

**‘N ONDERSOEK NA DIE ONTSTAAN VAN
ONKRUIDDODERWEERSTAND IN *BROMUS DIANDRUS* ROTH.**

deur

JOHAN HENDRIK PETRUS FOURIE



Tesis ingelewer ter gedeeltelike voldoening aan die vereistes vir die
graad Magister in Landbouwetenskappe aan die Universiteit van
Stellenbosch

Studieleier: Dr. P.J. Pieterse

Departement Agronomie

Universiteit van Stellenbosch

Desember 2004

VERKLARING

Ek die geondergetekende verklaar hiermee dat die werk in hierdie tesis vervat, my eie persoonlike werk is wat nog nie vantevore in die geheel of gedeeltelik by enige ander universiteit ter verkryging van 'n graad voorgelê is nie.

J.H.P. Fourie

Datum

DANKBETUIGINGS

Hartlike dank aan Dr. P.J. Pieterse vir sy bekwame leiding en opregte belangstelling. Sy bydrae was bepalend tot die sukses van die tesis.

Dankie aan Prof. G.A. Agenbag en die personeel van die Departement Agronomie aan die Universiteit van Stellenbosch vir hul belangstelling en hulp tydens die uitvoer van hierdie studie.

Spesiale woord van dank aan Prof. Nel vir sy hulp met SAS.

Graag wil ek my vriende bedank vir al die hulp, ondersteuning en bystand.

My familie en ouers in besonder, baie dankie vir al die liefde en ondersteuning.

Dank aan my Skepper op wie ek vertrou. Aan Hom kom al die lof en eer toe.

UITTREKSEL

Predikantsluis (*Bromus diandrus* Roth.) is 'n onkruid wat in die meeste koring- en garsproduserende gebiede, asook in sommige vee praktyke, probleme veroorsaak. Tot redelik onlangs (ongeveer 1995) was daar in Suid-Afrika geen middels geregistreer wat predikantsluis in koring kon beheer nie. Nadat sulfosulfuron en iodosulfuron + mesosulfuron vir predikantsluisbeheer in koring geregistreer is, is die twee middels op groot skaal, en in die geval van koring monokultuurstelsels, aanhoudend toegedien. Gedurende die afgelope paar jaar is berigte ontvang dat beheer van predikantsluis met die middels nie meer so doeltreffend is nie, moontlik as gevolg van onkruidodderweerstand wat ontwikkel het. Met die ontstaan van onkruidodderweerstand is dit belangrik om praktyke en maniere te vind om weerstand vinniger te bevestig en doeltreffend te bestuur. Die doel van hierdie studie was eerstens om weerstand in predikantsluis te bevestig en tweedens om die groei en ontwikkeling van plante afkomstig van vermoedelike weerstandbiedende predikantsluis populasies te vergelyk met plante uit 'n vatbare populasie. Die saadproduksie en dormansie van die saad is ook ondersoek asook effektiewe metodes om dormansie te breek. Laastens is ondersoek ingestel na 'n vinniger manier (petribakkie metode) om weerstand te bevestig. Hieronder volg 'n oorsig oor die vier eksperimente wat uitgevoer is.

In die eerste proef is die mate van weerstand van drie verskillende predikantsluis populasies bepaal, deur van die gewone potspuit metode gebruik te maak. Daar is ook een populasie elk van *Bromus pectinatus* en vermoedelik *Bromus rigidus* ingesluit in die studie. Die sade van die verskillende populasies is toegelaat om te ontkiem en daarna is dit in plastiese potjies geplant en in 'n glashuis geplaas totdat die drie tot vier blaarstadium bereik is. Die plante is daarna gespuit met die volgende vier middels: haloksifop-R-metielester (Gallant Super), imasamoks (Cysure), iodosulfuron + mesosulfuron (Cossack) en sulfosulfuron (Monitor), teen sewe konsentrasies elk, nl. teen die aanbevole dosis, asook teen een kwart van, een helfte van, twee keer, vier keer en agt keer die aanbevole dosis. Na ses weke is die persentasie oorlewendes en die droëmassa van die plante

bepaal. Resultate het getoon dat die drie predikantsluis populasies verskillende grade van weerstand teen die twee sulfonielureums (sulfosulfuron en iodosulfuron + mesosulfuron) toon, dit wil sê van geen tot matig tot sterk weerstandbiedend. Daar is egter geen weerstand teen haloksifop-R-metielester (Gallant Super) en imasamoks (Cysure) waargeneem nie. Die *B. rigidus* populasie het sterk weerstand of toleransie (natuurlike weerstand) teen die sulfonielureum middels getoon.

In die tweede proef is saad van dieselfde *Bromus* populasies ontkiem en oorgeplant in plastiese potte gevul met 3 liter riviersand om die groei en ontwikkeling en saadproduksie van die plante te evalueer. Die aantal blare per plant en hoogte van die plante is weekliks bepaal totdat die plante reprodutief geraak het. Hierna is die metings gestaak om te voorkom dat die saadproduksie van die plante benadeel word. Die resultate het getoon dat die twee weerstandbiedende predikantsluis populasies vinniger groei as die vatbare populasie en ook langer plante vorm, terwyl die vatbare populasie vinniger en meer blare vorm, maar langer neem om saad te vorm. Hierdie waarnemings hou egter waarskynlik meer verband met die oorsprong van die populasies as met die graad van weerstandbiedendheid. Die vatbare populasie is versamel in natuurlike veld vêr van enige landerye terwyl die ander populasies almal uit graanlande afkomstig is.

In die derde proef is saaddormansie van die *Bromus* populasies ondersoek. Daar is ook ondersoek ingestel na verskillende behandelings om dormansie te breek. Die behandelings wat toegepas is, is 'n gibberelienesuur behandeling teen verskillende konsentrasies, beroking met ammoniak vir verskillende tye en 'n ammoniak behandeling tesame met 'n koue behandeling. Die resultate het getoon dat saaddormansie van die *Bromus* populasies van korte duur is, maar dat kouebehandeling effektief is om ontkieming van vars saad te stimuleer.

Die vierde proef is uitgevoer om vas te stel of daar vinniger evaluasiemetodes is vir die evaluasie van weerstand in *Bromus* spp., deur van die petribakkie metode gebruik te maak. In hierdie proef is slegs die middels iodosulfuron +

mesosulfuron (Cossack) en sulfosulfuron (Monitor) gebruik, omdat daar 'n mate van weerstand teen hulle waargeneem is in die eerste proef. Die middels is teen verskillende konsentrasies in petribakkies gevoeg, tesame met die sade en toe blootgestel aan 'n kouebehandeling voordat dit in 'n ontkiemingskabinet geplaas is vir ontkieming. Die sade in al die behandelings het ontkiem en daar is besluit om die saailinge uit die ontkiemingskabinet te haal en vir twee weke te laat groei sodat daar bepaal kon word of die middels 'n effek op die groei van die plantjies het. Na twee weke kon geen verskil in die groei van die plantjies waargeneem word nie en die proef is beëindig.

Die studie het getoon dat daar wel weerstand in sommige van die *Bromus* populasies voorkom, en dat biologiese verskille voorkom tussen predikantsluis populasies met verskillende grade van weerstand. Die feit dat die vatbare populasie uit 'n heeltemaal verskillende omgewing kom as die ander populasies, maak definitiewe afleidings moeilik. Daar sal opvolgstudies uitgevoer moet word om van die onduidelikhede op te klaar.

ABSTRACT

Ripgut brome (*Bromus diandrus* Roth.) is a weed that causes great problems in the most wheat and grain producing areas and also in livestock practices. Until recently (1995) there were no registered chemicals for the management of ripgut brome in wheat, in South Africa. After the registration of sulfosulfuron and iodosulfuron + mesosulfuron for the management of ripgut brome in wheat, these two herbicides were widely used and in the case of wheat monocultures, it was used repeatedly. During the last few years, reports of ripgut brome that were suspected to be resistant to these chemicals, increased. With the development of herbicide resistance it is of great importance to investigate methods to confirm resistance and also to control it. The goal of this study was firstly, to confirm resistance in ripgut brome and secondly to compare growth and development of resistant ripgut brome populations to that of susceptible ripgut brome populations. The dormancy of *Bromus* seed was also investigated as were effective methods to break seed dormancy. Lastly, quicker methods to confirm resistance were investigated. A short summary of the experiments follows.

In the first experiment the degree of resistance of three different ripgut brome populations were determined, by using the pot spray method. One population each of *B. pectinatus* and *B. rigidus* were also included in the study. The seed of the *Bromus* populations were germinated after which it was planted in plastic pots and were placed in the glasshouse until the three to four leaf stage. Subsequently the plants were treated with the following four herbicides: sulfosulfuron, iodosulfuron + mesosulfuron, imazamox and haloxyfop-R methyl ester, at seven concentrations namely, the recommended dosage, one quarter, one half, twice, four times and eight times the recommended dosage. After six weeks the percentage survival and the dry mass of the plants were determined. Results showed that the three ripgut brome populations had different degrees of resistance to sulfosulfuron and iodosulfuron + mesosulfuron, varying from no resistance to moderate resistance to strong resistance. There was no resistance to imazamox and haloxyfop-R methyl

ester. The *B. rigidus* population exhibited strong resistance or tolerance (natural resistance) to the two sulfonylureum herbicides.

In the second experiment the seed of the same *Bromus* populations were germinated and planted in plastic pots that were filled with three litres of river sand to determine the growth, development and seed production of the plants. The number of leaves for each plant as well as the plant height were measured weekly, until the plants became reproductive. The two resistant populations grew much faster than the susceptible population and they also produced taller plants. The susceptible population produced more leaves, but seed production was delayed considerably. This probably relates more to the plant's adaptation to their environment, than to adaptation due to resistance. The susceptible population was collected from a natural environment, while the others were collected from wheat fields.

In the third experiment the seed dormancy of the *Bromus* populations was investigated. The effect of different treatments on the dormancy of the seed was also investigated. The treatments that were applied were gibberellic acid, fumigation with ammonia gas and an ammonia treatment combined with a cold treatment. Seed dormancy in all populations was short-lived and the cold treatment was an effective way of stimulating fresh seed to germinate.

The last experiment was performed to develop a quicker method for the evaluation of resistance in *Bromus* spp. In this experiment the petridish method was investigated. Only sulfosulfuron and iodosulfuron + mesosulfuron were used, because resistance to them was proven earlier. Different concentrations of the herbicides were applied to the dishes with the seed and were exposed to a cold treatment before being placed in a germination chamber. The seed in all the treatments germinated and it was decided to let the seed grow for two weeks in the petri dishes to observe whether the herbicides may have a detrimental effect on the growth of the small seedlings. After two weeks there were no differences between treatments and the experiment was terminated.

The study showed that resistance is present in some of the *Bromus* populations and that there are biological differences between populations with different degrees of resistance. However, the fact that the susceptible population comes from a completely different environment than the other populations, complicate matters and further studies are required to obtain a clearer picture.

INHOUDSOPGAWE

	Bladsy
UITTREKSEL	IV
ABSTRACT	VII
HOOFSTUK 1 INLEIDING	1
HOOFSTUK 2 LITERATUUROORSIG	5
2.1 Inleiding	5
2.2 Algemeen	6
2.2.1 Wat is weerstand?	6
2.2.1.1 Setel weerstand	7
2.2.1.2 Metaboliese weerstand	7
2.2.1.2.1 Onkruidodder opname	7
2.2.1.2.2 Translokasie	8
2.2.1.2.3 Kompartementering	8
2.2.1.2.4 Metaboliese detoksifikasie	8
2.2.1.2.4.1 Oksidasie	8
2.2.1.2.4.2 Reduksie	8
2.2.1.2.4.3 Hidrolise	9
2.2.1.2.4.4 Konjugasie	9
2.2.2 Ontwikkeling van onkruidodderweerstand	9
2.2.2.1 Faktore wat 'n rol speel	10
2.2.2.1.1 Genetiese variasie en mutasie	10
2.2.2.1.2 Oorerflikheid van onkruidodderweerstand	11
2.2.2.1.3 Seleksie deur onkruidodders	12
2.2.2.1.4 Lewenskragtigheid	12
2.2.2.1.5 Geenvloei en verspreiding van onkruidodder	12

HOOFSTUK 5	SAADDORMANSIE IN VYF VERSKILLENDSE <i>BROMUS</i> POPULASIES	
5.1	Inleiding	59
5.2	Materiaal en metodes	59
5.3	Statistiese ontledings	62
5.4	Resultate en bespreking	62
5.5	Gevolgtrekking	75
HOOFSTUK 6	DIE PETRIBAKKIE METODE AS ALTERNATIEWE METODE VIR BEPALING VAN WEERSTAND BY <i>BROMUS</i> spp.	
6.1	Inleiding	78
6.2	Materiaal en metodes	79
6.3	Statistiese ontledings	81
6.4	Resultate en bespreking	81
6.5	Gevolgtrekking	83
HOOFSTUK 7	SAMEVATTING	87

HOOFSTUK 1

Inleiding

Onlangs is daar toenemend staat gemaak op moderne onkruidodders wat gelei het tot 'n afname in die toepassing van "tradisionele" onkruidbeheermetodes. Gewasverbouingstelsels het verander, gedryf deur die moontlikheid van hoër oesopbrengste, en het meer en meer op hierdie produkte staat gemaak. Alhoewel die verskuiwing ekonomies voordelig vir produsente was, was daar ook negatiewe gevolge wat nou aangespreek moet word om langtermyn volhoubaarheid te verseker. Een so 'n nadelige gevolg is die ontwikkeling van onkruidodderweerstand (HRAC, ongedateerd).

Die eerste geval van onkruidodderweerstand is in 1964 geïdentifiseer en minder as dertig jaar later was daar meer as 100 weerstandbiedende gras- en breëblaaronkruid biotipes in 40 lande wêreldwyd bevestig (HRAC, 2000). Die ontwikkeling van weerstand word hoofsaaklik toegeskryf aan twee redes naamlik dat onkruidspesies in groot genoeg getalle voorkom sodat weerstand geselekteer kan word en tweedens die volgehoue seleksiedruk wat uitgeoefen word deur die onkruidodder sodat weerstand geselekteer kan word (Derksen, Anderson, Blackshaw & Maxwell, 2002).

Tans het die Wes-Kaap provinsie 'n vinnige toename in die ontwikkeling van onkruidodderweerstand. Dit kan aan baie faktore toegeskryf word, onder meer 'n gebrek aan 'n wisselboustelsel met 'n nie-graangewas, die praktyk van monokultuurstelsels, toepassing van minimum grondbewerking en die herhaaldelike gebruik van sekere chemiese onkruidodders. Belangrike onkruides wat al reeds positief getoets is vir weerstand in die Wes-Kaap gebied is *Lolium* spp. (raaigras), *Avena fatua* (wildehawer), *Phalaris minor* (Kleinsaad kanariegras) en *Raphanus raphanistrum* (ramenas) (Khorommbi, 2000). Onbevestigde gevalle van weerstand is ook gerapporteer vir *Bromus diandrus* (predikantsluis), *Emex australis* (Kaapse dubbeltjie), *Fumaria officinalis* (duiwekerwel) en *Stellaria media* (sterremuur) (Pieterse, de Villiers & Cumming, 2002).

Bromus diandrus Roth. (Predikantsluis) is 'n grasonkruid wat oor die afgelope paar jaar 'n al hoe belangriker grasonkruid geword het, deurdat dit oeste verlaag en ook 'n groot effek het op vee produksiestelsels (Barry, 1996; Conradie, 1997). Daar word toenemend berigte ontvang dat daar vermoedelik weerstand in hierdie grasonkruid ontwikkel het.

Hierdie studie is daarop gemik om vermoedelike weerstand van *B. diandrus*, asook *B. pectinatus* en *B. rigidus* teen die chemiese middels haloksifop-R-metiel, imasamoks, iodosulfuron + mesosulfuron en sulfosulfuron te ondersoek. Verder word die moontlike effek wat weerstand op plante het, dit wil sê, of daar verskille is tussen die populasies t.o.v. groei en ontwikkeling, saadlewenskragtigheid en saaddormansie, ondersoek. Daar word ook gepoog om vinniger evaluasie metodes vir weerstands toetsing vir *Bromus* spp. te vind. Alhoewel drie verskillende *Bromus* spesies hier ondersoek word, is die hoofdoelwit van die studie om weerstand en die gevolg daarvan op groeipatrone in *B. diandrus* te ondersoek. *B. pectinatus* en *B. rigidus* is ingesluit in die studie omdat daar nie veel bekend is oor hulle weerstandstatus en biologie in Suid-Afrika nie.

Die tesis word as volg georganiseer: Hoofstuk 2 is 'n opsomming van die literatuur wat geraadpleeg is gedurende die studie. In Hoofstuk 3 word beskryf hoedat die vyf *Bromus* populasies onderwerp is aan spuitproewe met haloksifop-R-metiel, imasamoks, iodosulfuron + mesosulfuron en sulfosulfuron om vas te stel of daar enige weerstand in enige van die populasies teenwoordig is. Die hipotese wat getoets word is die volgende:

Hipotese 1: Daar is nie weerstand teen enige van die middels wat getoets word teenwoordig in enige van die *Bromus* populasies nie.

In Hoofstuk 4 word die groeipatrone van die verskillende *Bromus* populasies met mekaar vergelyk, met spesifieke verwysing na die *B. diandrus* populasies wat vermoedelik verskillende vlakke van weerstand besit. Parameters wat ondersoek is, is

lengtegroei, blaarproduksie, blaaroppervlakte, groenmassa en droëmassa. Die volgende hipotese is getoets:

Hipotese 2: Daar is nie verskille in groeipatroon tussen *B. diandrus* populasies met verskillende vlakke van weerstand nie.

In Hoofstuk 5 word die saadontkiemingseienskappe van die vyf *Bromus* populasies met mekaar vergelyk. Saaddormansie en metodes om saaddormansie op te hef is ondersoek. Die volgende hipotese is getoets:

Hipotese 3: Daar is nie verskille in saaddormansie eienskappe tussen *B. diandrus* populasies met verskillende vlakke van weerstand nie.

In Hoofstuk 6 word daar ondersoek ingestel na 'n alternatiewe metode om weerstand in *Bromus* spp. teen iodosulfuron + mesosulfuron en sulfosulfuron te bevestig. Die metode wat ondersoek is, is die petribakkie metode wat suksesvol in ander grasspesies met ander goepe (metode van werking) onkruidodders toegepas is. Die hipotese wat ondersoek is, lui soos volg:

Hipotese 4: Die petribakkie metode is nie 'n betroubare manier om weerstand teen sulfonielureum onkruidodders in *Bromus* spp. te bevestig nie.

Hoofstuk 7 is 'n samevattende hoofstuk wat 'n opsomming verskaf van die resultate wat verkry is asook geleenthede vir verdere studie op die onderwerp uitlig.

VERWYSINGSLYS

BARRY, R.J., 1996. Chemiese beheer van *Bromus diandrus* Roth. in *Triticum aestivum* L. met clomazone en foraat. Ongepubliseerde M.Sc Agric.-tesis, Universiteit van Stellenbosch, Stellenbosch.

CONRADIE, G.W.D.R., 1997. Chemiese beheer van *Bromus diandrus* Roth. in *Triticum aestivum* L. met verskillende sulfonielureums, dosisse, tye van toediening, asook die gebruik naftaleen anhidried, 'n chemiese beveiliging. Ongepubliseerde M.Sc Agric.-tesis, Universiteit van Stellenbosch, Stellenbosch.

DERKSEN D.A., ANDERSON R.L., BLACKSHAW R.E. & MAXWELL B., 2002. Weed dynamics and management strategies for cropping systems in the Northern Great Plains. *Agronomy Journal* 94, 174-185.

HRAC PAMFLET, ONGEDATEERD. Guideline to the management of herbicide resistance.

HRAC, 2000. How to minimize resistance risks and how to respond to cases of suspected and confirmed resistance. HRAC pamphlet.

KHOROMBI G., 2000. Mode of action: The key to herbicide resistance management. *SAGrain* November, 68-70.

PIETERSE, P.J., DE VILLIERS, B.L. & CUMMING, C. 2002. Onkruidodderweerstand en raaigras – wat gaan aan in die Winterreënstreek? *SAGraan* Junie, 72-73.

HOOFSTUK 2

LITERATUUROORSIG

2.1 Inleiding:

Onkruiddoderweerstand is wêreldwyd aan die toeneem en Suid-Afrika is nie uitgesluit nie. In Suid-Afrika is raaigras, *Lolium rigidum*, tans een van die belangrikste weerstandbiedende onkruid, maar dit is nie die enigste een nie (Heap, 2003). Met 'n groeiende populasie word daar verwag dat daar al hoe meer voedsel van dieselfde hoeveelheid bewerkbare grond geproduseer moet word. Om dit te verkry raak boerderytegnieke al hoe meer intensief en word dus al hoe meer plaagdoders gebruik.

Weerstand van onkruid teen onkruiddoders raak baie sektore in die landbougemeenskap, byvoorbeeld boere, adviseurs, navorsers en die agrochemiese industrie. Die vrees bestaan dat in ekstreme gevalle van weerstand, boere 'n waardevolle chemiese hulpmiddel kan verloor, wat voorheen effektiewe beheer teen oesverlagingsonkruid gegee het (Nevill, Cornes & Howard, 1998; Vitolo, 2002).

Weerstand word dikwels gesien as 'n probleem wat veroorsaak word deur 'n spesifieke aktiewe bestanddeel, maar dit is 'n wanopvatting. Weerstand kom voor as gevolg van agronomiese sisteme wat te swaar op onkruiddoders staatmaak as die enigste manier vir onkruidbeheer (Nevill *et al.*, 1998).

2.2 Algemeen

2.2.1 Wat is weerstand?

Weerstand is die oorge-erfde vermoë van 'n plaag (onkruid) om 'n plaagdoder (onkruiddoder) te oorleef wat normaalweg die meeste soortgelyke plae (onkruide) beheer (Powles & Holtum, 1994). As gevolg van genetiese verskille in enige onkruidpopulasie mag daar individuele plante of biotipes teenwoordig wees wat die vermoë het om 'n toediening van 'n onkruiddoder te oorleef wat normaalweg die onkruid doodmaak. Die plante bied dus weerstand teen die onkruiddoder (AgrEvo, ongedateerd; Jutsum & Graham, 1995; Vitolo, 2002).

Chemiese onkruiddoders veroorsaak self nie weerstand nie, maar die herhaalde gebruik van 'n spesifieke middel kan selektiewe druk stimuleer en sodoende ontwikkel die onkruid populasieweerstand teen die betrokke produk (Smit, 1999).

Weerstand kan verder onderverdeel word in die volgende twee groepe, naamlik:

Kruisweerstand - Dit is weerstand teen twee of meer onkruiddoders as gevolg van die teenwoordigheid van 'n enkel weerstandsmeganisme (Heap & Knight, 1990; Burnet, Barr & Powles, 1994).

Veelvoudige weerstand - Die weerstand kom voor wanneer weerstand teen meer as een onkruiddoder ontwikkel het as gevolg van die teenwoordigheid van twee of meer weerstandsmeganismes in dieselfde plant (Burnet, *et al*, 1994; Jutsum & Graham, 1995; Rao, 2000; Vitolo, 2002).

Weerstand meganismes kan op hulle beurt in twee groepe gekategoriseer word naamlik:

2.2.1.1 Setel weerstand: Dié meganisme se aksie is die ontstaan van 'n spesifieke weerstandbiedende area waar die onkruidoder aktief werkend is, met ander woorde, teiken-aksie weerstand (Dekker & Duke, 1995). Weerstand word aan die plant verleen deur middel van 'n verandering of die mutasie van die verskillende teiken-area strukture (Dekker & Duke, 1995). Veranderlikheid in die funksionele kwaliteite van hierdie teiken-area mutasies bestaan wel en hulle kan in 'n gelyke mate (bv. sulfonielureum weerstand) of minder kompetend (bv. s-triazine weerstand) wees as hul wilde tipes wat 'n wilde tipe teiken-aksie proteïen het (Dekker & Duke, 1995). Hierdie weerstandsmeganisme ontwikkel baie vinnig weens oorvertroue in die onkruidoders van die arieloksiefenoksiopronaat en sikloheksadioon onkruidoder groepe: middels wat verantwoordelik is vir die inhibering van ACCase - ensiem betrokke by lipied biosintese (Dekker & Duke, 1995) – en was 'n paar jaar gelede die eerste keer in Engeland geïdentifiseer (Orson, 1999). Llewellyn & Powles (2001) het verder ook bevind dat setelweerstand meganismes verantwoordelik was vir die oorgrote meerderheid populasies wat geklassifiseer word as chloresulfuron-weerstandbiedend.

2.2.1.2 Metaboliese weerstand: Hierdie meganisme weerhou die onkruidoder molekule van die teiken-area waar die middel toksies inwerk, met ander woorde, 'n weerhoudende weerstand (Dekker & Duke, 1995).

Die metaboliese weerstandmeganisme kan verder in vier aktiwiteite verdeel word naamlik: onkruidoder opname, translokasie, kompartementering en metaboliese detoksifikasie.

2.2.1.2.1 Onkruidoder opname: Nadat onkruidoders hetsy deur die grond (wortels) of blaar (lug) opgeneem is in die plant, moet hulle deur die nie-lewende deel (apoplast) van die plant vervoer word en die lewende deel (simplast) betree om 'n effek te hê. Weerstand word in individuele plant spesies verkry deur strukture wat in staat is om die chemikalië se indring tot die lewende dele te blokkeer (Dekker & Duke, 1995).

2.2.1.2.2 Translokasie: Na opname van middels deur die plant, word dit óf na die nie-lewende deel (selwande, xileem) of die lewende weefsel (sel plasmalemma, floeëm) getranslokeer. Beweging van onkruiddoder partikels oor kort of lang afstande of beperking van beweging deur plantstrukture; is 'n funksie van die chemiese natuur van die middel, die plantspesie, die toestand van die plant en die betrokke omgewing (Dekker & Duke, 1995).

2.2.1.2.3 Kompartementering: Onkruiddoders kan in verskeie dele van die plant gesekwestreer word voordat dit die teiken-area bereik. Sekwestrering van middels in vakuole, gevolg deur metabolisering daarvan is nog 'n moontlike meganisme van weerstand (Dekker & Duke, 1995).

2.2.1.2.4 Metaboliese detoksifikasie: Metaboliese detoksifikasie van onkruiddoders en ander chemikalië is die hoof meganisme van weerstand by gewasse. Die biochemiese reaksies wat detoksifikasie bewerkstellig kan in vier hoof kategorieë verdeel word naamlik oksidasie, reduksie, hidrolise en konjugasie (Dekker & Duke, 1995).

2.2.1.2.4.1 Oksidasie: Hierdie reaksies word gekataliseer deur mono-oksigenase bekend as gemengde funksie oksidase en sluit die volgende in: alkiel oksidase, aromatiese hidroksilase, epoxidase, N-dealkielase, O-dealkielase en swael oksidase (Dekker & Duke, 1995).

2.2.1.2.4.2 Reduksie: Ariel nitro-reduksie is 'n belangrike reaksie by onkruiddoder degradasie, maar speel 'n klein rol by onkruiddoder detoksifikasie (Dekker & Duke, 1995).

2.2.1.2.4.3 Hidrolise: Dis 'n algemene reaksie van plante en is belangrik by die detoksifikasie van onkruidodders, insluitende bromoksinel, cyanasien en propanil (Dekker & Duke, 1995).

