.

Tabel 4.13: ED<sub>50</sub>- en ED<sub>90</sub>-waarden (g a.s. ha<sup>-1</sup>) met standaardfout (gem. ± SE) van vier *Digitaria* spp. voor de HPPD-inhibitor topramezon in naopkomsttoepassing voor twee toepassingstijdstippen (experiment 3.1 en 3.2), telkens bij vijf verschillende bladstadia (BBCH10 = stadium met 1 blad (nog niet gestrekt), BBCH11 = 1-bladstadium, BBCH12 = 2-bladstadium, BBCH13 = 3-bladstadium, BBCH14 = 4-bladstadium, BBCH15 = 5-bladstadium).

Soort	Populatie	Blad- stadium	Experiment 3.1		Experiment 3.2	
			ED <sub>50</sub>	ED <sub>90</sub>	ED <sub>50</sub>	ED <sub>90</sub>
<i>D. sanguinalis</i>	Nieuwkerken- Waas	BBCH11	1.7±0.4 <sup>c</sup>	8.8±3.2 <sup>c</sup>	1.3±0.3 <sup>a</sup>	2.6±1.5 <sup>a</sup>
		BBCH12	2.3±0.3 <sup>c</sup>	4.3±1.4 <sup>c</sup>	1.7±0.3 <sup>a</sup>	3.6±1.4 <sup>a</sup>
		BBCH13	9.1±2.5 <sup>b</sup>	31.2±9.2 <sup>b</sup>	2.7±0.4 <sup>b</sup>	10.9±2.3 <sup>b</sup>
		BBCH14	15.9±1.9 <sup>a</sup>	59.8±13.5 <sup>ab</sup>	6.7±0.8 <sup>c</sup>	68.7±14.1 <sup>c</sup>
		BBCH15	12.6±1.9 <sup>ab</sup>	82.9±26.3 <sup>a</sup>	5.4±0.5 <sup>c</sup>	52.9±9.8 <sup>c</sup>
<i>D. ischaemum</i>	Oostrozebeke	BBCH10	1.9±0.2 <sup>a</sup>	3.1±0.4 <sup>c</sup>	1.5±5.3 <sup>a</sup>	1.7±5.8 <sup>a</sup>
		BBCH11	1.5±0.4 <sup>a</sup>	5.4±1.3 <sup>b</sup>	1.0±0.3 <sup>a</sup>	2.3±2.9 <sup>a</sup>
		BBCH12	2.3±0.4 <sup>a</sup>	7.5±1.8 <sup>ab</sup>	1.5±0.5 <sup>a</sup>	7.6±6.3 <sup>a</sup>
		BBCH13	2.1±0.4 <sup>a</sup>	9.1±2.3 <sup>a</sup>	-	-
		BBCH14	3.7±0.3 <sup>b</sup>	10.0±1.1 <sup>a</sup>	1.3±0.1 <sup>a</sup>	7.4±1.6 <sup>a</sup>
<i>D. aequiglumis</i>	Beervelde2	BBCH11	2.4±0.8 <sup>c</sup>	5.0±2.9 <sup>a</sup>	1.5±0.6 <sup>b</sup>	1.8±0.8 <sup>b</sup>
		BBCH12	5.7±9.5 <sup>abc</sup>	6.2±1.7 <sup>a</sup>	3.0±1.9 <sup>ab</sup>	7.1±5.6 <sup>a</sup>
		BBCH13	7.1±1.3 <sup>a</sup>	13.5±5.6 <sup>b</sup>	3.1±0.8 <sup>a</sup>	6.3±2.5 <sup>a</sup>
		BBCH14	11.7±3.1 <sup>b</sup>	27.9±10.6 <sup>c</sup>	2.8±0.4 <sup>a</sup>	7.5±1.7 <sup>a</sup>
		BBCH15	10.3±3.3 <sup>ab</sup>	42.5±25.7 <sup>c</sup>	2.2±0.2 <sup>ab</sup>	18.0±4.0 <sup>c</sup>
<i>D. ciliaris</i> subsp. <i>nubica</i>	Knesselare	BBCH11	3.2±0.4 <sup>c</sup>	9.0±2.4 <sup>a</sup>	1.5±0.1 <sup>a</sup>	1.6±0.3 <sup>a</sup>
		BBCH12	2.9±0.5 <sup>c</sup>	18.2±5.6 <sup>b</sup>	1.4±0.2 <sup>a</sup>	2.9±1.3 <sup>a</sup>
		BBCH13	11.2±1.4 <sup>b</sup>	49.0±10.7 <sup>c</sup>	1.8±0.2 <sup>a</sup>	6.1±1.4 <sup>b</sup>
		BBCH14	18.0±1.8 <sup>a</sup>	77.5±17.0 <sup>d</sup>	6.6±1.6 <sup>b</sup>	30.7±17.4 <sup>c</sup>
		BBCH15	14.6±2.5 <sup>ab</sup>	165.4±43.9 <sup>e</sup>	3.9±0.4 <sup>b</sup>	13.6±3.5 <sup>c</sup>

Niet significante verschillen (gebaseerd op de selectiviteitsindices en bijhorende *P*-waarden) hebben dezelfde letter, enkel vergelijking voor dezelfde ED-waarde in eenzelfde populatie over alle bladstadia heen.



Figuur 4.9: Invloed van het bladstadium op de effectiviteit van een naopkomsttoepassing van de HPPD-inhibitor topramezon bij *D. sanguinalis* 'Nieuwkerken-Waas', *D. ischaemum* 'Oostrozebeke', *D. aequiglumis* 'Beervelde2' en *D. ciliaris subsp. nubica* 'Knesselare' in experiment 3.1. Relatieve weergaven van ED<sub>90</sub>'s t.o.v. ED<sub>90</sub> van *D. ischaemum* 'Oostrozebeke' met één echt blad (5.4 g a.s. ha<sup>-1</sup>). Niet-significante verschillen tussen opeenvolgende punten (gebaseerd op selectiviteitsindices en bijhorende P-waarden) hebben dezelfde letter, enkel vergelijking binnen soorten.

## Nicosulfuron

In Tabel 4.14 zijn de ED<sub>50</sub>- en ED<sub>90</sub>-waarden van de soorten voor een naopkomsttoepassing van de ALS-inhibitor nicosulfuron op twee toepassingstijdstippen samengevat. Bij alle populaties neemt de ED<sub>90</sub> toe met het bladstadium. Bij *D. sanguinalis* 'Nieuwkerken-Waas' is de ED<sub>90</sub> van het 5-bladstadium een factor 32 en een factor 3 groter dan die van het 1-bladstadium, resp. in experiment 3.1 en 3.2. De in België maximaal toegelaten veldddosis van 45 g a.s. ha<sup>-1</sup> is voor deze soort niet meer toereikend op ED<sub>90</sub>-niveau vanaf het 4-bladstadium (vanaf het 5-bladstadium in experiment 3.2). De ED<sub>90</sub> van *D. ischaemum* 'Oostrozebeke' vervolgens overschrijdt deze maximaal toegelaten veldddosis nipt in het 5-bladstadium in experiment 3.2. Deze soort is gevoeliger aan nicosulfuron dan de andere soorten: een vergelijking tussen de ED<sub>90</sub>'s van nicosulfuron voor BBCH13 in experiment 3.1 toont dat *D. ischaemum* 'Oostrozebeke' een factor 2.5 gevoeliger is dan *D. sanguinalis* 'Nieuwkerken-Waas', een factor 2.5 dan *D. aequiglumis* 'Beervelde2' en een factor 1.5 dan *D. ciliaris subsp. nubica* 'Knesselare'. Het verschil tussen de ED's van de bladstadia van *D. ischaemum* 'Oostrozebeke' is tevens kleiner: de ED<sub>90</sub> van het 5-bladstadium is een factor 2 en een factor 4 groter dan die van het 1-bladstadium, resp. in experiment 3.1 en 3.2.

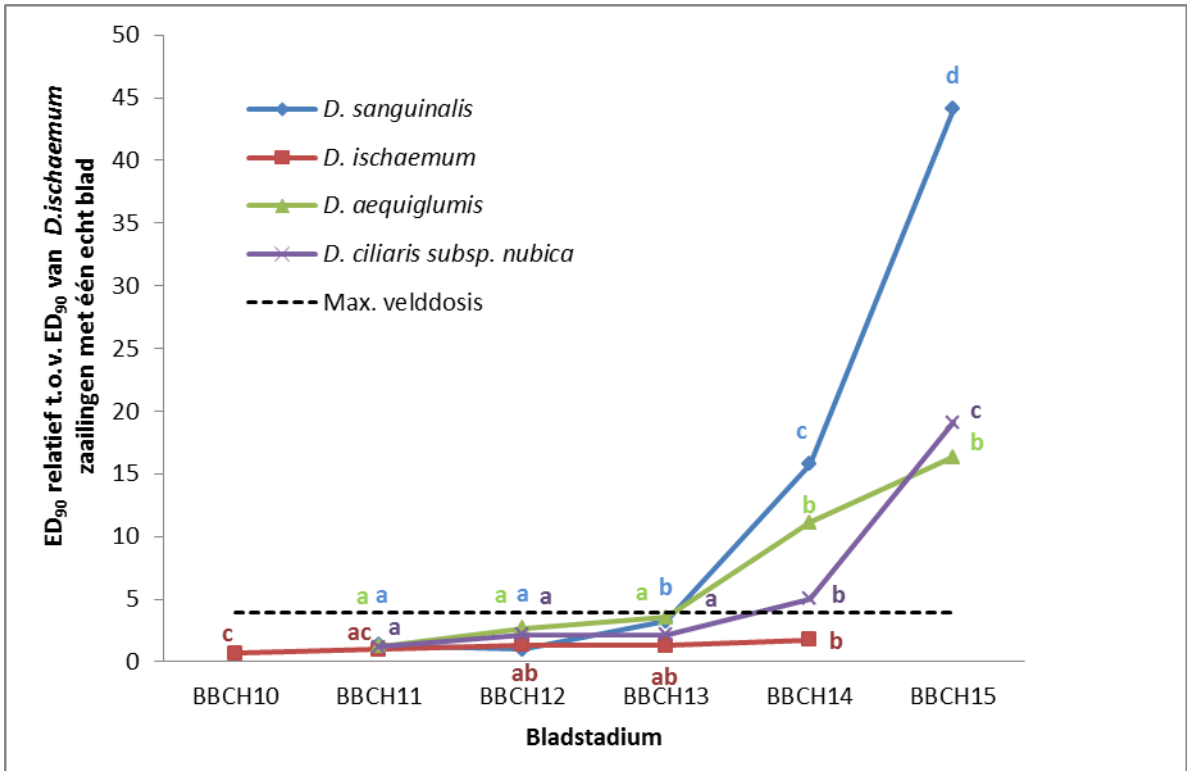
Bij *D. aequiglumis* 'Beervelde2' is de ED<sub>90</sub> van het 5-bladstadium een factor 13 en een factor 8 groter dan die van het 1-bladstadium, resp. in experiment 3.1 en 3.2. De in België maximaal toegelaten veldddosis van 45 g a.s. ha<sup>-1</sup> is voor deze soort niet meer toereikend op ED<sub>90</sub>-niveau vanaf het 4-bladstadium. Voor *D. ciliaris subsp. nubica* 'Knesselare' is de ED<sub>90</sub> van het 5-bladstadium een factor 15 en een factor 5 groter dan die van het 1-bladstadium, resp. in experiment 3.1 en 3.2. Ook voor deze soort is de in België maximaal toegelaten veldddosis van 45 g a.s. ha<sup>-1</sup> niet meer toereikend op ED<sub>90</sub>-niveau vanaf het 4-bladstadium.

Figuur 4.10 toont de ED<sub>90</sub>-waarden voor nicosulfuron van alle soorten relatief t.o.v. de ED<sub>90</sub>-waarde van *D. ischaemum* 'Oostrozebeke' met één echt blad (11.4 g a.s. ha<sup>-1</sup>). Naarmate de *Digitaria* zaailing op het moment van behandelen meer gestrekte bladeren bezit, neemt de ED<sub>90</sub> toe. In het geval van *D. ciliaris* subsp. *nubica* 'Knesselare', *D. aequiglumis* 'Beervelde2' en *D. sanguinalis* 'Nieuwkerken-Waas' is deze toename exponentieel. Bij deze soorten is er een forse toename in ED<sub>90</sub> vanaf BBCH14, waarbij ook de in België maximaal toegelaten veld dosis van 45 g a.s. ha<sup>-1</sup> overschreden wordt. Hieruit blijkt ook dat *D. ciliaris* subsp. *nubica* 'Knesselare' de minst gevoelige geteste *Digitaria*soort is en *D. ischaemum* 'Oostrozebeke' de meest gevoelige en dit bij alle bladstadia. Bovendien zijn *D. ciliaris* subsp. *nubica* 'Knesselare', *D. aequiglumis* 'Beervelde2' en *D. sanguinalis* 'Nieuwkerken-Waas' voor wat betreft hun gevoeligheid ten aanzien van topramezon meer afhankelijk van bladstadium op moment van bespuiting dan *D. ischaemum* 'Oostrozebeke'. Dit kan afgeleid worden uit de helling van de curves.

Tabel 4.14: ED<sub>50</sub>- en ED<sub>90</sub>-waarden (g a.s. ha<sup>-1</sup>) met standaardfout (gem. ± SE) van vier *Digitaria* spp. voor de ALS-inhibitor nicosulfuron in naopkomsttoepassing voor twee toepassingstijdstippen (experiment 3.1 en 3.2), telkens bij vijf verschillende bladstadia (BBCH10 = stadium met 1 blad (nog niet gestrekt), BBCH11 = 1-bladstadium, BBCH12 = 2-bladstadium, BBCH13 = 3-bladstadium, BBCH14 = 4-bladstadium, BBCH15 = 5-bladstadium).

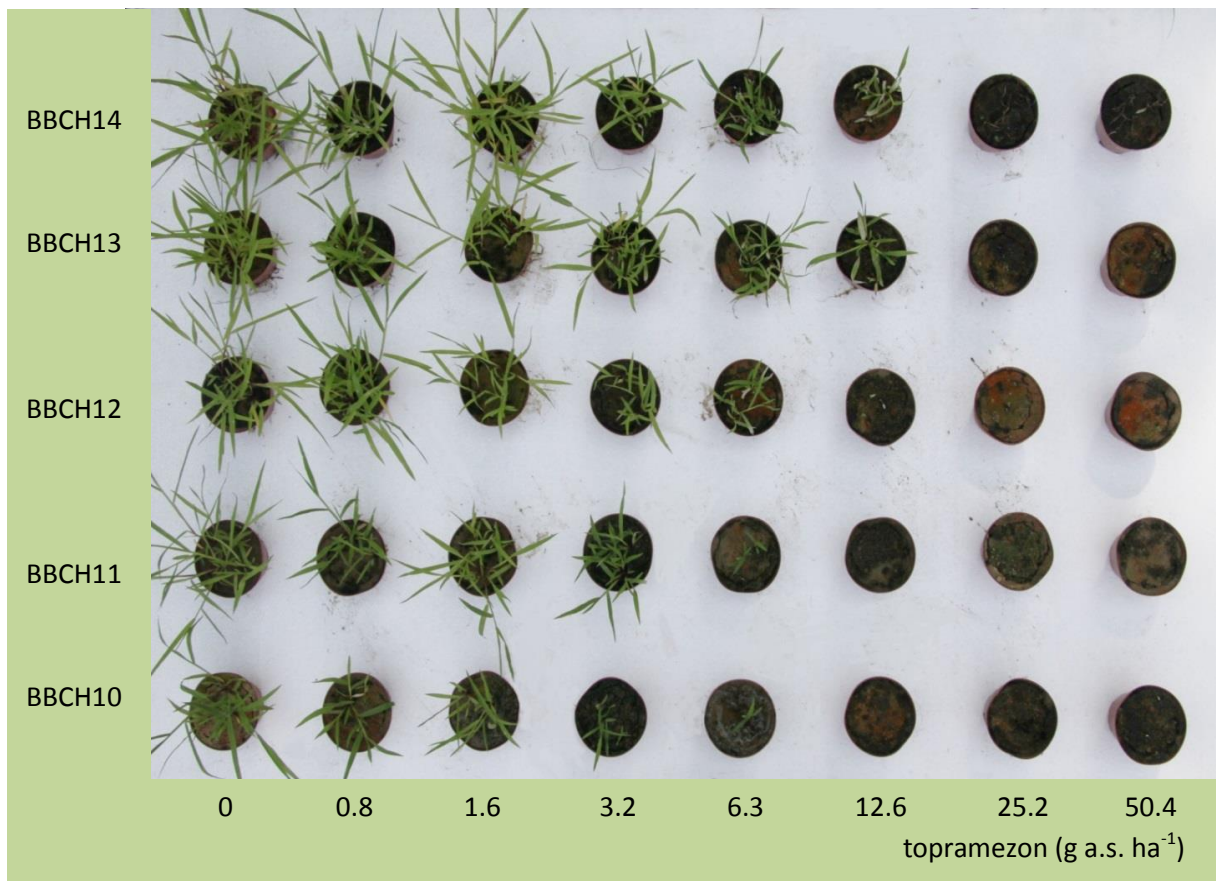
Soort	Populatie	Blad- stadium	Experiment 3.1		Experiment 3.2	
			ED <sub>50</sub>	ED <sub>90</sub>	ED <sub>50</sub>	ED <sub>90</sub>
<i>D. sanguinalis</i>	Nieuwkerken- Waas	BBCH11	3.6±1.8 <sup>a</sup>	15.3±9.3 <sup>a</sup>	7.9±4.5 <sup>a</sup>	19.4±23.8 <sup>abc</sup>
		BBCH12	4.3±0.8 <sup>a</sup>	11.5±3.5 <sup>a</sup>	6.3±1.5 <sup>a</sup>	11.1±5.0 <sup>a</sup>
		BBCH13	8.7±1.0 <sup>b</sup>	36.9±6.1 <sup>b</sup>	8.9±1.0 <sup>a</sup>	19.0±4.3 <sup>a</sup>
		BBCH14	47.6±7.3 <sup>c</sup>	180.1±38.0 <sup>c</sup>	17.0±1.4 <sup>b</sup>	36.4±6.0 <sup>b</sup>
		BBCH15	110.4±11.0 <sup>d</sup>	503.1±101.4 <sup>d</sup>	19.6±1.5 <sup>b</sup>	61.0±8.8 <sup>c</sup>
<i>D. ischaemum</i>	Oostrozebeke	BBCH10	4.2±1.7 <sup>b</sup>	8.0±2.5 <sup>c</sup>	4.9±1.8 <sup>b</sup>	10.1±2.0 <sup>b</sup>
		BBCH11	8.3±1.3 <sup>a</sup>	11.4±1.3 <sup>ac</sup>	6.8±2.5 <sup>ab</sup>	15.3±2.8 <sup>a</sup>
		BBCH12	9.5±2.5 <sup>ac</sup>	15.2±3.1 <sup>ab</sup>	11.0±2.9 <sup>ac</sup>	16.8±1.7 <sup>a</sup>
		BBCH13	7.7±2.1 <sup>ab</sup>	14.7±3.0 <sup>ab</sup>	11.0±2.3 <sup>a</sup>	17.0±1.4 <sup>a</sup>
		BBCH14	13.3±2.6 <sup>c</sup>	20.2±2.7 <sup>b</sup>	17.8±3.7 <sup>c</sup>	46.7±5.0 <sup>c</sup>
<i>D. aequiglumis</i>	Beervelde2	BBCH11	3.2±3.1 <sup>a</sup>	14.2±14.0 <sup>a</sup>	9.4±2.4 <sup>a</sup>	10.1±0.5 <sup>a</sup>
		BBCH12	9.7±2.3 <sup>b</sup>	30.6±10.4 <sup>a</sup>	15.4±3.9 <sup>ab</sup>	21.6±3.1 <sup>b</sup>
		BBCH13	16.1±2.4 <sup>c</sup>	40.3±8.5 <sup>a</sup>	13.6±3.1 <sup>a</sup>	24.9±4.1 <sup>b</sup>
		BBCH14	48.3±4.7 <sup>d</sup>	126.6±25.4 <sup>b</sup>	24.2±5.1 <sup>b</sup>	44.8±6.1 <sup>c</sup>
		BBCH15	66.1±6.1 <sup>e</sup>	186.0±31.7 <sup>b</sup>	63.2±9.8 <sup>c</sup>	87.8±6.6 <sup>d</sup>
<i>D. ciliaris</i> subsp. <i>nubica</i>	Knesselare	BBCH11	4.6±1.3 <sup>a</sup>	13.8±7.7 <sup>a</sup>	5.8±1.1 <sup>b</sup>	11.1±5.0 <sup>a</sup>
		BBCH12	6.1±1.1 <sup>a</sup>	25.0±8.1 <sup>a</sup>	6.6±1.3 <sup>ab</sup>	14.7±5.9 <sup>a</sup>
		BBCH13	11.4±1.3 <sup>b</sup>	24.9±5.9 <sup>a</sup>	8.5±0.9 <sup>ac</sup>	16.0±4.0 <sup>a</sup>
		BBCH14	36.2±4.2 <sup>c</sup>	57.2±34.4 <sup>b</sup>	-	-
		BBCH15	134.1±21.5 <sup>d</sup>	217.8±66.2 <sup>c</sup>	9.9±1.2 <sup>c</sup>	60.7±18.1 <sup>b</sup>

Niet significante verschillen (gebaseerd op de selectiviteitsindices en bijhorende *P*-waarden) hebben dezelfde letter, enkel vergelijking voor dezelfde ED-waarde in eenzelfde populatie over alle bladstadia heen.