2.2.1.2.4.4 Konjugasie: Konjugasie van onkruidodders na glukose, aminosure of glutatione is 'n belangrike reaksie in detoksifikasie wat 'n groot effek kan uitoefen op gewas weerstandbiedendheid. Konjugasie is die reaksie waar 'n onkruidoder metaboliet, wat in vroeër reaksies gevorm is, verenig word met inwendige substrate om 'n nuwe en groter verbinding te vorm (Dekker & Duke, 1995).

2.2.2 Ontwikkeling van onkruidoder weerstand:

Ontwikkeling van onkruidoderweerstand in onkruid is 'n evolusionêre proses. Daar is twee voorvereistes vir die evolusie van onkruidoderweerstand in plant populasies, naamlik, a) die voorkoms van erflike variasie in genetiese konsumpsie van onkruidoder weerstand en b) natuurlike seleksie vir verhoogde weerstand teen chemikalieë (Rao, 2000).

Die seleksiedruk vir onkruidoder weerstand word verhoog deur drie faktore (Rao, 2000), naamlik:

1. Effektiwiteit van die onkruidoder.
2. Frekwensie waarteen die onkruidoder gebruik word.
3. Die nawerking van die onkruidoder effek.

Die voorkoms en spoed van evolusie van onkruidoderweerstand word bepaal deur 'n aantal faktore (Mackenzie, Mortimer & Putwain, 1993; Powles & Holtum, 1994; Rao, 2000), naamlik:

- Aantal allele wat betrokke is in die uitdrukking van funksionele weerstand.
- Frekwensie van weerstandbiedende allele in natuurlike populasies van die onkruid spesies.
- Metode van oorerflikheid van die weerstandbiedende allele.

- Reproductiewe en voortplantings eienskappe van die onkruid spesies.
- Lewenskragtigheid van onkruidsade in die grond.
- Intensiteit van seleksie wat onderskei tussen weerstandbiedende biotipes en vatbare biotipes.
- Relatiewe fiksheid van weerstandbiedende en vatbare genotipes.

2.2.2.1 Faktore wat 'n rol speel

2.2.2.1.1 Genetiese variasie en mutasie:

Meganismes van onkruidodderweerstand sluit in dit wat die vervoer van onkruidodders na die biochemiese setels van aksie verhoed, die sensitiwiteit van die teiken setels reduceer, die onkruidodder detoksifiseer of genesing bespoedig (Rao, 2000; Diggle & Neve, 2001). Die spesifieke biochemiese meganismes sluit die volgende in:

1. Afsondering van die onkruidodder in die apoplast.
2. Modifikasie van selmembraan funksies en struktuur.
3. Veranderinge in die sensitiwiteit van die belangrike teiken ensiem.
4. Verhoogde produksie van die onkruidoderteiken.
5. Verhoogde metaboliese afbreek en konjugasie van die onkruidodders en
6. Verhoogde degradasie van onkruidodder genereerde toksiese produkte.

Die meganismes asook die uitdrukking van weerstand, word beheer deur genetiese lokusse. Ontwikkeling van onkruidodder weerstand is afhanklik van die omvang van die genetiese variasie en frekwensie van die voorkoms van mutasie. Genetiese variasie vir weerstand moet teenwoordig wees in 'n vatbare populasie vir die evolusie van weerstand. Daar is twee maniere waarop weerstand binne 'n onkruidpopulasie kan ontwikkel, naamlik:

1. 'n Weerstandbiedende geen, of gene, kan teen 'n lae frekwensie teenwoordig wees sodat seleksie van die populasie wat aanvanklik vatbaar was, verander.

2. Herhaalde seleksie mag voortdurend voorkom om 'n progressiewe verhoging in gemiddelde weerstand van generasie tot generasie te veroorsaak, wat verander in geen frekwensie by baie lokusse om weerstand te bevestig.

Dus word onkruidoderweerstand ontwikkel deur geen mutasies of word veroorsaak deur reeds bestaande gene (Diggle & Neve, 2001; Preston & Mallory-Smith, 2001).

2.2.2.1.2 Oorerflikheid van onkruidoder weerstand:

Daar is twee metodes van oorerwing van onkruidoderweerstand: nukleêre oorerflikheid en sitoplasmiese oorerflikheid (Rao, 2000). Weerstand teen die meeste groepe onkruidoders word veroorsaak deur nukleêre oorerflikheid. Hulle sluit in bipyridiliums, benzoate, aryloksiefenoksiepropione, sulfonielureums, ensovoorts. In nukleêre oorerflikheid word die weerstandbiedende allele oorgedra deur stuifmeel en saadknoppies. Gewoonlik word onkruidoderweerstand deur die belangrikste gene wat teenwoordig is in die onkruid veroorsaak. In die meerderheid van gevalle waar die hoeveelheid gene betrokke bepaal is, is weerstand deur een belangrike geen beheer (Diggle & Neve, 2001). Die oorheersing van belangrike geen oorerflikheid word toegeskryf aan die volgende twee faktore:

1. Die meeste nuut-ontwikkelde onkruidoders is hoogs teiken spesifiek en meng in met enkele ensieme in belangrike metaboliese paaie. Mutasies van die geen wat kodeer vir die ensieme mag 'n plant se sensitiwiteit teen 'n onkruidoder verander en weerstand veroorsaak.
2. Aanhoudende toediening van die onkruidoders veroorsaak sterk seleksiedruk teen vatbare fenotipes in onkruid populasies (Rao, 2000; Diggle & Neve, 2001).

Aanpassings teen die onkruidoder is alleenlik moontlik indien weerstandsgene teenwoordig is in 'n populasie.

Sitoplasmiese oorerflikheid van weerstand kom voor met triasien onkruidodders in 'n paar onkruid spesies. Die geen wat verantwoordelik is vir die triasien weerstand kom voor in die chloroplast genoom. Oordrag vind meestal plaas deur stuifmeel oordrag (Diggle & Neve, 2001).

2.2.2.1.3 Seleksie deur onkruidodders:

Die evolusie van onkruidodderweerstand in onkruid is afhanklik van die intensiteit van seleksie wat deur die onkruidodders veroorsaak word. Die aanhoudende toediening van 'n onkruidodder sal normaalweg 'n vinnige verhoging in die frekwensie van weerstandbiedende individue veroorsaak, totdat hulle die hele populasie domineer (Rao, 2000; Diggle & Neve, 2001).

2.2.2.1.4 Lewenskragtigheid:

Lewenskragtigheid is 'n maatstaf van oorlewing en die moontlikheid om kiemkragtige nageslag te produseer. Onder toestande van natuurlike seleksie, produseer genotipes met die hoogste lewenskragtigheid, gemiddeld meer saad as minder lewenskragtige plante. Daar word vermoed dat weerstandbiedende onkruid 'n laer lewenskragtigheid het as die vatbare onkruid, byvoorbeeld, onkruid wat weerstandbiedend is teen triasie produseer 64 % minder saad (Diggle & Neve, 2001).

2.2.2.1.5 Geenvloei en verspreiding van onkruidodder weerstand:

Geenvloei het 'n groot impak op die tempo van evolusie van onkruidodderweerstand. Indien 'n enkele plant of groep plante 'n onkruidodder toediening oorleef, word die alleel vir weerstand oorgedra na ander plante in die veld. Geenvloei tussen plante kom voor deur a) stuifmeel verspreiding en b) saad verspreiding (Rao, 2000; Diggle & Neve, 2001).

2.2.3 Meganismes van weerstandsontwikkeling in onkruid:

1. Weerstand teen Fotosistiem I inhibeerders:

Dit sluit die volgende onkruidmiddels in: Bipiridilium onkruidodders
(Parakwat en Dikwat).
Arseenbevattende onkruidodders
(DSMA en MSMA).

Parakwat beïnvloed die lig aangedrewe fotosintetiese elektron vervoer sisteem. Dit verhoed dus dat suurstof omgesit word na oksiede en vorm toksiese hidroksiedes wat lei tot vinnige verlies van membraan integriteit, ensovoorts, en uiteindelik lei dit tot die dood van die plant. In weerstandbiedende spesies word die onkruidoder vinnig gedetoksifiseer en verwyder vanuit die chloroplaste (Rao, 2000.).

2. Weerstand teen Fotosistiem II inhibeerders:

Dit sluit die volgende onkruidmiddels in: Triasiene,
Ureums,
Nitriële (Bromoksinel),
Karbamate,
ensovoorts.

Die onkruidoder verplaas die plastokinone by sy bindingsetel en verhoed dus elektron vervoer wat dan die katalisasie van ligafhanklike oksidasie van water verhoed. 'n Weerstandbiedende plant se bindingsetel word gemodifiseer sodat plastokinone nie verplaas word nie (Rao, 2000).

3. Weerstand teen Asetolaktaat Sintase inhibeerders:

Dit sluit die volgende onkruidmiddels in: Sulfonielureums,
Imidazolinone en

Triazolopyrimidine.

Weerstand van die teikensetel behels 'n reduksie in die sensitiviteit van die onkruidodder teen inhibisie deur die onkruidodder. Indien teikenweerstand teen een middel voorkom, is die onkruid weerstandbiedend teen alle middels in al drie die groepe (Rao, 2000).

4. Weerstand teen Asetiel Koensiem A Karboksilase inhibeerders:

Dit sluit die volgende onkruidmiddels in: Arieloksifenoksiopione en Cyclohexanedione.

Die onkruidodders werk in op die Asetiel Koensiem A bindings setel wat verhoed dat dit bind. In weerstandbiedende onkruid kom ander vorms van Asetiel Koensiem A voor wat op die bindings setel kan gaan bind (Rao, 2000).

5. Weerstand teen Ouksien onkruidmiddels:

Dit sluit die volgende onkruidmiddels in: Fenoksie-alkane (MCPA en 2,4-D).

Die middels boots die aksie van die natuurlike plant groeimiddel, indoolasynsuur (IAA), of te wel ouksien na. Daar word geglo dat die middels veranderinge in die plant veroorsaak wat lei tot die plant se dood. Die veranderinge sluit in selvergroting, hipertrofie, etileen biosintese, ensovoorts. Daar is nog onduidelikheid oor die ontstaan van weerstand teen die middels (Rao, 2000).

6. Weerstand teen Mitotiese inhibeerders:

Dit sluit die volgende onkruidmiddels in: Dinitroaniline onkruidodders.

Dit reduceer wortel lengte en laat saailing wortels opswel. Weerstandbiedende plante detoksifiseer die middels (Rao, 2000).

7. Weerstand teen inhibeerders van Aromatiese Komponent Biosintese:

Dit sluit die volgende onkruidmiddels in: Glifosaat (Roundup).

Glifosaat inhibeer die reaksie van EPSP (5-enolpyruvylshikimate-3-fosfaat sintase) deur daarop in te werk. Alhoewel die EPSP in weerstandbiedende plante nog vatbaar is vir glifosaat, word 'n oorfloed daarvan vervaardig en dit veroorsaak dat die glifosaat nie so effektief werk nie (Rao, 2000).

2.3 Weerstand wêreldwyd

Vir baie jare, het onkruidwetenskaplikes geweet dat insekte weerstand teen plaagdoders ontwikkel (Rao, 2000) en dat meer van dieselfde middel nie die probleem opgelos het nie en so ook nie nuwe of 'n kombinasie van middels nie. Onkruidwetenskaplikes het geweet dat onkruid ook weerstand sal ontwikkel, maar hulle het gedink dat dit nie 'n baie groot probleem sou wees nie, as gevolg van die volgende redes:

1. Onkruid, selfs eenjariges, het 'n baie langer lewenssiklus as insekte.
2. Onkruid is nie so mobiel soos insekte nie.
3. Daar is 'n wye verskeidenheid van onkruiddoders wat gebruik is en hulle het verskillende metodes van werking gehad.
4. Gewasrotasies het dit moontlik gemaak om verskillende middels te gebruik.
5. Bewerking en ander tegnieke is in dieselfde land gebruik waar onkruiddoders gespuit is en sal dan die weerstandbiedende onkruid beheer.
6. Daar is, en dit is vermoed dat daar altyd 'n groot saadreserwe in die grond sal wees wat die voorkoms weerstandbiedende plante in 'n populasie sal "verdun".

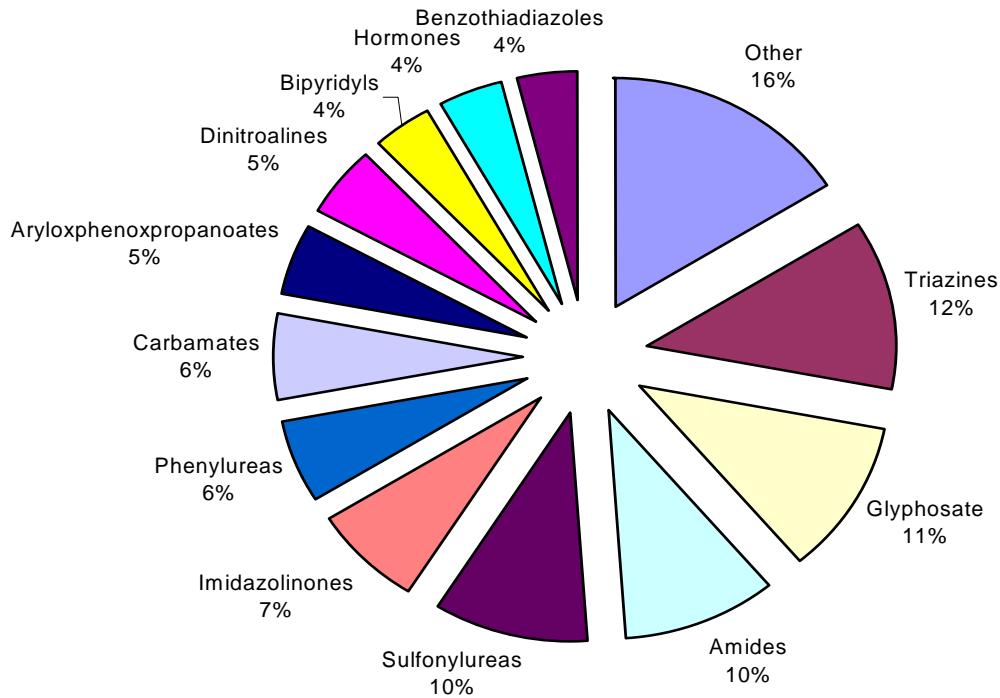
7. Weerstandbiedende spesies sal minder kompetend wees en sal moeiliker oorleef (Zimdahl, 1999).

Dit was almal logies, maar swak aannames, want onkruidwerstand het ontwikkel en dit is tans 'n baie groot probleem. Sedert 1992 het die aantal weerstandbiedende onkruid verdriedubbel en die area betrokke is tien keer meer (Zimdahl, 1999).

Dit is nie reg om te dink dat weerstand die einde gaan wees van die gebruik van onkruidwerstanders nie, want weerstandbiedende onkruid is baie keer minder lewenskragtig as die vatbare onkruid (Zimdahl, 1999).

Gedurende die afgelope 50 jaar het die agrochemiese industrie 'n wye reeks onkruidwerstanders met groter sofistiekasie ontwikkel, maar omdat daar so swaar op chemiese middels staat gemaak word vir onkruidbeheer tesame met praktyke soos monokultuur verbouing, het weerstand in meer as honderd verskillende onkruidspesies wêreldwyd ontwikkel (Jutsum & Graham, 1995).

Wêreldwye verkope van onkruidwerstanders in 1994 was ongeveer \$12.995 biljoen (Jutsum & Graham, 1995) terwyl dit in 1995 ongeveer \$14.28 biljoen was (Powles, *et al*, 1997). Die bedrae sluit 'n hele reeks onkruidwerstanders in, maar twaalf groepe verteenwoordig ongeveer 80% van die verkope, waarvan vyf veral uitstaan, naamlik die triasienes, glifosaat soute, amiedes, sulfonielureums en die imidazolinone (Fig. 1.), wat ook die helfte van die mark beslaan (Powles *et al.*, 1997).



Figuur 1 - Wêreldwye onkruidodder verkope vir 1995 (Powles *et al*, 1997).

Die eerste geval van 'n weerstandbiedende onkruidspesie is in die 1960's waargeneem toe *Senecio vulgaris* weerstandbiedendheid teen triasienes ontwikkel het (Shaner, 1995). Van toe af was daar 'n toename in onkruidspesies wat weerstandbiedend geword het teen onkruidodders (Jutsum & Graham, 1995). Daar is tans net twee bevestigde gevalle van *Bromus diandrus* weerstand, beide in Australië. Die eerste geval is in Victoria gevind teen haloksifop-ethoxetiel in 1999, terwyl die tweede geval ook in Victoria, in 2002, gevind is teen haloksifop-R-metiel (Heap, 2003).

Wêreldwyd is die volgende tien onkruidspesies (Heap, 2003) tans die mees weerstandbiedende onkruid (Tabel 1):

Tabel 1 - Die belangrikste weerstandbiedende onkruidspesies wêreldwyd

Algemene naam	Wetenskaplike naam
Raaigras	<i>Lolium rigidum</i>
Wildebawer	<i>Avena fatua</i>
Misbredie	<i>Amaranthus retroflexus</i>
Withondebossie	<i>Chenopodium album</i>
Setaria	<i>Setaria viridis</i>
Blousaadgras	<i>Echinochloa crus-galli</i>
Jongosgras	<i>Eleusine indica</i>
Kochia	<i>Kochia scoparia</i>
Skraalhans	<i>Conyza canadensis</i>
Misbredie	<i>Amaranthus hybridus</i>

2.4 Weerstand in Suid-Afrika

Onkruidodderweerstand is 'n probleem wat die afgelope paar jare vinnig in die Winterreënstreek toegeneem het. Weerstandbiedendheid is tot op hede op verskeie plase positief geïdentifiseer en die probleem neem toe (Smit, 1999).

Onkruid met weerstand teen selektiewe doders is in 1983 die eerste keer in Suid-Afrika gerapporteer (Lochner, 1998). In 1986 is *Avena fatua* (wildebawer) weerstand bevestig en in 1994, *Lolium rigidum* (raaigras) weerstand. Tans is weerstand ook bevestig teen kanariesaadgras, en ramenas (Lochner, 1998; HRAC pamflet, ongedateerd).

Die onoordeelkundige gebruik van onkruidodders het meegebring dat weerstand al teen die ACC-ase inhibeerders (fops en dims) en die ALS inhibeerders (sulfonielureums) ontwikkel het. Dit is die twee groepe onkruidodders waarop boere tans hoofsaaklik staatmaak om grasse in weidings- en graanlande te

beheer. Die keuse van onkruidodders om grasse te beheer, is baie beperk, wat die afwisseling van chemiese groepe om weerstand te voorkom baie moeilik maak. Weerstand teen 'n spesifieke middel kan oor 'n paar jaar plaasvind of selfs net oor 'n paar behandelings, byvoorbeeld so min as drie toedienings van 'n sulfonielureum of ses tot sewe van 'n fop of dim na mekaar kan weerstand veroorsaak (Bruwer, 2002).

Die belangrikste weerstandbiedende onkruid in Suid-Afrika word in die volgende tabel (Tabel 2) voorgestel (Heap, 2003; HRAC pamflet, ongedateerd).

Tabel 2 - Weerstandbiedende onkruid in Suid-Afrika met metode van werking waarteen weerstand ontwikkel het (Heap, 2003; HRAC pamflet, ongedateerd).

Spesies	Algemene naam	Jaar	Onkruidodder se metode van werking
<i>Amaranthus hybridus</i>	Kaapse misbredie	1993	Fotosisteen II inhibeerders
<i>Avena fatua</i>	Wildehawer	1986	ACCCase inhibeerders bv. Topik tesame met ALS inhibeerders bv. Hussar
<i>Lolium rigidum</i>	Raaigras	1993	ACCCase inhibeerders bv. Topik
		2001	Glisiene bv. Roundup
		2002	Bipiridiliums bv. Gramoxone

2.5 Praktjke om weerstand teen te werk

Daar is geen twyfel dat weerstand teen grasdoders 'n bedreiging is vir die langtermyn volhoubaarheid van graanproduksie. Die opbou van weerstandbiedende onkruidpopulasies moet verhoed word en die seleksiedruk van onkruidodders moet verminder word. Die aanpassing van drie sleutel boerderypraktjke kan die uitwerking van weerstand beperk. Die praktjke sluit die volgende in (AgrEvo pamflet, ongedateerd; HRAC pamflet, ongedateerd).

2.5.1 Wisselbou

Die keuse van 'n gewas in 'n wisselboustelsel sal die metode van grondbewerking en chemiese opsies bepaal.

2.5.1.1 Tydens die weidingsfase

- Gebruik chemiese produkte met 'n verskillende metode van werking as die wat gebruik is in die graanfase.
- Be-oefen die praktjke van "pasture topping" om grassade te steriliseer.
- Maak kuilvoer voordat die grasse saadskiet
- Pas swaar beweiding toe tydens saadvorming.
- Indien weerstand bevestig is mag die vernietiging van die plante met nie-selektiewe onkruidodders of deur fisiese metodes selfs oorweeg word (AgrEvo pamflet, ongedateerd; HRAC pamflet, ongedateerd).

2.5.2 Bewerkingspraktjke

2.5.2.1 Tydens die graanfase

- Brand van stoppel sal bydra tot die vermindering van kiemkragtige onkruidsaad.
- Stimuleer onkruidontkieming deur ligte grondbewerking en volg op met nie-selektiewe onkruidodders vir beheer.
- S্পuit wenakkers, kontoerwalle en grensdrade.

- Plant onkruidvrye saad.
- Vang grassade agter stroper op en verbrand dit.
- Verhoog saaidigtheid om addisionele kompetisie te bied.
- Gebruik na-opkoms grasdoders vroeg om goeie beheer en verminderde onkruidkompetisie te verseker.
- Monitor die resultate van chemiese beheer (AgrEvo pamflet, ongedateerd; HRAC pamflet, ongedateerd).

2.5.3 Afwisseling van chemiese groepe

Moet nie onkruiddoders uit dieselfde groep op dieselfde land meer as een keer per seisoen gebruik nie en moenie dieselfde onkruiddoder op dieselfde land in die daaropvolgende seisoen gebruik nie (AgrEvo pamflet, ongedateerd; HRAC pamflet, ongedateerd).

2.6 Beskrywing van *Bromus diandrus* Roth.

Die *Bromus spp.* behoort aan die familie *Poaceae*, waarin die volgende onkruid ook voorkom, *Avena spp.*, *Poa annua*, *Lolium rigidum*, ensovoorts (Conradie, 1997; Moerkerk, 2000). Die algemeenste name vir *B. diandrus* is predikantsluis, steekgras, langnaald-Bromus en "Ripgut Brome".

Predikantsluis is afkomstig van die Mediterraëse gebiede (Henderson & Anderson, 1966; Ciba-Geigy, 1985; Bromilow, 1995; Botha, 2001; Van Oudtshoorn, 2002). Die genus *Bromus* se oorsprong is in Eurasia en kom tans in amper alle gebiede voor met 'n mediterraëse klimaat, dit wil sê gebiede met 'n koel, nat winter en 'n droë, warm somer (Conradie, 1997; Moerkerk, 2000). Dit is vermoedelik aan Suid-Afrika blootgestel deur gekontamineerde voergraan.

Predikantsluis het vinnig versprei, veral in die Suid-, Wes- en Oos-Kaap (Henderson & Anderson, 1966; Ciba-Geigy, 1985; Bromilow, 1995; Botha, 2001; Van Oudtshoorn, 2002). Dit kom in 'n wye reeks van klimate voor en groei op

suur of alkaliese sanderige of lemerige gronde, veral as dit bemes is met stikstof en fosfaat (Moerkerk, 2000).

Dit word as 'n baie belangrike onkruid in Wes-Australië beskou, omdat dit die opbrengs van koring verminder en saad besmet. Dit is 'n baie ernstige probleem in koring omdat dit in die herfs en laat winter ontkiem en direk met koring kompeteer tot en met volwassendheid. Predikantsluis tree ook op as gasheerplant van oogvlek (*Pseudocercospora herptrichoides*) in *Triticum aestivum* L. (koring). Die *Bromus* spp. is ook vatbaar vir vrotfootjie (*Gaumannomyces graminis* vat. *tritici*) en kan dus as gasheerplant optree. Dit tree ook op as gasheerplant van plantluise wat geel verdwergingsiekte by gars (*Hordeum vulgare*) veroorsaak (Barry, 1996).

Predikantsluis is 'n eenjarige gras wat yl polle vorm en tot 0,75 m hoog kan groei (Henderson & Anderson, 1966; Ciba-Geigy, 1985; Bromilow, 1995; Barry, 1996; Conradie, 1997; Botha, 2001; Van Oudtshoorn, 2002). Die halms is regop, fyngestreep en haarloos. Die blare is dig behaard en kan tot 40 cm lank word, terwyl dit 8 mm breed word. Die blompakkies is lank en reguit met skurwe kafnaalde en is 3,5-6 cm lank. Die sade is donkerbruin, haarloos en gerond aan die een kant en diep ingedui aan die ander kant. Hulle word tot 1,1 cm lank (Henderson & Anderson, 1966; Ciba-Geigy, 1981; Ciba-Geigy, 1985; Bromilow, 1995; Botha, 2001; Van Oudtshoorn, 2002).

Predikantsluis groei en produseer saad gedurende die winter, lente en vroeë somer (Conradie, 1997; Moerkerk, 2000). Aan die einde van die somer, afhangende of hul geproduseerde saad se dormansie opgehef is, ontkiem die meeste sade na die eerste winterreëns. Die sade wat nie ontkiem het nie kan vir twee tot drie jaar kiemkragtig in die grond oorleef. Saadproduksie per plant wissel van 600 tot 3 000 (Moerkerk, 2000).

VERWYSINGSLYS

- AGREVO PAMFLET. Raaigras weerstand: Praktiese riglyne vir die suksesvolle bestuur van grasonkruid in kleingraan en weidings. Van der Walt Reklame.
- BARRY, R.J., 1996. Chemiese beheer van *Bromus diandrus* Roth. in *Triticum aestivum* L. met clomazone en foraat. Ongepubliseerde M.Sc Agric.-tesis, Universiteit van Stellenbosch, Stellenbosch.
- BOTHA, C., 2001. Algemene onkruid in gewasse en tuine in Suidelike Afrika. Eerste uitgawe, Landbounavorsingsraad/Syngenta, Potchefstroom.
- BROMILOW, C., 1995. Problem plants of South Africa. Eerste uitgawe, Briza Publications, Arcadia.
- BRUWER, J., 2002. Onkruidweerstand. <http://www.ssk.co.za>
- BURNET, M.W.M., BARR A.R. & POWLES S.B., 1994. Chloroacetamide resistance in rigid ryegrass (*Lolium rigidum*). *Weed Science* 42, 153-157.
- BURNET, M.W.M., HART Q., HOLTUM J.A.M. & POWLES S.B., 1994. Resistance to nine herbicide classes in a population of rigid ryegrass (*Lolium rigidum*). *Weed Science* 42, 369-377.
- CIBA-GEIGY, 1981. Grass Weeds 2. Eerste uitgawe, Switzerland.
- CIBA-GEIGY, 1985. Onkruid in gewasse en tuine in Suidelike Afrika. Eerste uitgawe, Seal Publiseerders, Johannesburg.