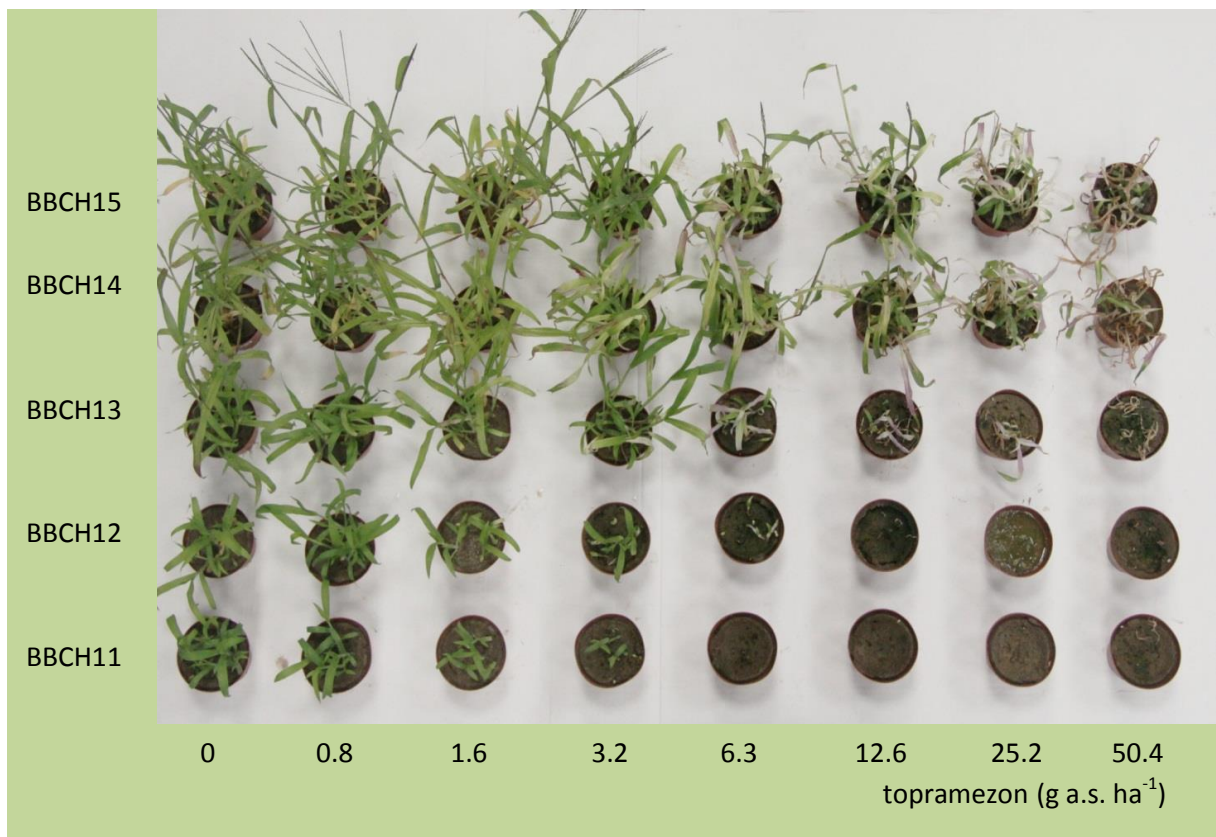


Figuur 4.10: Invloed van het bladstadium op de effectiviteit van een naopkomsttoepassing van de ALS-inhibitor nicosulfuron bij *D. sanguinalis* 'Nieuwkerken-Waas', *D. ischaemum* 'Oostrozebeke', *D. aequiglumis* 'Beervelde2' en *D. ciliaris* subsp. *nubica* 'Knesselare' in experiment 3.1. Relatieve weergaven van ED<sub>90</sub>'s t.o.v. ED<sub>90</sub> van *D. ischaemum* 'Oostrozebeke' met één echt blad (11.4 g a.s. ha<sup>-1</sup>). Niet-significante verschillen tussen opeenvolgende punten (gebaseerd op selectiviteitsindices en bijhorende P-waarden) hebben dezelfde letter, enkel vergelijking binnen soorten.

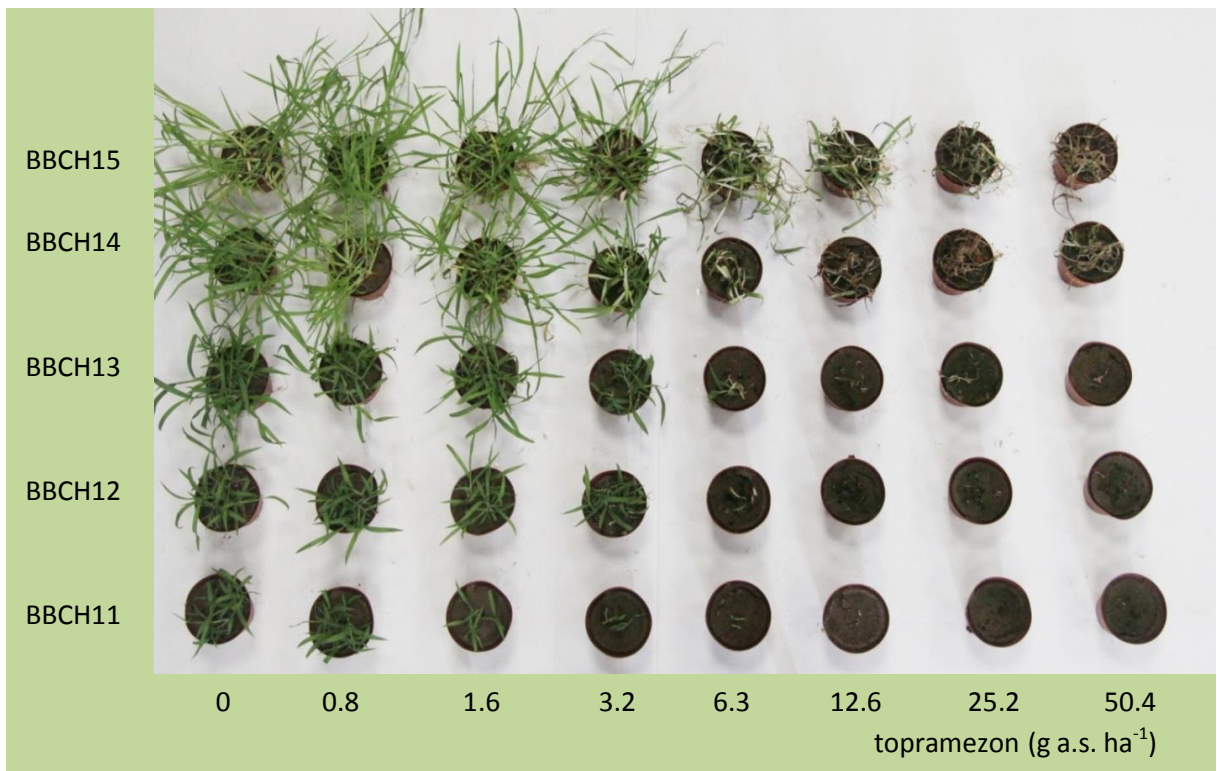




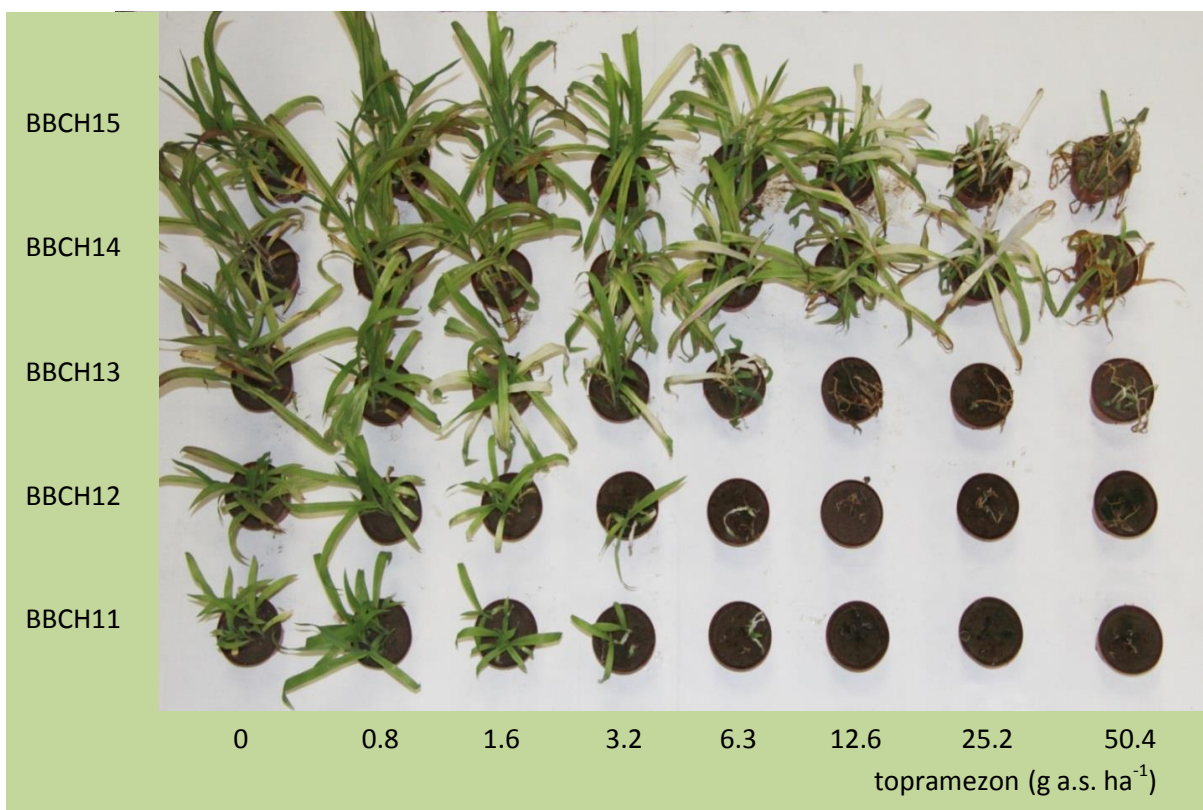
Figuur 4.11: Dosis-respons voor verschillende bladstadia van *D. ischaemum* 'Oostrozebeke' t.a.v. een naopkomsttoepassing van topramezon in experiment 3.1.



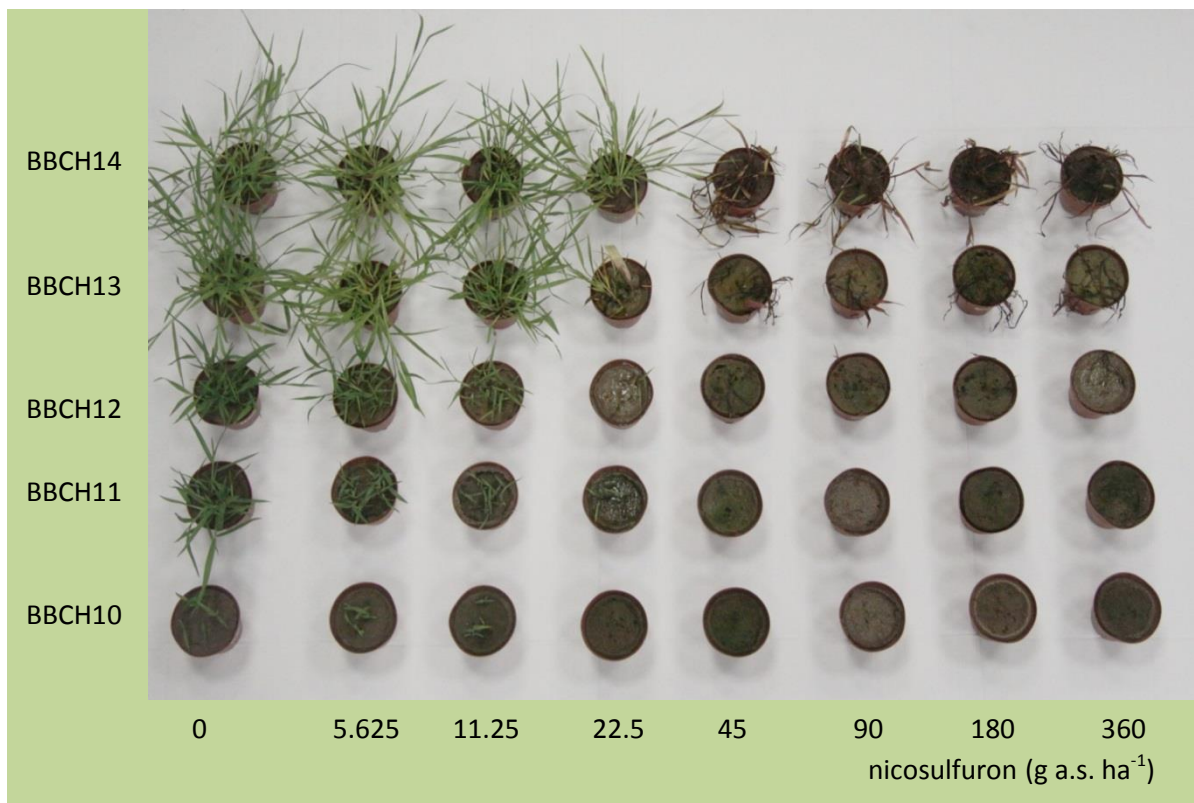
Figuur 4.12: Dosis-respons voor verschillende bladstadia van *D. sanguinalis* 'Nieuwkerken-Waas' t.a.v. een naopkomsttoepassing van topramezon in experiment 3.2.



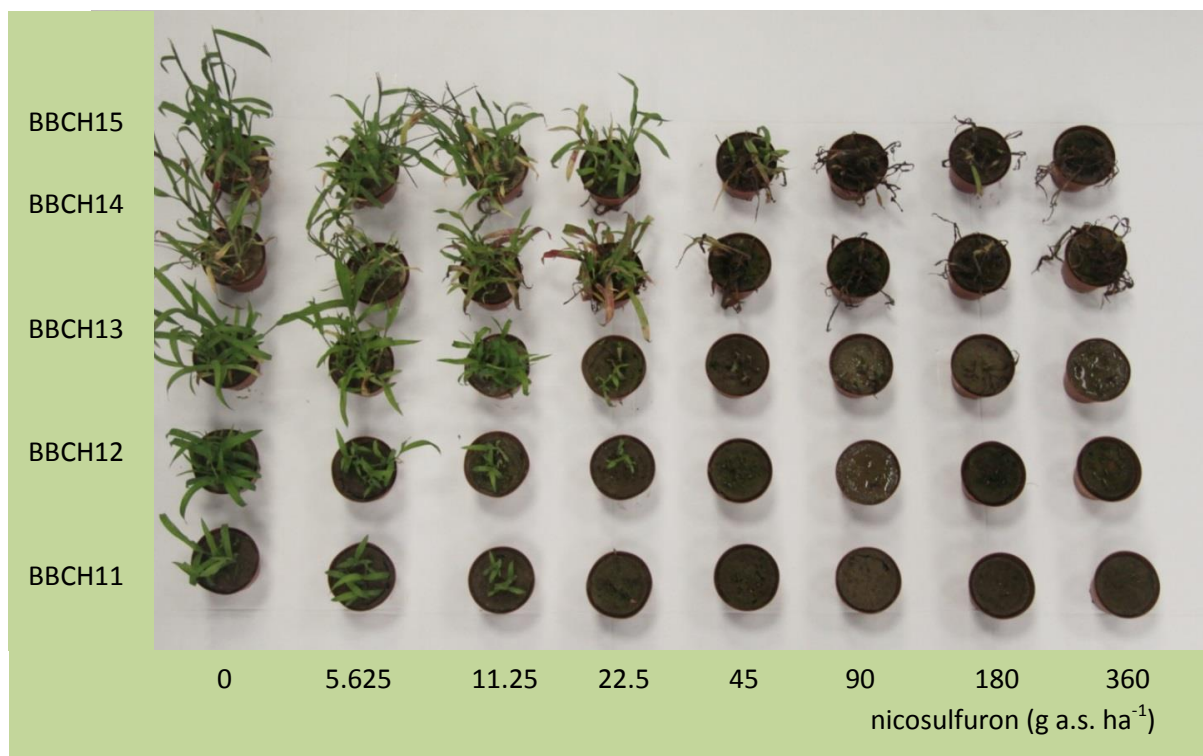
**Figuur 4.13:** Dosis-respons voor verschillende bladstadia van *D. aequiglumis* 'Beervelde2' t.a.v. een naopkomsttoepassing van topramezon in experiment 3.2.



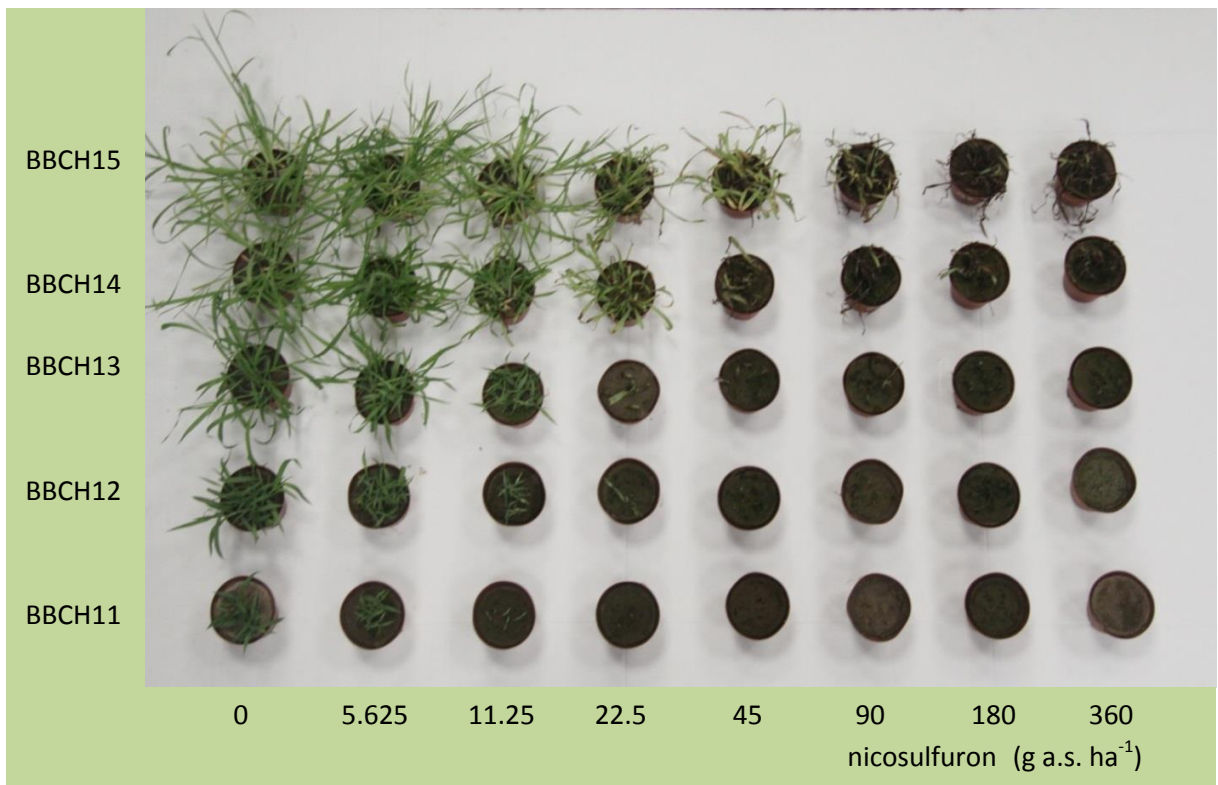
**Figuur 4.14:** Dosis-respons voor verschillende bladstadia van *D. ciliaris* subsp. *nubica* 'Knesselare' t.a.v. een naopkomsttoepassing van topramezon in experiment 3.2.



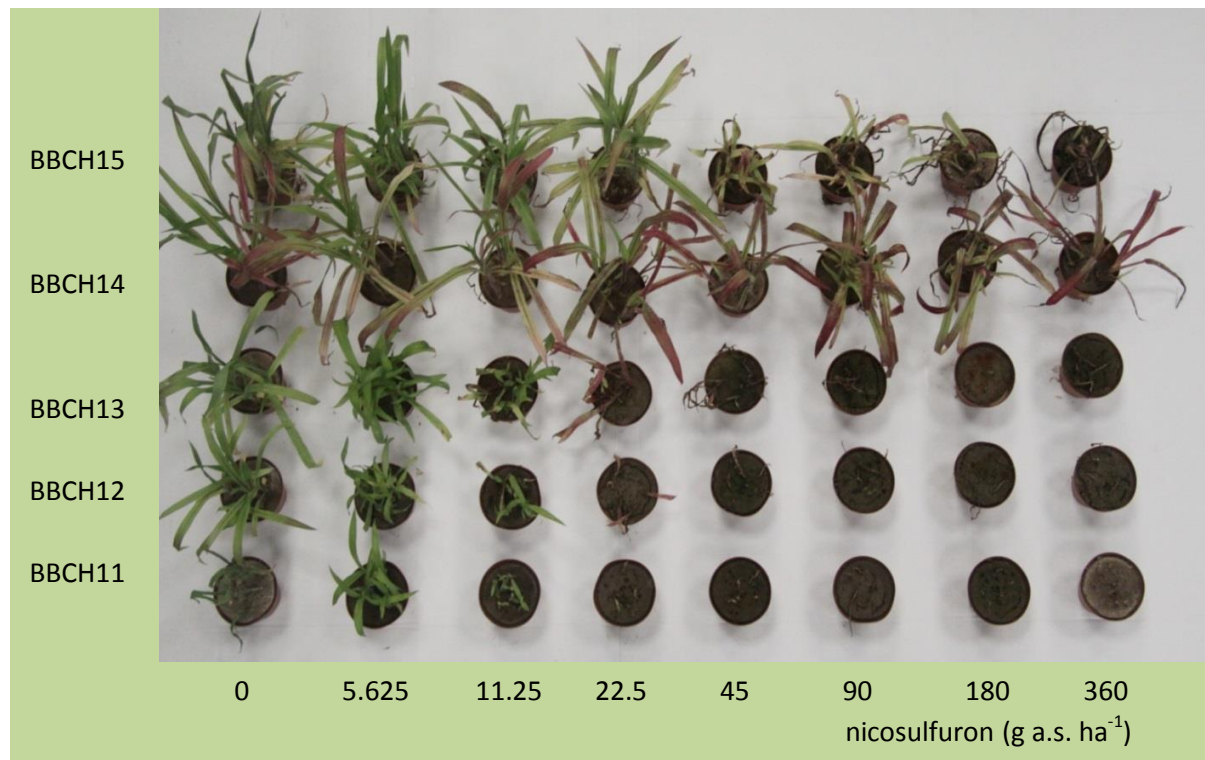
Figuur 4.15: Dosis-respons voor verschillende bladstadia van *D. ischaemum* 'Oostrozebeke' t.a.v. een naopkomsttoepassing van nicosulfuron in experiment 3.2.