- CONRADIE, G.W.D.R., 1997. Chemiese beheer van *Bromus diandrus* Roth. in *Triticum aestivum* L. met verskillende sulfonielureums, dosisse, tye van toediening, asook die gebruik naftaleen anhidried, 'n chemiese beveiliging. Ongepubliseerde M.Sc Agric.-tesis, Universiteit van Stellenbosch, Stellenbosch.
- DEKKER, J. & DUKE S.O., 1995. Herbicide-resistant field crops. *Advances in Agronomy* 54, 69-116.
- DIGGLE, A.J. & NEVE, P., 2001. The population dynamics and genetics of herbicide resistance – A modeling approach. In: Powles, S.B. & Shaner, D.L. Herbicide resistance and world grains. CRC Press, Boca Raton.
- HEAP, I., 2003. International survey of herbicide resistant weeds. <http://www.weedscience.org>
- HEAP I.M. & KNIGHT R., 1990. Variation in herbicide cross-resistance among populations of annual ryegrass (*Lolium rigidum*) resistant to diclofop-methyl. *Australian Journal of Agricultural Research* 41, 121-128.
- HENDERSON, M. & ANDERSON, J.G., 1966. Algemene onkruid in Suid-Afrika. Eerste uitgawe, Stellenbosch.
- HRAC PAMFLET. Onkruidodeweerstand: Riglyne vir 'n geïntegreerde beheerstrategie. HRAC-komitee van AVCASA-Kaapwerkgroep.
- JUTSUM, A.R. & GRAHAM, J.C., 1995. Managing weed resistance: The role of the agrochemical industry. *Brighton Crop Protection Conference - Weeds*, 557-566.

- LLEWELLYN R.S. & POWLES S.B., 2001. High levels of herbicide resistance in rigid ryegrass (*Lolium rigidum*) in the wheatbelt of Western Australia, *Weed Technology* 15, 242-248.
- LOCHNER, H., 1998. SA sit op weerstand-tydbom. *Landbou Weekblad*, 3 Julie 1998. Nasionale Media Beperk, Kaapstad.
- MACKENZIE R., MORTIMER A.M. & PUTWAIN P.D., 1993. The evolution of herbicide resistance: Deliberate selection for clorsulfuron resistance in perennial ryegrass. *Brighton Crop Protection Conference – Weeds – 1993*. 645-646.
- MOERKERK, M., 2000. Weed ID/Management.
<http://www.weedman.horsham.net.au>
- NEVILL, D., CORNES, D. & HOWARD, S., 1998. Weed resistance.
<http://www.plantprotection.org/HRAC>
- ORSON J.H., 1999. The cost to the farmer of herbicide resistance. *Weed Technology* 13, 607-611.
- POWLES S.B. & HOLTUM J.A.M., 1994. Herbicide resistance in plants: Biology and Biochemistry. Lewis publishers. Florida, USA.
- POWLES, S.B., PRESTON, C., BRYAN, I.B. & JUTSUM, A.R., 1997. Herbicide resistance: Impact and management. *Advances in Agronomy, volume 3*. Academic Press Inc.

- PRESTON, C. & MALLORY-SMITH, C.A., 2001. Biochemical Mechanisms, Inheritance, and molecular genetics of herbicide resistance in weeds. In: Powles, S.B. & Shaner, D.L. Herbicide resistance and world grains. CRC Press, Boca Raton.
- RAO, V.S., 2000. Principles of weed science. Second Edition, Science Publishers Inc., United States of America.
- SHANER D.L., 1995. Herbicide resistance: where are we? How did we get here? Where are we going? *Weed Technology* 9, 850-856.
- SMIT, J., 1999. Onkruidde weerstand in kleingraan in die winterreënstreek. <http://www.proagri.co.za>
- VAN OUDTSHOORN, F., 2002. Gids tot grasse van Suider-Afrika. Tweede uitgawe, Briza Publikasies, Arcadia.
- VITOLO, D., 2002. Herbicide Resistance Action Committee: Partnership in the management of resistance. <http://www.plantprotection.org/HRAC>
- ZIMDAHL, R.L., 1999. Fundamentals of weed science. Second Edition, Academic Press, California.

HOOFSTUK 3

BEVESTIGING VAN ONKRUIDDODERWEERSTAND IN *BROMUS* *DIANDRUS* ROTH.

3.1 Inleiding

Weerstand kom vandag wydverspreid voor in verskeie dele van die wêreld. Onlangse statistiek het getoon dat 405 onkruidspesies in 47 lande al met weerstand teen onkruidodders geïdentifiseer is (Heap, 1999).

Tot redelik onlangs (ongeveer 1995) was daar in Suid-Afrika geen middels geregistreer wat *Bromus diandrus* Roth. (predikantsluis) in koring kon beheer nie (Pieterse, persoonlike mededeling). *Bromus diandrus* Roth. is een van die belangrikste grasonkruid in die koringlande van die Wes- en Suid-Kaap (Agenbag & Ferreira, 1993). Die opbrengs van winterkoring kan met soveel as 40% daal as gevolg van kompetisie deur *Bromus* grasse, volgens Rydrich (1974) en Wicks (1984). Die daling kan ook vererger as daar 'n stikstoftekort is, omdat *Bromus* grasse sterk kompeteerd is vir stikstof (Gill, Poole & Holmes, 1987). Nadat sulfosulfuron en iodosulfuron + mesosulfuron vir predikantsluis beheer in koring geregistreer is, is die twee middels op groot skaal, en in die geval van koring monokultuurstelsels, jaarliks toegedien. Gedurende die afgelope paar jaar is berigte ontvang dat beheer van predikantsluis met die middels nie meer so doeltreffend is nie, moontlik as gevolg van onkruiddoderweerstand wat ontwikkel het.

Die toets vir weerstand in onkruidspesies is 'n baie belangrike komponent vir die effektiewe toepassing van geïntegreerde beheer strategieë. Ideaal gesproke, moet toetse vir weerstand vinnig, akkuraat, goedkoop en vinnig beskikbaar wees en dit moet ook 'n betroubare aanduiding gee van die impak van weerstand op die onkruiddoder aktiwiteit in die veld (Moss, 1995).

Die mees algemene toets vir weerstand sluit in die groei van plante vanaf saad wat van 'n vermoedelike weerstandbiedende veld of land versamel is. Die plante word dan gespuit of behandel met die chemikalië waarvoor daar

getoets wil word. Die prosedure staan bekend as die “pot toets” (Moss, 1999).

In hierdie eksperiment is hierdie tegniek gebruik om vir die teenwoordigheid van weerstand in verskillende *Bromus* populasies te toets deur die aantal oorlewende plante asook droëmassa van die plante te bepaal.

3.2 Materiaal en metodes

Sade van *Bromus diandrus* Roth., *Bromus pectinatus* en *Bromus rigidus* populasies is verkry. Die basispopulasie (*Bromus diandrus* Roth. populasie), ‘n populasie wat nog nooit enige chemiese behandeling gehad het nie, is gekollekteer van die rand van ‘n pad teen Stellenboschberg buite Stellenbosch (33°56’S, 18°52’O) (Populasie 1). Die oorblywende populasies is verkry van landerye op plase in die Malmesbury omgewing (Ongeveer 33°30’S, 18°40’O), omdat hulle tekens van weerstand toon en is as volg ingedeel:

Populasie 2 : *Bromus diandrus* populasie

Populasie 3 : *Bromus diandrus* populasie

Populasie 4 : *Bromus pectinatus* populasie

Populasie 5 : *Bromus rigidus* populasie

Die sade van die verskillende populasies is uit die saadhuide verwyder en in petribakkies geplaas (ongeveer 20 sade per petribakkie bo op twee filtreer papiere) en benat met 5 ml gedistilleerde water. Die petribakkies is in ‘n polietileensakkie verseël om verdamping te voorkom en in ‘n yskas geplaas, waar sade aan ‘n koue behandeling (4°C) blootgestel is vir vyf dae en daarna na ‘n ontkiemingskabinet by ‘n konstante temperatuur van 20°C in die donker oorgeplaas totdat ontkieming plaasgevind het. Na ontkieming is die petribakkies uit die yskas verwyder en die sade is geplant in sandge vulde pottes met ‘n 20 cm deursnee en in ‘n glashuis laat groei totdat saad geproduseer is. Die plante is outomaties besproei met ‘n gebalanseerde voedingsoplossing. Die voedingsoplossing het 316 mg kg⁻¹ K, 166 mg kg⁻¹ Ca, 53 mg kg⁻¹ Mg, 31 mg kg⁻¹ P, 70 mg kg⁻¹ S, 71 mg kg⁻¹ Cl en 188 mg kg⁻¹

NO₃⁻ - N bevat. Die saad wat so verkry is, is vir verdere studies aangewend om die effek van groeitoestande op saadeienskappe uit te skakel.

Vir die spuitproef is die sade soos hierbo beskryf ontkiem. Na ontkieming is vier plantjies per pot oorgeplant in 8 cm x 8 cm plastiese potjies wat met sand gevul is. Besproeiing het plaasgevind soos voorheen beskryf. Aanvanklik is meer potjies geplant per populasie sodat dooie saailinge na twee weke vervang kon word. Die plantjies is toegelaat om te groei in 'n glashuis waarvan die nagtemperatuur gewissel het tussen 10 en 15 °C en die dagtemperatuur tussen 20 en 25 °C totdat die drie tot vier blaar stadium bereik is.

Die plantjies is gespuit met die volgende vier middels, opgelos in gedistilleerde water (om pH variasie van kraanwater uit te skakel), teen die volgende konsentrasies (Tabel 1):

Tabel 1 Die middels en konsentrasies waarmee die *Bromus* populasies gespuit is om teenwoordigheid van onkruidododerweerstand te bepaal.

<u>Middel</u> Aktiewe bestanddeel (algemene naam)	<u>Hoeveelheid produk</u> per hektaar (aanbevole dosis)	<u>Konsentrasies</u>
Haloksifop-R- Metielester (Gallant Super) (108 g l ⁻¹ a.b.)	500 ml produk ha ⁻¹	0, 125, 250, 500, 1000, 2000 en 4000 ml produk ha ⁻¹
Imasamoks (Cysure) (40 g l ⁻¹ a.b.)	1200 ml produk ha ⁻¹ tesame met Imiboost @ 2% (v/v)	0, 300, 600, 1 200, 2 400, 4 800 en 9 600 ml produk ha ⁻¹
Iodosulfuron en Mesosulfuron (Cossack) (30 + 30 g kg ⁻¹ a.b.)	300 g produk ha ⁻¹ tesame met Li 700 @ 0.1% (v/v)	0, 75, 150, 300, 600, 1 200 en 2 400 g produk ha ⁻¹
Sulfosulfuron (Monitor) (750 g kg ⁻¹ a.b.)	40 g produk ha ⁻¹ tesame met Li 700 @ 0,1% (v/v)	0, 10, 20, 40, 80, 160 en 320 g produk ha ⁻¹

Die konsentrasies word uitgedruk as hoeveelheid produk per hektaar om verwarring met veldaanbevelings te voorkom. Die chemiese middels is toegedien met 'n pneumatiese aangedrewe potspuit apparaat, wat toegerus is met 'n 8001 Teejet spuitneus, met 'n druk van 2 kPa, wat 100 liter water per hektaar lewer. Die plante is ses weke nadat hulle gespuit is geëvalueer en die persentasie oorlewendes is bereken. Die droëmassas is ook bepaal.

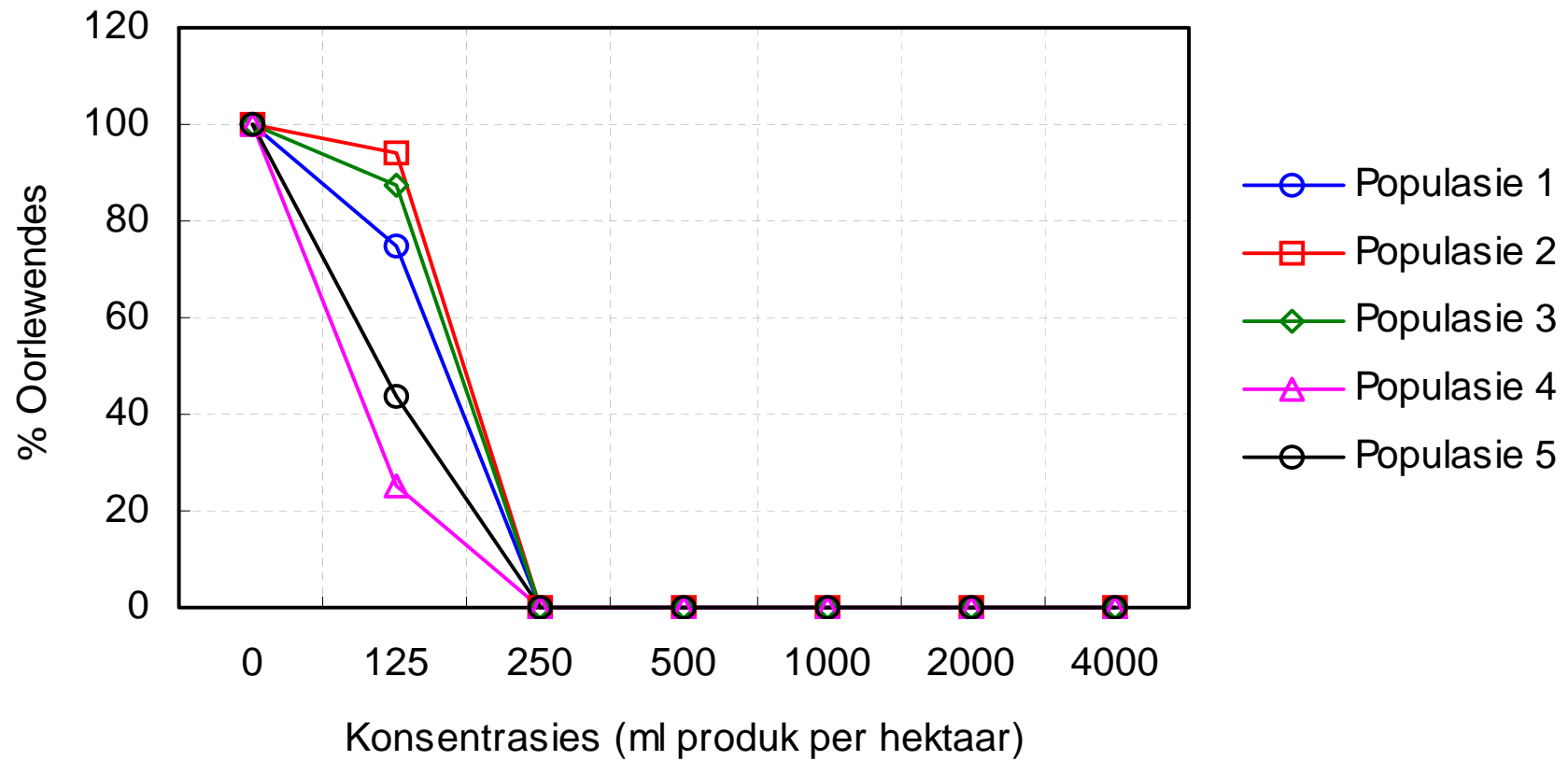
3.3 Statistiese ontledings

Alle statistiese ontledings is met die ANOVA bevel van die Statistica 6.1.404 statistiese pakket van StatSoft uitgevoer. Die resultate van elke middel is afsonderlik as 'n aparte stel data ontleed omdat daar nie ten doel gestel is om die werking van die middels met mekaar te vergelyk nie.

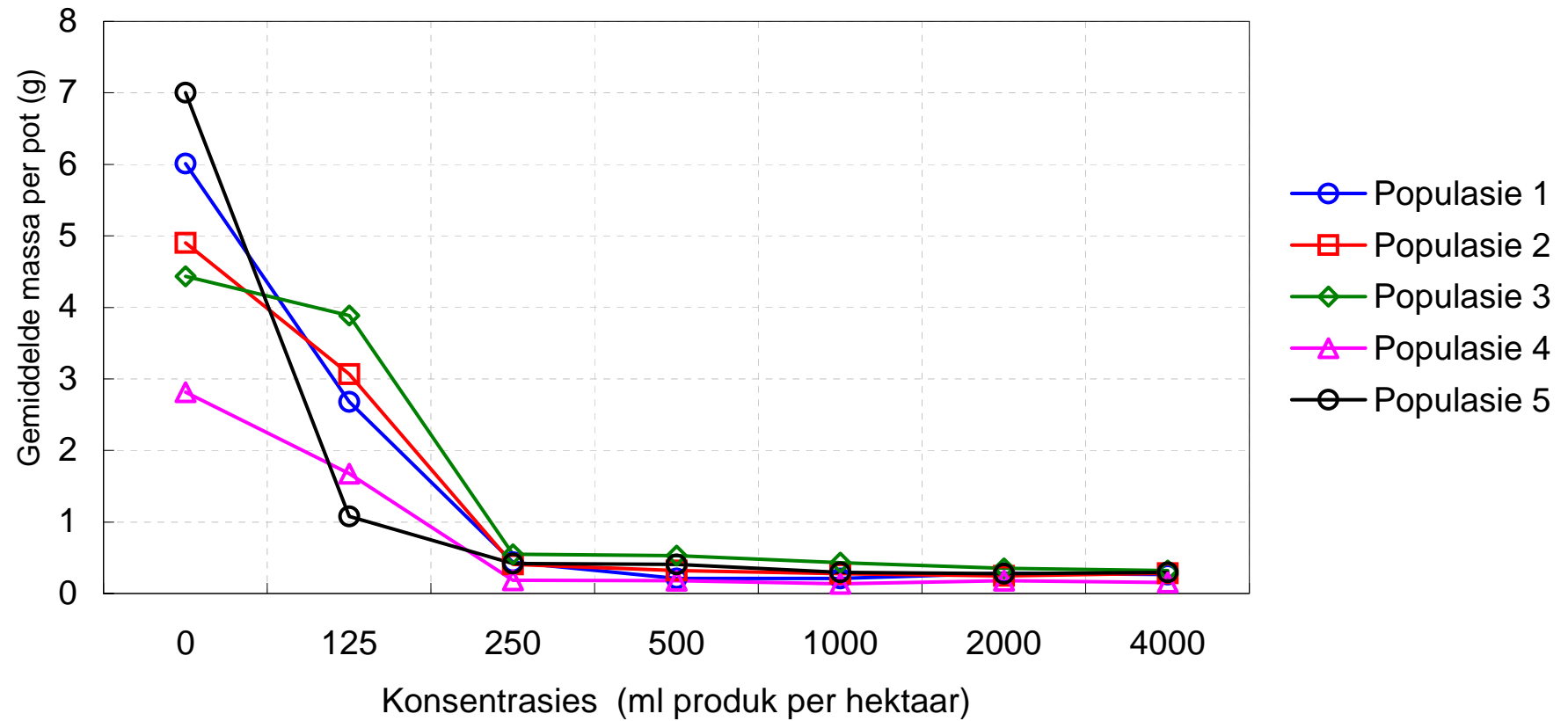
3.4 Resultate en bespreking

Alhoewel vyf *Bromus* populasies getoets is, is slegs drie van hulle *Bromus diandrus* populasies (Populasies 1, 2 en 3) en sal daar dus op hulle gekonsentreer word in die bespreking.

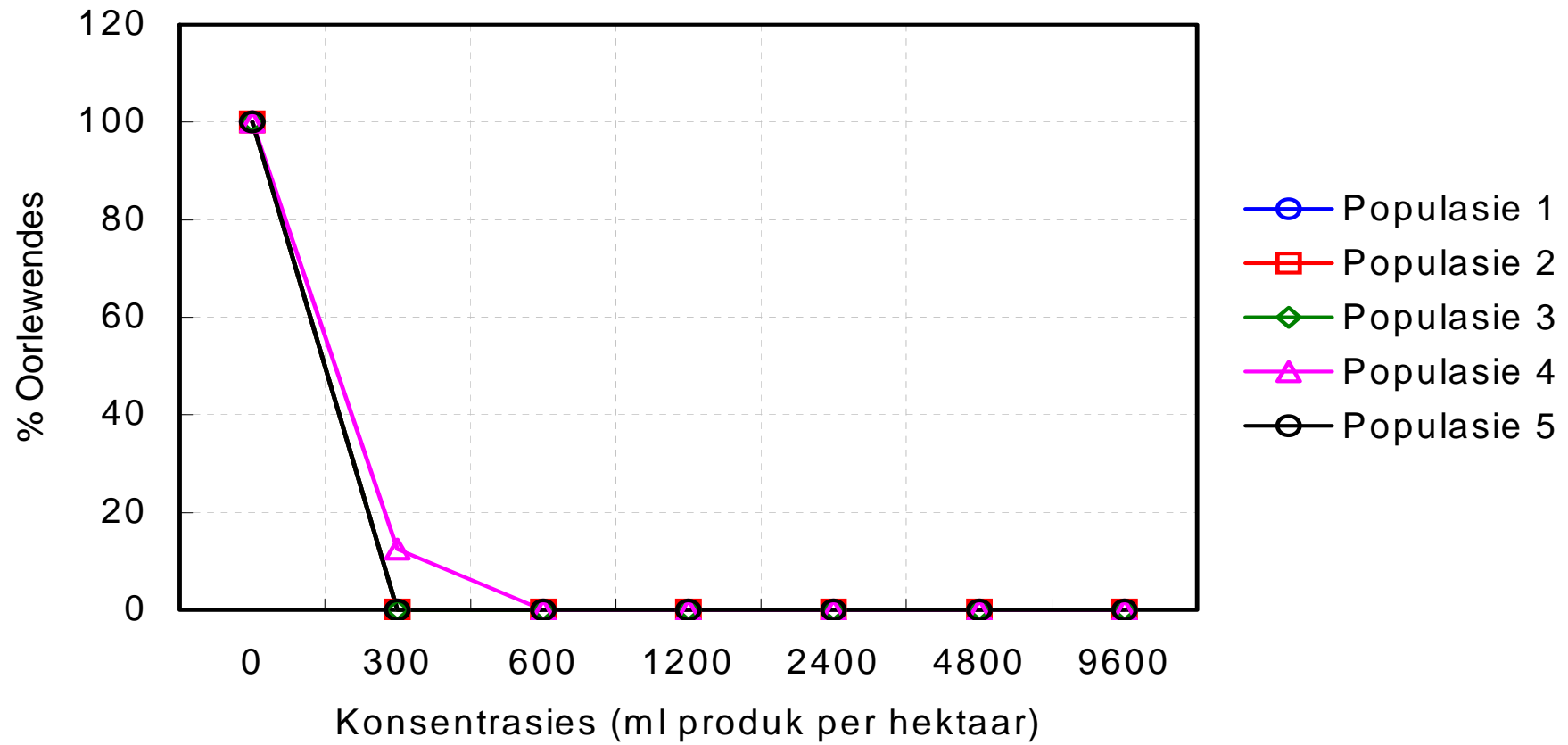
Die behandeling met haloksifop-R-metiel het geen betekenisvolle verskille tussen die populasies getoon by die aanbevole dosis (500 ml ha⁻¹) nie (Figuur 1). Alle plante is beheer teen so min as 250 ml ha⁻¹ en daar is dus geen weerstand teen die betrokke middel nie. Slegs by die 125 ml ha⁻¹ dosis was daar statisties betekenisvolle verskille ($P < 0.05$), maar dit is van geen praktiese waarde nie. As gevolg van die lyne wat so dig op mekaar lê, asook die feit dat daar nie weerstand teenwoordig was nie, is die 95% vertrouingsintervalle nie aangedui in Figuur 1 nie. Dieselfde geld vir Figure 2-4. Die oorlewingsresultate word bevestig deur die droëmassa resultate in Figuur 2, wat aandui dat daar nie verskille was tussen die droëmassas van die plante wat met 250 ml ha⁻¹ en hoër dosisse gespuit is nie. Die verskille in droëmassa (en oorlewing) wat by die 125 ml ha⁻¹



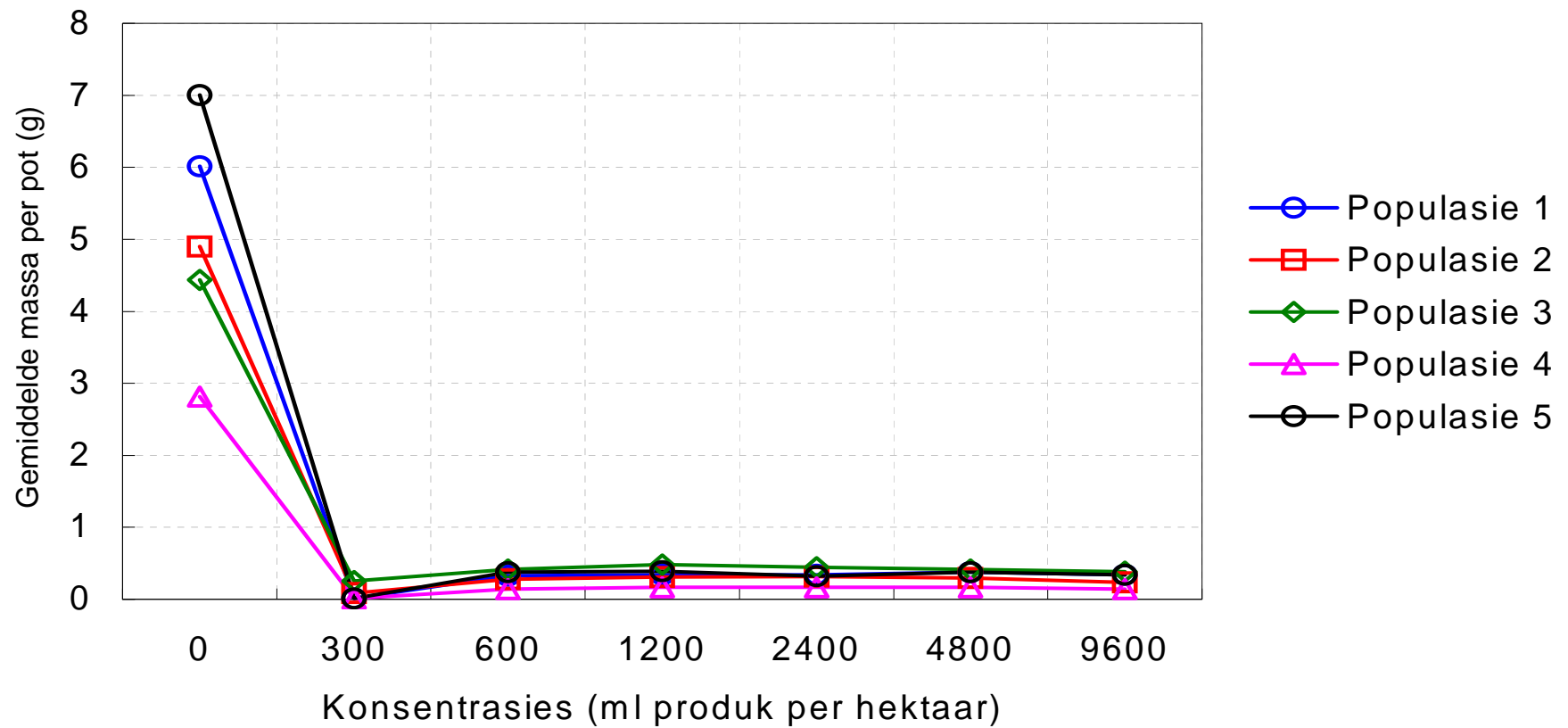
Figuur 1. Die gemiddelde persentasie oorlewing van vyf *Bromus* populasies wat behandel is met verskillende haloksifop-R-metielester konsentrasies.



Figuur 2. Die gemiddelde droëmassaproduksie van vyf *Bromus* populasies wat behandel is met verskillende haloksifop-R-metielester konsentrasies.



Figuur 3. Die gemiddelde persentasie oorlewing van vyf *Bromus* populasies wat behandel is met verskillende imasamoks konsentrasies.



Figuur 4. Die gemiddelde droëmassaproduksie van vyf *Bromus* populasies wat behandel is met verskillende imasamoks konsentrasies.

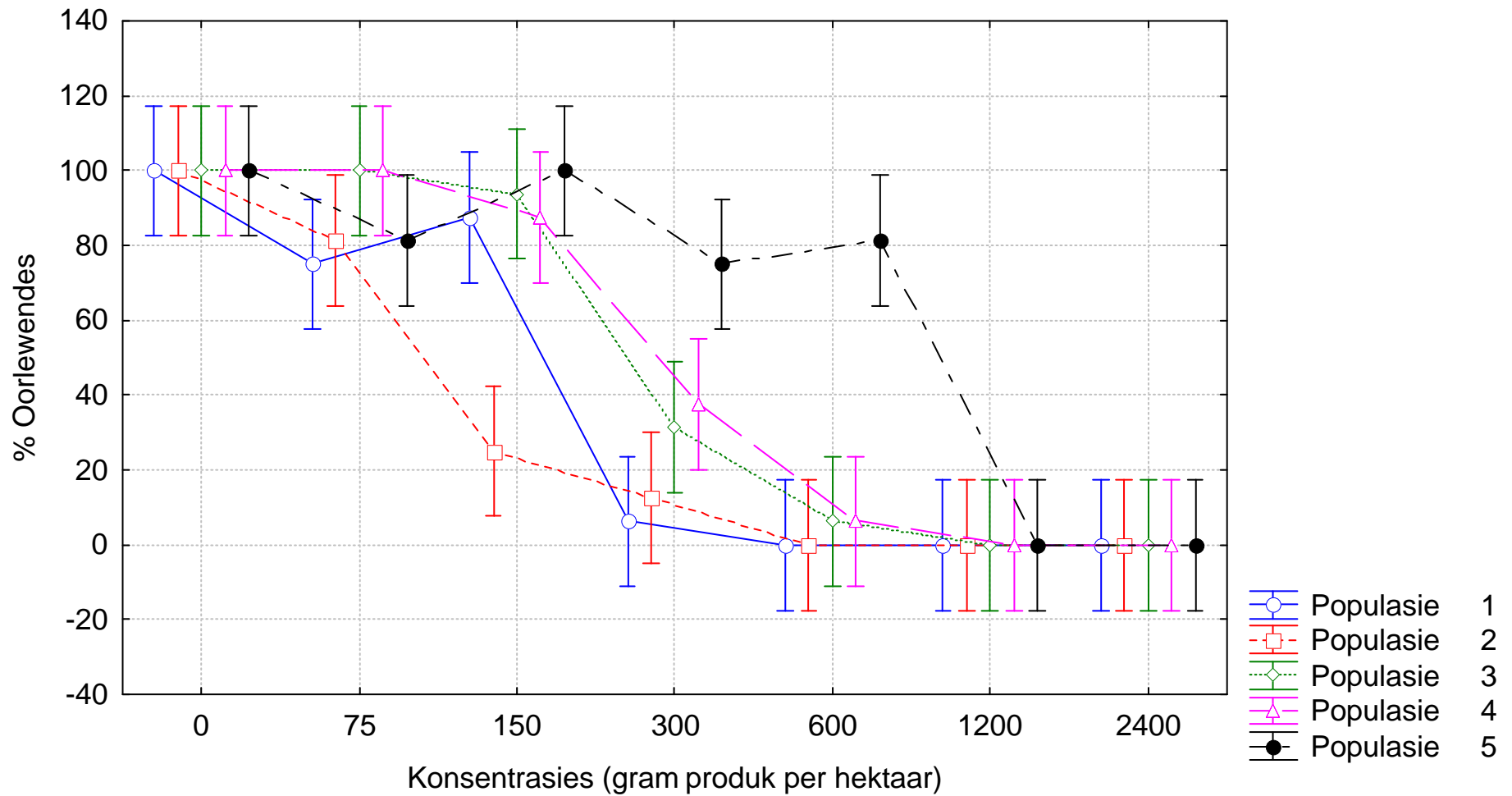
behandeling voorkom, dui op sensitiviteitsverskille tussen die populasies maar vanuit 'n praktiese oogpunt beskou is dit irrelevant.

Figure 3 en 4 dui aan dat daar nie verskille was tussen die sensitiviteit van die verskillende populasies vir imasamoks nie. Daar was geen teken van weerstand nie aangesien alle plante reeds teen 300 ml ha^{-1} (25% van die aanbevole dosis) beheer is.

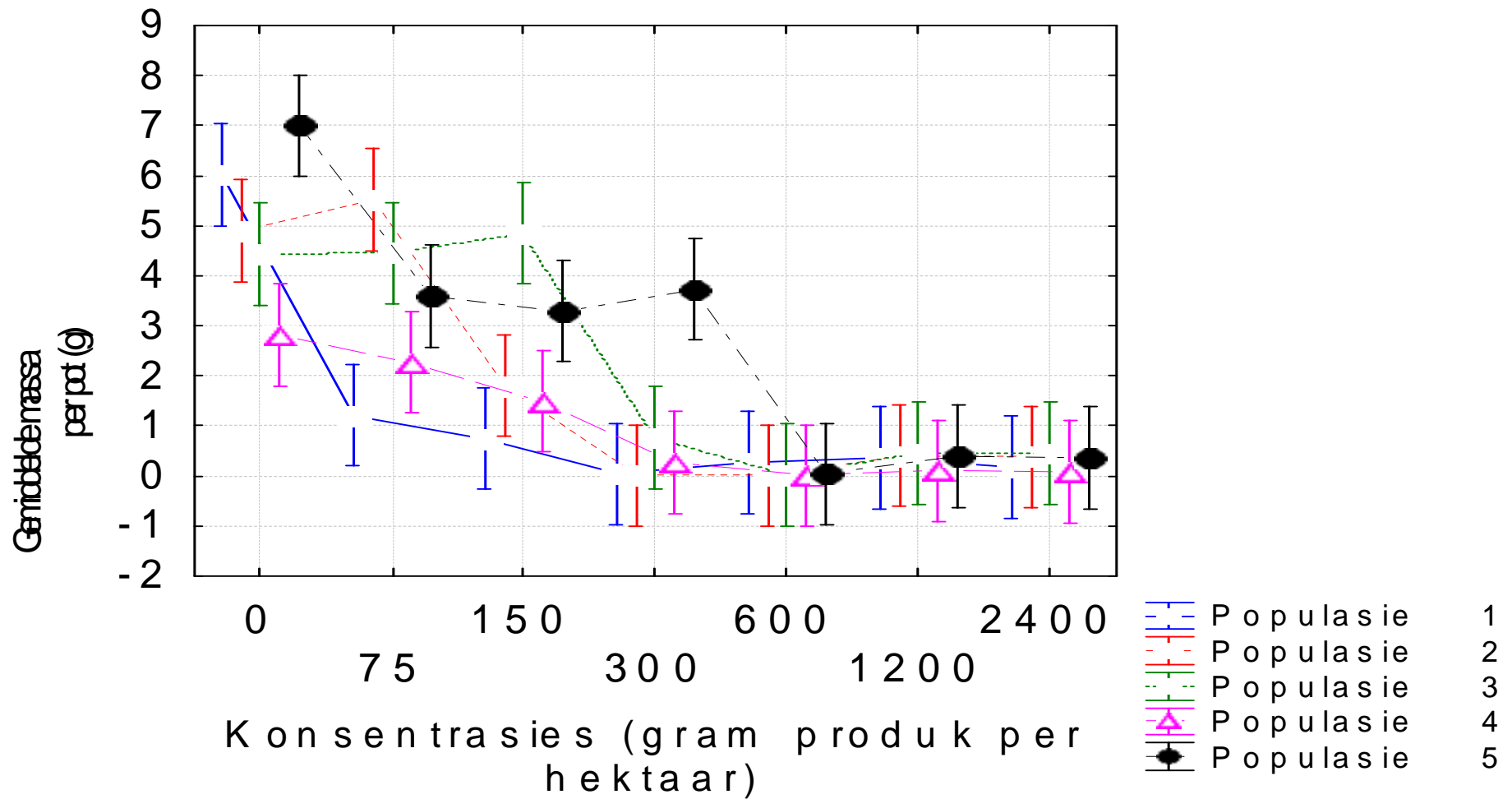
Die behandeling met iodosulfuron + mesosulfuron het 'n betekenisvolle ($P < 0.05$) interaksie tussen populasies en dosis tot gevolg gehad in terme van oorlewing sowel as droëmassaproduksie. Figuur 5 toon aan dat Populasie 2 by die 150 g ha^{-1} toediening 'n betekenisvolle laer oorlewingspersentasie as die ander populasies gehad het. Die waarneming word egter nie gesteun deur die droëmassa produksie nie (Figuur 6), en by 300 g ha^{-1} verdwyn die verskil. Nie een van die populasies wat getoets is, is 100% beheer by die aanbevole dosis van 300 g ha^{-1} nie, maar daar is ook nie statisties betekenisvolle verskille tussen Populasies 1 tot 4 nie (Figuur 5). Die *Bromus rigidus* populasie vertoon egter betekenisvol ($P < 0.05$) hoër oorlewing as die ander populasies by die aanbevole dosis sowel as by die dubbeldosis (Figuur 5). Die resultaat word bevestig deur die droëmassa produksie by die 300 g ha^{-1} maar nie by die 600 g ha^{-1} dosisse nie (Figuur 6).

Daar is egter 'n tendens waarneembaar van verskille in sensitiviteit van die populasies by die aanbevole dosis in die volgende volgorde (van meeste sensitief tot minste sensitief) : Populasie 1 > Populasie 2 > Populasie 3 > Populasie 4 > Populasie 5. Alhoewel die verskil tussen Populasie 1 en 3 nie statisties betekenisvol is nie, kan die verskille tussen ongeveer 95% en 70% beheer die verskil tussen weerstandbiedende en vatbare populasies aantoon. Die klein hoeveelheid plante waarmee gewerk is (vier herhalings van vier plantjies = 16) het moontlik 'n groot genoeg variasie veroorsaak om werklike verskille statisties te verbloem.

Die *Bromus rigidus* populasie (Populasie 5) se sterk weerstand teen die middel laat die vraag ontstaan of dit verworwe weerstand is of natuurlike toleransie teen die middel. Die droëmassa resultate bevestig die onvermoë



Figuur 5. Die gemiddelde persentasie oorlewing van vyf *Bromus* populasies wat behandel is met verskillende iodosulfuron + mesosulfuron konsentrasies (Die vertikale lyne stel die 95% vertrouingsintervalle voor).



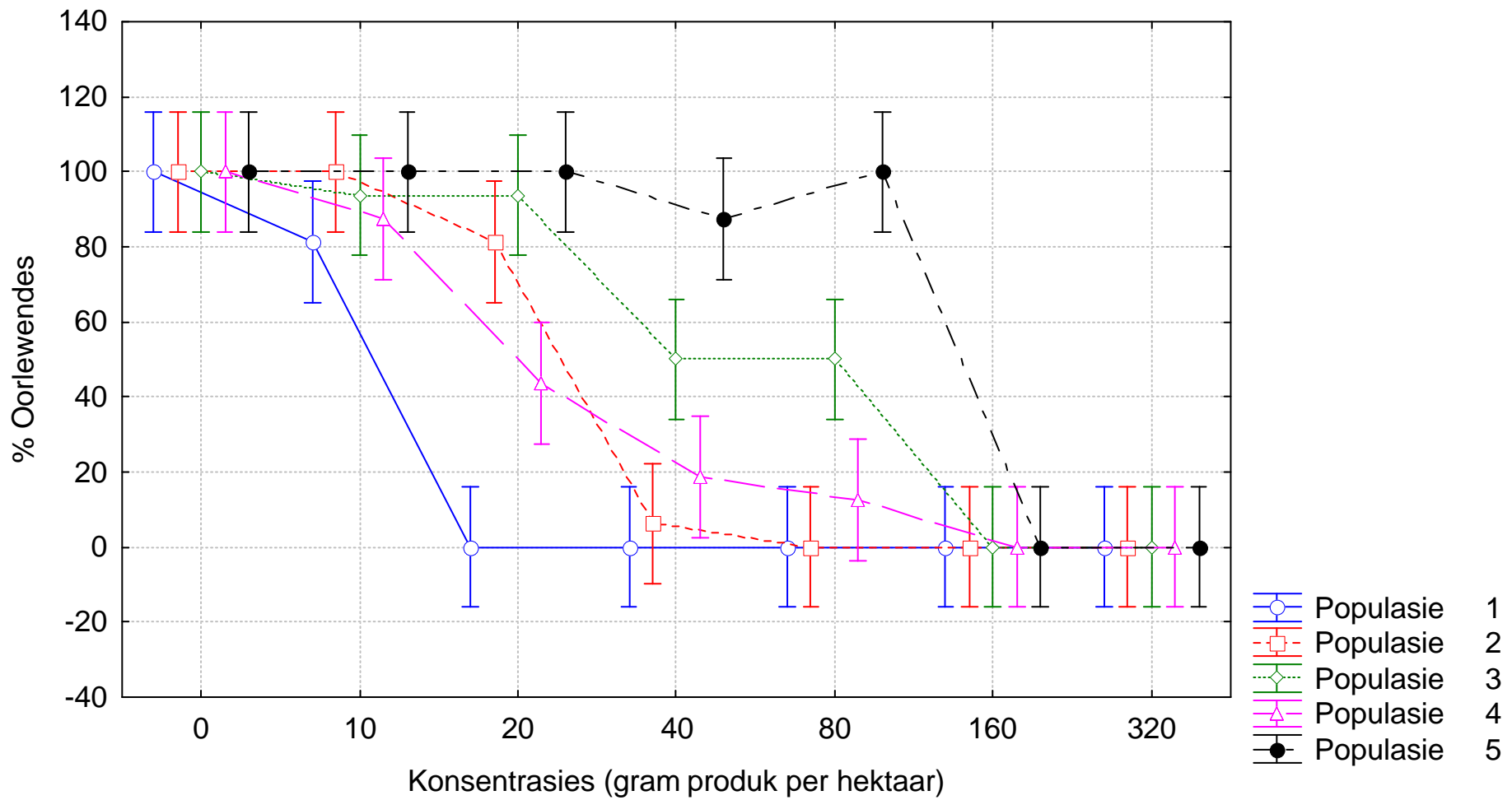
Figuur 6. Die gemiddelde droëmassaproduksie van vyf *Bromus* populasies wat behandel is met verskillende iodosulfuron + mesosulfuron konsentrasies (Die vertikale lyne stel die 95% vertrouingsintervalle voor).

van die spesifieke middel om Populasie 5 te beheer, maar illustreer nie die verskille tussen die ander populasies so duidelik soos die oorlewingsdata nie. Dit kan 'n aanduiding wees dat die middel die groei van die plante redelik erg gestrem het, al het dit nie die plante gedood nie. Die verskil tussen die persentasie oorleving en droëmassaproduksie mag ook wees as gevolg van die feit dat die bopgrondse materiaal van sommige plante doodgegaan het, maar die plant het dan na drie tot vier weke weer begin uitloop. Alhoewel die lae droëmassaproduksie van sulke plante op mortaliteit kan dui, het die plante oorleef en daarom die oënskynlike swak verband tussen die twee parameters.

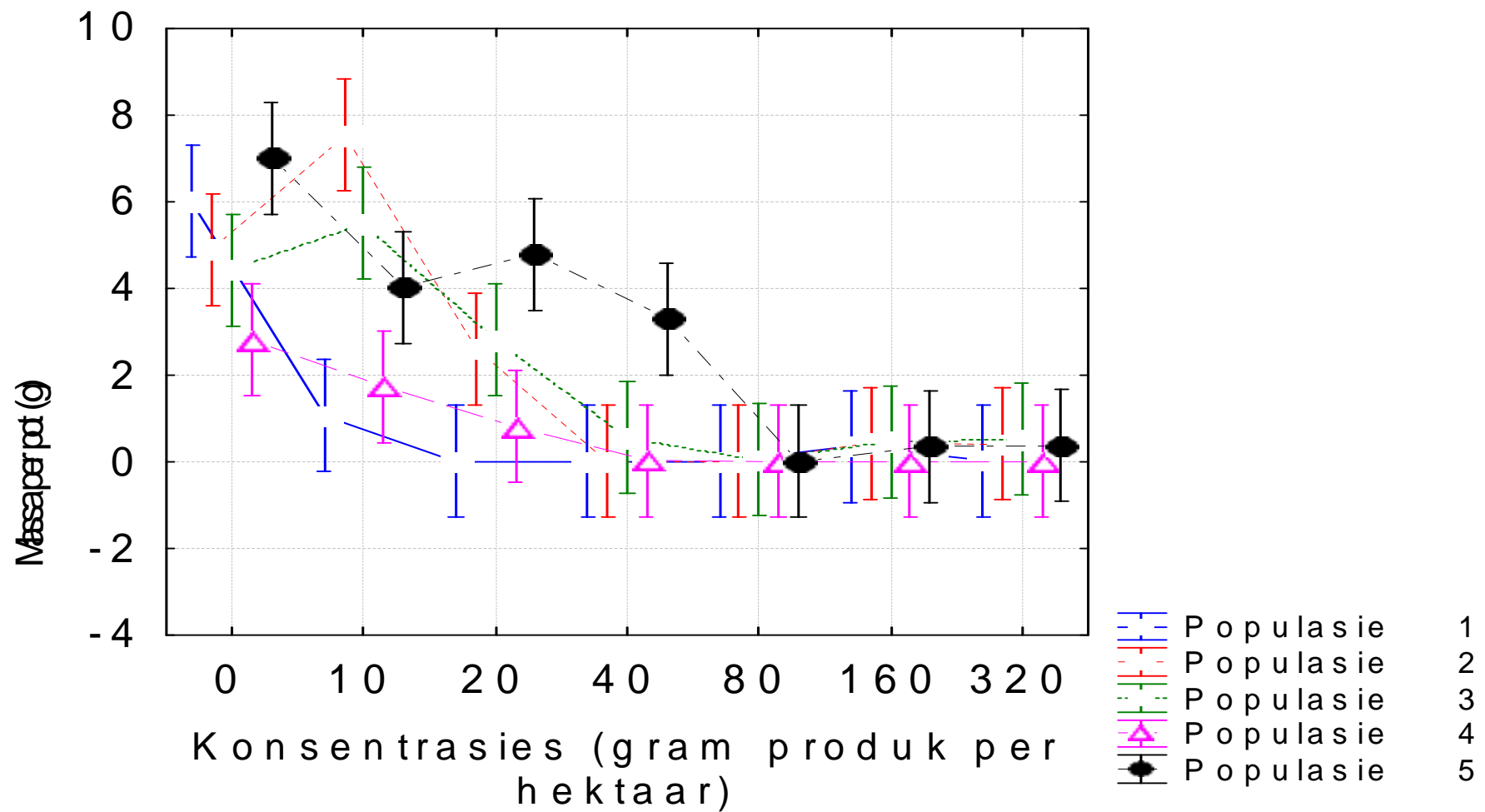
Behandelings met sulfosulfuron het ook statisties betekenisvolle ($P < 0.05$) verskille tussen populasies en konsentrasies tot gevolg gehad ten opsigte van oorleving sowel as droëmassaproduksie. Figuur 7 toon dat Populasie 1 'n betekenisvolle ($P < 0.05$) laer oorlewingspersentasie het as die ander populasies by die 20 g ha^{-1} behandeling. By 40 g ha^{-1} , die aanbevole dosis, sowel as by 80 g ha^{-1} , het Populasie 3 'n statisties betekenisvolle ($P < 0.05$) hoër oorlewingspersentasie as Populasies 1 en 2 gehad, wat aantoon dat Populasie 3 wel 'n mate van weerstand ontwikkel het teenoor sulfosulfuron. Die droëmassaresultate (Figuur 8) ondersteun nie hierdie stelling nie, waarskynlik weens die redes hierbo genoem nl. dat die oorleving van die plante daarop neerkom dat die plante eers bopgronds afsterf, en dan weer uitloop. Die *Bromus rigidus* populasie wys egter ook weer 'n sterk mate van weerstand of toleransie teenoor sulfosulfuron.

3.5 Gevolgtrekking

Uit die resultate kan afgelei word dat daar tans geen sprake van weerstand teen imasamoks of haloksifop-R-metiel in enige van die getoetste populasies is nie. Populasie 3 toon 'n geringe mate van weerstand teen iodosulfuron + mesosulfuron, maar 'n redelike graad van weerstand teen sulfosulfuron. Populasie 2 toon egter ook 'n lae vlak van toleransie teen sulfosulfuron, alhoewel dit nie statisties betekenisvol van die vatbare Populasie 1 verskil nie. As daar dus gekyk word na die drie *Bromus diandrus* populasies kan



Figuur 7. Die gemiddelde persentasie oorlewing van vyf *Bromus* populasies wat behandel is met verskillende sulfosulfuron konsentrasies (Die vertikale lyne stel die 95% vertrouingsintervalle voor).



Figuur 8. Die gemiddelde droëmassaproduksie van vyf *Bromus* populasies wat behandel is met verskillende sulfosulfuron konsentrasies (Die vertikale lyne stel die 95% vertrouingsintervalle voor).

hulle in verskeie vlakke van weerstand opgedeel word, naamlik, Populasie 1 is glad nie weerstandbiedend nie. Populasie 2 het 'n ligte graad van weerstand terwyl Populasie 3 die mees weerstandbiedende populasie van die drie is. Die *Bromus rigidus* populasie toon redelike sterk weerstand/toleransie teen beide middels. Met hierdie resultate in ag geneem is verdere eksperimente uitgevoer om uit te vind of verskillende grade van weerstand die populasies se groeiwyses beïnvloed.

VERWYSINGSLYS

- AGENBAG, G.A. & FERREIRA, H.M., 1993. Kompetisie tussen koring (*Triticum aestivum* L.) en *Bromus diandrus*: Invloed op reproduksie. *South African Journal of Plant and Soil* 10, 131 – 135.
- GILL, G.S., POOLE, M.L. & HOLMES, J.E., 1987. Competition between wheat and brome grass in Western Australia. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 27, 291 – 294.
- HEAP, I.M., 1999. International survey of herbicide-resistant weeds: lessons and limitations. *THE 1999 BRIGHTON CONFERENCE – Weeds*. Brighton UK. 769-776.
- MOSS, S.R., 1995. Techniques for determining herbicide resistance. *Proceedings of the Brighton Crop Protection Conference – Weeds*, 547-556.
- MOSS, S.R., 1999. Detecting herbicide resistance. <http://www.plantprotection.org/HRAC/>
- RYDRICH, D.J., 1974. Competition between winter wheat and downy brome. *Weed Science* 22, 211 – 214.
- WICKS, G.A., 1984. Integrated systems for the control and management of downy brome (*Bromus tectorum*) in cropland. *Weed Science* 32, 26 – 31.

HOOFSTUK 4

GROEI EN ONTWIKKELING VAN VERSKILLENDE *BROMUS* POPULASIES

4.1 Inleiding

Met die toename in onkruidodderweerstand, nie net deur spesifieke onkruidspesies nie, maar 'n wye verskeidenheid onkruidspesies, het die vraag ontstaan hoe verskil die weerstandbiedende plante van die vatbare plante. Is daar werklik 'n verskil in die lewensiklus en die groeipatrone van hierdie plante en het die ontwikkeling van weerstand in 'n plant nie tot gevolg dat iets anders van die plant ingeboet word nie, byvoorbeeld saadproduksie? Die verskille tussen weerstandbiedende plante en vatbare plante mag baie klein of heeltemal afwesig wees. Baie min is ook bekend oor die invloed van verskillende omgewingstoestande op die plante (Warwick & Black, 1981). Die relatiewe fiksheid het groot implikasies vir die keuse van onkruidodderweerstand bestuurstrategieë en is van groot agronomiese belang vir die suksesvolle beheer van weerstandbiedende onkruid (Warwick & Black, 1994).

Met triasien weerstandbiedende *Brassica rapa* is daar gevind dat die weerstandbiedende biotipes meer fiksheid het as die vatbare populasies (Plowman & Richards, 1997). Daar is egter gevind dat in ander gevalle waar triasien weerstandbiedendheid voorkom, daar wisselende effekte voorkom. In een eksperiment is gevind dat die weerstandbiedende biotipes laer biomassa-produksie toon teenoor die vatbare populasies (Holt, Powles & Holtum, 1993). In ander eksperimente (Schönfeld, *et al*, 1987; Anderson, *et al*, 1996) het die resultate getoon dat daar geen verskil is in die biomassa-produksie van weerstandbiedende en vatbare biotipes nie. In die geval van *Solanum nigrum* is daar gevind dat die vatbare biotipes 'n groter biomassa-produksie het as die triasien weerstandbiedende populasies (Kremer & Kropff, 1999).

Hierdie eksperiment is gedoen om vas te stel of daar werklike verskille is, deur nie-vatbare spesies met vatbare spesies te vergelyk. Ondersoeke is gedoen na die fisiese voorkoms van die plant, naamlik die lengte van die plante en die hoeveelheid blare wat deur die plante gevorm word, asook die tye van saadproduksie. Daar is egter 'n wye verskeidenheid ander faktore wat ook in ag geneem moet word met hierdie tipe eksperimente, soos verder in die hoofstuk gesien sal word.

4.2 Materiaal en metodes

Sade van *Bromus diandrus* Roth., *Bromus pectinatus* en *Bromus rigidus* populasies is versamel. Die basis populasie (*Bromus diandrus* populasie), 'n populasie wat nog nooit enige chemiese behandeling gehad het nie, is gekollekteer van die rand van 'n pad teen Stellenboschberg buite Stellenbosch (33°56'S, 18°52'O) (Populasie 1). Die oorblywende populasies is verkry van plase in die Malmesbury omgewing (Ongeveer 33°30'S, 18°40'O), omdat hulle tekens van weerstand toon en is as volg ingedeel:

Populasie 2 : *Bromus diandrus* populasie

Populasie 3 : *Bromus diandrus* populasie

Populasie 4 : *Bromus pectinatus* populasie

Populasie 5 : *Bromus rigidus* populasie

Die sade van die verskillende populasies is uit die saadhuide of omhulsels verwyder en in petribakkies geplaas (ongeveer 20 sade per petribakkie bo op twee filtreer papiertjies) en benat met 5 ml gedistilleerde water. Hierna is die petribakkies in 'n yskas geplaas, waar sade aan 'n koue behandeling (4°C) blootgestel is vir vyf dae. Die petribakkies is daarna uit die yskas verwyder en in 'n ontkiemingskas geplaas teen 'n konstante temperatuur van 20°C in die donker vir drie dae of tot ontkieming. Na ontkieming is sade geplant in plastiek potte met 'n 20 cm deursnee gevul met riviersand en in 'n waterverkoelde glashuis geplaas. Die glashuis se temperatuur was ongeveer 10 - 15 °C in die nag en 20 – 25 °C in die nag.