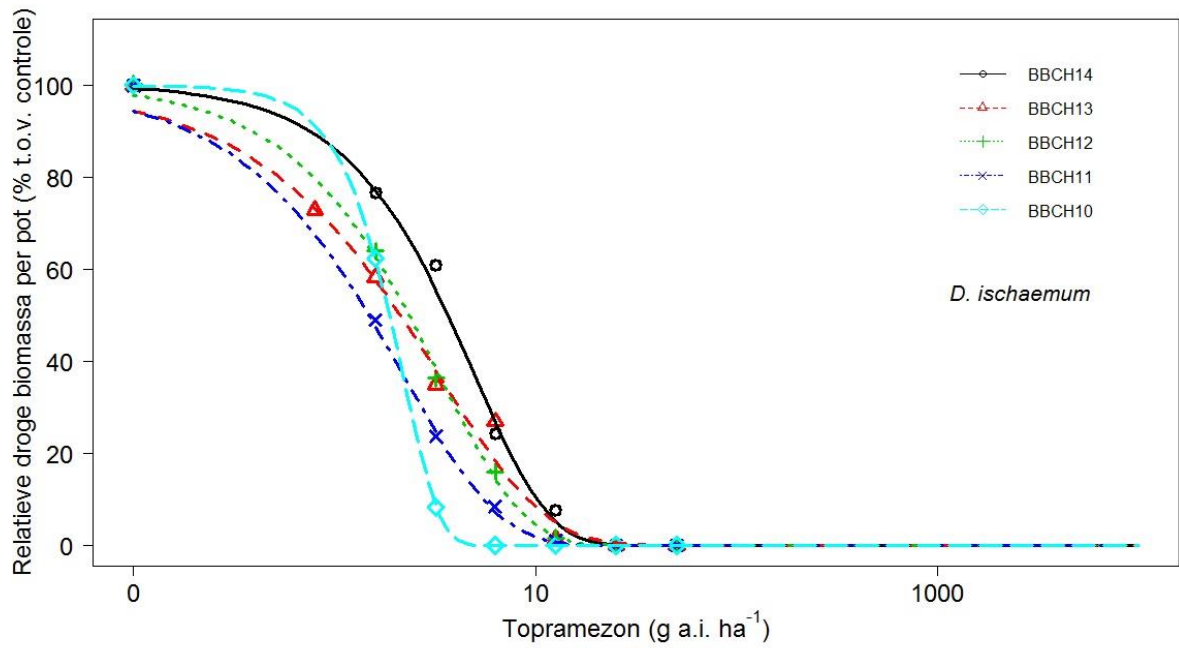
Figuur 4.16: Dosis-respons voor verschillende bladstadia van *D. sanguinalis* 'Nieuwkerken-Waas' t.a.v. een naopkomsttoepassing van nicosulfuron in experiment 3.2.



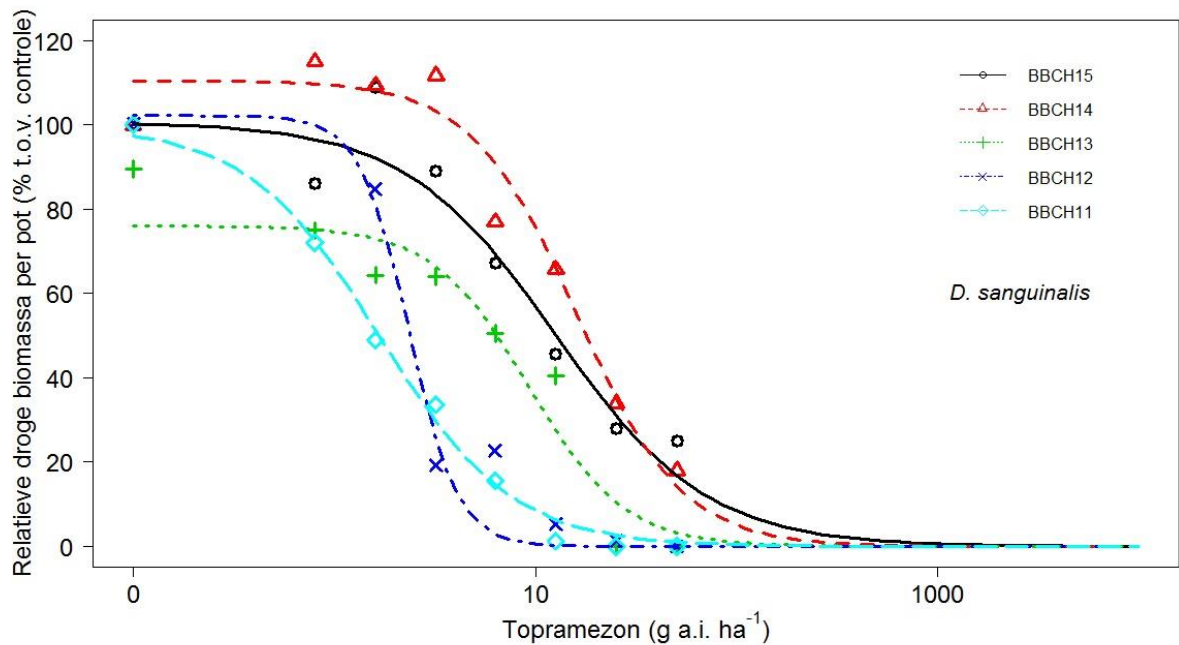
Figuur 4.17: Dosis-respons voor verschillende bladstadia van *D. aequiglumis* 'Beervelde2' t.a.v. een naopkomsttoepassing van nicosulfuron in experiment 3.2.



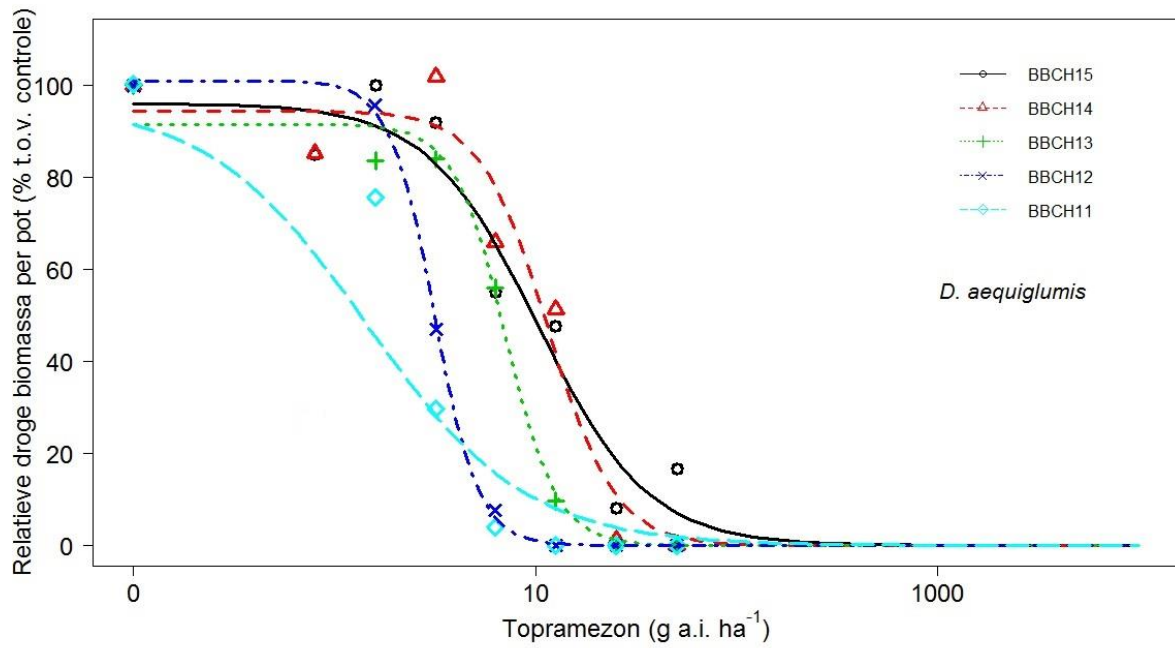
Figuur 4.18: Dosis-respons voor verschillende bladstadia van *D. ciliaris* subsp. *nubica* 'Knesselare' t.a.v. een naopkomsttoepassing van nicosulfuron in experiment 3.2.



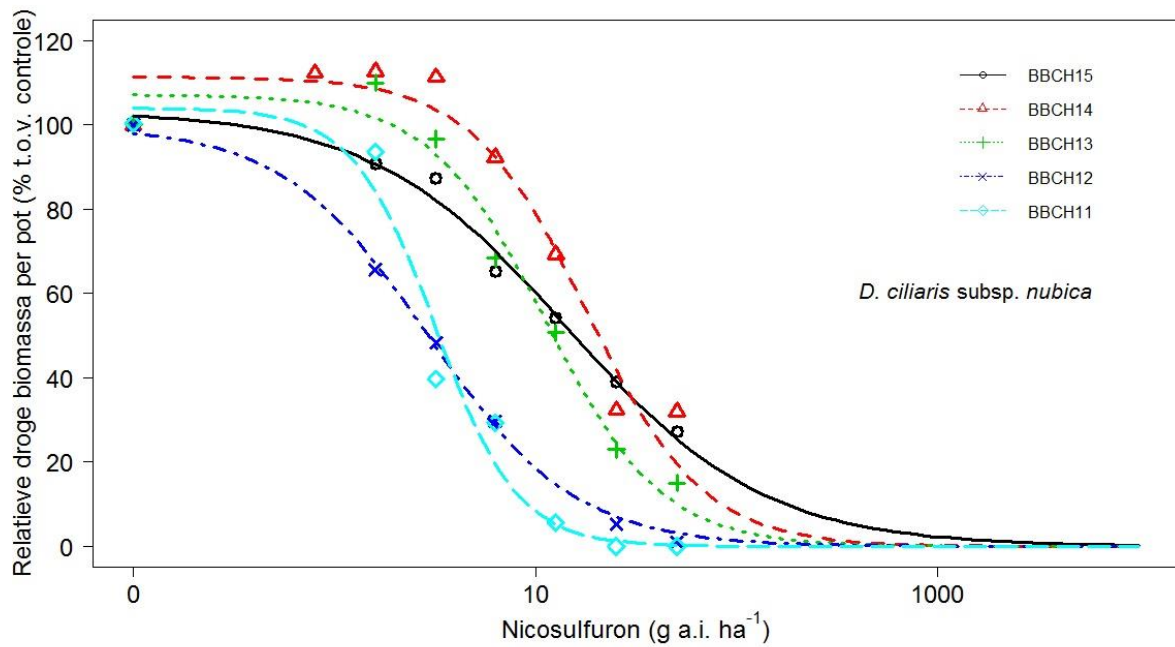
Figuur 4.19: Dosis-responscurves van verschillende bladstadia van *D. ischaemum* 'Oostrozebeke' t.a.v. een naopkomsttoepassing van topramezon in experiment 3.1.



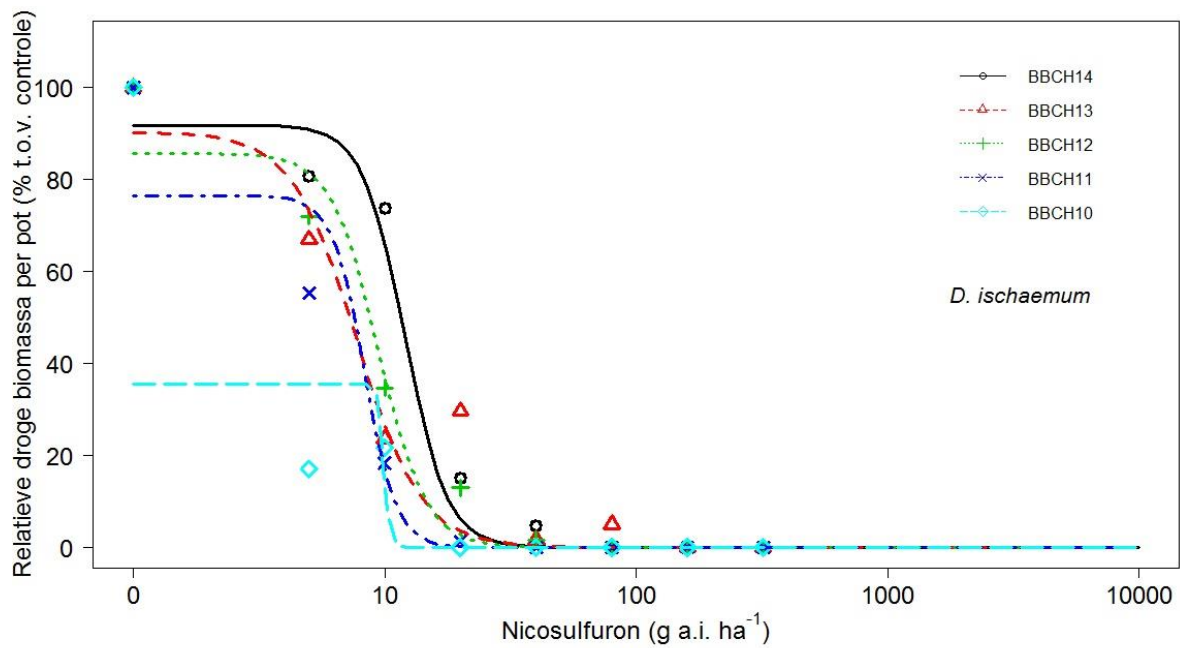
Figuur 4.20: Dosis-responscurves van verschillende bladstadia van *D. sanguinalis* 'Nieuwkerken-Waas' t.a.v. een naopkomsttoepassing van topamezon in experiment 3.1.



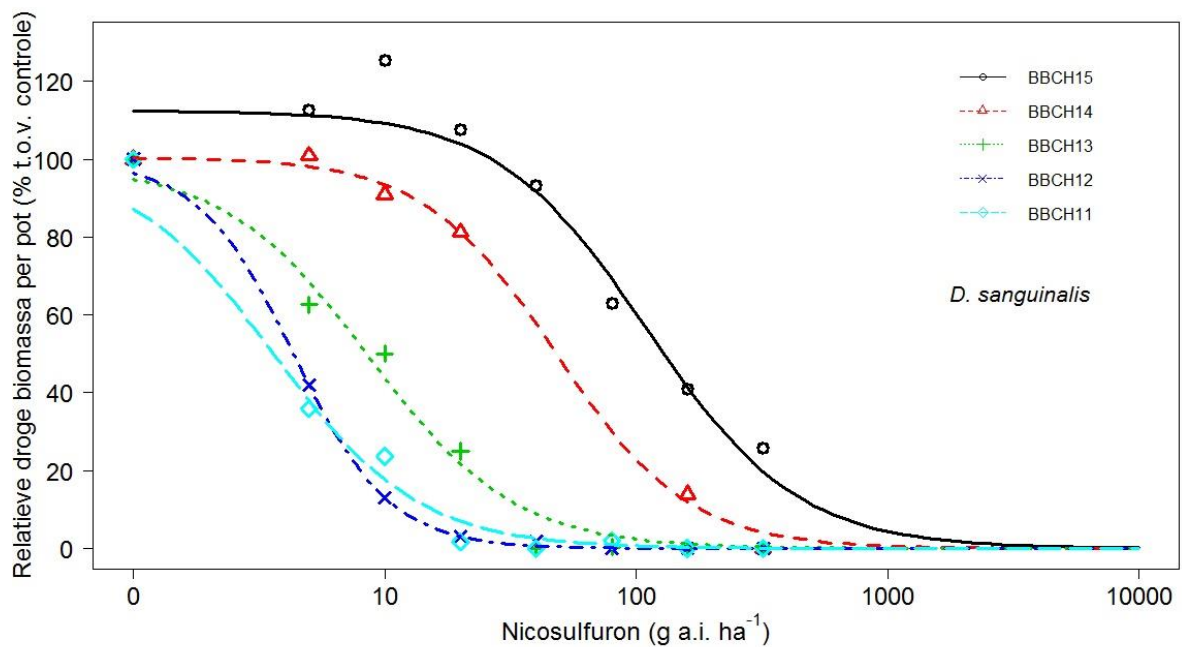
Figuur 4.21: Dosis-responscurves van verschillende bladstadia van *D. aequiglumis* 'Beervelde2' t.a.v. een naopkomsttoepassing van topamezon in experiment 3.1.



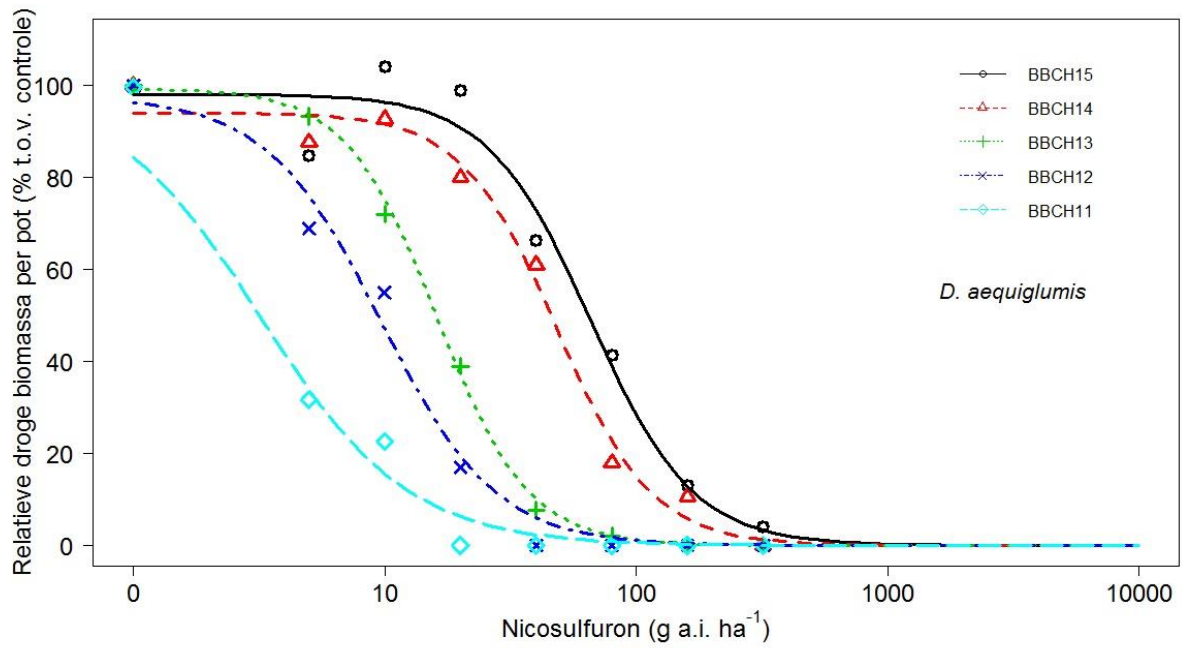
Figuur 4.22: Dosis-responscurves van verschillende bladstadia van *D. ciliaris subsp. nubica* 'Knesselare' t.a.v. een naopkomsttoepassing van topamezon in experiment 3.1.



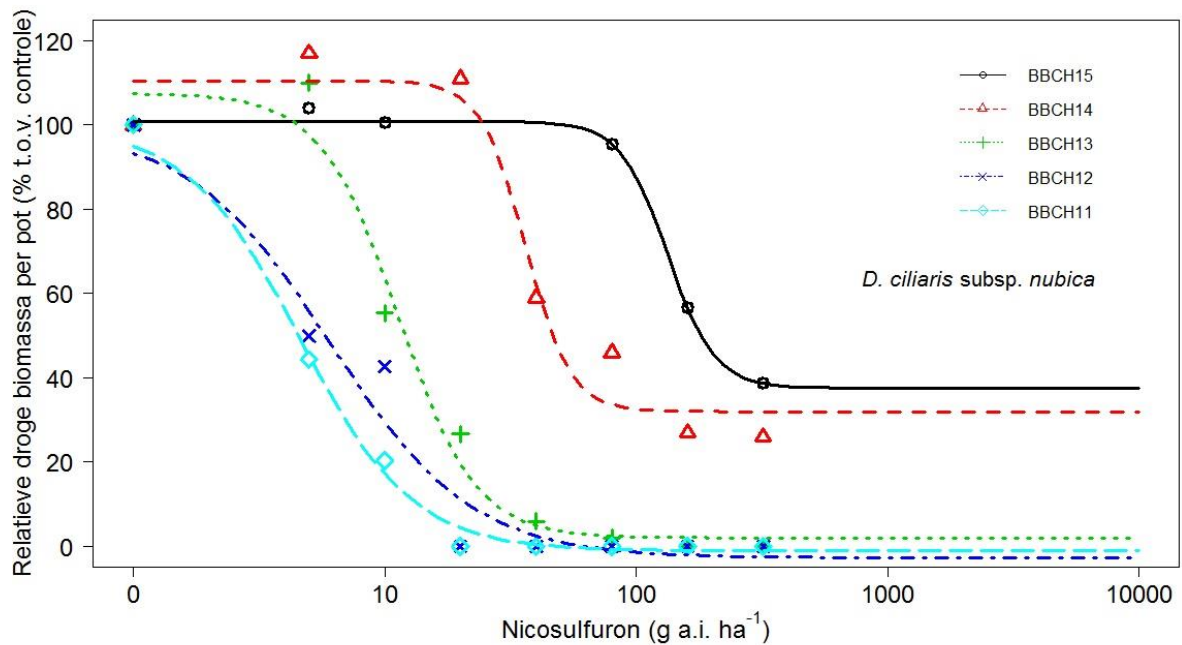
Figuur 4.23: Dosis-responscurves van verschillende bladstadia van *D. ischaemum* 'Oostrozebeke' t.a.v. een naopkomsttoepassing van nicosulfuron in experiment 3.1.