Daar is slegs een plantjie per pot geplant vir 'n totaal van 24 plante per populasie. Die plantjies het water met 'n gebalanseerde voedingsoplossing

deur middel van 'n ge-outomatiseerde besproeiingstelsel ontvang. Die voedingsoplossing het 316 mg kg⁻¹ K, 166 mg kg⁻¹ Ca, 53 mg kg⁻¹ Mg, 31 mg kg⁻¹ P, 70 mg kg⁻¹ S, 71 mg kg⁻¹ Cl en 188 mg kg⁻¹ NO₃⁻ - N bevat. Plante is toegelaat om te groei totdat hulle klaar saad geproduseer het. Daar is weekliks nie-destruktiewe metings gedoen op dieselfde agt plante per populasie. Die metings het die aantal blare (groen blare, geen dooie blare) per plant en die lengte van die plante ingesluit. Die metings is gestaak toe plante begin het met saadproduksie om te voorkom dat plante beskadig en die saadproduksie belemmer word.

Die oorblywende 16 plante per populasie is gebruik vir destruktiewe metings 5 en 24 weke na plant. Die metings het die totale blaaroppervlakte, groen- en droëmassas, lengtes en aantal blare per plant bepaal.

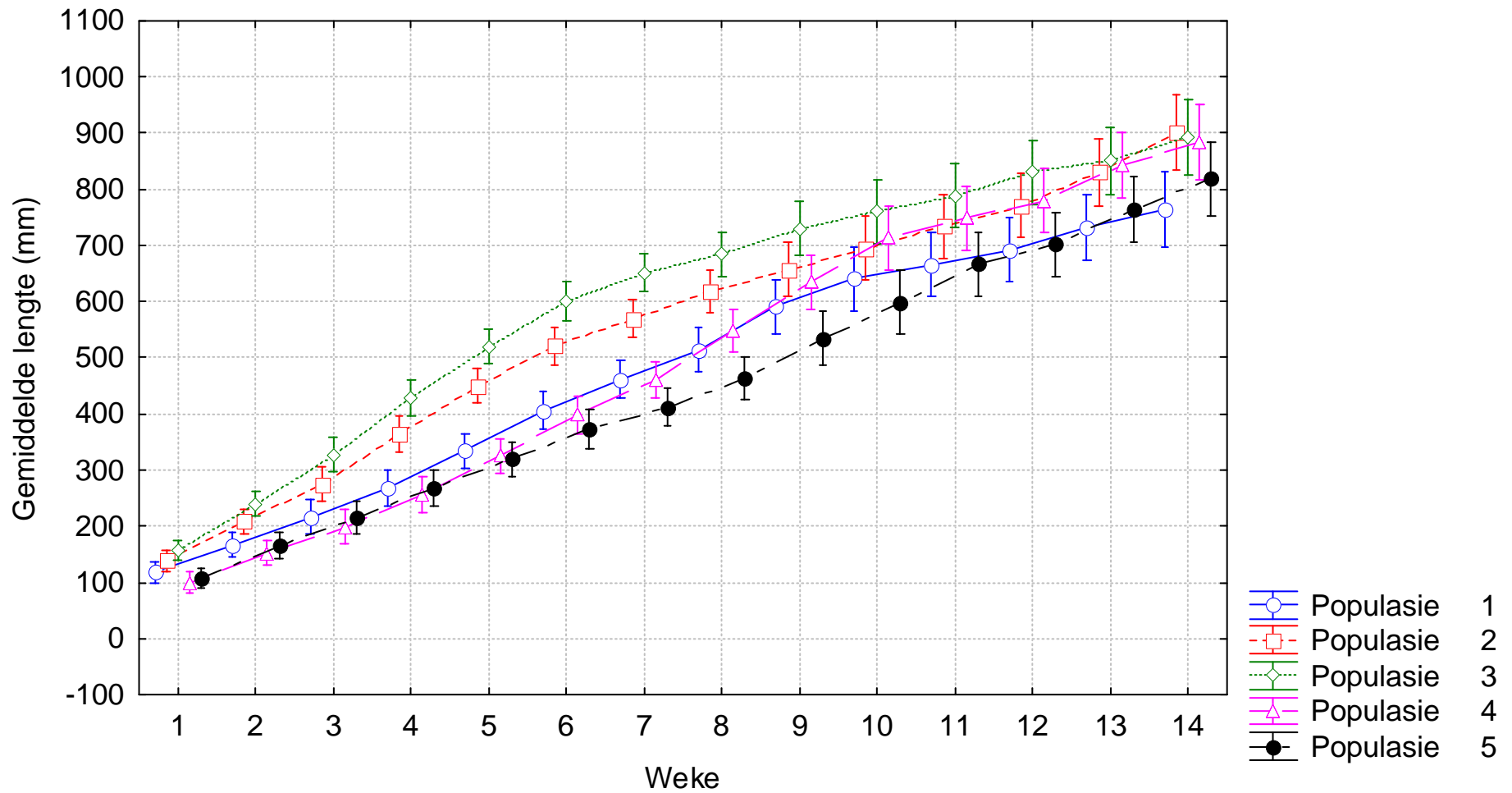
4.3 Statistiese ontledings

Alle statistiese ontledings is met die ANOVA bevel van die Statistica 6.1.404 statistiese pakket van StatSoft uitgevoer.

4.4 Resultate en bespreking

Alhoewel vyf populasies in hierdie eksperiment gebruik is, is slegs drie van hulle *Bromus diandrus* populasies (Populasies 1, 2 en 3) en sal daar dus op hulle gekonsentreer word in die bespreking van die resultate.

Daar was 'n betekenisvolle interaksie ($P < 0.05$) tussen populasies en tyd in terme van lengtegroei van die *Bromus* populasies. Figuur 1 dui aan dat die vatbare populasie (Populasie 1) betekenisvol stadiger in lengte toegeneem het as die ander twee *B. diandrus* populasies, net soos gevind by *Brassica rapa* waar die weerstandbiedende biotipes meer fiks is as die vatbare populasies (Plowman & Richards, 1997). Populasie 2 wat matige weerstand het lê tussen die vatbare en weerstandbiedende populasie, alhoewel daar slegs by weke 5 tot 7 'n statistiese betekenisvolle verskil tussen Populasies 2 en 3 is. Daar kan dus gesê word dat Populasie 2 op daardie



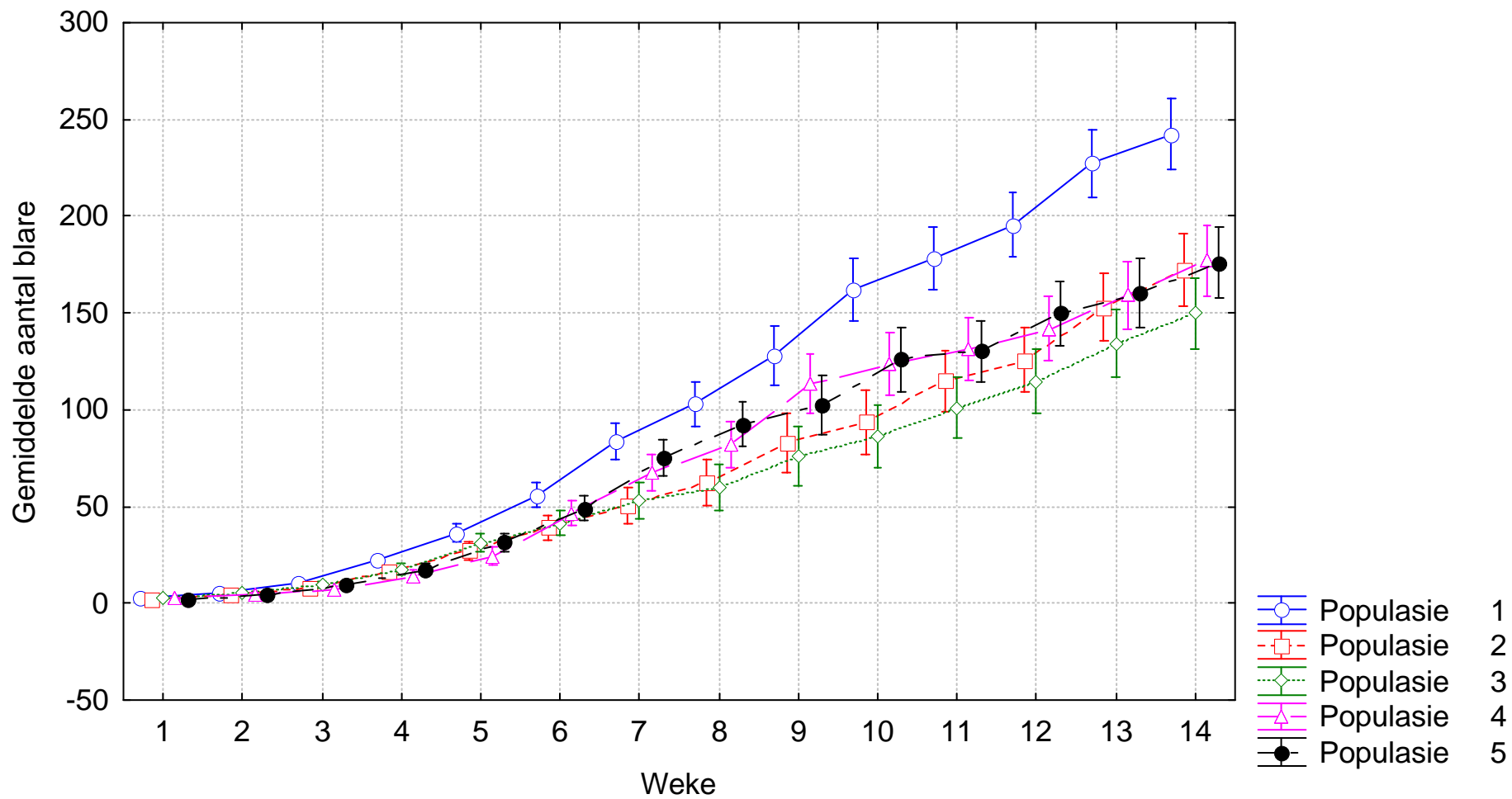
Figuur 1. Die gemiddelde weeklikse lengtes van die vyf *Bromus* populasies gemeet oor 'n groeitydperk van 14 weke (Die vertikale lyne stel die 95% vertrouingsintervalle voor).

tydstip vinniger as die vatbare populasie gegroei het en stadiger as die weerstandbiedende populasie (Populasie 3). Figuur 1 toon ook aan dat daar aan die begin en einde van die proef nie werklik 'n groot verskil was ten opsigte van die lengte van die plante van die verskillende populasies nie.

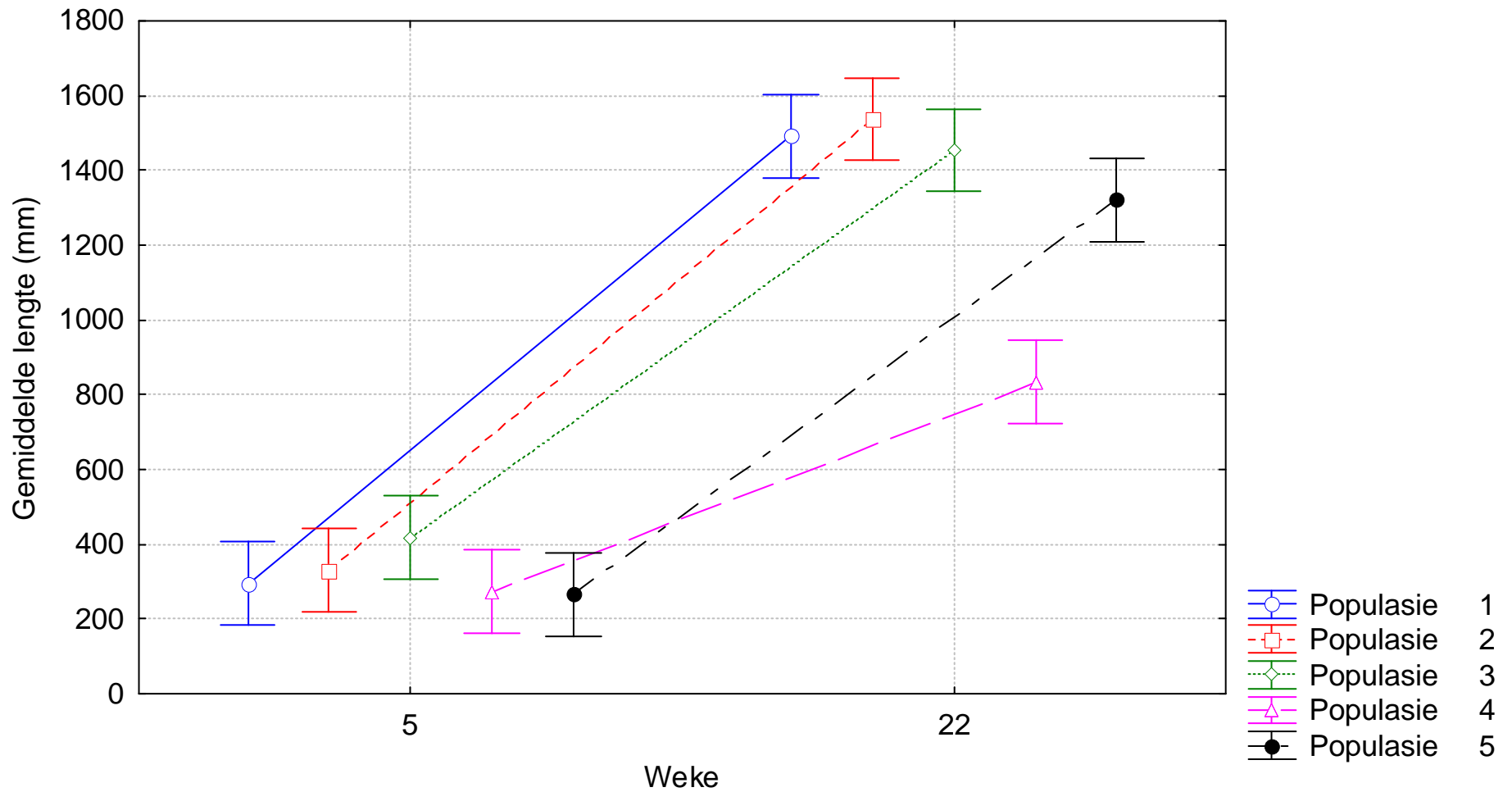
Tussen weke 4 en 8 het die *Bromus diandrus* populasies wat verskil in graad van weerstand egter vinniger gegroei hoe hoër hul weerstand was. Die *B. rigidus* populasie het aanvanklik stadiger as die ander *Bromus* populasies gegroei, maar teen die einde van die tydperk was daar nie betekenisvolle verskille tussen enige van die populasies nie.

Daar was ook betekenisvolle ($P < 0.05$) interaksies tussen populasies en tyd wat betref blaarproduksie. Die blaarproduksie van die verskillende populasies is in teenstelling met die tendense wat in die lengtegroei waargeneem is. Figuur 2 toon dat Populasie 1 baie vinniger en meer blare as enige ander populasie gevorm het, met 'n gemiddeld van net onder die 250 blare per plant by die laaste telling, terwyl Populasies 2 en 3 ongeveer 150 blare per plant geproduseer het. Populasie 2 se blaarproduksie was effens vinniger as die van Populasie 3, maar die verskil was nie statisties betekenisvol nie. Die populasies se groeiperiodes was ook redelik verskillend, deurdad die weerstandbiedende populasies ongeveer 2 weke vroeër begin blom het as die vatbare populasie.

Die destruktiewe metings wat op die res van die plante gedoen is, ook agt plante per populasie per meting, is aan die begin en aan die einde van die proef gedoen. Die metings, soos reeds genoem, het die lengte, die hoeveelheid blare, die nat- en droëmassa asook die blaaroppervlakte ingesluit. Daar was betekenisvolle ($P < 0.05$) interaksies tussen populasies en tyd van meting ten opsigte van lengtegroei (Figuur 3). Populasie 4 (*B. pectinatus*) was betekenisvol korter as die ander *Bromus* populasies aan die einde van die groeitydperk. Dit is 'n tendens wat nie sigbaar was in die nie-destruktiewe metings nie (Figuur 1). Populasie 1, wat volgens Figuur 1 betekenisvol stadiger lengtegroei vertoon het as die ander populasies, was net so lank soos die ander *B diandrus* populasies. Dit beklemtoon die feit dat



Figuur 2. Die gemiddelde aantal blare van die vyf *Bromus* populasies oor 'n groeitydperk van 14 weke (Die vertikale lyne stel die 95% vertrouingsintervalle voor).



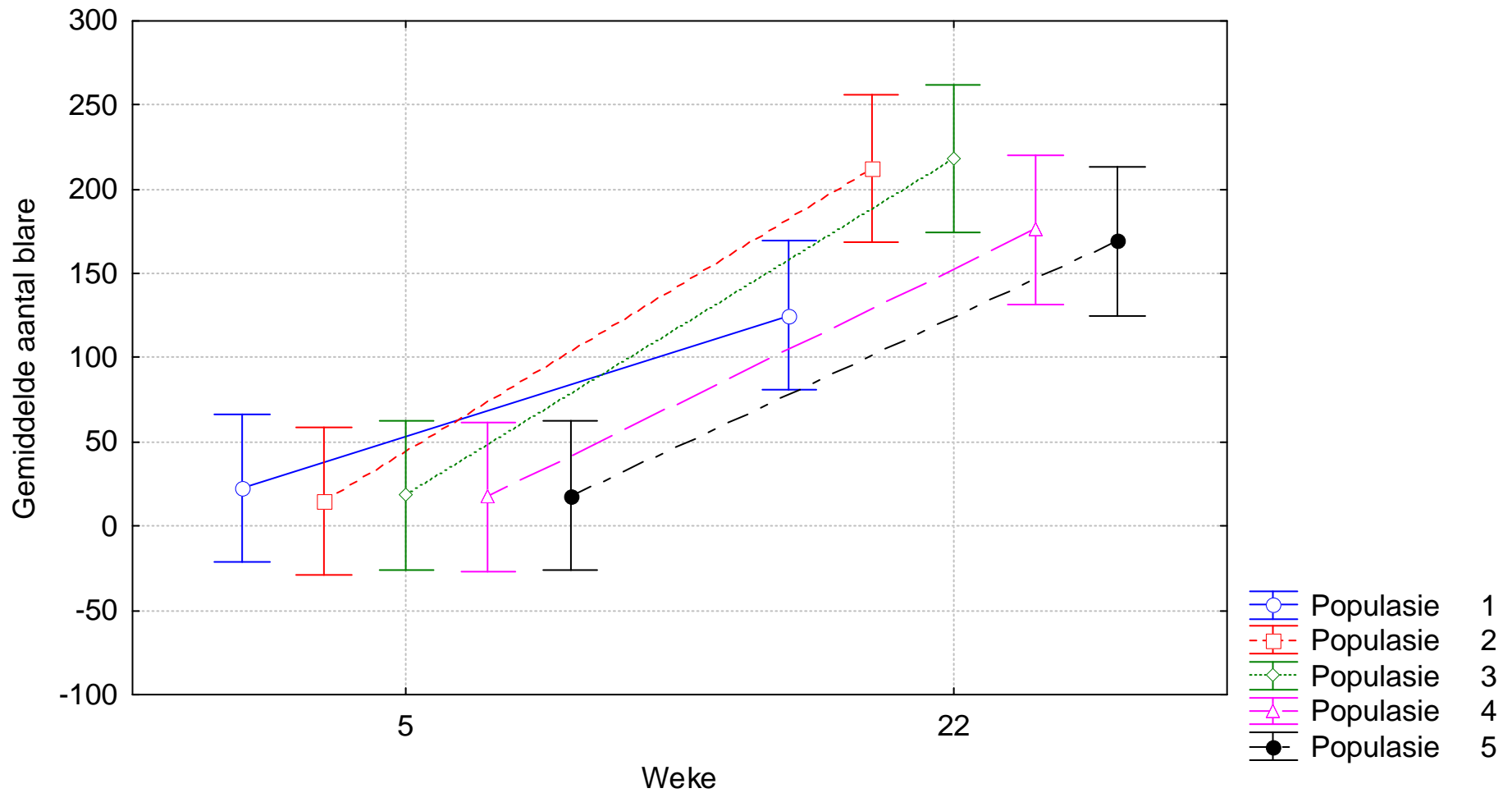
Figuur 3. Die gemiddelde lengtes van die vyf *Bromus* populasies vyf en 22 weke na plant (destruktiwe metings) (Die vertikale lyne stel die 95% vertrouingsintervalle voor).

Populasie 1 stadiger groei en 'n langer vegetatiewe groeitydperk het as die ander *B. diandrus* populasies. Die feit dat Populasie 1 eers twee weke na die ander populasies reproductief geraak het, kan verklaar waarom dit die ander populasies "ingehaal" het wat lengtegroei betref. Net so kan die verskil in lengtegroei van *B. pectinatus* tussen die twee monsteringsmetodes daardeur verklaar word. *B. pectinatus* het net so vinnige aanvanklike lengtegroei tempo as die ander populasies, maar hou waarskynlik vroeër op met groei, vandaar die betekenisvolle korter lengte wat op 22 weke na plant aangeteken is.

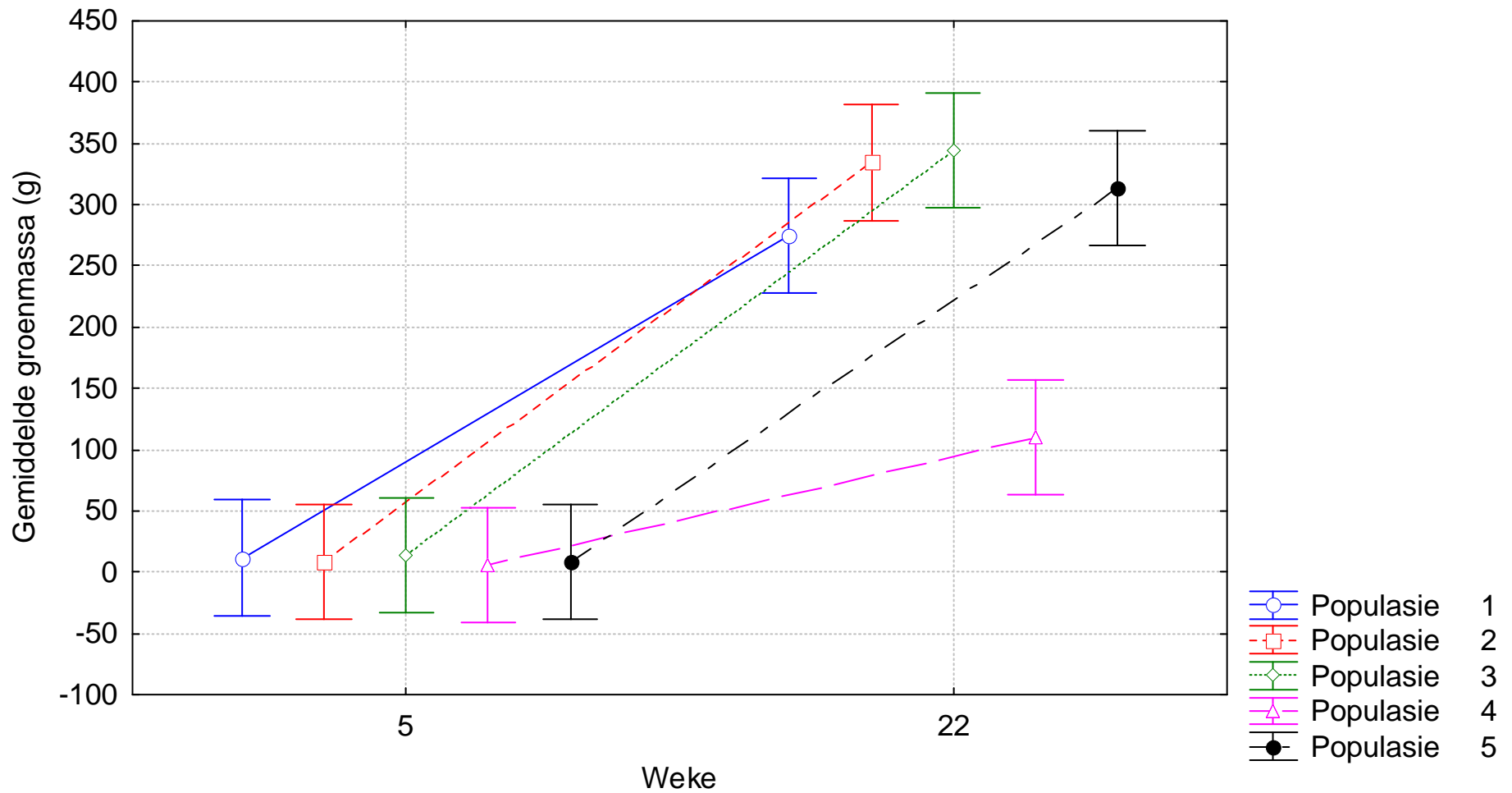
In terme van gemiddelde aantal blare was daar nie betekenisvolle ($P=0.18$) interaksies tussen populasies en tyd nie. Uit Figuur 4 kan gesien word dat daar nie op een van die twee monsteringstye betekenisvolle verskille tussen die blaarproduksie deur plante van die verskillende populasies was nie. 'n Interessante waarneming is dat Populasie 1, wat in die nie-destruktiwe metingsmetode soveel meer blare as die ander populasies produseer het, in hierdie geval minder, alhoewel nie statisties betekenisvol nie, blare produseer het. 'n Moontlike verklaring kan wees dat die groot aantal blare wat produseer word deur die populasie gouer oorskadu effekte veroorsaak wat veroorsaak dat die onderste blare gouer afsterf. Omdat net groen blare getel is kon dit dan veroorsaak het dat die blaartellings na 22 weke laer is relatief tot die ander populasies as wat dit op 14 weke was. Daar kan ook genoem word dat twee van Populasie 1 se plante voor die laaste lesing afgesterf het en dit kon miskien die gemiddelde hoeveelheid blare van die populasie beïnvloed het.

Die groen- en droëmassa metings toon dieselfde tendense (Figure 5 en 6). Daar was in albei gevalle betekenisvolle ($P<0.05$) interaksies tussen tyd en populasies. Daar was net statisties betekenisvolle verskille tussen *B. pectinatus* en die ander populasies. Wat *B. diandrus* populasies betref, was daar geen betekenisvolle verskille nie.

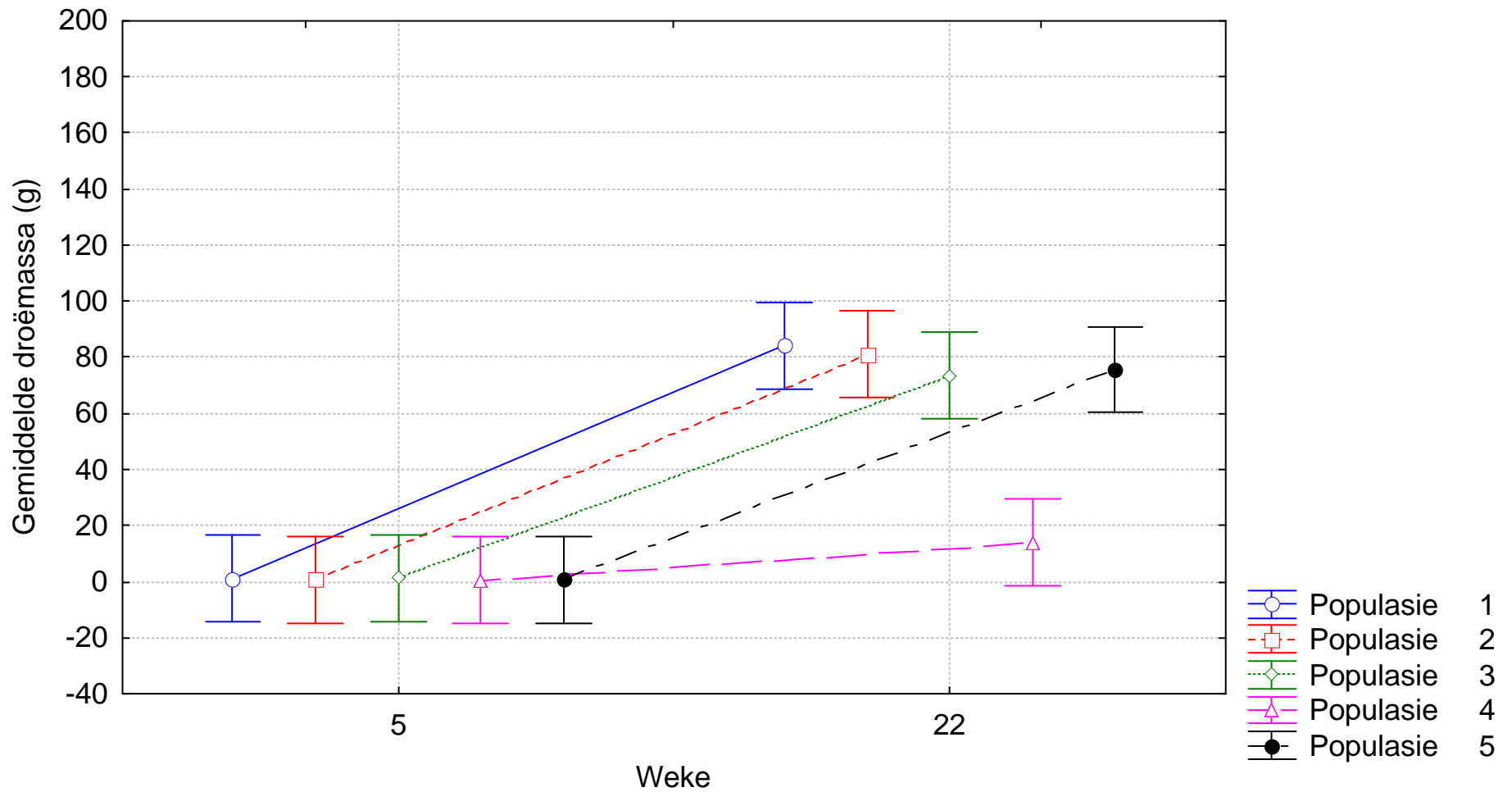
In terme van blaaroppervlakte was daar nie betekenisvolle ($P=0.15$) interaksies tussen tyd en populasies nie. Figuur 7 wys dat *B. pectinatus* betekenisvol hoër blaaroppervlakte gehad het as Populasie 1 en *B. rigidus*. Die feit dat Populasie 4 se plante oor die algemeen kleiner as die ander



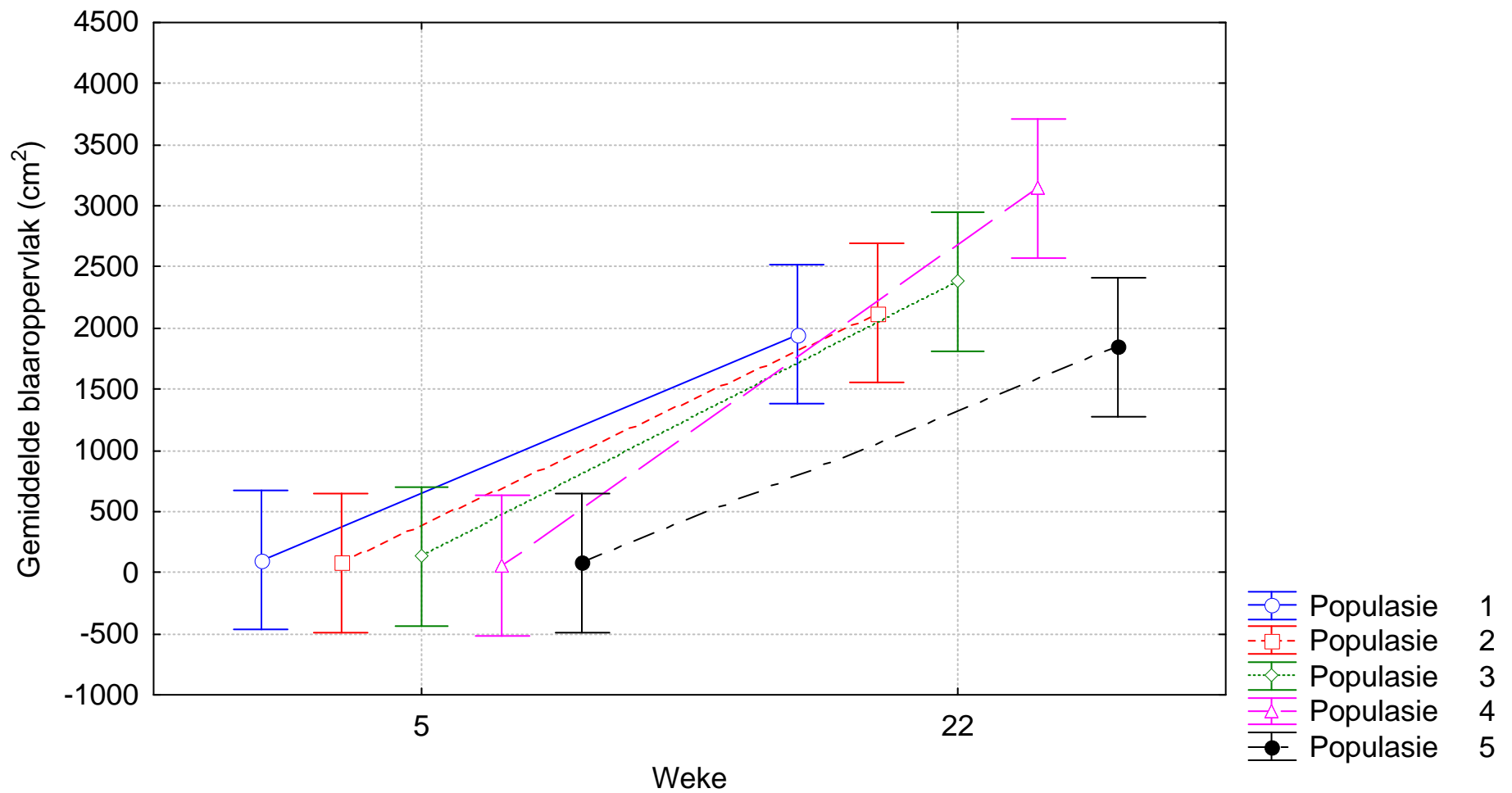
Figuur 4. Die gemiddelde aantal blare van die vyf *Bromus* populasies vyf en 22 weke na plant (destruktiwe metings), (Die vertikale lyne stel die 95% vertrouingsintervalle voor).



Figuur 5. Die gemiddelde groenmassa van die vyf *Bromus* populasies vyf en 22 weke na plant (destruktiwe metings), (Die vertikale lyne stel die 95% vertrouingsintervalle voor).



Figuur 6. Die gemiddelde droëmassa van die vyf *Bromus* populasies vyf en 22 weke na plant (destruktiwe metings), (Die vertikale lyne stel die 95% vertrouingsintervalle voor).



Figuur 7. Die gemiddelde blaaroppervlaktes van die vyf *Bromus* populasies vyf en 22 weke na plant (destruktiwe metings), (Die vertikale lyne stel die 95% vertrouingsintervalle voor).

populasies was is waarskynlik omdat *Bromus pectinatus* 'n kleiner, fyner groeiwyse as die ander spesies het. Dit is daarom verrassend dat *B. pectinatus* 'n groter blaaroppervlakte as die ander populasies vertoon het.

'n Moontlike verklaring is dalk dat *B. pectinatus* se blaaroppervlakduurte groter as die ander populasies sin was, en dat die groter hoeveelheid groen blare op 22 weke die blaaroppervlaklesings verhoog het.

4.5 Gevolgtrekking

Populasie 3, die mees weerstandbiedende populasie, het vinniger gegroei, 'n hoër lengte bereik en baie minder blare gevorm, terwyl Populasie 1, die vatbaarste populasie, 'n digte, kort plantjie met baie blare gevorm het tydens die vroeëre groeistadiums voordat die plante reprodutief raak. Teen die einde van die groeiseisoen na 22 weke was daar egter nie betekenisvolle verskille tussen die groeiwyses van die *B. diandrus* populasies nie. Voordat daar egter gesê kan word dat die aanvanklike verskille tussen populasies slegs weerstandsaanpassings is, sal die eksperiment op groter skaal uigevoer moet word, met 'n wyer reeks van populasies met verskillende grade van weerstand en wat uit dieselfde habitat kom.

In hierdie eksperiment is die aanvanklike groeiwyse verskille tussen populasies dalk eerder 'n omgewingsaanpassing as weerstandsaanpassings, alhoewel die weerstand van die plante teen die onkruidodders wel ook 'n effek mag hê. Die feit dat die weerstandbiedende plante so vinnig groei, hoër lengtes bereik en minder blare vorm kan wees omdat hulle uit koringlande kom waar die kompetisie vir sonlig en water fel is en die plante moet dus vinnig groei en vinnig saad produseer vir oorlewing. Die vatbare populasie kom egter uit 'n natuurlike omgewing met relatiewe min kompetisie en het nie nodig om hierdie aanpassings te ondergaan vir oorlewing nie. Dit is ook dan waarskynlik die rede waarom die populasie so laat hul sade vorm.

Die feit dat die hoeveelheid saad geproduseer nie bepaal is nie, is 'n leemte in die studie. Fiksheid is 'n funksie van vegetatiewe sowel as reprodutiewe

groeï, met die belangrikste daarvan waarskynlik die voortplantingsvermoë van die plant. Die rede waarom saadtellings nie gedoen is nie, is omdat die saad op die plant gelaat is totdat dit heeltemaal ryp was, om toestande in die veld so akkuraat moontlik na te boots. In die proses het daar egter heelwat van die sade wat eerste ryp geword het, geval voordat van die ander ryp was. Omdat die verlore saad aanleiding kon gee tot onakkurate data is die hoeveelheid saad wat geproduseer is, nie bepaal nie.

Die data in hierdie hoofstuk dui op differensiële groeitempo's van die drie *B. diandrus* populasies in terme van die lengtegroei en aantal blare in die vroeë groeistadiums. Teen die einde van die groeiseisoen het die verskille egter verdwyn. Daar kan dus nie onomwonde gesê word dat daar verskille in fiksheid (hoofsaaklik vegetatief) tussen die drie *B. diandrus* populasies voorkom nie.

VERWYSINGSLYS

- ANDERSON, D.D., HIGLEY, L.G., MARIN, A.R. & ROETH, F.W., 1996. Competition between triazine-resistant and -susceptible common waterhemp (*Amaranthus rudis*). *Weed Science* 44, 853-859.
- HOLT, J.S., POWLES, S.B. & HOLTUM, J.A.M., 1993. Mechanisms and agronomic aspects of herbicide resistance. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology* 44, 203-229.
- KREMER, E. & KROPFF, M.J., 1999. Comparative growth of triazine-susceptible and –resistant biotypes of *Solanum nigrum* at different light levels. *Annals of Botany* 83, 637-644.
- PLOWMAN, A.B. & RICHARDS, A.J., 1997. The effect of light and temperature on competition between atrazine susceptible and resistant *Brassica rapa*. *Annals of Botany* 80, 583-590.
- SCHÖNFELD, M., YAACOBY, T., MICHAEL, O. & RUBIN, B., 1987. Triazine resistance without reduced vigor in *Phalaris paradoxa*. *Plant physiology* 83, 329 – 333.
- WARWICK, S.I. & BLACK, L.D., 1981. The relative competitiveness of atrazine susceptible and resistant populations of *Chenopodium album* and *C. strictum*. *Canadian Journal of Botany* 59, 689-693.
- WARWICK, S.I. & BLACK, L.D., 1994. Relative fitness of herbicide – resistant and susceptible biotypes of weeds. *Phytoprotection* 57, 37 – 49.

HOOFSTUK 5

SAADDORMANSIE IN VYF VERSKILLENDE *BROMUS* POPULASIES

5.1 Inleiding

Met die vinnige toename van onkruidodder weerstand in Suid-Afrika word daar altyd gestreef na vinniger en meer akkurate metodes om weerstand vas te stel of te toets. Tans is die algemeenste prosedure om weerstand vas te stel, om saad van die vermoedelike weerstandbiedende onkruidpopulasie te versamel, in potte te plant en dan met onkruidodder te spuit. Die prosedure is redelik akkuraat, maar daar is soms probleme met dormansie van sade. In vorige studies is gevind dat gibberelliensuur en ammoniak baie effektief is om dormansie in wildehawer (*Avena fatua*) op te hef (Cairns, 1984). In hierdie studie is die saaddormansie van vyf verskillende *Bromus* populasies ondersoek. Gibberelliensuur, ammoniakgas en kouebehandelings is toegepas om vas te stel of enige van die metodes die saaddormansie van *Bromus* kan ophef.

5.2 Materiaal en metodes

Sade van *Bromus diandrus*, *Bromus pectinatus* en *Bromus rigidus* populasies is verkry. Die basis populasie (*Bromus diandrus* populasie), 'n populasie wat nog nooit enige chemiese behandeling gehad het nie, is gekollekteer van die rand van 'n pad teen Stellenboschberg buite Stellenbosch (33°56'S, 18°52'O) (Populasie 1). Die oorblywende populasies is verkry van plase in die Malmesbury omgewing (ongeveer 33°30'S, 18°40'O), omdat hulle tekens van weerstand toon en is as volg benaam:

Populasie 2 : *Bromus diandrus* populasie

Populasie 3 : *Bromus diandrus* populasie

Populasie 4 : *Bromus pectinatus* populasie

Populasie 5 : *Bromus rigidus* populasie

Die sade van die verskillende populasies is uit die saadhuide of omhulsels verwyder, en in petribakkies geplaas (ongeveer 20 sade per petribakkie bo op twee filtreer papiertjies)

en benat met 5 ml gedistilleerde water. Hierna is die petribakkies in 'n yskas geplaas, waar sade aan 'n koue behandeling (4°C) blootgestel is vir vyf dae. Die petribakkies is daarna uit die yskas verwyder en in 'n ontkiemingskas geplaas teen 'n konstante temperatuur van 20°C in die donker vir drie dae of tot ontkieming. Na ontkieming is sade geplant in plastiek potte met 'n 20 cm deursnee gevul met riviersand en in 'n waterverkoelde glashuis geplaas. Die glashuis se temperatuur was ongeveer 10 - 15 °C in die nag en 20 – 25 °C in die nag.

Daar is slegs een plantjie per pot geplant vir 'n totaal van 24 plante per populasie. Die plantjies het water met 'n gebalanseerde voedingsoplossing deur middel van 'n geoutomatiseerde besproeiingstelsel ontvang. Die voedingsoplossing het 316 mg kg⁻¹ K, 166 mg kg⁻¹ Ca, 53 mg kg⁻¹ Mg, 31 mg kg⁻¹ P, 70 mg kg⁻¹ S, 71 mg kg⁻¹ Cl en 188 mg kg⁻¹ NO₃ bevat. Plante is toegelaat om te groei totdat hulle klaar saad geproduseer het. Die saad wat verkry is, is vir verdere studies aangewend om die effek van klimaatsvariasie op saadeienskappe te vermy.

Die eksperimente vir die toets van die dormansie eienskappe is drie tot 6 weke na die oes van die saad gedoen. Die sade van die verskillende populasies is behandel met gibberelliensuur en ammoniakgas om die effek daarvan op dormansie van verskillende *Bromus* populasies te toets.

Gibberelliensuur

Gibberelliensuur is in hoeveelhede van 5 ml teen verskillende konsentrasies (Tabel 1) toegedien, in petribakkies met filtreerpapier en 20 sade van 'n populasie daarin. Nadat sade in petribakkies geplaas is, is die petribakkies in 'n donker ontkiemingskas, teen 20°C, geplaas vir drie weke, waartydens die lesings vir die hoeveelheid ontkieming elke drie dae geneem is. Die lesings is gestaak toe daar geen sade na 'n 3 dae interval meer ontkiem het nie.

Ammoniakgas

Die sade wat met ammoniak behandel is, is vir verskillende periodes (Tabel 1) met ammoniakgas berook, vir drie dae deurlug en daarna in petribakkies geplaas met filtreerpapier en 5 ml gedistilleerde water.

Tabel 1 Die verskillende konsentrasies van gibberelliensuur en berokingstye met ammoniakgas wat toegepas is om die dormansie van vyf verskillende *Bromus* populasies op te hef

Behandeling	Konsentrasies en berokingsperiode
Gibberelliensuur	0, 0.065, 0.125, 0.25, 0.5, 1, 2 mM
Ammoniak	0, 10, 20, 30, 40, 50, 60 minute

Die prosedure is verder gevolg soos beskryf in die gibberelliensuur eksperiment hierbo.

Ammoniakgas plus koue

Die hele ammoniak eksperiment is drie weke later herhaal, maar die keer is 'n koue behandeling bygevoeg. Sade is weer vir dieselfde periodes berook, maar voordat dit in die ontkiemingskas geplaas is, is dit eers vir vyf dae in 'n yskas teen 4 - 5°C geplaas. In die eksperiment is daar ook twee kontrole behandelings toegepas, naamlik een behandeling wat nie 'n koue behandeling gekry het nie en nie met ammoniak berook is nie en 'n ander behandeling wat slegs 'n koue behandeling gekry het. Lesings is geneem soos hierbo beskryf.

Vir elk van die eksperimente hierbo beskryf is die totale persentasie ontkieming bereken asook die ontkiemingstempo dmv die volgende formule (Heydecker, 1973) bepaal:

$$CRG = \sum \frac{n}{D.n} \cdot 100$$

waar:

CRG = ontkiemingstempo

n = aantal sade ontkiem op 'n spesifieke dag

D = Spesifieke dag waarop n sade ontkiem het.

5.3 Statistiese ontledings

Alle statistiese ontledings is met die ANOVA bevel van die Statistica 6.1.404 statistiese pakket van StatSoft uitgevoer.

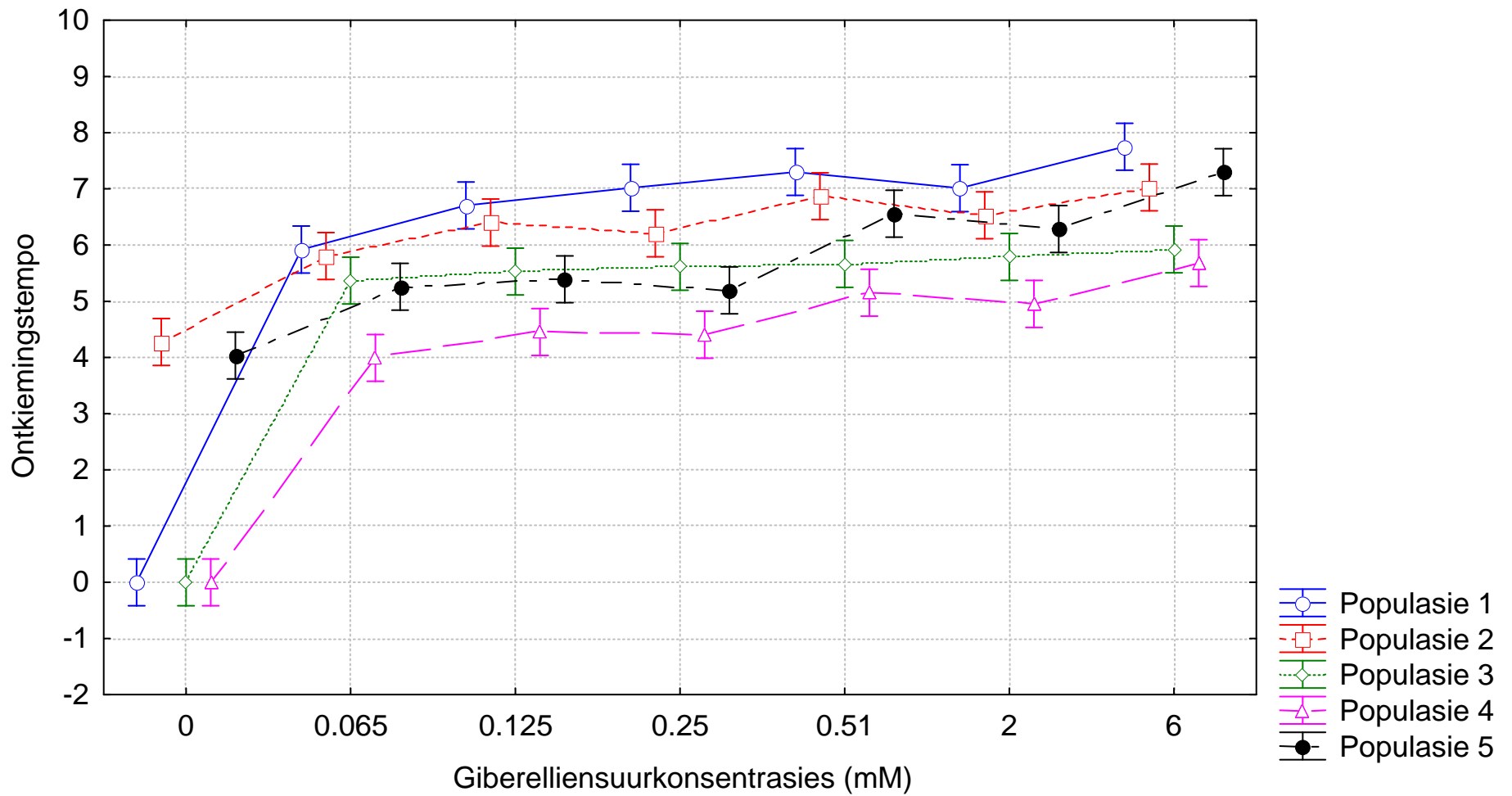
5.4 Resultate en bespreking

Alhoewel vyf populasies in hierdie eksperiment gebruik is, is slegs drie van hulle duidelike *Bromus diandrus* populasies (populasies 1, 2 en 3) en sal daar dus op hulle gekonsentreer word in die bespreking.

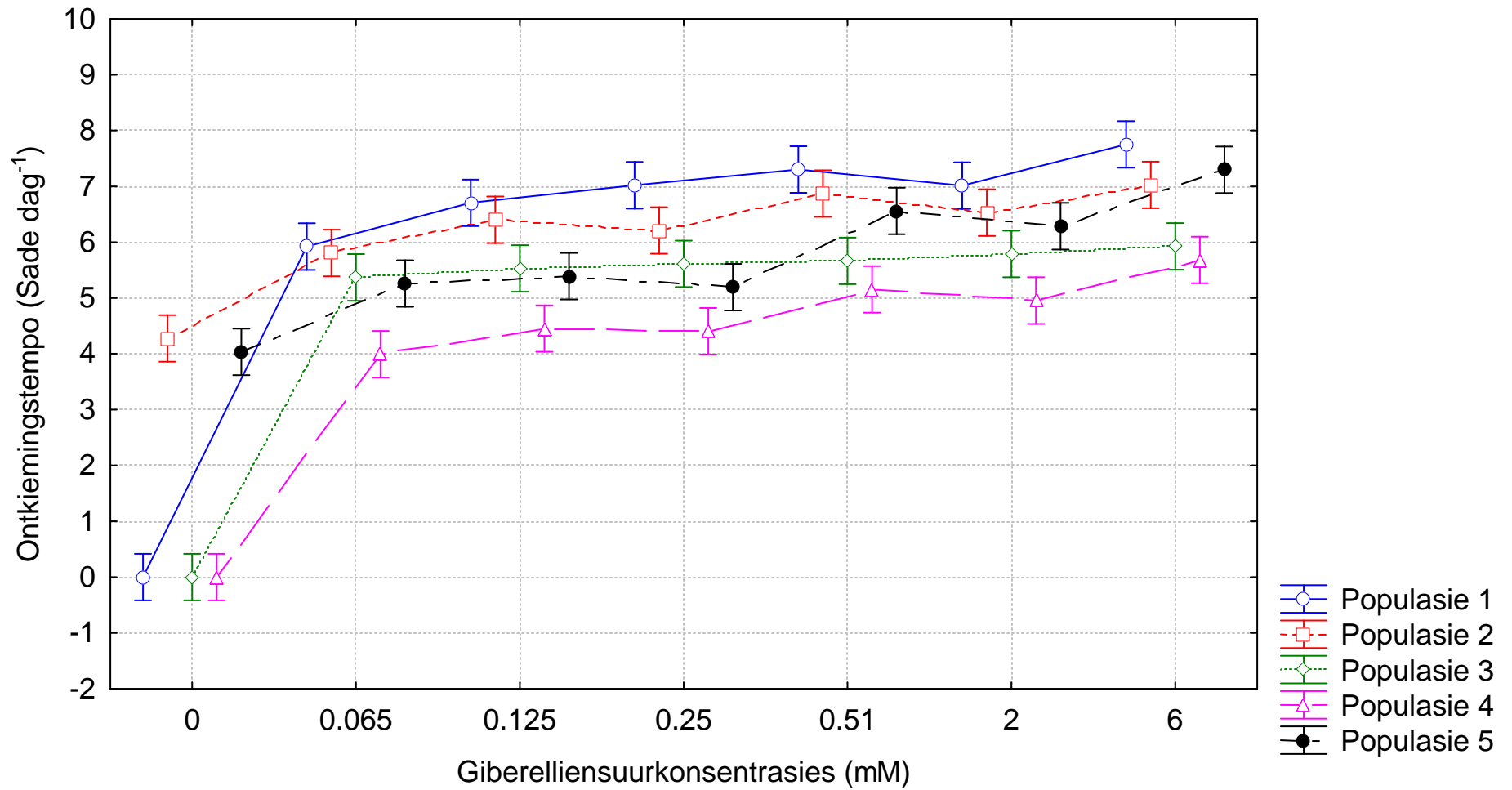
Let wel, by die ammoniak en koue behandeling eksperiment is Populasie 4 uitgelaat weens sy swak ontkieming in die gibberelliensuur en ammoniak eksperimente, maar met verdere klein eksperimente is gevind dat Populasie 4 uitstekend ontkiem indien dit blootgestel word aan 'n koue behandeling. Resultate word egter nie aangetoon nie.

Gibberelliensuur

Betekenisvolle ($P < 0.05$) interaksies het tussen populasie en behandelings voorgekom in terme van totale persentasie ontkieming. Uit Figuur 1 is dit duidelik dat Populasies 1 tot 3 min of meer dieselfde reaksies op gibberelliensuurbehandelings toon terwyl Populasie 5, en veral Populasie 4 minder goed gereageer het op die behandelings. Daar was ook betekenisvolle interaksies ($P < 0.05$) tussen die twee faktore in terme van ontkiemingstempo. Die interaksies is waarskynlik veroorsaak deur Populasies 2 en 5 wat by die kontrolebehandeling wel tot 'n mate ontkiem het en dus nie 'n nul waarde gehad het soos die ander drie populasies nie (Figuur 2). Die patroon lyk verder grootliks dieselfde vir die vyf populasies. Die enigste opvallende kenmerk is dat Populasie 4 deurentyd, veral by die laer konsentrasies, 'n laer ontkiemingstempo as die ander populasies gehandhaaf het.