Figuur 4.24: Dosis-responscurves van verschillende bladstadia van *D. sanguinalis* 'Nieuwkerken-Waas' t.a.v. een naopkomsttoepassing van nicosulfuron in experiment 3.1.



Figuur 4.25: Dosis-responscurves van verschillende bladstadia van *D. aequiglumis* 'Beervelde2' t.a.v. een naopkomsttoepassing van nicosulfuron in experiment 3.1.



Figuur 4.26: Dosis-responscurves van verschillende bladstadia van *D. ciliaris subsp. nubica* 'Knesselare' t.a.v. een naopkomsttoepassing van nicosulfuron in experiment 3.1.



## 4.2 Discussie

### 4.2.1 Experiment 1: Groeipotentieel en ontwikkelingssnelheid van *Digitaria* spp.

De morfologische karakterisatie legt grote verschillen tussen de soorten bloot. De resultaten van de metingen van deze parameters werden waar mogelijk vergeleken met literatuurgegevens.

Het gemiddeld aantal stoelen per plant was erg variabel tussen de soorten. Een gemiddelde *D. ischaemum*-plant (Oostrozebeke) was in staat om 133 stoelen aan te leggen 73 dagen na zaai. De modelparameters van de gefitte Gompertzcurves tonen dat het theoretisch maximum aantal stoelen voor deze populatie ongeveer 149 stoelen is. Dit stemt niet echt overeen met wat Peters & Dunn (1971) vonden in veldproeven, nl. 227 en 791 stoelen bij een spatiëring van resp. 15 en 91 cm in de rij. Hetzelfde geldt voor *D. sanguinalis* 'Nieuwkerken-Waas': hierbij is er een theoretisch maximum van 41 stoelen (dat 73 dagen na zaai behaald werd) maar is er opnieuw geen overeenkomst met het onderzoek van Peters & Dunn (1971). Zij vonden 60 en 688 stoelen bij een spatiëring van resp. 15 en 91 cm. In het huidige onderzoek ligt het uitstoelingsvermogen dus lager. Dit kan een gevolg zijn van de timing van het experiment: stoelvorming is groter bij langere fotoperiodes (Ryle, 1966). *Digitaria sanguinalis*-planten opgekomen in mei en juni vormden tegen september gemiddeld respectievelijk 519 en 333 stoelen (Peters & Dunn, 1971). In het huidige onderzoek kwamen de planten pas op in juli en werd (al) na 73 dagen de laatste meting verricht. Het aantal stoelen van *D. sanguinalis* stemt wel ongeveer overeen met wat Mehrtens (2012) beweerde: een individuele, alleenstaande *D. sanguinalis*-plant kan tot 100 stoelen vormen. Deze vermeldde tevens dat een *D. sanguinalis*-plant tot 60 cm hoog kan worden, wat wordt bevestigd in het huidige onderzoek met een planthoogte van 46 cm 73 dagen na zaai. Peters & Dunn (1971) vermeldden echter mogelijke planthoogtes van 30 tot 120 cm voor *D. sanguinalis*.

Het gemiddeld aantal zaden per plant ligt voor alle soorten in de grootteorde van 15 000 zaden per plant, maar de soort met de grootste zaden (*D. ciliaris* subsp. *nubica* 'Knesselare', zie korrelgewicht in Tabel 4.6) kent wel het minst aantal zaden per plant (11 360 zaden per plant). De zaadproductie is niet altijd vergelijkbaar met de grootteorde die gevonden wordt in de literatuur. *Digitaria sanguinalis* haalde in het huidig onderzoek een zaadproductie van 15 824 zaden per plant. Peters & Dunn (1971) meldden 145 000 tot 154 000 zaden per plant indien de *D. sanguinalis*-plant geen competitie ondervond en er 91 cm afstand was tussen de planten (dit kan dus als een maximum beschouwd worden). Mehrtens (2012) rapporteerde een zaadproductie van 200 tot meer dan 1000 zaden per plant voor *D. sanguinalis* en Holm *et al.* (1977) vermeldden dat één *D. sanguinalis*-plant met 700 zij scheuten in de Verenigde Staten 150 000 zaden kan produceren terwijl één plant in de Filippijnen nog geen 2000 zaden kan vormen. Ook binnen *D. ischaemum* wordt dergelijke variatie in zaadproductie waargenomen: Peters & Dunn (1971) spraken van 188 000 tot 210 000 zaden indien de *D. ischaemum*-plant geen competitie ondervond. Aguyoh & Masiunas (2009) vermeldden een zaadproductie van *D. ischaemum* van 3160 zaden per plant indien de plantdichtheid 0.5 planten per m<sup>2</sup> was en 909 zaden per plant indien de plantdichtheid 8 planten per m<sup>2</sup> was (al werd hier geen rekening gehouden met gevallen en gebroken zaden). Mehrtens (2012) sprak van 100 tot meer dan 1500 zaden per plant voor *D. ischaemum* en in het huidige onderzoek werden gemiddeld 18 164 zaden per plant gevonden. Deze grote verschillen (in zaadproductie) zijn te wijten aan de grote plasticiteit van *Digitaria* spp. Er kan besloten worden dat *D. ischaemum* in het algemeen meer zaden produceert dan *D. sanguinalis* en *D. aequiglumis*.

De gemiddelde duizendkorrelgewichten (DKG) van 0.63 g voor *D. ischaemum* 'Oostrozebeke' en 0.55 g voor *D. sanguinalis* 'Nieuwkerken-Waas' zijn in overeenstemming met de resultaten van potproeven van Turner *et al.* (2012) die voor deze soorten gemiddeld resp. 0.59 en 0.46 tot 0.67 g vonden. De zaden van *D. aequiglumis* 'Beervelde2' zijn kleiner dan die van *D. sanguinalis* 'Nieuwkerken-Waas' (zie sectie 2.2.4.2) en wegen bijgevolg ook minder (DKG van 0.52 g). Het omgekeerde geldt voor de zaden van *D. ciliaris* subsp. *nubica* 'Knesselare': ze zijn groter dan die van de andere soorten en hebben een DKG van 1.42 g.

Wat groeipotentieel betreft, steekt *D. ciliaris* subsp. *nubica* 'Knesselare' er letterlijk en figuurlijk bovenuit: aanvankelijk groeit deze soort het snelst (Figuur 4.1 en Tabel 4.1) en uiteindelijk wordt deze soort ook ongeveer drie keer hoger in vergelijking met de andere geteste *Digitaria* spp. en maakt dubbel zoveel biomassa aan. Daarnaast is het korrelgewicht van de zaden van *D. ciliaris* subsp. *nubica* 'Knesselare' 250 % groter dan het gemiddelde van het korrelgewicht van de andere drie soorten. Deze waarden kunnen echter niet vergeleken worden met waarden uit de literatuur.

De andere drie soorten verschillen niet significant van elkaar wat betreft planthoogte en korrelgewicht, qua biomassa is dit wel het geval. De gemiddelde bovengrondse droge biomassa per plant van *D. ischaemum* 'Oostrozebeke', *D. sanguinalis* 'Nieuwkerken-Waas' en *D. aequiglumis* 'Beervelde2' was respectievelijk 26.4, 21.4 en 30.7 g 73 dagen na zaai. Veel literatuurgegevens rond biomassaproductie van *Digitaria* spp. waar deze gegevens mee kunnen vergeleken worden, zijn er niet. Peters & Dunn (1971) vermeldden dat *D. ischaemum* tot 18 g bovengrondse droge biomassa kan leveren in veldomstandigheden. Willems (1983) vond in potproeven met *D. ischaemum* drooggewichten van 0.0012 en 0.0227 g per plant 30 dagen na zaai. Gallart *et al.* (201) vonden in hun veldexperimenten met natuurlijk aanwezige populaties van *D. sanguinalis* bovengrondse droge biomassa's in een range van 0.006 tot 6.880 g, afhankelijk van de starttijd van de experimenten (range van mei tot augustus). Deze verschillen met het huidige onderzoek kunnen vermoedelijk verklaard worden door verschillen in gebruikte populaties (plasticiteit van *Digitaria* spp.), bemestings- en irrigatieregime en timing van de experimenten.

#### 4.2.2 Experiment 2: Herbicidengevoeligheid van *Digitaria* spp.

In experiment 2 werden verschillen in herbicidengevoeligheid aangetoond tussen *Digitaria* spp., zoals eerder ook gerapporteerd door Willems (1983). Voor topramezon werden verschillen in gevoeligheid tussen populaties waargenomen t.e.m. een factor 20 (exp. 2.1: *D. ciliaris* subsp. *nubica* 'Knesselare' vs. *D. ischaemum* 'Beervelde1'). Voor sulcotrion was dit t.e.m. een factor 5 (exp. 2.1: *D. ciliaris* subsp. *nubica* 'Knesselare' vs. *D. ischaemum* 'Beervelde1'), voor mesotrion t.e.m. een factor 3 (exp. 2.1: *D. ciliaris* subsp. *nubica* 'Knesselare' vs. *D. sanguinalis* 'Nieuwkerken-Waas') en voor tembotrion t.e.m. een factor 6 (exp. 2.1: *D. aequiglumis* 'Evergem' vs. *D. sanguinalis* 'Nieuwkerken-Waas').

Qua gevoeligheid ten aanzien van de HPPD-inhibitoren kunnen volgende profielen opgesteld worden per soort: *Digitaria aequiglumis* ten eerste is zeer gevoelig voor topramezon (1/8 van de volle dosering volstaat voor 90 % biomassareductie), gevoelig voor mesotrion (2/3 van de volle dosering is nodig voor 90 % biomassareductie) en weinig gevoelig voor tembotrion en sulcotrion (tot 3/2 van de volle dosering is nodig voor 90 % biomassareductie). *Digitaria ciliaris* subsp. *nubica* is de minst gevoelige soort: een volle dosering van tembotrion en mesotrion zorgt voor een voldoende bestrijding, een volle dosering van topramezon en sulcotrion echter niet. *Digitaria ischaemum* vervolgens is zeer gevoelig voor topramezon, sulcotrion, mesotrion en tembotrion (resp. 1/10, 1/4,

1/3 en 1/3 van de volle dosering volstaan voor 90 % biomassareductie). *Digitaria sanguinalis* ten slotte is zeer gevoelig voor sulcotrion, mesotrion en tembotrion (telkens is 1/3 van de volle dosering voldoende voor 90 % biomassareductie) en gevoelig voor topramezon (ongeveer 2/3 van de volle dosering volstaat).

In het algemeen zijn de recent genaturaliseerde soorten *D. aequiglumis* en *D. ciliaris* subsp. *nubica* een factor 3 tot 20 minder gevoelig voor de HPPD-inhibitoren dan *D. ischaemum* en *D. sanguinalis*, uitgezonderd voor *D. aequiglumis* behandeld met topramezon. Zo werd *D. ciliaris* subsp. *nubica* 'Knesselare' met de veld dosis van topramezon van 50.4 g a.s. ha<sup>-1</sup> onvoldoende bestreden (minder dan 90 % biomassareductie) in experiment 2.1. Voor sulcotrion bleek de veld dosis van 450 g a.s. ha<sup>-1</sup> in experiment 2.1 onvoldoende om *D. ciliaris* subsp. *nubica* 'Knesselare' en *D. aequiglumis* 'Bassevelde' te bestrijden. Voor mesotrion gaf de veld dosis van 150 g a.s. ha<sup>-1</sup> wel voldoende bestrijding van deze soorten. De veld dosis van 99 g a.s. ha<sup>-1</sup> van tembotrion ten slotte gaf geen voldoende bestrijding van de *D. aequiglumis*-populaties in experiment 2.1, wel van *D. ciliaris* subsp. *nubica* 'Knesselare'.

In het huidige onderzoek werden voor *D. ischaemum* gemiddelde ED<sub>50</sub>-waarden waargenomen van 2.4 g a.s. ha<sup>-1</sup> voor topramezon en 35.6 g a.s. ha<sup>-1</sup> voor mesotrion. In dosis-responsproeven met tot op 7.5 cm hoogte gemaaid *D. ischaemum*-planten werd reeds een ED<sub>50</sub> van 20.2 g a.s. ha<sup>-1</sup> gevonden voor topramezon indien N-bemesting was toegepast net voor herbicidetoepassing (Elmore *et al.*, 2012). Voor mesotrion werd een ED<sub>50</sub> van 169 g a.s. ha<sup>-1</sup> gevonden onder dezelfde voorwaarden. In andere dosis-responsproeven vonden McCurdy *et al.* (2009a) dat een dosis van mesotrion van 280 g a.s. ha<sup>-1</sup> op planten met 2 tot 3 stoelen 54 % reductie in droge bovengrondse biomassa teweegbracht 28 dagen na behandeling. Deze verschillen met het huidige onderzoek kunnen vermoedelijk verklaard worden door verschillen in gebruikte populaties (plasticiteit van *Digitaria* spp.), bemestings- en irrigatieregime en timing van de experimenten.

Voor de ALS-inhibitor nicosulfuron werden verschillen in gevoeligheid tussen populaties waargenomen t.e.m. een factor 36 (exp. 2.1: *D. ciliaris* subsp. *nubica* 'Knesselare' vs. *D. ischaemum* 'Oostrozebeke'). In de experimenten met foramsulfuron werden verschillen in gevoeligheid tussen populaties waargenomen t.e.m. een factor 10 (exp. 2.1: *D. ciliaris* subsp. *nubica* 'Knesselare' vs. *D. ischaemum* 'Beervelde1'). Qua gevoeligheid ten aanzien van de ALS-inhibitoren kunnen volgende profielen opgesteld worden per soort: *Digitaria aequiglumis* ten eerste is weinig gevoelig voor zowel nicosulfuron als foramsulfuron (5/4 van de volle dosering is nodig voor 90 % biomassareductie). *Digitaria ciliaris* subsp. *nubica* is tevens weinig gevoelig aan beide herbiciden (volle dosering volstaat niet). *Digitaria ischaemum* vervolgens is dan weer zeer gevoelig aan zowel nicosulfuron als foramsulfuron (1/3 van de volle dosering volstaat telkens voor 90 % biomassareductie). Gecombineerd met voorgaand profiel van *D. ischaemum* t.a.v. HPPD-inhibitoren, stemt dit niet geheel overeen met wat Huiting *et al.* (2014) schreven: *D. ischaemum* is gevoelig voor tembotrion en topramezon, matig gevoelig voor nicosulfuron en sulcotrion en eerder ongevoelig voor mesotrion. *Digitaria sanguinalis* ten slotte is opnieuw weinig gevoelig voor beide geteste ALS-inhibitoren (resp. de volle dosering en 5/4 van de volle dosering zijn nodig voor 90 % biomassareductie). In het algemeen zijn de recent genaturaliseerde soorten *D. aequiglumis* en *D. ciliaris* subsp. *nubica* wel minder gevoelig voor de ALS-inhibitoren dan *D. ischaemum* en *D. sanguinalis*.

De ED<sub>50</sub>-waarden voor *D. sanguinalis* in experiment 2.1 en 2.2 (Nieuwkerken-Waas 13.7 en 18.6 g a.s. ha<sup>-1</sup>, Puurs 22.0 en 12.6 g a.s. ha<sup>-1</sup> en Wommelgem 12.3 en 15.1 g a.s. ha<sup>-1</sup>) zijn van dezelfde grootteorde als de GR<sub>50</sub> (de dosis die bij 50 % van de populatie tot zichtbare schade leidt) die

Hennigh & Al-Khatib (2010) vonden, nl. 25.6 g a.s. ha<sup>-1</sup>. Voor foramsulfuron voldeed de maximaal toegelaten veld dosis (60 g a.s. ha<sup>-1</sup>) nog minder dan voor nicosulfuron: zes van de acht populaties waren onvoldoende bestreden, enkel de biomassa's van *D. ischaemum* 'Beervelde1' en *D. sanguinalis* 'Nieuwkerken-Waas' werden met meer dan 90 % gereduceerd bij de veld dosis (of lager).

Ook intraspecifiek zijn er verschillen qua herbicidegevoeligheid: *Digitaria aequiglumis* ten eerste kent intraspecifieke verschillen tot een factor 1.5 à 2, vooral bij topramezon, sulcotrion, tembotrion en nicosulfuron. Voor *D. ciliaris* subsp. *nubica* kon niet bepaald worden of er intraspecifieke verschillen zijn aangezien maar met één populatie gewerkt werd. *Digitaria ischaemum* vervolgens kent intraspecifieke verschillen tot een factor 2.5 voor topramezon en sulcotrion, niet voor de andere herbiciden. Hierbij dient opgemerkt te worden dat voor *D. ischaemum* meestal maar één of twee populaties onderzocht werden, waardoor de variatie in herbicidegevoeligheid moeilijk in te schatten is. Dit is bijvoorbeeld te zien bij topramezon waar drie populaties van *D. ischaemum* getest werden en tevens ook het hoogste intraspecifieke verschil werd waargenomen. *Digitaria sanguinalis* ten slotte is de soort met het grootste intraspecifieke verschil: een factor 4 verschil voor topramezon en foramsulfuron. Voor de andere herbiciden werden intraspecifieke verschillen tot een factor 1.5 à 2 waargenomen binnen *D. sanguinalis*.

Ondanks de recente inburgering van *D. aequiglumis* zijn er toch behoorlijk grote verschillen in herbicidegevoeligheid tussen *D. aequiglumis*-populaties (tot een factor 2). Dit wijst er op dat er continu nieuwe introducties (met verschillende genetische achtergrond) zijn en dat die er ook in slagen om in te burgeren en permanente populaties te vormen. Vergeleken met de interspecifieke verschillen lijken deze intraspecifieke verschillen eerder miniem. Landbouwkundig is dit echter erg belangrijk: sommige populaties binnen een soort worden met een bepaalde dosis bestreden terwijl andere populaties niet worden bestreden. Bijvoorbeeld bij een lastig te bestrijden soort zoals *D. aequiglumis* vormen deze intraspecifieke verschillen (waarbij de ene populatie tot het dubbele van een dosis voor een andere populatie nodig heeft om hetzelfde bestrijdingseffect te komen) wel degelijk het verschil tussen bestreden en niet bestreden populaties. In de praktijk is er dus meer risico op slechte bestrijding met die herbiciden die grote verschillen in ED-waarden opleveren binnen soorten. Dit is zeker het geval in omstandigheden die niet bevorderlijk zijn voor herbicidewerking; de verschillen zullen nog meer uitgesproken zijn. Dit is ook te zien in het huidige onderzoek waarbij de intraspecifieke verschillen veel groter zijn in experiment 2.1 dan in 2.2 (vide infra).

Dat de recent genaturaliseerde soorten *D. aequiglumis* en *D. ciliaris* subsp. *nubica* minder gevoelig zijn dan *D. ischaemum* en *D. sanguinalis* voor zowel de HPPD-inhibitoren als de ALS-inhibitoren, kan verscheidene oorzaken kennen. Mogelijk heeft deze mindere gevoeligheid te maken met een gebrek aan retentie van de spuitvloeistof (door de aard en densiteit van de beharing) en/of gebrekkige opname (Spanoghe, 2014). *Digitaria aequiglumis* is dens behaard met zeer korte haren: vermoedelijk heeft dit een negatief effect op retentie doordat het contact tussen spuitvloeistof en bladoppervlak bemoeilijkt wordt. *Digitaria ciliaris* subsp. *nubica* daarentegen is dun behaard met lange haren dus er worden minder problemen verwacht naar retentie toe: ijle dichtheid van beharing is eerder goed voor retentie aangezien deze de druppels van de spuitvloeistof makkelijker vasthouden aan het bladoppervlak (Hall *et al.*, 1997). Lange haren kunnen druppels echter ook doen opspatten of geheel of gedeeltelijk doen terugkaatsen waardoor er net minder retentie is (Nairn *et al.*, 2013). De mindere gevoeligheid van *D. ciliaris* subsp. *nubica* is waarschijnlijk toch eerder te wijten aan de dikte en samenstelling van de cuticula die allebei de opname van de herbiciden beïnvloeden. Aangezien tijdens de proefperiodes na irrigatie duidelijke grote druppels te zien waren op de bladeren van deze soort, is de cuticula vermoedelijk zeer dik en/of erg hydrofoob (waardoor er weinig contactoppervlak

is tussen druppel en bladoppervlak) (Taylor, 2011). Mogelijk kent deze soort hierdoor een lage herbicidenopname hetgeenaan de basis kan liggen van zijn lage herbicidengevoeligheid relatief t.o.v. de andere *Digitaria* spp. Naast verschillen in mate van absorptie kan de lagere herbicidengevoeligheid te maken hebben met een lagere translocatie en/of een hogere detoxificatiegraad van de actieve stof in vergelijking met de andere *Digitaria* spp. Verschillen in herbicideabsorptie, -translocatie en -detoxificatie liggen wellicht ook aan de basis van eerder gerapporteerde intraspecifieke verschillen in herbicidengevoeligheid (Hennigh & Al-Khatib, 2010).