Figuur 1. Die gemiddelde ontkieming van saad van vyf *Bromus* populasies by verskillende gibberelliensuur konsentrasies (Die vertikale lyne stel die 95% vertrouingsintervalle voor).



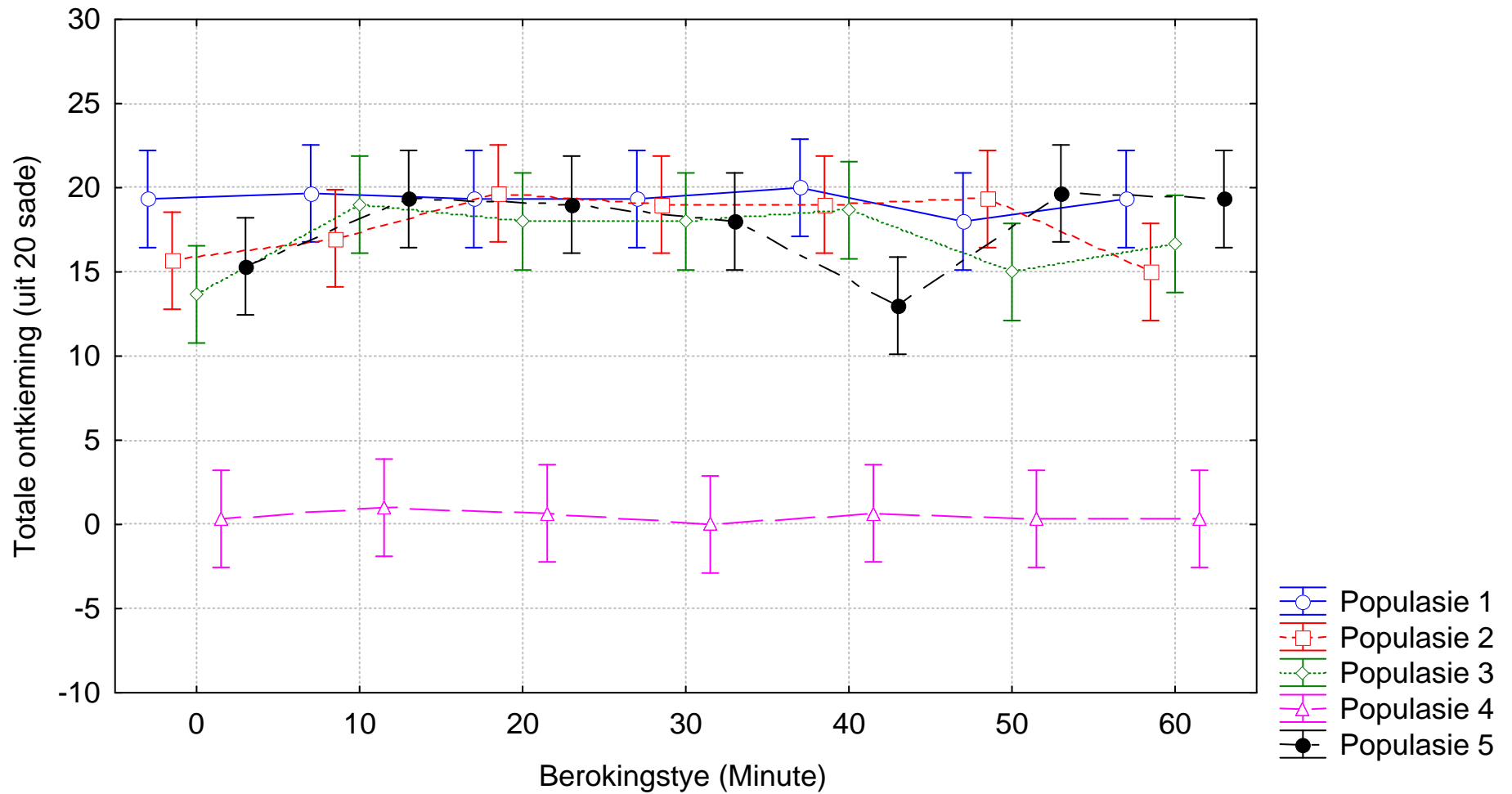
Figuur 2. Die gemiddelde ontkiemingstempo van saad van vyf *Bromus* populasies by verskillende gibberelliezuur konsentrasies (Die vertikale lyne stel die 95% vertrouingsintervalle voor).

Vanuit 'n praktiese oogpunt gesien, lyk dit dus asof dit nie nodig is om 'n hoër gibberelliensuur konsentrasie as 0.125 mM te gebruik om ontkieming van al die *Bromus* spesies ter sprake optimaal te stimuleer nie. Wat die verskillende *Bromus* populasies betref lyk dit asof Populasies 4 en 5 se saadruis tot 'n mindere mate met gibberelliensuur opgehef word, gevolg deur Populasies 3 en 4 en dan Populasie 1 wat die vinnigste reageer op gibberelliensuur behandeling in terme van totale persentasie ontkieming, maar veral in terme van ontkiemingstempo. Die verskille is egter nie deurentyd statisties betekenisvol ($P=0.05$) nie. Populasies 4 en 5 behoort tot ander *Bromus* spesies, wat moontlik die verskille kan verklaar, maar Populasies 1, 2 en 3 is almal *Bromus diandrus* populasies.

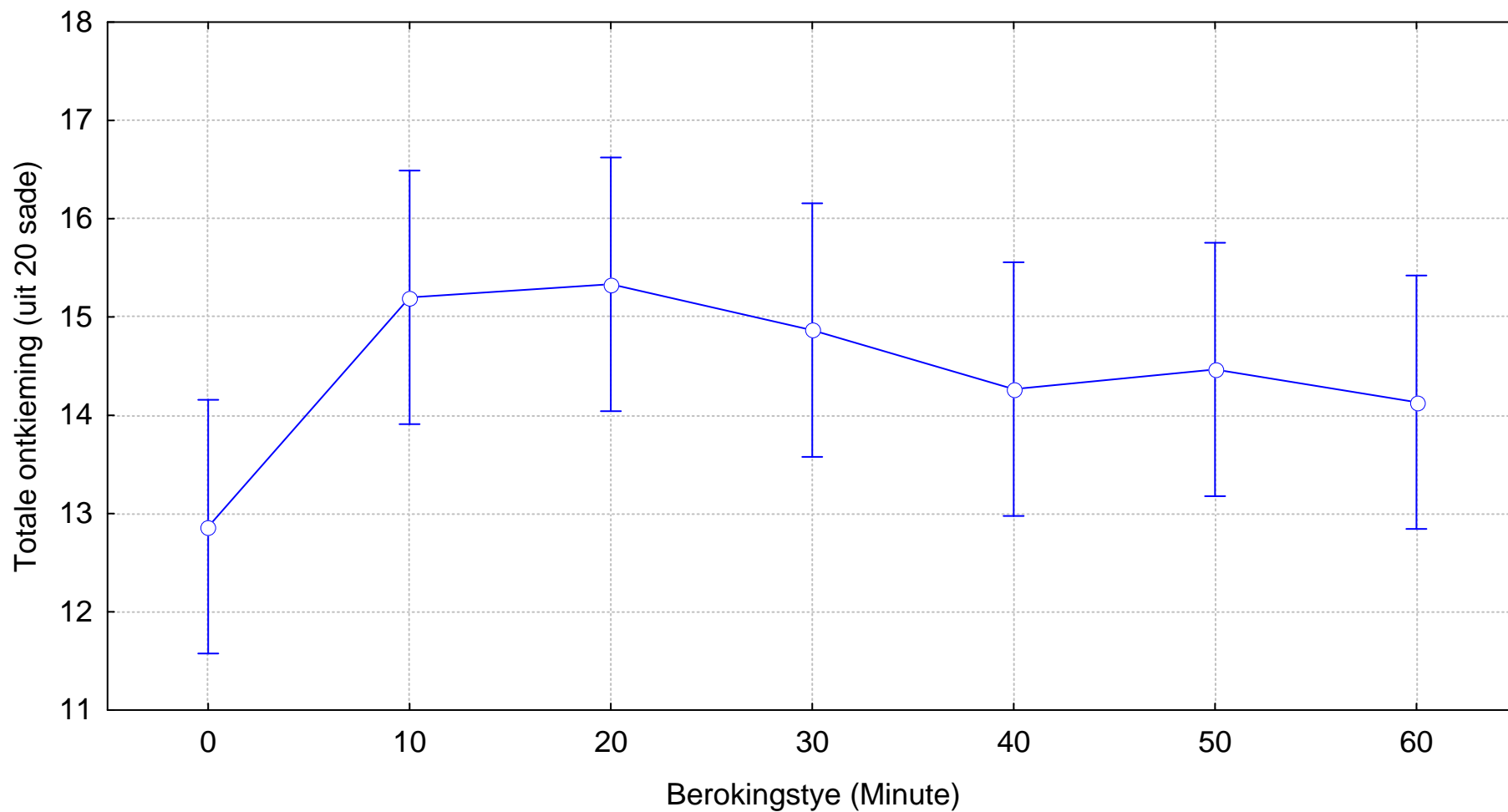
Beroking met ammoniakgas

Daar was geen betekenisvolle interaksie ($P=0.18$) tussen populasie en behandelingstyd in terme van totale persentasie ontkieming nie. Populasie 4 het min reaksie getoon op die verskillende tye van beroking met ammoniakgas (Figuur 3) terwyl die ander populasies min of meer dieselfde tendense toon in reaksie op die behandelings. Die skielike verlaging in ontkiemingspersentasie van Populasie 5 by die 40 minute berokingstyd maak geen sin nie en kan waarskynlik toegeskryf word aan eksperimentele fout. Die ontkieming in een van die petribakkies was besonder swak en dit kan moontlik wees as gevolg van bakteriële infeksie, omdat geen swamme waargeneem kon word nie. Opvallend is dat die kontrole behandelings ook (behalwe vir Populasie 4) 'n hoë mate van ontkieming getoon het, terwyl daar swak ontkieming plaasgevind het in die kontrole behandeling van die gibberelliensuur behandelings. Daar was geen statisties betekenisvolle ($P=0.14$) verskille tussen die verskillende ammoniakgas behandelings nie (Figuur 4). Wat die verskillende *Bromus* populasies betref, bevestig Figuur 5 wat alreeds in Figuur 3 opgemerk kon word, nl. dat Populasie 4 betekenisvol ($P<0.05$) swakker ontkiem as al die ander populasies en ook dat daar geen betekenisvolle verskille tussen die ander populasies voorkom nie.

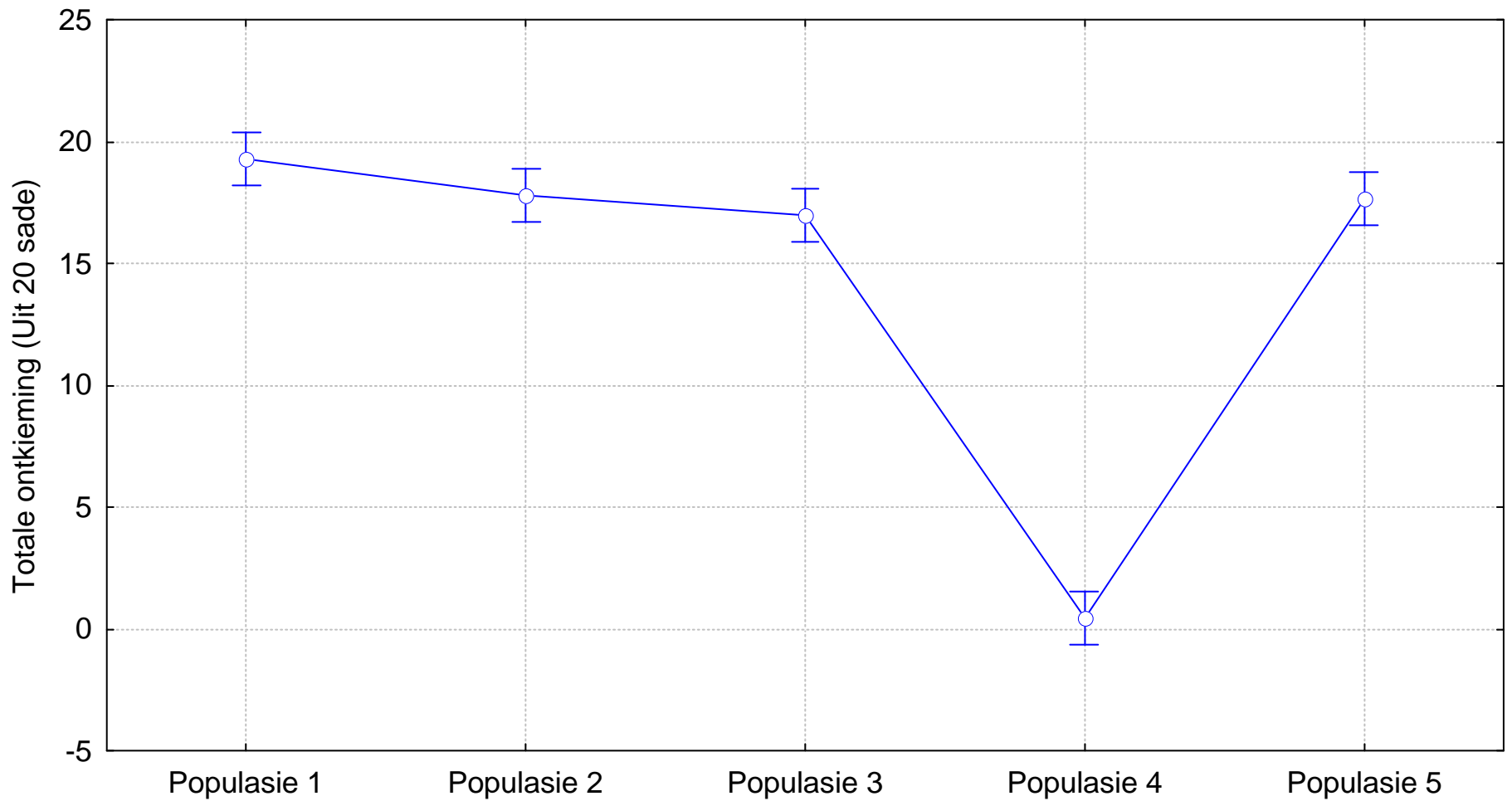
Wat die ontkiemingstempo betref, was daar geen betekenisvolle ($P=0.80$) interaksies tussen die twee faktore nie. Figuur 6 toon dat daar nie groot verskille in tendense was



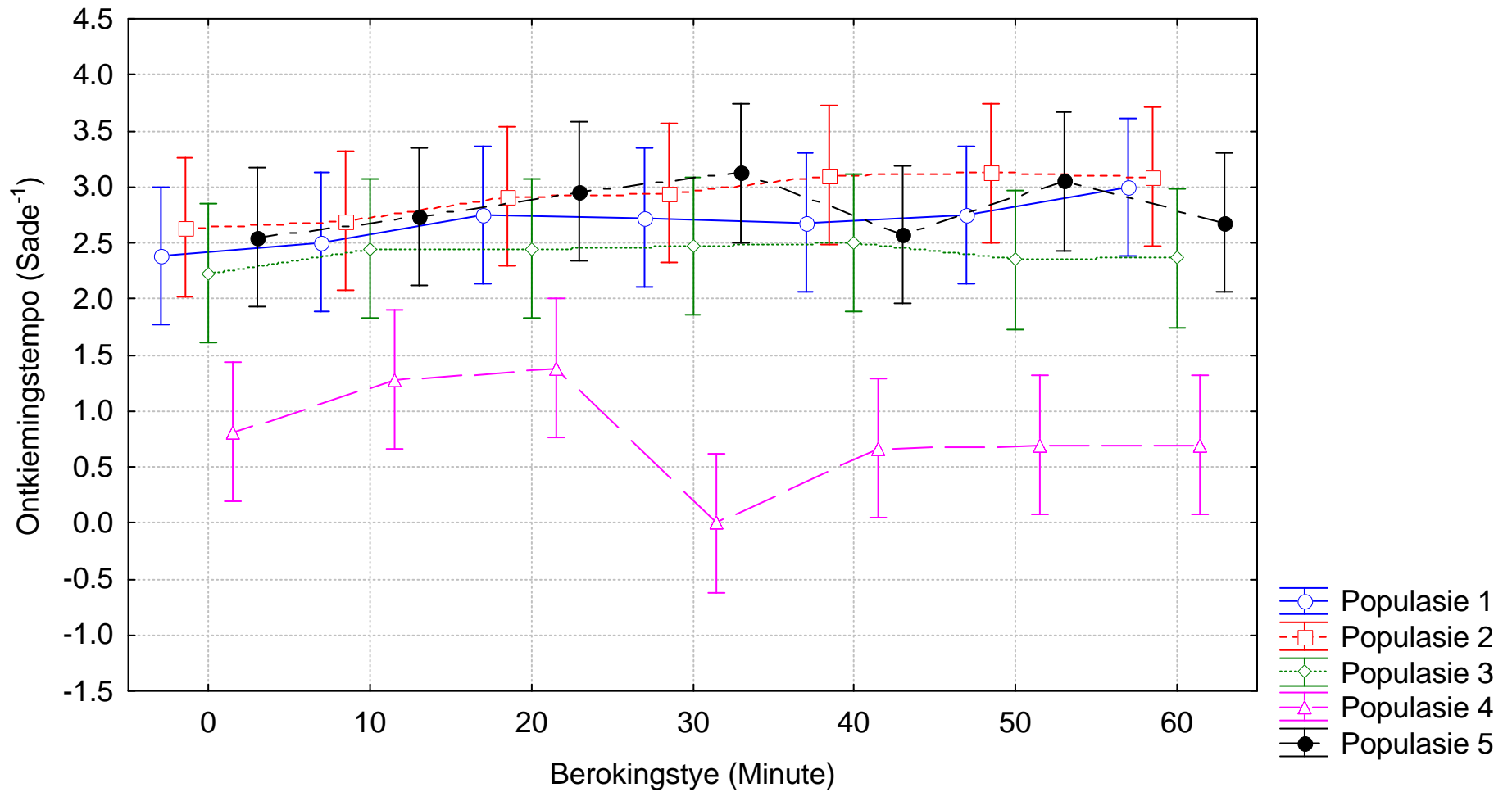
Figuur 3. Die gemiddelde ontkieming van saad van vyf *Bromus* populasies na verskillende tye van beroking met ammoniakgas (Die vertikale lyne stel die 95% vertrouingsintervalle voor).



Figuur 4. Die gemiddelde totale ontkieming van *Bromus* saad (gemiddeld van vyf populasies) by verskillende berokingstye met ammoniakgas (Die vertikale lyne stel die 95% vertrouingsintervalle voor).



Figuur 5. Die gemiddelde totale ontkieming van vyf *Bromus* populasies na behandeling met ammoniakgas (gemiddeld oor al die verskillende tye), (Die vertikale lyne stel die 95% vertrouingsintervalle voor).



Figuur 6. Die gemiddelde ontkiemingstempo van saad van vyf *Bromus* populasies na verskillende tye van beroking met ammoniakgas (Die vertikale lyne stel die 95% vertrouingsintervalle voor).

nie. Daar was geen betekenisvolle verskille ($P=0.65$) tussen behandelings in terme van ontkiemingstempo nie (Figuur 7). Geen van die ammoniakgas behandelings kon ontkiemingstempo stimuleer so die wat in die kontrolebehandeling waargeneem was nie. Daar was wel betekenisvolle verskille ($P<0.05$) tussen die verskillende populasies, weereens as gevolg van Populasie 4 wat 'n betekenisvolle laer ontkiemingstempo vertoon het as die ander populasies (Figuur 8).

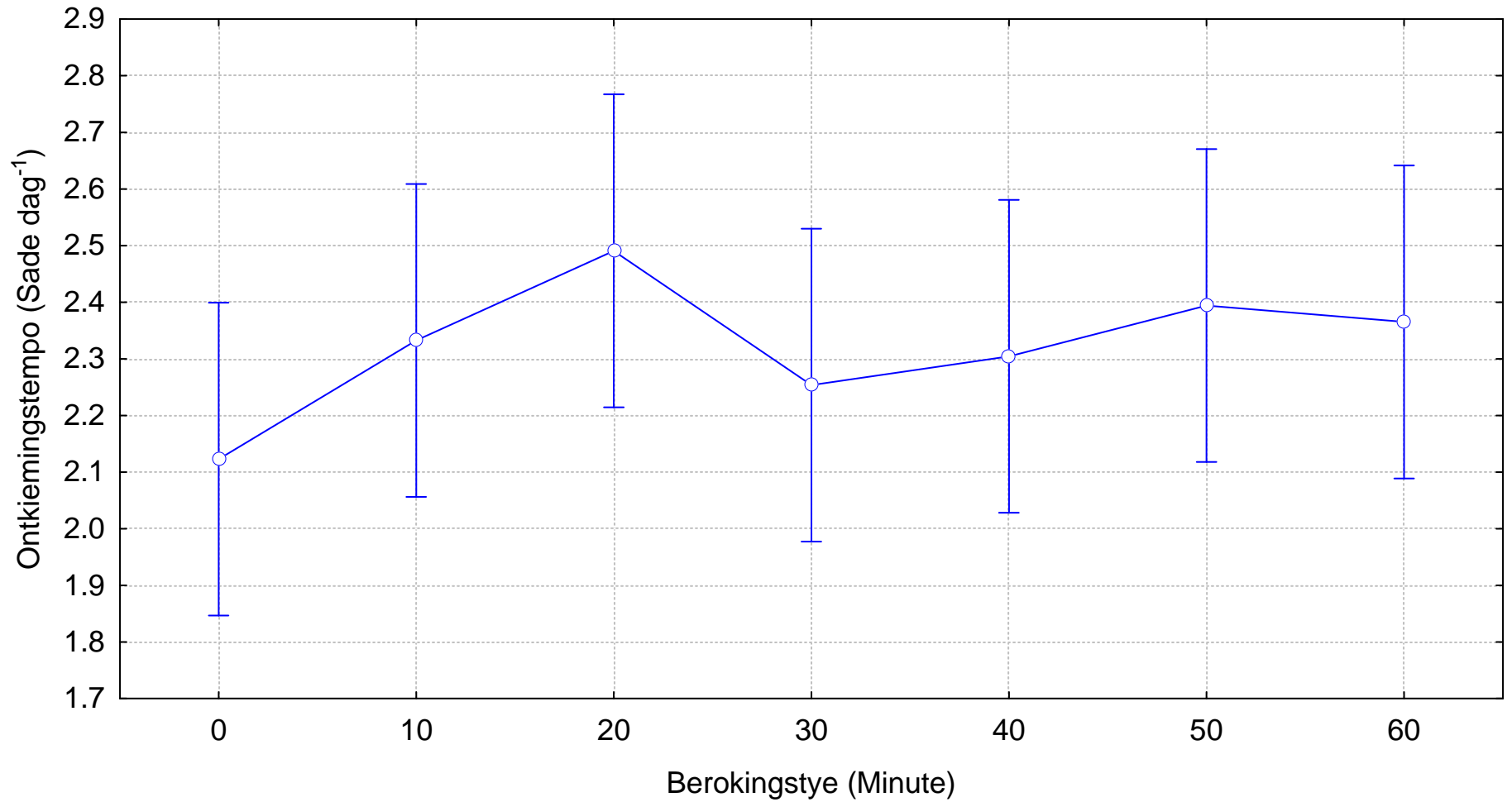
Dit lyk dus asof die ammoniakgas behandeling nie doeltreffend is om saadruis in *Bromus pectinatus* op te hef nie. Opvallend is dat die ontkieming by die kontrolebehandeling byna 100% was terwyl dit baie laag was by die gibberelliensuur eksperiment. Dit kan moontlik toegeskryf word aan die duur van die eksperiment. In die gibberelliensuur eksperiment is lesings na 27 dae gestaak, toe daar op die 27 ste dag geen verdere ontkieming waargeneem is nie. In die ammoniakgas eksperiment het daar ontkieming plaasgevind tot Dag 52. Volgens die rou data het die oorgrote meerderheid van sade eers na ongeveer 30-35 dae begin ontkiem. Daar kan dus geredeneer word dat die gibberelliensuur eksperiment te gou gestaak is, en dat daar ook 'n beter ontkieming van die kontrole behandeling sou wees indien die eksperiment langer geduur het.

Ammoniak plus koue

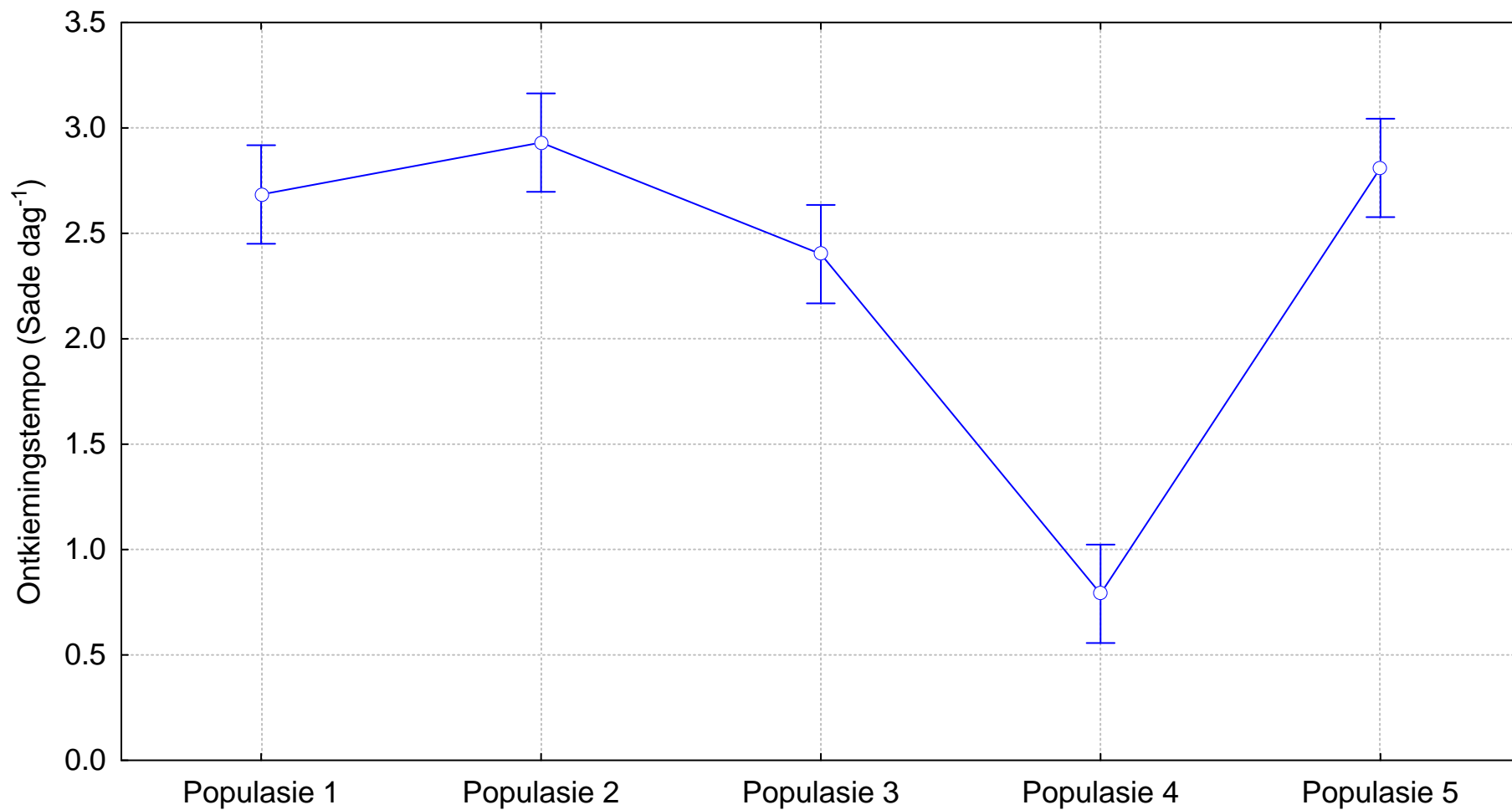
Die derde eksperiment wat gedoen is, was 'n herhaling van die ammoniak eksperiment, maar 'n koue behandeling is bygevoeg. Die eksperiment is drie weke na die vorige twee eksperimente gedoen. In hierdie eksperiment was daar geen betekenisvolle ($P=0.93$) interaksies tussen populasie en behandelings ten opsigte van die totale persentasie ontkieming nie. Figuur 9 wys dat alle populasies by alle behandelings byna 100% ontkiem het, selfs die kontrolebehandelings wat geen voorafbehandeling ontvang het nie.