Beide nieuwkomers tonen een opvallend verschil in gevoeligheid ten aanzien van tembotrion: *D. aequiglumis* is weinig gevoelig, *D. ciliaris* subsp. *nubica* gevoelig. Tembotrion wordt toegepast als olie dispersie (OD): deze formulering verbetert de retentie en zorgt voor een meer gelijkmatige bevochtiging van het bladoppervlak (Santel, 2009). De lipofiele componenten van deze dispersie bevorderen een snelle doorgang doorheen de waslaag (waardoor de kans op afspoeling door regen of irrigatie ook kleiner wordt) (Bus *et al.*, 2005). Mogelijk hebben deze solventen dus een gunstige invloed op de herbicidenopname, vooral bij soorten met een zeer hydrofoob bladoppervlak zoals *D. ciliaris* subsp. *nubica*. Aangezien *D. ciliaris* subsp. *nubica* gevoelig is voor tembotrion, kan de mindere gevoeligheid van *D. ciliaris* subsp. *nubica* ten aanzien van andere HPPD-inhibitoren dus waarschijnlijk te wijten zijn aan de dikte en samenstelling van de cuticula. Tevens werd tembotrion toegepast samen met de safener isoxadifen-ethyl (Gatzweiler *et al.*, 2012). In welke mate de safener via beïnvloeding van het herbicidenmetabolisme (detoxificatiesnelheid) bijdraagt tot bovenvermelde differentiële respons is onduidelijk.

Het verschil tussen experiment 2.1 en 2.1 is opvallend: bij experiment 2.2 wordt de in België maximum toegelaten veld dosis bij geen enkele soort of herbicide overschreden terwijl dit in experiment 2.1 wel het geval is. Ook de intraspecifieke verschillen zijn groter in experiment 2.1 dan in 2.2. Deze verschillen kunnen vermoedelijk verklaard worden door verschillen in lichtintensiteit tussen de experimenten: de proefperiode bij experiment 2.2 was meer somber dan bij experiment 2.1. De gemiddelde lichtintensiteit voor bespuiting was 12 920 lux in exp. 2.1 vs. 10 190 lux in exp. 2.2. De gemiddelde lichtintensiteit na de bespuiting kende zelfs nog een groter verschil tussen de twee experimenten: 12 550 lux in exp. 2.1 vs. 9 080 lux in exp. 2.2. Mogelijk herstellen planten beter onder lichtrijke omstandigheden omwille van de gunstigere omstandigheden voor hergroei vanuit groeipunten. Daarnaast speelt ook een snellere detoxificatie van herbiciden onder lichtrijke omstandigheden dan onder lichtarmere omstandigheden mogelijk een rol. Hierin zijn de hogere concentraties aan oplosbare suikers (gegenereerd door de hogere fotosynthese die geen lichtverzadiging kent bij C<sub>4</sub>-planten) belangrijk: een hoog suikergehalte kan namelijk gunstig zijn voor detoxificatie van herbiciden (Zaalishvili *et al.*, 2000; Sulmon *et al.*, 2004). In omstandigheden die niet bevorderlijk zijn voor herbicidewerking is er meer risico op slechte bestrijding met minder actieve herbiciden die grote verschillen in ED-waarden opleveren binnen soorten. Hoe slechter de omstandigheden (bijv. hoge lichtintensiteit), hoe groter dus de intraspecifieke verschillen. Dit alles kan verklaren waarom de ED's en de intraspecifieke verschillen in experiment 2.1 over het algemeen groter zijn dan in experiment 2.2.

#### 4.2.3 Experiment 3: Stadiumafhankelijkheid van herbicidengevoeligheid.

De gevoeligheid van *Digitaria* spp. t.a.v. de HPPD-inhibitor topramezon neemt lineair (*D. ischaemum* en *D. aequiglumis*) tot exponentieel (*D. sanguinalis* en *D. ciliaris* subsp. *nubica*) af met toenemende ouderdom van de zaailing. Vooral bij *D. ciliaris* subsp. *nubica* neemt de herbicidengevoeligheid dermate snel af dat zaailingen verkerend in het 3-blad stadium met de in België maximaal toegelaten

veld dosis van 50.4 g a.s. ha<sup>-1</sup> nog net voldoende bestreden kunnen worden. Vanaf het 4-blad stadium is dit niet meer het geval, idem bij *D. sanguinalis*. De ED<sub>90</sub> van het 5-blad stadium van *D. ciliaris* subsp. *nubica* is zelfs achttien keer groter dan die van het 1-blad stadium in experiment 3.1. *Digitaria ischaemum* en *D. aequiglumis* kunnen in het 5-blad stadium wel nog voldoende bestreden worden, al leunt de ED<sub>90</sub> van het 5-blad stadium van *D. aequiglumis* (42.5 g a.s. ha<sup>-1</sup>) ook dicht bij de maximaal toegelaten veld dosis aan.

Ook de gevoeligheid van *Digitaria* spp. t.a.v. de ALS-inhibitor nicosulfuron neemt lineair (*D. ischaemum*) tot exponentieel (*D. sanguinalis*, *D. aequiglumis* en *D. ciliaris* subsp. *nubica*) af met toenemende ouderdom van de zaailing. Vooral bij de laatste drie vermelde soorten neemt de herbicidegevoeligheid dermate snel af dat zaailingen verkerend in het 4-blad stadium met de in België maximaal toegelaten veld dosis van 45 g a.s. ha<sup>-1</sup> niet meer voldoende kunnen bestreden worden. *Digitaria ischaemum* kan in het 5-blad stadium wel nog voldoende bestreden worden, al overschrijdt de ED<sub>90</sub> van het 5-blad stadium van *D. ischaemum* in experiment 3.2 (46.7 g a.s. ha<sup>-1</sup>) net de maximaal toegelaten veld dosis (niet het geval in experiment 3.1).

Dergelijke blad stadium afhankelijkheid van de herbicidegevoeligheid werd ook in de literatuur aangegeven, maar dan voor mesotrion: de bestrijding van *D. ischaemum* met mesotrion aan 218 g a.s. ha<sup>-1</sup> gaf 78 % controle indien toegepast als vroege naopkomstbehandeling en maar 26 % controle als toegepast als late naopkomstbehandeling (helaas werden geen bladstadia opgegeven) (Giese *et al.*, 2005). Elmore *et al.* (2012) vermeldde een betere controle van *D. ischaemum* met een behandeling van mesotrion aan 280 g a.s. ha<sup>-1</sup> in een stadium met 2 stoelen dan in een stadium met 3 tot 8 stoelen. Naarmate een *D. sanguinalis*-plant ouder wordt, neemt de gevoeligheid voor herbiciden enorm snel af (Bhowmik & Nandihalli, 1988). Deze verschillen in herbicidegevoeligheid tussen planten verkerend in verschillend blad stadium zijn wellicht te verklaren door verschillen in morfologische (o.a. bladstand) en fysicochemische bladkenmerken (o.a. dikte en samenstelling van de waslaag) (Sanyal *et al.*, 2006). Deze bladkenmerken beïnvloeden de retentiecapaciteit en/of de mate en snelheid van opname. Holloway (1970) vermeldde dat de dikte, chemische samenstelling en structuur van de epicutulaire waslaag afhankelijk is van de leeftijd van de plant. Daarnaast kunnen ook wijzigingen in het herbicidenmetabolisme met de ouderdom van de plant een rol spelen.

Dat *D. aequiglumis* gevoeliger is voor topramezon dan voor de andere geteste herbiciden (zoals besproken in Sectie 4.2.2), komt ook hier naar voor: de afname in herbicidegevoeligheid met toenemend blad stadium voor *D. aequiglumis* is groter bij nicosulfuron dan bij topramezon. Met topramezon is er dus meer speling om *D. aequiglumis* te bestrijden dan met nicosulfuron (waarbij bestrijding moet gebeuren in zeer jonge stadia). Aangezien *Digitaria* spp. (kiemtemperatuur van minstens 20 °C) in vergelijking met maïs (9 °C) laat kiemen, is nawerking erg belangrijk. Bij een vroege toepassing van nicosulfuron tegen *D. aequiglumis* zullen er veel nakiezers zijn waardoor niet alle *D. aequiglumis*-planten bestreden worden. Voor moeilijk te bestrijden soorten is een vooropkomstbehandeling wellicht heel gunstig. Indien enkel naopkomsttoepassingen gebeuren (hetgeen de standaardpraktijk is in maïs), moeten krachtige bodemherbiciden toegevoegd worden aan de tankmix om nakiezers te bestrijden (De Cauwer, 2015; mondelinge mededeling). Bij laattijdige toepassing van topramezon geraken de ver uiteenliggende stadia van *D. aequiglumis* wellicht nog wel goed bestreden. Tevens dient benadrukt dat nicosulfuron en topramezon nauwelijks bodemnawerking vertonen (Geeroms, 2012).

*Digitaria ciliaris* subsp. *nubica* en *D. aequiglumis* zijn voor wat betreft hun gevoeligheid meer afhankelijk van blad stadium op moment van bespuiting dan *D. ischaemum*. Dit kan afgeleid worden

uit de helling van de curves. De afname in herbicidegevoeligheid van de *Digitaria* spp. benadrukt het belang van een tijdig uitgevoerde onkruidbestrijding zoals aangegeven in Sectie 2.2.6.1: zaailingen van *D. ciliaris* subsp. *nubica* kunnen niet meer op voldoende wijze bestreden worden na het 3-bladstadium. *Digitaria sanguinalis* dient ook te worden bestreden alvorens het 4-bladstadium wordt bereikt. Voor *D. ischaemum* neemt de gevoeligheid minder sterk af met toenemende ouderdom. Het 5-bladstadium kan zowel met topramezon als nicosulfuron nog bestreden worden met dosissen lager dan de maximaal toegelaten veld dosis. Ook bij *D. aequiglumis* ten slotte is dit het geval, zij het bij toepassing van topramezon. Bestrijding van zaailingen van *D. aequiglumis* met nicosulfuron dient ook voor het 4-bladstadium te worden gedaan om een voldoende bestrijding te bekomen.

Ondanks de schijnbaar hogere flexibiliteit op gebied van bestrijdingstijdstip bij *D. ischaemum* (en *D. aequiglumis* met topramezon), is het toch aan te raden de behandeling vóór het 4-bladstadium uit te voeren. Dit is niet enkel gunstig voor een betere herbicidenwerking, maar is ook veiliger naar gewasselectiviteit toe. Hierbij dient benadrukt dat dit huidige onderzoek uitgevoerd werd onder ideale omgevingsomstandigheden (geen waterstress, frequente herbevochtiging, ...) resulterend in factoren gunstig voor herbicidenopname. In het veld zijn de omgevingsomstandigheden vaak minder ideaal en zijn hogere ED<sub>90</sub>-dosissen te verwachten. Anderzijds worden in de praktijk complexe tankmixen gespoten waarbij synergistische werking niet uit te sluiten valt.

*Digitaria ciliaris* subsp. *nubica* en *D. aequiglumis* zijn voor wat betreft hun gevoeligheid meer afhankelijk van bladstadium op moment van bespuiting dan *D. ischaemum*. Samen met de lagere gevoeligheid t.a.v. de meeste geteste HPPD- en ALS-inhibitoren (zie experiment 2), kan dit één van de mogelijke verklaringen vormen voor de opmerkelijke expansie van *D. ciliaris* subsp. *nubica* en *D. aequiglumis* in Vlaanderen in het laatste decennium (naast bijv. de monoculturen van maïs en het dense wegnennetwerk in Vlaanderen).

Net als in experiment 2 zijn er ook in experiment 3 verschillen tussen beide runs (exp. 3.1 en 3.2). De ED-waarden van experiment 3.1 zijn een factor 1 tot 10 groter dan de corresponderende ED-waarden van experiment 3.2. Dit verschil kan vermoedelijk verklaard worden door verschillen in lichtintensiteit tussen de experimenten: de proefperiode bij experiment 3.2 was meer somber dan bij experiment 3.1. De gemiddelde lichtintensiteit voor bespuiting was 13 448 lux in exp. 3.1 vs. 12 203 lux in exp. 3.2. De gemiddelde lichtintensiteit na de bespuiting kende zelfs nog een groter verschil tussen de twee experimenten: 11 882 lux in exp. 3.1 vs. 9 888 lux in exp. 3.2. Deze verschillen in lichtintensiteit kunnen verschillen in ED-waarden genereren zoals besproken voor experiment 2 in sectie 4.2.2.

#### 4.2.4 Verder onderzoek

De resultaten en discussie leiden tot volgende suggesties voor verder onderzoek.

Moleculair onderzoek kan uitsluitsel brengen binnen het taxonomisch probleem van het soortenduo *D. sanguinalis* en *D. ciliaris* subsp. *ciliaris* aangezien dit onderscheid de dag van vandaag erg onduidelijk is. Ook *D. ciliaris* subsp. *nubica* zou hierin betrokken kunnen worden om na te gaan of deze soort werkelijk zo nauw verwant is aan *D. ciliaris* subsp. *ciliaris* als verondersteld wordt. Daarnaast dient meer informatie gegenereerd te worden rond *D. ciliaris* subsp. *nubica* in het algemeen.

Het bepalen van de herbicidegevoeligheid zou enerzijds in veldomstandigheden moeten gebeuren teneinde een meer realistisch beeld te krijgen van de werking van de herbiciden in het veld. Anderzijds zouden dosis-responsproeven in gecontroleerde weersomstandigheden interessant zijn zodat het effect hiervan op de herbicidegevoeligheid precies kan bepaald worden.

Om de gerapporteerde intra- en interspecifieke verschillen in herbicidegevoeligheid bij *Digitaria* spp. te kunnen verklaren is bijkomend onderzoek nodig naar de verschillen in opname, translocatie en metabolisme van de herbiciden. Een uitbreiding van het aantal populaties kan een betere inschatting van de intraspecifieke verschillen geven. Een uitbreiding van het aantal testherbiciden kan mogelijk verbanden op het niveau van werkwijze blootleggen.

In de discussie wordt een lagere retentie en/of gebrekkig contact van de spuitvloeistof met het bladoppervlak en/of grote dikte van de cuticula opgeworpen als mogelijke verklarende factoren voor de lagere herbicidegevoeligheid van de nieuwkomers *D. aequiglumis* en *D. ciliaris* subsp. *nubica*. Onderzoek naar de morfologie (beharing) en fysicochemische samenstelling van de bladeren en de invloed van weersomstandigheden hierop kan deze stelling mogelijk beter onderbouwen.



## 5. BESLUIT

**Is er een verschil in groeipotentieel en ontwikkelingssnelheid tussen *D. sanguinalis*, *D. ischaemum*, *D. aequiglumis* en *D. ciliaris* subsp. *nubica*? [D1]**

Er is een duidelijk verschil in groeipotentieel en ontwikkelingssnelheid tussen de *Digitaria* spp.: de potentiële biomassa van *D. ciliaris* subsp. *nubica* is ruwweg het dubbele van dat van de andere soorten. De andere nieuwkomer *D. aequiglumis* kent initieel een lagere groeisnelheid dan de overige soorten, maar heeft uiteindelijk een potentiële biomassa die 21 % en 69 % hoger ligt dan die van respectievelijk *D. ischaemum* en *D. sanguinalis*. Omwille van de hogere biomassa-accumulatie zijn de nieuwkomers *D. ciliaris* subsp. *nubica* en *D. aequiglumis* in vergelijking met de reeds langer ingeburgerde *Digitaria* spp. *D. ischaemum* en *D. sanguinalis* wellicht competitiekrachtiger.

**Hebben *Digitaria* spp. een verschillend herbicidegevoeligheidsprofiel? [D2]**

Zowel voor de HPPD-inhibitoren als voor de ALS-inhibitoren zijn er aanzienlijke interspecifieke verschillen in herbicidegevoeligheid. Binnen de HPPD-inhibitoren tonen topramezon en mesotrion de breedste werking op *Digitaria* spp., al is voor een goede bestrijding van *D. ciliaris* subsp. *nubica* in experiment 2.1 de 3/2 van de volle dosis van topramezon nodig voor 90 % biomassareductie. Topramezon bezit een zeer hoge activiteit ten aanzien van *D. aequiglumis* en *D. ischaemum*. Sulcotrion en tembotrion bezitten een minder brede werking. Voor sulcotrion en tembotrion zijn *D. sanguinalis* en *D. ischaemum* dan weer de gevoeligste soorten. In het algemeen zijn de recent genaturaliseerde soorten *D. aequiglumis* en *D. ciliaris* subsp. *nubica* minder gevoelig voor de HPPD-inhibitoren dan *D. ischaemum* en *D. sanguinalis*.

De geteste ALS-inhibitoren vertonen weinig activiteit ten aanzien van de *Digitaria* spp., met uitzondering van *D. ischaemum*. Nicosulfuron lijkt een betere werking tegen *Digitaria* spp. te hebben dan foramsulfuron, al is bij nicosulfuron het elfvoudige nodig van de maximaal toegelaten veld dosis ( $45 \text{ g a.s. ha}^{-1}$ ) om *D. ciliaris* subsp. *nubica* goed te kunnen bestrijden. Ook binnen de ALS-inhibitoren zijn de twee nieuwkomers dus de minst gevoelige soorten. Mogelijk heeft deze lagere gevoeligheid te maken met een gebrekkige opname voortvloeiend uit gebrekkige retentie van de spuitvloeistof (bv. omwille van de dense bladbehangings zoals bij *D. aequiglumis*) en/of gebrekkig contact van de spuitvloeistof met het bladoppervlak (bv. omwille van een sterk hydrofoob bladoppervlak zoals bij *D. ciliaris* subsp. *nubica*) en/of grote dikte van de cuticula. Een correcte identificatie van de *Digitaria* spp. en keuze van herbiciden (en hun dosissen) is dus heel belangrijk. De bestrijding van *D. aequiglumis* verloopt het best met topramezon, die van *D. ciliaris* subsp. *nubica* met mesotrion. De actiefste herbiciden voor bestrijding van *D. ischaemum* en *D. sanguinalis* zijn respectievelijk topramezon en mesotrion.

**Hoe groot is de inter- en intraspecifieke variabiliteit in herbicidegevoeligheid en in welke mate is deze herbicide- of werkingswijze specifiek? [D3]**

De interspecifieke variatie in herbicidegevoeligheid is herbicidespecifiek. Naopkomsttoepassingen [BBCH13] van de HPPD-inhibitor topramezon gaven tot 20-voudige verschillen in  $ED_{90}$ -waarden tussen populaties van verschillende soorten. Voor de andere HPPD-inhibitoren sulcotrion, mesotrion en tembotrion waren dit respectievelijk 5-, 3- en 6-voudige verschillen in  $ED_{90}$ -waarden. Naopkomsttoepassingen [BBCH13] van de ALS-inhibitoren nicosulfuron en foramsulfuron gaven tot 36- en 10-voudige verschillen in  $ED_{90}$ -waarden. De variatie in gevoeligheid voor deze herbiciden geeft

bij de minst gevoelige populaties aanleiding tot een onvoldoende bestrijding bij gebruik van de maximaal toegelaten veld dosis.

Intraspecifiek differentiëren de soorten zich ook inzake herbicidegevoeligheid; deze variatie is herbicidespecifiek. Het grootste intraspecifieke verschil dat werd waargenomen is een factor 4 verschil tussen ED<sub>90</sub>-waarden van *D. sanguinalis*-populaties Puurs en Nieuwkerken-Waas voor topramezon binnen eenzelfde experiment. Voor de andere herbiciden werden intraspecifieke verschillen tot een factor 1.5 à 2 waargenomen binnen *D. sanguinalis*. *Digitaria aequiglumis* kent intraspecifieke verschillen tot een factor 1.5 à 2 bij topramezon, sulcotrion, tembotrion en nicosulfuron. Deze verschillen in herbicidegevoeligheid tussen *D. aequiglumis*-populaties wijzen er op dat er continu nieuwe introducties (met verschillende genetische achtergrond) zijn in maïsackers. *Digitaria ischaemum* ten slotte kent intraspecifieke verschillen tot een factor 2.5 voor topramezon en sulcotrion, niet voor de andere herbiciden.

In de praktijk zijn deze verschillen erg belangrijk: er is meer risico op slechte bestrijding met minder actieve herbiciden die tevens grote verschillen in ED-waarden opleveren tussen/binnen soorten. Dit is zeker het geval in omstandigheden die niet bevorderlijk zijn voor herbicidewerking (bijv. lage RV): de verschillen zullen nog meer uitgesproken zijn. Bij een lastig te bestrijden soort zoals *D. aequiglumis* vormen de intraspecifieke verschillen (waarbij de ene populatie tot het dubbele van een dosis voor een andere populatie nodig heeft om hetzelfde bestrijdingseffect te komen) wel degelijk het verschil tussen bestreden en niet bestreden populaties.

**In welke mate is de gevoeligheid van *D. sanguinalis*, *D. ischaemum*, *D. aequiglumis* en *D. ciliaris* subsp. *nubica* t.a.v. topramezon (HPPD-inhibitor) en nicosulfuron (ALS-inhibitor) afhankelijk van het bladstadium bij toepassing? [D4]**

Algemeen gesteld neemt de herbicidegevoeligheid van alle vier de *Digitaria*-soorten lineair tot exponentieel af met toenemend bladstadium bij naopkomsttoepassing van topramezon en nicosulfuron. De gevoeligheid in het 5-bladstadium was 2 tot 33 keer lager dan in het 1-bladstadium. Bij *D. ischaemum* is de afname echter minder sterk dan bij de andere drie soorten; het 5-bladstadium kan met de volledige dosissen nog bestreden worden. *Digitaria ciliaris* subsp. *nubica* en *D. aequiglumis* zijn voor wat betreft hun gevoeligheid meer afhankelijk van bladstadium op moment van bespuiting dan *D. ischaemum*.

De afname in herbicidegevoeligheid met toenemende ouderdom van deze *Digitaria* spp. benadrukt het belang van een tijdig uitgevoerde bestrijding: zaailingen van *D. ciliaris* subsp. *nubica* en *D. sanguinalis* kunnen niet meer op voldoende wijze bestreden worden na het 3-bladstadium. Bestrijding van zaailingen van *D. aequiglumis* met nicosulfuron dient ook voor het 4-bladstadium te worden gedaan om een voldoende bestrijding te bekomen. Met topramezon echter kan *D. aequiglumis* ook nog voldoende bestreden worden na het 4-bladstadium. Ondanks de schijnbaar hogere flexibiliteit op gebied van bestrijdingstijdstip bij *D. ischaemum* (en *D. aequiglumis* met topramezon), is het toch aan te raden de behandeling vóór het 4-bladstadium uit te voeren.

## 6. REFERENTIES

- AGUYOH JN & MASIUNAS JB. (2009) Interference of large crabgrass (*Digitaria sanguinalis*) with snap beans. *Weed Science* **51**, 171–176.
- Algemene Directie Statistiek België (2013) Kerncijfers landbouw 2013. Raadpleegbaar op: [http://statbel.fgov.be/nl/modules/publications/statistiques/kerncijfers\\_landbouw\\_2013.jsp#.VJ RmNCDAA](http://statbel.fgov.be/nl/modules/publications/statistiques/kerncijfers_landbouw_2013.jsp#.VJ RmNCDAA) (laatst geraadpleegd op 10 december 2014).
- BARBERI P, COZANI A, MACCHIA M & BONARI E. (1998) Size and composition of the weed seedbank under different management systems for continuous maize crop. *Weed Research* **38**, 319–334.
- BARKWORTH M, CAPELS K, LONG S & PIEP M. (2003) *Flora of North America North of Mexico*. Vol. 25: Magnoliophyta: *Commelinidae* (in part): *Poaceae*, part 2. (ed. Flora of North America Editorial Committee). Oxford University Press, New York, VS.
- BENEVUTI S, MACCHIA M & MIELE S. (2001) Quantitative analysis of emergence of seedlings from buried seed weeds with increasing soil depth. *Weed Science* **49**, 528–535.
- BHOWMIK PC & NANDIHALLI UB. (1988) Control of large crabgrass (*Digitaria sanguinalis*) and fall Panicum (*Panicum dichotomiflorum*) in corn (*Zea mays*) with tridiphane and atrazine combinations. *Weed Science* **36**, 359–362.
- BISWAS PK, DEVI A, ROY PK & PAUL KB. (1978) Enzyme activity in dormant and nondormant large crabgrass (*Digitaria sanguinalis*) seeds following hydration. *Weed Science* **26**, 90–93.
- BLAKE ST. (1969) Taxonomic and nomenclatural studies in the *gramineae*, No. 2. In: *Proc. Roy. Soc. QD*. 1–26. Queensland Herbarium, Brisbane, Australië.
- BUS K, SCHEPERS H & VAN ZEELAND M. (2005) Inventarisatie hulpstoffen gewasbeschermingsmiddelen, 1–57. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Wageningen, Nederland.
- CARDINA J, HERMS CP & HERMS DA. (2011) Phenological indicators for emergence of large and smooth crabgrass (*Digitaria sanguinalis* and *D. ischaemum*). *Weed Technology* **25**, 141–150.
- DE CAUWER B. (2011) Herbologie (cursus), Faculteit bio-ingenieurswetenschappen, Universiteit Gent, Gent, België.
- CHAUHAN BS & JOHNSON DE. (2008) Germination ecology of southern crabgrass (*Digitaria ciliaris*) and India crabgrass (*Digitaria longiflora*): two important weeds of rice in tropics. *Weed Science* **56**, 722–728.
- CLEMENT EJ. (2000) *Digitaria ciliaris* established in Gosport (S. Hants, VC 11). *BSBI News* **83**, 37–39.
- COMMISSIE VOOR TERMINOLOGIE OP HET GEBIED VAN DE ONKRUIDKUNDE VOOR HET NEDERLANDSE TAALGEBIED. (1984) *Terminologie op het gebied van de onkruidkunde, 2<sup>e</sup> druk*. Wageningen, Nederland.
- CRUZ J-F. (2004) Fonio: a small grain with potential. *LEISA Magazine* **20**, 16–17.
- CUDNEY DW & ELMORE CL. (2000) Biology and control of crabgrass. In: *Turfgrass and Landscape Management Research Conference*. University of California, Riverside, California, VS, 1–2.
- DALRYMPLE RL, MITCHELL R, FLATT B, DOBBS W, INGRAM S & COLEMAN S. (1999) *Crabgrass for Forage: Management from the 1990s*. Ardmore, Oklahoma, VS.
- EGLY GH & CHANDLER JM. (1983) Longevity of weed seeds after 5,5 years in the Stoneville 50-year buried-seed study. *Weed Science* **31**, 264–270.
- ELMORE MT, BROSNAN JT, KOPSELL DA & BREEDEN GK. (2012) Nitrogen-enhanced efficacy of mesotrione and topramezone for smooth crabgrass (*Digitaria ischaemum*) control. *Weed Science* **60**, 480–485.
- EUROPESE COMMISSIE. (2004) *EU DIR 2004/248/EG*.
- EUROPESE COMMISSIE. (2009) *EU DIR 2009/128/EC*.

- FISCHER MA, OSWALD K & ADLER W. (2008) *Exkursionsflora für Österreich, Liechtenstein und Südtirol*. Biologiezentrum der Oberösterreichischen Landesmuseen, Oostenrijk.
- FLORA DE LA REPÚBLICA ARGENTINA. (2014) *Digitaria aequiglumis*. Raadpleegbaar op: <http://www.floraargentina.edu.ar/detalleespecie.asp?forma=&variedad=aequiglumis&subespecie=&especie=aequiglumis&espcod=12316&genero=Digitaria&autor=4013&d> (laatst geraadpleegd op 10 december 2014).
- FORCELLA F, BENECH ARNOLD RL, SANCHEZ R & GHERSA CM. (2000) Modeling seedling emergence. *Field Crops Research* **67**, 123–139.
- FRANKE AC, VAN DIJK CJ & RIEMENS MM. (2009) *Setaria verticillata*, *Digitaria ischaemum* and *Geranium molle*: biology and control, a review of literature. Wageningen, Nederland.
- FU R & ASHLEY RA. (2006) Interference of large crabgrass (*Digitaria sanguinalis*), redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*), and hairy galinsoga (*Galinsoga ciliata*) with bell pepper. *Weed Science* **54**, 364–372.
- FYTOWEB (2014) Fytoweb. Raadpleegbaar op: <http://www.fytoweb.be/indexNL.asp> (laatst geraadpleegd op 15 april 2015).
- GALLART M, TERESA MAS M & VERDU AMC. (2010) Demography of *Digitaria sanguinalis*: effect of the emergence time on survival, reproduction, and biomass. *Weed Biology and Management* **10**, 132–140.
- GALLART M, VERDU AMC & MAS MT. (2008) Dormancy breaking in *Digitaria sanguinalis* seeds: the role of the caryopsis covering structures. *Seed Science and Technology* **36**, 259–270.
- GARADIN A, DURR C & COLBACH N. (2010) Effects of seed depth and soil aggregates on the emergence of weeds with contrasting seed traits. *Weed Research* **50**, 91–101.
- GATZWEILER E, KRÄHMER H, HACKER E, HILLS M, TRABOLD K & BONFIG-PICARD G. (2012) Weed spectrum and selectivity of tembotrione under varying environmental conditions. In: *25th German Conference on Weed Biology and Weed Control* (13-15 maart, Julius Kühn Institute, Braunschweig, Duitsland). 385–391. Julius Kühn Institute, Braunschweig, Duitsland.
- GEEROMS T. (2012) *Giersten (Panicum spp.) in maïspercelen: competitiviteit en reactie ten aanzien van herbiciden*. PhD thesis, Universiteit Gent, Gent, België.
- GIESE MS, KEESE RJ, CHRISTIANS NE & GAUSSOIN RE. (2005) Mesotrione: a potential selective post-emergence herbicide for turfgrass. *Turfgrass Society Research Journal* **10**, 100–101.
- GIESEN & GEURTS. (2003) Vegetatiekartering van de Staatsbosbeheerobjecten Zwolse Bos en Speulderbos. Nederland.
- HACKER JB. (1984) Genetic variation in seed dormancy in *Digitaria milanijana* in relation to rainfall at the collection site. *Journal of Applied Ecology* **21**, 947–959.
- HAESAERT G, DERYCKE V, LATRÉ J, DE ROO B & MARTENS D. (2014) Geïntegreerde onkruidbestrijding in maïs wordt een noodzaak. Landbouwcentrum Voedergewassen (LCV).
- HALL FR, DOWNER RA, COOPER JA, EBERT TA & FERREE DC. (1997) Changes in spray retention by apple leaves during a growing season. *HortScience* **32**, 858–860.
- HEAP I. (2014) The International Survey of Herbicide Resistant Weeds. Raadpleegbaar op: <http://www.weedscience.org> (laatst geraadpleegd op 27 april 2015).
- HELLWIG KB, JOHNSON WG & SCHARF PC. (2002) Grass weed interference and nitrogen accumulation in no-tillage corn. *Weed Science* **50**, 757–762.
- HENNIGH DS & AL-KHATIB K. (2010) Response of barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*), green foxtail (*Setaria viridis*), longspine sandbur (*Cenchrus longispinus*) and large crabgrass (*Digitaria sanguinalis*) to nicosulfuron and rimsulfuron. *Weed Science* **58**, 189–194.

- HENRARD JT. (1950) *Monograph of the genus Digitaria*. Universitaire Pers Leiden, Leiden, Nederland.
- HOLLOWAY PJ. (1970) Surface factors affecting the wetting of leaves. *Pesticide Science* **1**, 156–163.
- HOLM L, PLUCKNETT D, PANCHO J & HERBERGER J. (1977) *The world's worst weeds: distribution and biology*. University Press Hawaiï, Honolulu, VS.
- HOSTE I. (2003) Maïsakkers en biodiversiteitsonderzoek: zin of onzin? *Scripta Botanica Belgica* **24**, 29–38.
- HOSTE I. (2005) *Digitaria aequiglumis* in Sleidinge (OVI.), nieuw voor de Belgische flora. *Dumortiera* **84**, 21–23.
- HOSTE I, VERLOOVE F, NAGELS C, ANDRIESSEN L. & LAMBINON J. (2009) De adventievenflora van in België ingevoerde mediterrane containerplanten. *Dumortiera* **97**, 1–16.
- HRAC. (2014) Herbicide Resistance Action Committee. Raadpleegbaar op: <http://hracglobal.com> (laatst geraadpleegd op 1 maart 2015).
- HUITING H, ROTTEVEEL T, SPOORENBERG P & VAN DER WEIDE R. (2014) Distribution, significance and control of foxtail, *Setaria* spp. and crabgrass, *Digitaria* spp. in the Netherlands, and the situation within Europe. In: *26th German Conference on weed Biology and Weed Control*. (11-13 maart, Julius Kühn Institute, Braunschweig, Duitsland). 671–681. Julius Kühn Institute, Braunschweig, Duitsland.
- JOHNSON BC & YOUNG BG. (2002) Influence of temperature and relative humidity on the foliar activity of mesotrione. *Weed Science* **50**, 157–161.
- KIM TJ, NEAL JC, DITOMASO JM & ROSSI FS. (2002) A survey of weed scientists' perceptions on the significance of crabgrasses (*Digitaria* spp.) in the United States. *Weed Technology* **16**, 239–242.
- KING CA & OLIVER LR. (1994) A model for predicting large crabgrass (*Digitaria sanguinalis*) emergence as influenced by temperature and water potential. *Weed Science* **42**, 561–567.
- KNEZEVIC SZ, STREIBIG JC & RITZ C. (2007) Utilizing R software package for dose-response studies: the concept and data analysis. *Weed Technology* **21**, 840–848.
- KUTSCHERA L. (1960) *Wurzelatlas : mitteleuropäischer Ackerunkräuter und Kulturpflanzen*. Frankfurt am Main, Duitsland.
- LAMBINON J, DE LANGHE J-E, DELVOSALLE L & DUVIGNEAUD J. (1998) *Flora van België, het Groothertogdom Luxemburg, Noord-Frankrijk en de aangrenzende gebieden (Pteridofyten en Spermatofyten)*, Nationale Plantentuin van België, Meise, België.
- LUNDGREN JG, SHAW JT, ZABORSKI ER & EASTMAN CE. (2005) The influence of organic transition systems on beneficial ground-dwelling arthropods and predation of insects and weed seeds. *Renewable Agriculture and Food Systems* **21**, 227–237.
- MARKS MK & NWACHUKU AC. (1986) Seed-bank characteristics in a group of tropical weeds. *Weed Research* **26**, 151–157.
- MASIN R, ZUIN MC, ARCHER DW, FORCELLA F & ZANIN G. (2005) WeedTurf: a predictive model to aid control of annual summer weeds in turf. *Weed Science* **53**, 193–201.
- MC IVOR JG & HOWDEN SM. (2000) Dormancy and germination characteristics of herbaceous species in the seasonally dry tropics of northern Australia. *Austral Ecology* **25**, 213–222.
- MCCURDY JD, MCELROY JS & BREEDEN GK. (2009a) Yellow nutsedge (*Cyperus esculentus*) and large crabgrass (*Digitaria sanguinalis*) response to soil- and foliar-applied mesotrione. *Weed Technology* **23**, 62–66.
- MCCURDY JD, MCELROY JS, KOPSELL DA & SAMS CE. (2009b) Mesotrione control and pigment concentration of large crabgrass (*Digitaria sanguinalis*) under varying environmental conditions. *Pest Management Science* **65**, 640–644.

- MENALLED FD, MARINO PC, RENNER KA & LANDIS DA. (1999) Post-dispersal weed seed predation in Michigan crop fields as a function of agricultural landscape structure. *Agriculture, Ecosystems & Environment* **77**, 193–202.
- MITICH LW. (1988) Crabgrass. *Weed Technology* **2**, 114–115.
- MOHLER CL & CALLAWAY MB. (1992) Effects of tillage and mulch on the emergence and survival of weeds in sweet corn. *Journal of Applied Ecology* **29**, 21–34.
- MOHLER CL & CALLAWAY MB. (1995) Effects of tillage and mulch on weed seed production and seed banks in sweet corn. *Journal of Applied Ecology* **32**, 627–639.
- MONKS DW & SCHULTHEIS JR. (1998) Critical weed-free period for large crabgrass (*Digitaria sanguinalis*) in transplanted watermelon (*Citrullus lanatus*). *Weed Science* **46**, 530–532.
- NAIRN JJ, FORSTER WA & VAN LEEUWEN RM. (2013) ‘Universal’ spray droplet adhesion model - accounting for hairy leaves. *Weed Research* **53**, 407–417.
- NGULUVE DW, MUIR JP, WITTIE R, ROSIERE R & BUTLER TJ. (2004) Yield and nutritive value of summer legumes as influenced by dairy manure compost and competition with crabgrass. *Agronomy Journal* **96**, 812.
- PETERS RA & DUNN S. (1971) Life history studies as related to weed control in the Northeast; 6: large and small crabgrass. *Storrs Agricultural Experiment Station* **3**, 1–31.
- PIGNATTI S & ANZALONE B. (1982) *Flora d’Italia*. Edagricole, Bologna, Italië.
- REHEUL D. (2005) Fytotechnie: Voedergewassen (cursus), Faculteit bio-ingenieurswetenschappen, Universiteit Gent, Gent, België.
- RITZ C & STREIBIG JC. (2005) Bioassay analysis using R. *Journal of Statistical Software* **12** (5).
- RYLE GJA. (1966) Effects of photoperiod in the glasshouse on the growth of leaves and tillers in three perennial grasses. *Annals of Applied Biology* **57**, 257–268.
- SANTEL HJ. (2009) LAUDIS OD - a new herbicide for selective post-emergence weed control in corn (*Zea mays* L.). *Bayer Cropscience Journal* **62**, 95–108.
- SANYAL D, BHOWMIK PC & REDDY KN. (2006) Influence of leaf surface micromorphology, wax content, and surfactant on primisulfuron droplet spread on barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) and green foxtail (*Setaria viridis*). *Weed Science* **54**, 627–633.
- SEEFELDT SS, JENSEN JE & PATRICK FUERST E. (1995) Log-logistic analysis of herbicide dose-response relationships. *Weed Technology* **9**, 218–225.
- SHANER DL. (2014) *Herbicide handbook*. (ed. Shaner, DL.) 10<sup>th</sup> edition. Champaign (Ill.) : Weed science society of America, VS.
- SIMPSON GM. (1990) *Seed Dormancy in Grasses*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- SINGH HB & ARORA RK. (1972) Raishan (*Digitaria* sp.)—a minor millet of the Khasi Hills, India. *Economic Botany* **26**, 376–380.
- SPANOGHE P. (2014) Fytofarmacie (cursus). Faculteit bio-ingenieurswetenschappen, Universiteit Gent, Gent, België.
- STAPF O & HUBBARD CE. (1919) *Flora of Tropical Africa* (ed. Prain D). Vol 9 (1).
- STREIBIG JC, RUDEMO M & JENSEN JE. (1993) Dose-response curves and statistical models. In J.C. Streibig & P. Kudsk, eds. *Herbicide bioassays*. CRC Press, Boca Raton, VS, 29–55.
- STRYCKERS J. (1990) Verschuivingen in de onkruidflora door chemische onkruidbestrijding. *Biologisch Jaarboek Dodonca* **58**, 71–83.

- SULMON C, GOUESBET G, COUÉE I & AMRANI A EL. (2004) Sugar-induced tolerance to atrazine in *Arabidopsis* seedlings: interacting effects of atrazine and soluble sugars on psbA mRNA and D1 protein levels. *Plant Science* **167**, 913–923.
- TAYLOR P. (2011) The wetting of leaf surfaces. *Current Opinion in Colloid & Interface Science* **16**, 326–334.
- TIKAM K, PHATSARA C, MIKLED C ET AL. (2013) Pangola grass as forage for ruminant animals: a review. *SpringerPlus* **2**, 604.
- TILLEY AM & WALKER HL. (2002) Evaluation of *Curvularia intermedia* (*Cochliobolus intermedium*) as a potential microbial herbicide for large crabgrass (*Digitaria sanguinalis*). *Biological Control* **25**, 12–21.
- TURNER FA, JORDAN KS & VAN ACKER RC. (2012) Review: The recruitment biology and ecology of large and small crabgrass in turfgrass: Implications for management in the context of a cosmetic pesticide ban. *Canadian Journal of Plant Science* **92**, 829–845.
- VALL E, ANDRIEU N, BEAVOGUI F & SOGODOGO D. (2011) Les cultures de soudure comme stratégie de lutte contre l'insécurité alimentaire saisonnière en Afrique de l'Ouest : le cas du fonio (*Digitaria exilis* Stapf). *Cahiers Agricultures* **20**, 294–300.
- VAN DER MEIJDEN R. (2005) *Heukels' flora van Nederland*. Wolters-Noordhoff Uitgevers B.V., Groningen, Nederland.
- VAN DER VAART A. (1998) *Asymptotic statistics*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- VANDERHOEVEN S, PIERET N, TIEBRE M-S ET AL. (2006) *Invasive plants in Belgium: patterns, processes and monitoring (INPLANBEL)*. Federaal wetenschapsbeleid, Brussel, België.
- VAN LANDUYT W, HOSTE I, VANHECKE L, VAN DEN BREMPT P, VERCRUYSE W & DE BEER D. (2006) *Atlas van de Flora van Vlaanderen en het Brussels Gewest*. INBO, Nationale Plantentuin van België, Flo.Wer., Meise, België.
- VAN ROMPAEY E & DELVOSALLE L. (1972) *Atlas van de Belgische en Luxemburgse Flora, Pteridofyten en Spermatofyten*. Nationale Plantentuin van België, Meise, België.
- VERLOOVE F. (2002) *Ingeburgerde plantensoorten in Vlaanderen*. Instituut voor natuurbehoud.
- VERLOOVE F. (2006) Catalogue of neophytes in Belgium. *Scripta Botanica Belgica* **39**, 1–89.
- VERLOOVE F. (2008) Studies within the genus *Digitaria* Haller (*Poaceae*, *Panicoideae*) in southwestern Europe. *Candollea* **63**, 227–233.
- VERLOOVE F & GROOM Q. (2014) Manual of the Alien Plants of Belgium. Raadpleegbaar op: <http://alienplantsbelgium.be> (laatst geraadpleegd op 10 april 2015).
- VERLOOVE F & VANDENBERGHE C. (1996) Nieuwe en interessante voederadventieven voor de Belgische flora, hoofdzakelijk in 1995. *Dumortiera* **66**, 11–32.
- VERLOOVE F & VANDENBERGHE C. (1999) Nieuwe en interessante voederadventieven voor de Belgische flora, hoofdzakelijk in 1998. *Dumortiera* **74**, 23–32.
- VIETMEYER N, BORLAUGH N, AXTELL J, BURTON G, HARLAN J & RACHIE K. (1996) Fonio (Acha). In: Board on Science and Technology for International Development (ed). *Lost Crops of Africa: Volume I: Grains*. National Academy Press, Washington DC, 59–76.
- WATSON L & DALLWITZ MJ. (1992) *The grass genera of the world*. University Press, Cambridge, UK.
- WEBSTER RD & HATCH SL. (1990) Taxonomy of *Digitaria* section *aequiglumae* (*Poaceae* : *Paniceae*). *SIDA, Contributions to Botany* **14**, 145–167.
- WIEDERHOLT RJ & STOTTENBERG DE. (1996) Similar fitness between large crabgrass (*Digitaria sanguinalis*) accessions resistant or susceptible to acetyl-coenzyme A carboxylase inhibitors. *Weed Science* **10**, 42–49.

- WILHALM T. (2009) *Digitaria ciliaris* in Europe. *Willdenowia - Annals of the Botanic Garden and Botanical Museum Berlin-Dahlem* **39**, 247–259.
- WILLEMS G. (1983) Biologie en bestrijding van de onkruidgiersten *Digitaria* Heist. ex Fabr., *Echinochloa* P.B en *Setaria* P.B. Rijksuniversiteit Gent, Gent, België.
- ZAALISHVILI G V, KHATISASHVILI GA, UGRKHELIDZE DS, GORDEZIANI MS & KVESITADZE GI (2000) Plant potential for detoxification (Review). *Applied Biochemistry and Microbiology* **36**, 443–451.



## 7. BIJLAGEN

### Experiment 2.1

**Tabel 7.1: Modelparameters ( $\pm$ SE) met bijhorende  $P$ -waarde van het drie parameter Weibull model voor de verschillende populaties bij behandeling met topamezon in experiment 2.1.**

Populatie	Modelparameters					
	b		d		e	
	gem. $\pm$ SE	$P$ -waarde	gem. $\pm$ SE	$P$ -waarde	gem. $\pm$ SE	$P$ -waarde
Beervelde2	1.42 $\pm$ 0.227	0.0000	1.65 $\pm$ 0.074	0.0000	3.13 $\pm$ 0.280	0.0000
Bassevelde	2.20 $\pm$ 0.607	0.0004	1.21 $\pm$ 0.061	0.0000	5.30 $\pm$ 0.492	0.0000
Evergem	17.99 $\pm$ 204.134	0.9299	0.98 $\pm$ 0.045	0.0000	6.36 $\pm$ 0.673	0.0000
Oostrozebeke	1.70 $\pm$ 0.575	0.0034	0.77 $\pm$ 0.062	0.0000	3.92 $\pm$ 0.697	0.0000
Beervelde1	1.78 $\pm$ 0.544	0.0012	0.95 $\pm$ 0.073	0.0000	2.75 $\pm$ 0.372	0.0000
Herbiseed	1.29 $\pm$ 0.454	0.0050	0.74 $\pm$ 0.062	0.0000	2.60 $\pm$ 0.534	0.0000
Nieuwkerken-Waas	1.05 $\pm$ 0.215	0.0000	1.07 $\pm$ 0.067	0.0000	7.80 $\pm$ 1.331	0.0000
Puurs	1.01 $\pm$ 0.228	0.0000	1.29 $\pm$ 0.078	0.0000	10.07 $\pm$ 1.397	0.0000
Wommelgem	1.22 $\pm$ 0.272	0.0000	1.24 $\pm$ 0.061	0.0000	18.31 $\pm$ 2.259	0.0000
Knesselare	0.68 $\pm$ 0.123	0.0000	1.66 $\pm$ 0.077	0.0000	25.78 $\pm$ 3.725	0.0000

**Tabel 7.2: Modelparameters ( $\pm$ SE) met bijhorende  $P$ -waarde van het drie parameter log-logistisch model voor de verschillende populaties bij behandeling met sulcotrion in experiment 2.1.**

Populatie	Modelparameters					
	b		d		e	
	gem. $\pm$ SE	$P$ -waarde	gem. $\pm$ SE	$P$ -waarde	gem. $\pm$ SE	$P$ -waarde
Beervelde2	1.91 $\pm$ 0.383	0.0000	1.56 $\pm$ 0.079	0.0000	95.03 $\pm$ 12.982	0.0000
Bassevelde	1.55 $\pm$ 0.336	0.0000	1.29 $\pm$ 0.083	0.0000	125.90 $\pm$ 25.093	0.0000
Evergem	3.02 $\pm$ 0.932	0.0014	1.19 $\pm$ 0.061	0.0000	194.99 $\pm$ 25.474	0.0000
Beervelde1	3.47 $\pm$ 1.435	0.0166	0.97 $\pm$ 0.071	0.0000	64.46 $\pm$ 10.788	0.0000
Nieuwkerken-Waas	2.33 $\pm$ 0.904	0.0108	0.91 $\pm$ 0.079	0.0000	68.18 $\pm$ 14.296	0.0000
Puurs	2.66 $\pm$ 0.685	0.0001	1.28 $\pm$ 0.073	0.0000	84.19 $\pm$ 11.415	0.0000
Wommelgem	2.62 $\pm$ 0.890	0.0036	1.27 $\pm$ 0.076	0.0000	86.52 $\pm$ 11.612	0.0000
Knesselare	1.05 $\pm$ 0.306	0.0000	1.36 $\pm$ 0.081	0.0000	147.41 $\pm$ 28.284	0.0000

**Tabel 7.3: Modelparameters ( $\pm$ SE) met bijhorende  $P$ -waarde na BoxCox-transformatie van het drie parameter Weibull model voor de verschillende populaties bij behandeling met mesotrion in experiment 2.1.**

Populatie	Modelparameters					
	b		d		e	
	gem. $\pm$ SE	$P$ -waarde	gem. $\pm$ SE	$P$ -waarde	gem. $\pm$ SE	$P$ -waarde
Beervelde2	2.40 $\pm$ 0.462	0.0000	1.10 $\pm$ 0.126	0.0000	63.13 $\pm$ 8.084	0.0000
Bassevelde	2.26 $\pm$ 0.449	0.0000	1.38 $\pm$ 0.170	0.0000	68.84 $\pm$ 9.117	0.0000
Evergem	2.74 $\pm$ 0.520	0.0000	1.02 $\pm$ 0.139	0.0000	70.49 $\pm$ 8.336	0.0000
Beervelde1	2.85 $\pm$ 0.640	0.0000	0.77 $\pm$ 0.106	0.0000	35.18 $\pm$ 4.667	0.0000
Nieuwkerken-Waas	1.51 $\pm$ 0.313	0.0000	0.87 $\pm$ 0.154	0.0000	19.79 $\pm$ 4.325	0.0000
Puurs	1.15 $\pm$ 0.176	0.0000	1.20 $\pm$ 0.202	0.0000	16.88 $\pm$ 3.743	0.0000
Wommelgem	1.24 $\pm$ 0.193	0.0000	1.38 $\pm$ 0.197	0.0000	31.99 $\pm$ 6.424	0.0000
Knesselare	1.44 $\pm$ 0.253	0.0000	1.37 $\pm$ 0.180	0.0000	64.42 $\pm$ 12.913	0.0000

**Tabel 7.4: Modelparameters ( $\pm$ SE) met bijhorende  $P$ -waarde na BoxCox-transformatie van het drie parameter Weibull model voor de verschillende populaties bij behandeling met tembotrion in experiment 2.1.**

Populatie	Modelparameters					
	b		d		e	
	gem. $\pm$ SE	$P$ -waarde	gem. $\pm$ SE	$P$ -waarde	gem. $\pm$ SE	$P$ -waarde
Beervelde2	3.15 $\pm$ 0.794	0.0001	1.05 $\pm$ 0.102	0.0000	84.24 $\pm$ 8.073	0.0000
Bassevelde	5.20 $\pm$ 7.733	0.5026	1.10 $\pm$ 0.102	0.0000	105.23 $\pm$ 11.461	0.0000
Evergem	2.27 $\pm$ 0.474	0.0000	0.98 $\pm$ 0.098	0.0000	110.30 $\pm$ 13.412	0.0000
Beervelde1	4.34 $\pm$ 1.092	0.0001	0.85 $\pm$ 0.111	0.0000	30.96 $\pm$ 3.609	0.0000
Nieuwkerken-Waas	1.93 $\pm$ 0.338	0.0000	0.94 $\pm$ 0.131	0.0000	17.05 $\pm$ 2.405	0.0000
Puurs	3.12 $\pm$ 0.770	0.0001	1.05 $\pm$ 0.121	0.0000	20.84 $\pm$ 2.031	0.0000
Wommelgem	3.20 $\pm$ 0.859	0.0003	1.09 $\pm$ 0.122	0.0000	31.54 $\pm$ 3.857	0.0000
Knesselare	1.51 $\pm$ 0.225	0.0000	1.45 $\pm$ 0.151	0.0000	54.09 $\pm$ 8.044	0.0000

**Tabel 7.5: Modelparameters ( $\pm$ SE) met bijhorende  $P$ -waarde van het drie parameter Weibull model voor de verschillende populaties bij behandeling met nicosulfuron in experiment 2.1.**

Populatie	Modelparameters					
	b		d		e	
	gem. $\pm$ SE	$P$ -waarde	gem. $\pm$ SE	$P$ -waarde	gem. $\pm$ SE	$P$ -waarde
Beervelde2	2.40 $\pm$ 0.771	0.0021	1.03 $\pm$ 0.150	0.0000	56.36 $\pm$ 11.084	0.0000
Bassevelde	0.73 $\pm$ 0.112	0.0000	1.27 $\pm$ 0.268	0.0000	11.09 $\pm$ 3.908	0.0050
Evergem	0.86 $\pm$ 0.137	0.0000	1.12 $\pm$ 0.224	0.0000	15.21 $\pm$ 4.600	0.0011
Oostrozebeke	4.70 $\pm$ 2.072	0.0244	0.57 $\pm$ 0.108	0.0000	11.42 $\pm$ 1.861	0.0000
Beervelde1	1.75 $\pm$ 0.464	0.0002	0.99 $\pm$ 0.193	0.0000	10.13 $\pm$ 1.977	0.0000
Nieuwkerken-Waas	1.64 $\pm$ 0.360	0.0000	0.96 $\pm$ 0.193	0.0000	17.10 $\pm$ 3.704	0.0000
Puurs	1.26 $\pm$ 0.435	0.0041	1.06 $\pm$ 0.253	0.0000	29.47 $\pm$ 12.200	0.0167
Wommelgem	1.10 $\pm$ 0.172	0.0000	1.44 $\pm$ 0.266	0.0000	17.10 $\pm$ 4.086	0.0000
Knesselare	0.46 $\pm$ 0.144	0.0016	1.63 $\pm$ 0.309	0.0000	80.81 $\pm$ 44.558	0.0713

**Tabel 7.6: Modelparameters ( $\pm$ SE) met bijhorende  $P$ -waarde na BoxCox-transformatie van het drie parameter Weibull model voor de verschillende populaties bij behandeling met foramsulfuron in experiment 2.1.**

Populatie	Modelparameters					
	b		d		e	
	gem. $\pm$ SE	$P$ -waarde	gem. $\pm$ SE	$P$ -waarde	gem. $\pm$ SE	$P$ -waarde
Beervelde2	1.27 $\pm$ 0.311	0.0001	1.35 $\pm$ 0.337	0.0001	63.38 $\pm$ 22.059	0.0023
Bassevelde	1.48 $\pm$ 0.465	0.0018	0.98 $\pm$ 0.231	0.0000	73.88 $\pm$ 24.426	0.0029
Evergem	1.34 $\pm$ 0.335	0.0001	1.03 $\pm$ 0.226	0.0000	71.79 $\pm$ 21.089	0.0008
Beervelde1	1.34 $\pm$ 0.349	0.0002	0.92 $\pm$ 0.248	0.0003	17.59 $\pm$ 5.660	0.0022
Nieuwkerken-Waas	0.88 $\pm$ 0.180	0.0000	0.98 $\pm$ 0.263	0.0003	15.30 $\pm$ 6.002	0.0118
Puurs	0.64 $\pm$ 0.194	0.0011	1.16 $\pm$ 0.311	0.0003	42.70 $\pm$ 28.201	0.1320
Wommelgem	0.60 $\pm$ 0.111	0.0000	1.41 $\pm$ 0.349	0.0001	16.26 $\pm$ 7.917	0.0417
Knesselare	0.61 $\pm$ 0.227	0.0076	1.49 $\pm$ 0.377	0.0001	91.08 $\pm$ 56.253	0.1074

## Experiment 2.2

**Tabel 7.7: Modelparameters ( $\pm$ SE) met bijhorende *P*-waarde van het drie parameter log-logistisch model voor de verschillende populaties bij behandeling met topamezon in experiment 2.2.**

Populatie	Modelparameters					
	b		d		e	
	gem. $\pm$ SE	<i>P</i> -waarde	gem. $\pm$ SE	<i>P</i> -waarde	gem. $\pm$ SE	<i>P</i> -waarde
Beervelde2	2.48 $\pm$ 0.628	0.0001	1.03 $\pm$ 0.053	0.0000	4.04 $\pm$ 0.471	0.0000
Bassevelde	3.53 $\pm$ 1.271	0.0060	0.74 $\pm$ 0.039	0.0000	9.27 $\pm$ 1.143	0.0000
Evergem	2.70 $\pm$ 0.702	0.0002	0.76 $\pm$ 0.043	0.0000	8.39 $\pm$ 1.145	0.0000
Oostrozebeke	1.49 $\pm$ 0.507	0.0038	0.61 $\pm$ 0.062	0.0000	1.26 $\pm$ 0.336	0.0002
Beervelde1	1.82 $\pm$ 0.304	0.0000	1.29 $\pm$ 0.060	0.0000	3.69 $\pm$ 0.441	0.0000
Herbiseed	2.55 $\pm$ 2.662	0.3389	0.21 $\pm$ 0.064	0.0012	1.86 $\pm$ 1.012	0.0683
Nieuwkerken-Waas	1.35 $\pm$ 0.365	0.0003	0.74 $\pm$ 0.061	0.0000	6.55 $\pm$ 1.744	0.0002
Puurs	1.79 $\pm$ 0.231	0.0000	1.42 $\pm$ 0.056	0.0000	2.31 $\pm$ 0.224	0.0000
Wommelgem	1.38 $\pm$ 0.166	0.0000	1.35 $\pm$ 0.054	0.0000	4.05 $\pm$ 0.489	0.0000
Knesselare	1.49 $\pm$ 0.150	0.0000	1.64 $\pm$ 0.056	0.0000	3.69 $\pm$ 0.358	0.0000

**Tabel 7.8: Modelparameters ( $\pm$ SE) met bijhorende *P*-waarde van het drie parameter log-logistisch model voor de verschillende populaties bij behandeling met sulcotrion in experiment 2.2.**

Populatie	Modelparameters					
	b		d		e	
	gem. $\pm$ SE	<i>P</i> -waarde	gem. $\pm$ SE	<i>P</i> -waarde	gem. $\pm$ SE	<i>P</i> -waarde
Beervelde2	3.55 $\pm$ 1.403	0.0122	0.92 $\pm$ 0.038	0.0000	239.41 $\pm$ 22.472	0.0000
Bassevelde	5.73 $\pm$ 3.900	0.1434	0.81 $\pm$ 0.035	0.0000	259.96 $\pm$ 23.688	0.0000
Evergem	3.40 $\pm$ 0.901	0.0002	0.88 $\pm$ 0.043	0.0000	152.83 $\pm$ 17.916	0.0000
Oostrozebeke	2.43 $\pm$ 0.982	0.0143	0.63 $\pm$ 0.053	0.0000	45.40 $\pm$ 7.916	0.0000
Beervelde1	1.58 $\pm$ 0.236	0.0000	1.38 $\pm$ 0.059	0.0000	73.39 $\pm$ 8.712	0.0000
Nieuwkerken-Waas	3.58 $\pm$ 0.836	0.0000	0.95 $\pm$ 0.042	0.0000	80.81 $\pm$ 7.569	0.0000
Puurs	2.06 $\pm$ 0.277	0.0000	1.56 $\pm$ 0.055	0.0000	49.60 $\pm$ 4.007	0.0000
Wommelgem	1.83 $\pm$ 0.263	0.0000	1.61 $\pm$ 0.061	0.0000	54.87 $\pm$ 5.036	0.0000
Knesselare	1.93 $\pm$ 0.226	0.0000	1.73 $\pm$ 0.049	0.0000	79.86 $\pm$ 5.840	0.0000

**Tabel 7.9: Modelparameters ( $\pm$ SE) met bijhorende *P*-waarde na BoxCox-transformatie van het drie parameter log-logistisch model voor de verschillende populaties bij behandeling met mesotrion in experiment 2.2.**

Populatie	Modelparameters					
	b		d		e	
	gem. $\pm$ SE	<i>P</i> -waarde	gem. $\pm$ SE	<i>P</i> -waarde	gem. $\pm$ SE	<i>P</i> -waarde
Beervelde2	6.41 $\pm$ 1.033	0.0000	0.88 $\pm$ 0.104	0.0000	39.56 $\pm$ 4.690	0.0000
Bassevelde	5.83 $\pm$ 0.985	0.0000	0.76 $\pm$ 0.096	0.0000	39.94 $\pm$ 4.796	0.0000
Evergem	6.07 $\pm$ 1.114	0.0000	0.81 $\pm$ 0.108	0.0000	40.86 $\pm$ 6.478	0.0000
Oostrozebeke	7.44 $\pm$ 1.450	0.0000	0.50 $\pm$ 0.067	0.0000	35.86 $\pm$ 3.258	0.0000
Beervelde1	6.44 $\pm$ 0.964	0.0000	1.32 $\pm$ 0.173	0.0000	40.11 $\pm$ 4.695	0.0000
Nieuwkerken-Waas	4.94 $\pm$ 0.742	0.0000	0.83 $\pm$ 0.127	0.0000	16.51 $\pm$ 2.232	0.0000
Puurs	4.68 $\pm$ 0.714	0.0000	1.35 $\pm$ 0.181	0.0000	14.35 $\pm$ 2.017	0.0000
Wommelgem	4.01 $\pm$ 0.511	0.0000	1.46 $\pm$ 0.191	0.0000	15.20 $\pm$ 2.100	0.0000
Knesselare	4.45 $\pm$ 0.630	0.0000	1.52 $\pm$ 0.197	0.0000	19.00 $\pm$ 2.903	0.0000

**Tabel 7.10: Modelparameters ( $\pm$ SE) met bijhorende *P*-waarde na BoxCox-transformatie van het drie parameter log logistisch model voor de verschillende populaties bij behandeling met tembotrion in experiment 2.2.**

Populatie	Modelparameters					
	b		d		e	
	gem. $\pm$ SE	<i>P</i> -waarde	gem. $\pm$ SE	<i>P</i> -waarde	gem. $\pm$ SE	<i>P</i> -waarde
Beervelde2	2.29 $\pm$ 0.503	0.0000	0.96 $\pm$ 0.125	0.0000	35.11 $\pm$ 85.070	0.0001
Bassevelde	6.88 $\pm$ 1.328	0.0000	0.61 $\pm$ 0.085	0.0000	41.88 $\pm$ 3.674	0.0000
Evergem	6.35 $\pm$ 1.011	0.0000	0.70 $\pm$ 0.079	0.0000	46.96 $\pm$ 4.221	0.0000
Oostrozebeke	42.88 $\pm$ 490.260	0.9304	0.46 $\pm$ 0.057	0.0000	24.59 $\pm$ 1.810	0.0000
Beervelde1	48.19 $\pm$ 1168.100	0.9671	1.26 $\pm$ 0.132	0.0000	24.65 $\pm$ 2.519	0.0000
Nieuwkerken-Waas	5.77 $\pm$ 0.882	0.0000	0.75 $\pm$ 0.123	0.0000	12.86 $\pm$ 1.805	0.0000
Puurs	5.43 $\pm$ 0.700	0.0000	1.25 $\pm$ 0.158	0.0000	12.31 $\pm$ 1.435	0.0000
Wommelgem	5.53 $\pm$ 0.697	0.0000	1.57 $\pm$ 0.171	0.0000	10.36 $\pm$ 0.903	0.0000
Knesselare	6.54 $\pm$ 1.020	0.0000	1.24 $\pm$ 0.133	0.0000	22.05 $\pm$ 1.817	0.0000

**Tabel 7.11: Modelparameters ( $\pm$ SE) met bijhorende *P*-waarde na BoxCox-transformatie van het drie parameter log logistisch model voor de verschillende populaties bij behandeling met nicosulfuron in experiment 2.2.**

Populatie	Modelparameters					
	b		d		e	
	gem. $\pm$ SE	<i>P</i> -waarde	gem. $\pm$ SE	<i>P</i> -waarde	gem. $\pm$ SE	<i>P</i> -waarde
Beervelde2	3.12 $\pm$ 0.584	0.0000	0.75 $\pm$ 0.134	0.0000	19.60 $\pm$ 4.933	0.0001
Bassevelde	6.31 $\pm$ 1.425	0.0000	0.59 $\pm$ 0.098	0.0000	17.10 $\pm$ 2.163	0.0000
Evergem	4.36 $\pm$ 0.798	0.0000	0.72 $\pm$ 0.159	0.0000	16.25 $\pm$ 2.994	0.0000
Oostrozebeke	5.12 $\pm$ 1.059	0.0000	0.46 $\pm$ 0.109	0.0000	9.76 $\pm$ 2.084	0.0000
Beervelde1	29.25 $\pm$ 53.137	0.5826	0.96 $\pm$ 0.135	0.0000	19.23 $\pm$ 1.410	0.0000
Nieuwkerken-Waas	25.76 $\pm$ 38.092	0.4997	0.79 $\pm$ 0.117	0.0000	18.65 $\pm$ 1.979	0.0000
Puurs	4.75 $\pm$ 1.301	0.0003	1.29 $\pm$ 0.231	0.0000	12.62 $\pm$ 2.941	0.0000
Wommelgem	4.13 $\pm$ 0.825	0.0000	1.12 $\pm$ 0.188	0.0000	15.08 $\pm$ 3.095	0.0000
Knesselare	7.99 $\pm$ 1.950	0.0001	1.59 $\pm$ 0.211	0.0000	17.05 $\pm$ 1.385	0.0000

**Tabel 7.12: Modelparameters ( $\pm$ SE) met bijhorende *P*-waarde van het drie parameter log-logistisch model voor de verschillende populaties bij behandeling met foramsulfuron in experiment 2.2.**

Populatie	Modelparameters					
	b		d		e	
	gem. $\pm$ SE	<i>P</i> -waarde	gem. $\pm$ SE	<i>P</i> -waarde	gem. $\pm$ SE	<i>P</i> -waarde
Beervelde2	2.90 $\pm$ 0.641	0.0000	0.96 $\pm$ 0.045	0.0000	18.20 $\pm$ 1.502	0.0000
Bassevelde	1.64 $\pm$ 0.509	0.0015	0.84 $\pm$ 0.047	0.0000	6.34 $\pm$ 1.248	0.0000
Evergem	1.61 $\pm$ 0.318	0.0000	0.83 $\pm$ 0.047	0.0000	10.14 $\pm$ 1.525	0.0000
Oostrozebeke	2.40 $\pm$ 2.480	0.3354	0.61 $\pm$ 0.047	0.0000	4.42 $\pm$ 2.825	0.1193
Beervelde1	1.41 $\pm$ 0.251	0.0000	1.43 $\pm$ 0.047	0.0000	4.90 $\pm$ 0.825	0.0000
Nieuwkerken-Waas	1.15 $\pm$ 0.249	0.0000	0.90 $\pm$ 0.047	0.0000	6.64 $\pm$ 1.478	0.0000
Puurs	1.34 $\pm$ 0.165	0.0000	1.53 $\pm$ 0.047	0.0000	7.82 $\pm$ 0.800	0.0000
Wommelgem	1.42 $\pm$ 0.183	0.0000	1.66 $\pm$ 0.047	0.0000	6.85 $\pm$ 0.687	0.0000
Knesselare	1.71 $\pm$ 0.228	0.0000	1.69 $\pm$ 0.046	0.0000	8.45 $\pm$ 0.700	0.0000

### Experiment 3.1

**Tabel 7.13: Modelparameters ( $\pm$ SE) met bijhorende  $P$ -waarde van het drie parameter Weibull model voor de verschillende bladstadia van populatie Oostrozebeke bij behandeling met topramezon in experiment 3.1.**

Bladstadium (BBCH)	Modelparameters					
	b		d		e	
	gem. $\pm$ SE	$P$ -waarde	gem. $\pm$ SE	$P$ -waarde	gem. $\pm$ SE	$P$ -waarde
BBCH10	2.38 $\pm$ 0.627	0.0003	0.88 $\pm$ 0.083	0.0000	2.19 $\pm$ 0.207	0.0000
BBCH11	0.92 $\pm$ 0.302	0.0032	1.19 $\pm$ 0.063	0.0000	2.20 $\pm$ 0.389	0.0000
BBCH12	1.03 $\pm$ 0.251	0.0001	0.88 $\pm$ 0.063	0.0000	3.34 $\pm$ 0.502	0.0000
BBCH13	0.83 $\pm$ 0.157	0.0000	1.16 $\pm$ 0.063	0.0000	3.33 $\pm$ 0.516	0.0000
BBCH14	1.19 $\pm$ 0.150	0.0000	1.73 $\pm$ 0.062	0.0000	4.99 $\pm$ 0.382	0.0000

**Tabel 7.14: Modelparameters ( $\pm$ SE) met bijhorende  $P$ -waarde van het drie parameter log-logistisch model voor de verschillende bladstadia van populatie Nieuwkerken-Waas bij behandeling met topramezon in experiment 3.1.**

Bladstadium (BBCH)	Modelparameters					
	b		d		e	
	gem. $\pm$ SE	$P$ -waarde	gem. $\pm$ SE	$P$ -waarde	gem. $\pm$ SE	$P$ -waarde
BBCH11	1.32 $\pm$ 0.332	0.0001	1.15 $\pm$ 0.097	0.0000	1.68 $\pm$ 0.401	0.0001
BBCH12	3.56 $\pm$ 1.771	0.0472	1.00 $\pm$ 0.095	0.0000	2.34 $\pm$ 0.292	0.0000
BBCH13	1.78 $\pm$ 0.648	0.0072	1.18 $\pm$ 0.106	0.0000	9.10 $\pm$ 2.492	0.0004
BBCH14	1.66 $\pm$ 0.278	0.0000	1.62 $\pm$ 0.057	0.0000	15.88 $\pm$ 1.857	0.0000
BBCH15	1.17 $\pm$ 0.194	0.0000	1.63 $\pm$ 0.072	0.0000	12.59 $\pm$ 1.907	0.0000

**Tabel 7.15: Modelparameters ( $\pm$ SE) met bijhorende  $P$ -waarde van het drie parameter log-logistisch model voor de verschillende bladstadia van populatie Beervelde2 bij behandeling met topramezon in experiment 3.1.**

Bladstadium (BBCH)	Modelparameters					
	b		d		e	
	gem. $\pm$ SE	$P$ -waarde	gem. $\pm$ SE	$P$ -waarde	gem. $\pm$ SE	$P$ -waarde
BBCH11	2.98 $\pm$ 2.325	0.2040	0.82 $\pm$ 0.192	0.0001	2.37 $\pm$ 0.847	0.0064
BBCH12	25.13 $\pm$ 404.188	0.9506	1.30 $\pm$ 0.111	0.0000	5.68 $\pm$ 9.505	0.5518
BBCH13	3.39 $\pm$ 2.195	0.1265	1.27 $\pm$ 0.137	0.0000	7.07 $\pm$ 1.340	0.0000
BBCH14	2.53 $\pm$ 1.305	0.0560	1.25 $\pm$ 0.138	0.0000	11.70 $\pm$ 3.124	0.0003
BBCH15	1.55 $\pm$ 0.726	0.0353	1.37 $\pm$ 0.147	0.0000	10.32 $\pm$ 3.297	0.0024

**Tabel 7.16: Modelparameters ( $\pm$ SE) met bijhorende  $P$ -waarde van het drie parameter log-logistisch model voor de verschillende bladstadia van populatie Knesselare bij behandeling met topramezon in experiment 3.1.**

Bladstadium (BBCH)	Modelparameters					
	b		d		e	
	gem. $\pm$ SE	$P$ -waarde	gem. $\pm$ SE	$P$ -waarde	gem. $\pm$ SE	$P$ -waarde
BBCH11	2.11 $\pm$ 0.465	0.0000	1.23 $\pm$ 0.085	0.0000	3.18 $\pm$ 0.421	0.0000
BBCH12	1.20 $\pm$ 0.208	0.0000	1.69 $\pm$ 0.092	0.0000	2.93 $\pm$ 0.458	0.0000
BBCH13	1.49 $\pm$ 0.210	0.0000	1.63 $\pm$ 0.072	0.0000	11.18 $\pm$ 1.397	0.0000
BBCH14	1.50 $\pm$ 0.201	0.0000	1.83 $\pm$ 0.054	0.0000	17.98 $\pm$ 1.816	0.0000
BBCH15	0.90 $\pm$ 0.115	0.0000	2.40 $\pm$ 0.129	0.0000	14.55 $\pm$ 2.465	0.0000

**Tabel 7.17: Modelparameters ( $\pm$ SE) met bijhorende  $P$ -waarde na BoxCox-transformatie van het drie parameter log-logistisch model voor de verschillende bladstadia van populatie Oostrozebeke bij behandeling met nicosulfuron in experiment 3.1.**

Bladstadium (BBCH)	Modelparameters					
	b		d		e	
	gem. $\pm$ SE	$P$ -waarde	gem. $\pm$ SE	$P$ -waarde	gem. $\pm$ SE	$P$ -waarde
BBCH10	3.38 $\pm$ 0.779	0.0000	0.70 $\pm$ 0.392	0.0751	4.16 $\pm$ 1.667	0.0141
BBCH11	6.90 $\pm$ 2.193	0.0022	0.80 $\pm$ 0.221	0.0005	8.31 $\pm$ 1.313	0.0000
BBCH12	4.63 $\pm$ 1.184	0.0002	0.56 $\pm$ 0.200	0.0059	9.47 $\pm$ 2.524	0.0003
BBCH13	3.37 $\pm$ 0.687	0.0000	1.25 $\pm$ 0.393	0.0019	7.68 $\pm$ 2.134	0.0005
BBCH14	5.27 $\pm$ 1.303	0.0001	1.13 $\pm$ 0.256	0.0000	13.32 $\pm$ 2.550	0.0000

**Tabel 7.18: Modelparameters ( $\pm$ SE) met bijhorende  $P$ -waarde van het drie parameter log-logistisch model voor de verschillende bladstadia van populatie Nieuwkerken-Waas bij behandeling met nicosulfuron in experiment 3.1.**

Bladstadium (BBCH)	Modelparameters					
	b		d		e	
	gem. $\pm$ SE	$P$ -waarde	gem. $\pm$ SE	$P$ -waarde	gem. $\pm$ SE	$P$ -waarde
BBCH11	1.52 $\pm$ 0.939	0.1090	0.60 $\pm$ 0.080	0.0000	3.60 $\pm$ 1.847	0.0541
BBCH12	2.24 $\pm$ 0.901	0.0149	1.09 $\pm$ 0.079	0.0000	4.30 $\pm$ 0.770	0.0000
BBCH13	1.52 $\pm$ 0.191	0.0000	1.72 $\pm$ 0.081	0.0000	8.68 $\pm$ 1.004	0.0000
BBCH14	1.65 $\pm$ 0.206	0.0000	1.96 $\pm$ 0.065	0.0000	47.61 $\pm$ 7.289	0.0000
BBCH15	1.45 $\pm$ 0.175	0.0000	1.67 $\pm$ 0.050	0.0000	110.42 $\pm$ 11.000	0.0000

**Tabel 7.19: Modelparameters ( $\pm$ SE) met bijhorende  $P$ -waarde van het drie parameter log-logistisch model voor de verschillende bladstadia van populatie Beervelde2 bij behandeling met nicosulfuron in experiment 3.1.**

Bladstadium (BBCH)	Modelparameters					
	b		d		e	
	gem. $\pm$ SE	$P$ -waarde	gem. $\pm$ SE	$P$ -waarde	gem. $\pm$ SE	$P$ -waarde
BBCH11	1.47 $\pm$ 1.561	0.3477	0.45 $\pm$ 0.095	0.0000	3.18 $\pm$ 3.099	0.3066
BBCH12	1.91 $\pm$ 0.635	0.0033	0.86 $\pm$ 0.099	0.0000	9.67 $\pm$ 2.340	0.0001
BBCH13	2.39 $\pm$ 0.666	0.0005	1.32 $\pm$ 0.084	0.0000	16.09 $\pm$ 2.398	0.0000
BBCH14	2.28 $\pm$ 0.493	0.0000	1.56 $\pm$ 0.062	0.0000	48.29 $\pm$ 4.698	0.0000
BBCH15	2.13 $\pm$ 0.321	0.0000	1.66 $\pm$ 0.055	0.0000	66.14 $\pm$ 6.139	0.0000

**Tabel 7.20: Modelparameters ( $\pm$ SE) met bijhorende  $P$ -waarde van het vier parameter log-logistisch model voor de verschillende bladstadia van populatie Knesselare bij behandeling met nicosulfuron in experiment 3.1.**

Blad- stadium (BBCH)	Modelparameters							
	b		c		d		e	
		$P$ -		$P$ -		$P$ -		$P$ -
	gem. $\pm$ SE	waarde	gem. $\pm$ SE	waarde	gem. $\pm$ SE	waarde	gem. $\pm$ SE	waarde
BBCH11	1.99 $\pm$ 1.129	0.0821	-0.01 $\pm$ 0.064	0.9362	1.02 $\pm$ 0.120	0.0000	4.57 $\pm$ 1.296	0.0007
BBCH12	1.56 $\pm$ 0.370	0.0001	-0.05 $\pm$ 0.071	0.4807	1.81 $\pm$ 0.122	0.0000	6.09 $\pm$ 1.056	0.0000
BBCH13	2.80 $\pm$ 0.629	0.0000	0.04 $\pm$ 0.069	0.6158	1.88 $\pm$ 0.101	0.0000	11.35 $\pm$ 1.265	0.0000
BBCH14	4.81 $\pm$ 5.633	0.3952	0.54 $\pm$ 0.106	0.0000	1.88 $\pm$ 0.088	0.0000	36.23 $\pm$ 4.243	0.0000
BBCH15	4.53 $\pm$ 2.743	0.1021	0.58 $\pm$ 0.143	0.0001	1.58 $\pm$ 0.079	0.0000	134.13 $\pm$ 21.524	0.0000

## Experiment 3.2

**Tabel 7.21: Modelparameters ( $\pm$ SE) met bijhorende  $P$ -waarde van het vier parameter log-logistisch model voor de verschillende bladstadia van populatie Oostrozebeke bij behandeling met topramezon in experiment 3.2.**

Blad- stadium (BBCH)	Modelparameters							
	b		c		d		e	
	gem. $\pm$ SE	$P$ - waarde	gem. $\pm$ SE	$P$ - waarde	gem. $\pm$ SE	$P$ - waarde	gem. $\pm$ SE	$P$ - waarde
BBCH10	28.38 $\pm$ 253.730	0.9911	0.00 $\pm$ 0.046	0.9826	0.20 $\pm$ 0.073	0.0085	1.54 $\pm$ 5.334	0.7737
BBCH11	2.67 $\pm$ 3.671	0.4693	0.03 $\pm$ 0.069	0.7025	0.64 $\pm$ 0.102	0.0000	1.01 $\pm$ 0.276	0.0004
BBCH12	1.36 $\pm$ 0.596	0.0255	-0.02 $\pm$ 0.081	0.8243	0.81 $\pm$ 0.101	0.0000	1.50 $\pm$ 0.535	0.0062
BBCH14	1.26 $\pm$ 0.139	0.0000	0.59 $\pm$ 0.089	0.0000	4.59 $\pm$ 0.102	0.0000	1.30 $\pm$ 0.101	0.0000

**Tabel 7.22: Modelparameters ( $\pm$ SE) met bijhorende  $P$ -waarde van het drie parameter log-logistisch model voor de verschillende bladstadia van populatie Nieuwkerken-Waas bij behandeling met topramezon in experiment 3.2.**

Bladstadium (BBCH)	Modelparameters					
	b		d		e	
	gem. $\pm$ SE	$P$ -waarde	gem. $\pm$ SE	$P$ -waarde	gem. $\pm$ SE	$P$ -waarde
BBCH11	3.17 $\pm$ 2.551	0.2166	0.37 $\pm$ 0.070	0.0000	1.28 $\pm$ 0.349	0.0004
BBCH12	3.05 $\pm$ 1.349	0.0260	0.54 $\pm$ 0.061	0.0000	1.75 $\pm$ 0.329	0.0000
BBCH13	1.58 $\pm$ 0.284	0.0000	1.20 $\pm$ 0.072	0.0000	2.71 $\pm$ 0.414	0.0000
BBCH14	0.94 $\pm$ 0.091	0.0000	2.31 $\pm$ 0.071	0.0000	6.68 $\pm$ 0.758	0.0000
BBCH15	0.96 $\pm$ 0.081	0.0000	2.65 $\pm$ 0.068	0.0000	5.41 $\pm$ 0.494	0.0000

**Tabel 7.23: Modelparameters ( $\pm$ SE) met bijhorende  $P$ -waarde van het drie parameter log-logistisch model voor de verschillende bladstadia van populatie Beervelde2 bij behandeling met topramezon in experiment 3.2.**

Bladstadium (BBCH)	Modelparameters					
	b		d		e	
	gem. $\pm$ SE	$P$ -waarde	gem. $\pm$ SE	$P$ -waarde	gem. $\pm$ SE	$P$ -waarde
BBCH11	11.02 $\pm$ 41.909	0.7932	0.30 $\pm$ 0.094	0.0020	1.45 $\pm$ 0.595	0.0164
BBCH12	2.50 $\pm$ 2.356	0.2909	0.37 $\pm$ 0.109	0.0010	2.95 $\pm$ 1.857	0.1150
BBCH13	3.15 $\pm$ 2.127	0.1420	0.82 $\pm$ 0.108	0.0000	3.13 $\pm$ 0.774	0.0001
BBCH14	2.21 $\pm$ 0.478	0.0000	1.75 $\pm$ 0.112	0.0000	2.75 $\pm$ 0.364	0.0000
BBCH15	1.04 $\pm$ 0.106	0.0000	3.69 $\pm$ 0.126	0.0000	2.16 $\pm$ 0.227	0.0000

**Tabel 7.24: Modelparameters ( $\pm$ SE) met bijhorende  $P$ -waarde van het vier parameter log-logistisch model voor de verschillende bladstadia van populatie Knesselare bij behandeling met topramezon in experiment 3.2.**

Blad- stadium (BBCH)	Modelparameters							
	b		c		d		e	
	gem. $\pm$ SE	$P$ - waarde	gem. $\pm$ SE	$P$ - waarde	gem. $\pm$ SE	$P$ - waarde	gem. $\pm$ SE	$P$ - waarde
BBCH11	89.10 $\pm$ 912.288	0.9224	0.03 $\pm$ 0.042	0.5232	0.87 $\pm$ 0.066	0.0000	1.59 $\pm$ 0.112	0.0000
BBCH12	2.92 $\pm$ 1.419	0.0425	0.04 $\pm$ 0.054	0.4454	1.00 $\pm$ 0.088	0.0000	1.39 $\pm$ 0.212	0.0000
BBCH13	1.80 $\pm$ 0.306	0.0000	-0.02 $\pm$ 0.061	0.7938	1.90 $\pm$ 0.093	0.0000	1.79 $\pm$ 0.198	0.0000
BBCH14	1.43 $\pm$ 0.377	0.0003	0.79 $\pm$ 0.149	0.0000	2.23 $\pm$ 0.078	0.0000	6.62 $\pm$ 1.596	0.0001
BBCH15	1.77 $\pm$ 0.274	0.0000	0.46 $\pm$ 0.099	0.0000	2.70 $\pm$ 0.078	0.0000	3.94 $\pm$ 0.437	0.0000

**Tabel 7.25: Modelparameters ( $\pm$ SE) met bijhorende  $P$ -waarde na BoxCox-transformatie van het drie parameter Weibull model voor de verschillende bladstadia van populatie Oostrozebeke bij behandeling met nicosulfuron in experiment 3.2.**

Bladstadium (BBCH)	Modelparameters					
	b		d		e	
	gem. $\pm$ SE	$P$ -waarde	gem. $\pm$ SE	$P$ -waarde	gem. $\pm$ SE	$P$ -waarde
BBCH10	1.65 $\pm$ 0.538	0.0027	0.12 $\pm$ 0.050	0.0151	6.12 $\pm$ 1.910	0.0018
BBCH11	1.48 $\pm$ 0.384	0.0002	0.53 $\pm$ 0.163	0.0015	8.70 $\pm$ 2.685	0.0016
BBCH12	2.83 $\pm$ 1.229	0.0232	0.63 $\pm$ 0.156	0.0001	12.54 $\pm$ 2.663	0.0000
BBCH13	2.75 $\pm$ 0.915	0.0033	1.83 $\pm$ 0.385	0.0000	12.57 $\pm$ 2.098	0.0000
BBCH14	1.24 $\pm$ 0.156	0.0000	3.52 $\pm$ 0.525	0.0000	23.85 $\pm$ 4.125	0.0000

**Tabel 7.26: Modelparameters ( $\pm$ SE) met bijhorende  $P$ -waarde van het drie parameter log-logistisch model voor de verschillende bladstadia van populatie Nieuwkerken-Waas bij behandeling met nicosulfuron in experiment 3.2.**

Bladstadium (BBCH)	Modelparameters					
	b		d		e	
	gem. $\pm$ SE	$P$ -waarde	gem. $\pm$ SE	$P$ -waarde	gem. $\pm$ SE	$P$ -waarde
BBCH11	2.47 $\pm$ 3.259	0.4510	0.31 $\pm$ 0.103	0.0032	7.94 $\pm$ 4.484	0.0797
BBCH12	3.91 $\pm$ 2.659	0.1442	0.56 $\pm$ 0.103	0.0000	6.32 $\pm$ 1.494	0.0001
BBCH13	2.90 $\pm$ 0.852	0.0010	1.29 $\pm$ 0.098	0.0000	8.89 $\pm$ 1.043	0.0000
BBCH14	2.88 $\pm$ 0.560	0.0000	1.76 $\pm$ 0.078	0.0000	16.95 $\pm$ 1.389	0.0000
BBCH15	1.94 $\pm$ 0.226	0.0000	2.46 $\pm$ 0.084	0.0000	19.62 $\pm$ 1.512	0.0000

**Tabel 7.27: Modelparameters ( $\pm$ SE) met bijhorende  $P$ -waarde na Boxcox-transformatie van het drie parameter log-logistisch model voor de verschillende bladstadia van populatie Beervelde2 bij behandeling met nicosulfuron in experiment 3.2.**

Bladstadium (BBCH)	Modelparameters					
	b		d		e	
	gem. $\pm$ SE	$P$ -waarde	gem. $\pm$ SE	$P$ -waarde	gem. $\pm$ SE	$P$ -waarde
BBCH11	29.88 $\pm$ 120.639	0.8049	0.22 $\pm$ 0.067	0.0016	9.39 $\pm$ 2.418	0.0002
BBCH12	6.40 $\pm$ 2.714	0.0202	0.38 $\pm$ 0.119	0.0018	15.35 $\pm$ 3.895	0.0001
BBCH13	3.65 $\pm$ 0.712	0.0000	0.70 $\pm$ 0.159	0.0000	13.63 $\pm$ 3.092	0.0000
BBCH14	3.57 $\pm$ 0.695	0.0000	1.55 $\pm$ 0.257	0.0000	24.23 $\pm$ 5.128	0.0000
BBCH15	6.69 $\pm$ 2.244	0.0036	2.10 $\pm$ 0.263	0.0000	63.22 $\pm$ 9.761	0.0000

**Tabel 7.28: Modelparameters ( $\pm$ SE) met bijhorende  $P$ -waarde na Boxcox-transformatie van het vier parameter log-logistisch model voor de verschillende bladstadia van populatie Knesselare bij behandeling met nicosulfuron in experiment 3.2.**

Blad- stadium (BBCH)	Modelparameters							
	b		c		d		e	
	$P$ -		$P$ -		$P$ -		$P$ -	
	gem. $\pm$ SE	waarde	gem. $\pm$ SE	waarde	gem. $\pm$ SE	waarde	gem. $\pm$ SE	waarde
BBCH11	3.44 $\pm$ 2.094	0.1047	0.00 $\pm$ 0.049	0.9181	0.77 $\pm$ 0.104	0.0000	5.86 $\pm$ 1.096	0.0000
BBCH12	2.75 $\pm$ 1.262	0.0321	-0.00 $\pm$ 0.052	0.9937	0.86 $\pm$ 0.104	0.0000	6.62 $\pm$ 1.291	0.0000
BBCH13	3.50 $\pm$ 1.302	0.0088	0.03 $\pm$ 0.053	0.5802	1.37 $\pm$ 0.099	0.0000	8.52 $\pm$ 0.877	0.0000
BBCH15	1.21 $\pm$ 0.169	0.0000	0.34 $\pm$ 0.099	0.0009	3.47 $\pm$ 0.103	0.0000	9.93 $\pm$ 1.157	0.0000