Daar was wel betekenisvolle ($P<0.05$) interaksies tussen behandelings en populasies met betrekking tot die ontkiemingstempo. Figuur 10 toon dat Populasie 3 se saad betekenisvol stadiger ontkiem het by behandelings wat geen

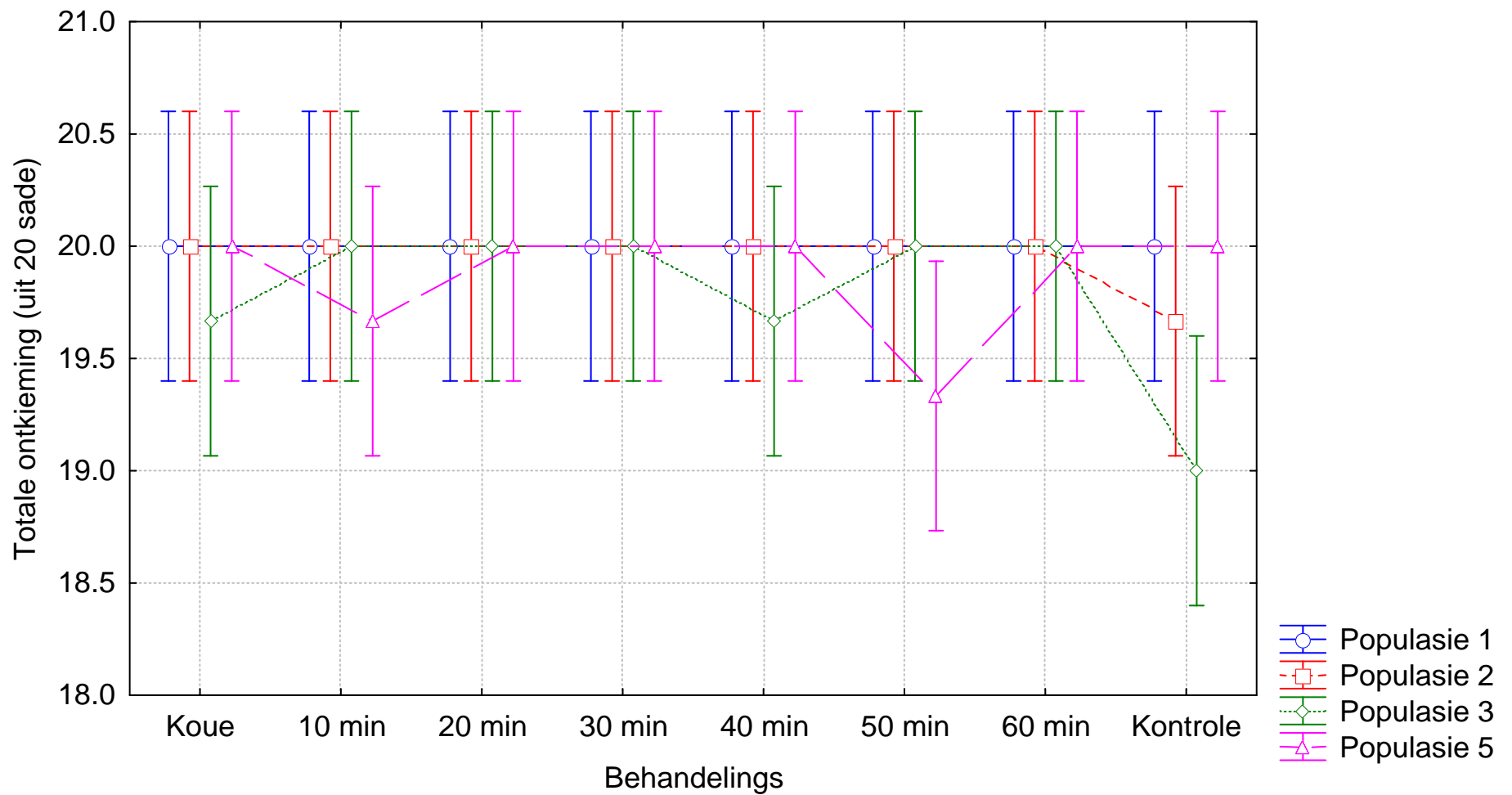
(kontrole) tot 20 minute ammoniakgas beroking ontvang het. Populasie 1 het 'n hoë ontkiemingstempo vertoon ongeag die behandeling wat toegedien is. Populasies 3 en 5 het slegs by die



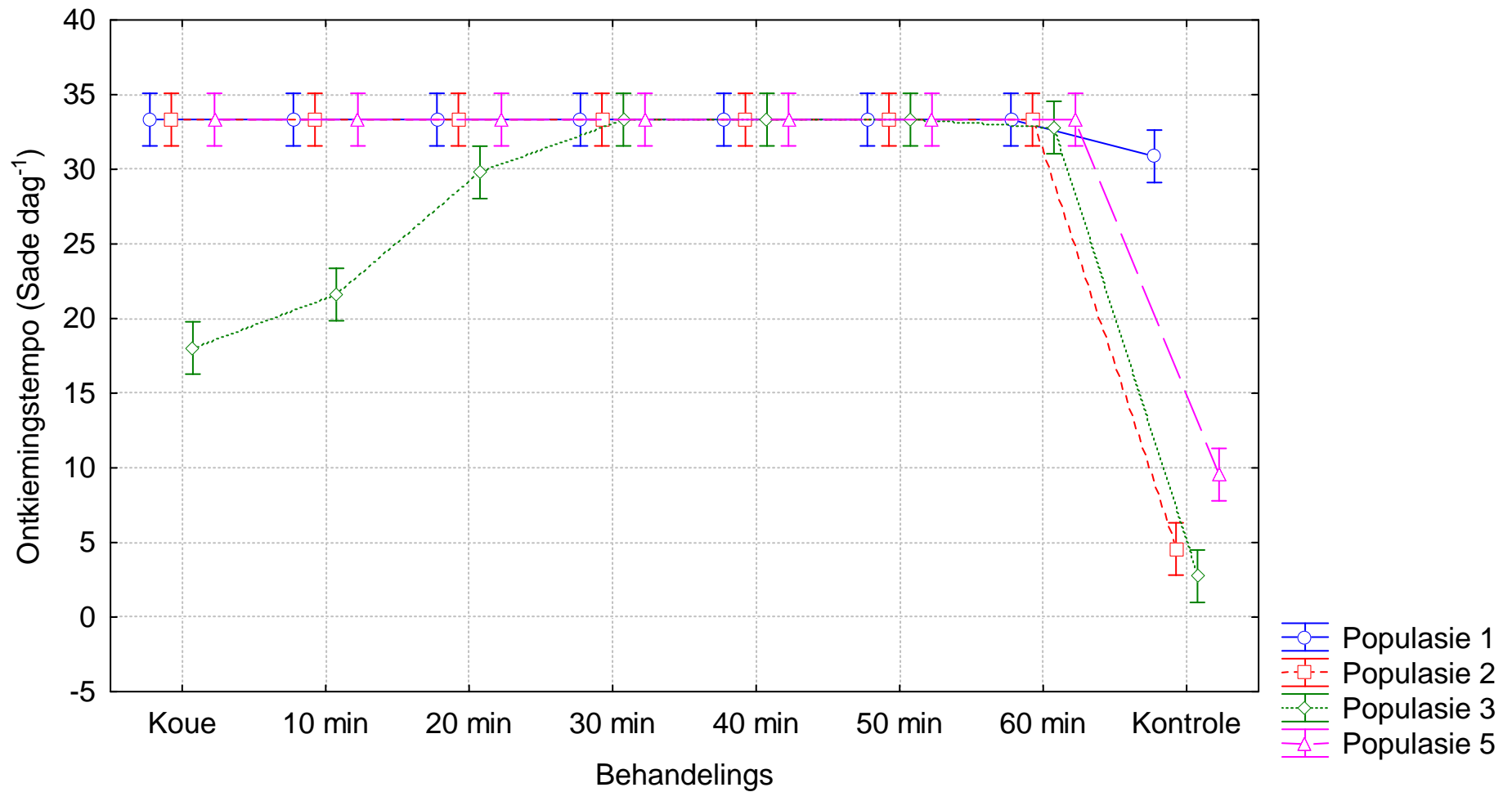
Figuur 7. Die gemiddelde ontkiemingstempo van *Bromus* saad (gemiddeld van vyf populasies) by verskillende berokingstye met ammoniakgas (Die vertikale lyne stel die 95% vertrouingsintervalle voor).



Figuur 8. Die gemiddelde ontkiemingstempo van vyf *Bromus* populasies na behandeling met ammoniakgas (gemiddeld oor al die verskillende tye), (Die vertikale lyne stel die 95% vertrouingsintervalle voor).



Figuur 9. Die gemiddelde ontkieming van sade van vier *Bromus* populasies met verskillende ammoniak berokingsperiodes (in minute) en 'n koue behandeling (Koue – sade het net koue behandeling gekry, Kontrole – sade het nie koue of ammoniak behandeling gekry nie), (Die vertikale lyne stel die 95% vertrouingsintervalle voor).



Figuur 10. Die ontkiemingstempo van vier *Bromus* populasies met verskillende ammoniak berokingsperiodes en 'n koue behandeling (Koue – sade het net koue behandeling gekry, Kontrole – sade het nie koue of ammoniak behandeling gekry nie), (Die vertikale lyne stel die 95% vertrouingsintervalle voor).

kontrole behandeling betekenisvolle laer ontkiemingstempas getoon vergeleke met die ander behandelings. Volgens Gill & Kleeman (2004) is die ontkiemingstydperk van *B. rigidus* langer as die van *B. diandrus*, alhoewel dit nie in hierdie resultate duidelik weerspieël word nie.

Die resultate dui aan dat saadruis in *Bromus* waarskynlik die gevolg van 'n onvolwasse embrio is en dat die duurte daarvan kortstondig is. Moontlik speel naryping 'n rol om saaddormansie in *Bromus* op te hef, of andersins kan dit 'n gevolg wees van 'n ontkiemingsinhibeerder teenwoordig in die saad wat uitgewas moet word. Alhoewel die eerste twee eksperimente redelik na aan mekaar uitgevoer is, kan die hoër ontkieming in die tweede eksperiment (ammoniakgas) se kontrolebehandeling, relatief tot die gibberelliensuur eksperiment se kontrolebehandeling, moontlik aan een van die bogenoemde twee meganismes toegeskryf word. Die 52 dae wat dit geneem het om die tweede eksperiment uit te voer teenoor die 27 dae van die eerste eksperiment, kon die verskil veroorsaak het. Dit is moontlik dat naryping plaasgevind het terwyl die eksperiment aan die gang was. Daar is ook van tyd tot tyd vog bygevoeg wanneer die petri bakkies droog geraak het, en dit kon dalk bydra tot uitloging van 'n ontkiemingsinhibeerder. Alhoewel goeie ontkiemingspersentasies verkry is sonder enige behandelings in die ammoniakgas eksperiment, was die ontkiemingstempo baie laag. Wanneer kouebehandeling saam met ammoniakgas toegedien is, het dit nie juis die persentasie ontkieming gestimuleer nie, omdat selfs die kontrolebehandelings goed ontkiem het. Die kouebehandeling het egter 'n groot effek op ontkiemingstempo gehad in Populasies 1, 2 en 5, terwyl Populasie 2 se ontkiemingstempo deur 'n kombinasie van koue en ammoniakgas beroking verbeter is (Figuur 10). Vernalisasie kan dus die remmende effek van die kort saaddormansie in *Bromus* tot groot mate ophef.

5.5 Gevolgtrekking

Resultate van die dormansie eksperimente toon dat *Bromus diandrus* dormant is kort na saad rypwording, maar dormansie verdwyn vinnig daarna, soos goed deur Populasie 1 geïllustreer word. Populasie 3 benodig egter 'n langer periode en meer drastiese

behandelings om dormansie op te hef. Dit wil voorkom asof daar 'n swak verband is tussen die mate van dormansie en die mate van weerstandbiedendheid, want Populasie 1 het geen weerstand teen die sulfonielureums wat getoets is vertoon nie (Hoofstuk 3) terwyl die *Bromus diandrus* populasie wat die meeste weerstand getoon het, Populasie 3, die meeste saaddormansie vertoon. Dit sal egter bevestig moet word deur 'n groter eksperiment met meer populasies en meer grade van weerstand te gebruik. Die feit dat Populasie 1 'n laer graad van dormansie het kan waarskynlik beter verklaar word deur die feit dat dit van 'n natuurlike omgewing afkomstig is teenoor die gesaaide lande van die ander populasies, as deur sy vatbaarheid vir onkruidodders. Dormansie in *Bromus diandrus* is dus redelik kortstondig en die mees effektiewe manier om die dormansie van vars saad op te hef is om die saad aan 'n vernalisasie periode bloot te stel.

VERWYSINGSLYS

CAIRNS, A.L.P., 1984. The physiology of seed dormancy and germination *in Avena fatua* L. Ongepubliseerde M.Sc Agric.-tesis, Universiteit van Stellenbosch, Stellenbosch.

GIBBS, RUSSEL, G.E., WATSON, L., KOEKEMOER, M., SMOOK, L., BARKER, N.P., ANDERSON, H.M. & DALLWITZ, M.J., 1991. Grasses of southern Africa. *Memoirs of the Botanical Survey of South Africa No. 58*, National Botanic Gardens/Botanical Research Institute, South Africa.

GILL, G. & KLEEMANN, S., 2004. Weed ecology and management under no-till. *Research update for Advisers – Southern Region*. www.grdc.com.au

HEYDECKER, W., 1973 (Ed.). Seed ecology. Butterworths, London.

HOOFSTUK 6

DIE PETRIBAKKIE METODE AS ALTERNATIEWE METODE VIR BEPALING VAN WEERSTAND BY *BROMUS* spp.

6.1 Inleiding

Die toets vir weerstand in onkruidspesies is 'n baie belangrike komponent vir die rasionale implementasie van geïntegreerde beheer strategieë. Ideaal gesproke, moet toetse vir weerstand vinnig, akkuraat, goedkoop en vinnig beskikbaar wees, dit moet ook 'n betroubare indikasie gee van die impak van weerstand op die onkruidodder aktiwiteit in die veld (Moss, 1999).

Die petribakkie metode is vinniger as die gewone "pot metode", waar sade ontkiem, geplant en dan gespuit word met die middels waarteen weerstand vermoed word. Die petribakkie metode is ook al suksesvol aangewend vir die evaluasie van weerstand op 'n verskeidenheid van middels, byvoorbeeld, triasiene, dinitroanilines en ACC-ase inhibeerders (Moss, 1995).

Alhoewel daar al baie suksesverhale is met die gebruik van die petribakkie metode is dit nog steeds nie 'n algemene prosedure nie (Moss, 2000). Daar word egter ook baie probleme ondervind met die petribakkie metode (Gill, 1990), waarvan die grootste beperking is dat daar 'n aantal maande gewag moet word, vandat die onkruidoorlewing in die veld geïdentifiseer is totdat 'n toets gedoen kan word. Redes hiervoor is dat daar gewag moet word totdat die saad ryp is en die voorkoms van saaddormansie, wat in baie gevalle die ontkieming van die saad verhoed (Boutsalis, 2001).

In hierdie eksperiment is die petribakkie metode geëvalueer as metode vir die toets van weerstand in *Bromus* spp.

6.2 Materiaal en metodes

Sade van *Bromus diandrus*, *Bromus pectinatus* en *Bromus rigidus* populasies is verkry. Die basispopulasie (*Bromus diandrus* populasie), 'n populasie wat nog nooit enige chemiese behandeling gehad het nie, is gekollekteer van die rand van 'n pad teen Stellenboschberg buite Stellenbosch (33°56'S, 18°52'O) (Populasie 1). Die oorblywende populasies is verkry van landerye op plase in die Malmesbury omgewing (Ongeveer 33°30'S, 18°40'O), omdat hulle tekens van weerstand toon en is as volg ingedeel:

Populasie 2 : *Bromus diandrus* populasie

Populasie 3 : *Bromus diandrus* populasie

Populasie 4 : *Bromus pectinatus* populasie

Populasie 5 : *Bromus rigidus* populasie

Die sade van die verskillende populasies is uit die saadhuide verwyder en in petribakkies geplaas (ongeveer 20 sade per petribakkie bo op twee filtreer papiere) en benat met 5 ml gedistilleerde water. Die petribakkies is in 'n poli-etileensakkie verseël om verdamping te voorkom en in 'n yskas geplaas, waar sade aan 'n koue behandeling (4°C) blootgestel is vir vyf dae en daarna na 'n ontkiemingskabinet by 'n konstante temperatuur van 20°C in die donker oorgeplaas totdat ontkieming plaasgevind het. Na ontkieming is petribakkies uit die yskas verwyder en die sade is geplant in sandge vulde potte met 'n 20 cm deursnee en in 'n glashuis laat groei totdat saad geproduseer is. Die plante is outomaties besproei met 'n gebalanseerde voedingsoplossing. Die voedingsoplossing het 316 mg kg⁻¹ K, 166 mg kg⁻¹ Ca, 53 mg kg⁻¹ Mg, 31 mg kg⁻¹ P, 70 mg kg⁻¹ S, 71 mg kg⁻¹ Cl en 188 mg kg⁻¹ NO₃⁻ - N bevat. Die saad wat so verkry is, is vir verdere studies aangewend om die effek van klimaatsvariasie op saadeienskappe uit te skakel.

Die petribakkie toets is gedoen deur net die middels te gebruik waarteen die populasies die meeste weerstand ontwikkel het, soos bepaal deur voorafgaande eksperimente. Die middels is iodosulfuron +mesosulfuron (Cossack) en sulfosulfuron (Monitor).

Eksperiment 1

Daar is twintig sade van elke populasie in 'n petribakkie met twee filtreerpapierjies geplaas, met drie herhalings per behandelingskombinasie. Die konsentrasies waarteen die twee middels toegedien is, word aangetoon in Tabel 1.

Tabel 1. Konsentrasies van onkruidodders wat gebruik is in 'n petribakkie eksperiment om weerstand in *Bromus* spp. te bepaal.

Middel	Konsentrasie (Dele per miljoen)
iodosulfuron +mesosulfuron (Cossack)	0, 1, 5, 10, 15, 20, 25, 50, 75 en 100*
sulfosulfuron (Monitor)	0, 1, 5, 10, 15, 20, 25, 50, 75 en 100

*100 dpm = 159 μ M sulfosulfuron, 5.7 μ M iodosulfuron en 5.96 μ M mesosulfuron

Van elke behandeling is daar 5 ml in 'n petribakkie geplaas. Die petribakkies met sade het toe 'n kouebehandeling van 4 – 5 °C vir 5 dae ontvang en is daarna by 20 °C in die donker geplaas. Daar is elke dag waarnemings gedoen om die ontkieming van die sade te monitor. 'n Saad is as ontkiem beskou indien die epikotiel 'n lengte van 5 mm bereik het. Eksperimentele ontwerp was 'n 5x2x10 faktoriaal met faktore Populasie, Middel en Konsentrasie onderskeidelik.

Eksperiment 2

Dieselfde prosedure as hierbo is gevolg, met die verskil dat slegs een middel, nl. sulfosulfuron (Monitor) gebruik is teen die volgende konsentrasies: 0, 1, 25, 50, 100, 200 en 400 dpm. Dit is gedoen omdat daar in Eksperiment 1 geen effek van die middels by die hoogste konsentrasie, nl. 100 dpm waargeneem kon word nie. Die 400 dpm konsentrasie is gelykstaande aan die konsentrasie van sulfosulfuron as dit teen aanbevole dosis van 40 g ha⁻¹ in 100 l water ha⁻¹ toegedien word.

Eksperimentele ontwerp was 'n 5x7 faktoriaal met faktore Populasie en Konsentrasie.

6.3 Statistiese ontleding

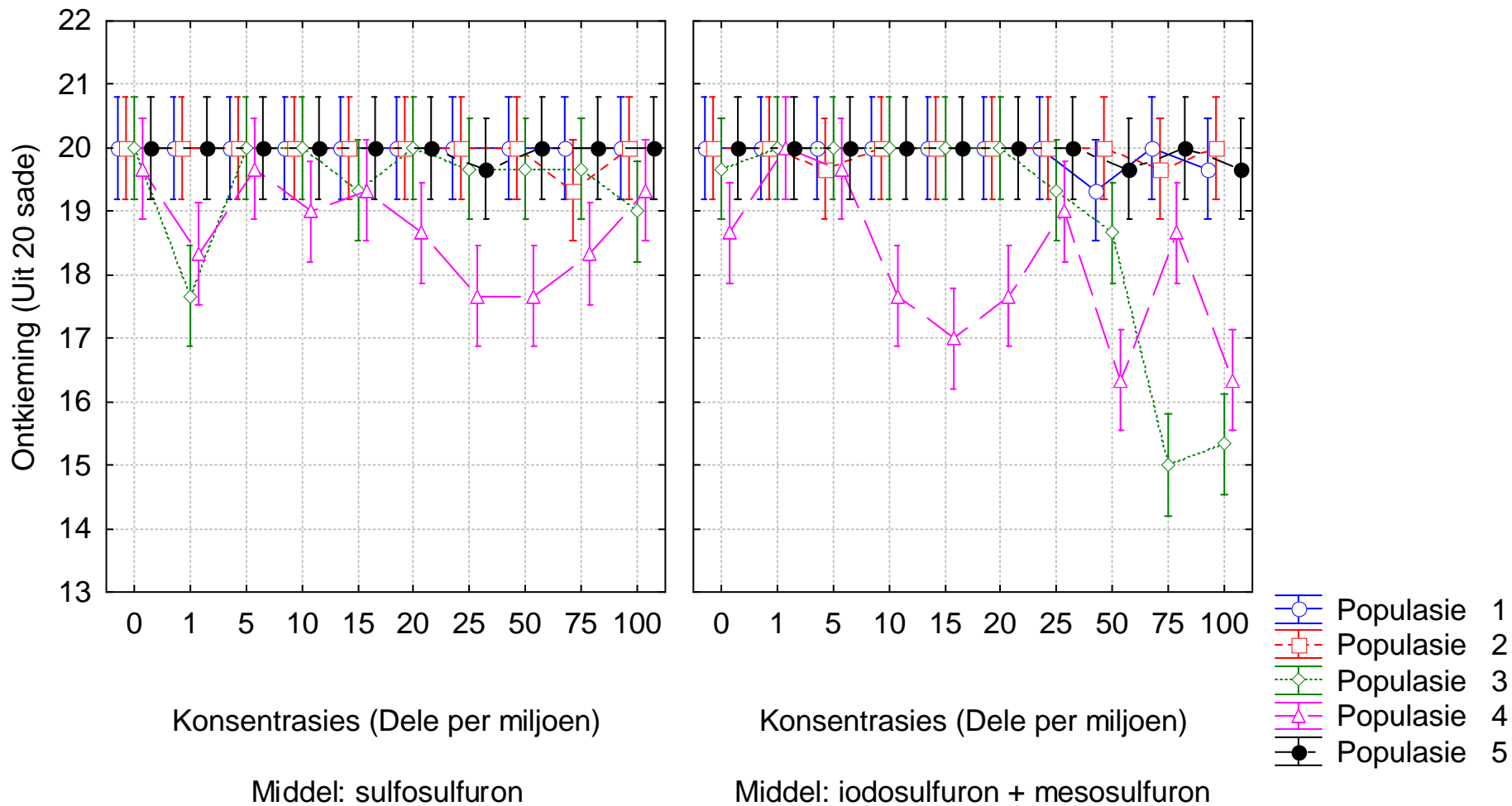
Statistiese ontledings is gedoen met die ANOVA bevel van die Statistica 6.1.409 statistiese pakket van StatSoft.

6.4 Resultate en bespreking

Eksperiment 1

Na drie dae by 20 °C het geen verdere sade ontkiem nie. Statistiese ontledings het getoon dat daar 'n betekenisvolle drievoudige interaksie ($P < 0.05$) was tussen populasie, middel en konsentrasie. In Figuur 1 kan gesien word dat Populasies 3 en 4 by 1 dpm sulfosulfuron betekenisvol laer ontkieming getoon het as die ander populasies. Dit kan egter nie logies verklaar word nie en kan aan natuurlike variasie of eksperimentele fout toegeskryf word. Die laer ontkieming van Populasie 4 by 25 en 50 dpm sulfosulfuron is ook moeilik om te verklaar, omdat die verskille weer verdwyn by 75 en 100 dpm. By die iodossulfuron + mesosulfuron behandelings is daar ook weer variasie in die respons van Populasies 3 en 4, maar daar blyk 'n tendens te wees dat Populasie 4 se ontkieming wel deur die teenwoordigheid van die middel beïnvloed is, terwyl Populasie 3 'n definitiewe afname in ontkieming getoon het by 75 en 100 dpm konsentrasies.

Omdat daar nie juis duidelike response was nie is besluit om die petribakkies vir 'n tydperk van twee weke buite te plaas sodat bepaal kan word of die jong plantjies 'n respons toon nadat hulle vir 'n tydperk in die medium gegroei het. Daar is elke tweede dag of indien nodig 5 ml gedistilleerde water in die petribakkies gevoeg om uitdroging te voorkom. Na die twee weke is geen verdere respons waargeneem nie en daar is besluit om die eksperiment te staak. Alhoewel statisties betekenisvolle verskille voorgekom het, is dit dalk biologies nie van so groot belang nie, want die verskille tussen 15 en 20 sade is nie so groot vanuit 'n beheer oogpunt gesien nie. Dit is ook teenstrydig met wat in Hoofstuk 3 gevind is, nl. dat Populasie 4 en veral Populasie 3 meer weerstand bied teen die middels as die basispopulasie (Populasie 1).



Figuur 1. Die ontkieming van vyf *Bromus* populasies in respons op die verskillende konsentrasies van die twee onkruidodders in die petribakkie eksperiment (Die vertikale lyne stel die 95% vertrouingsintervalle voor).

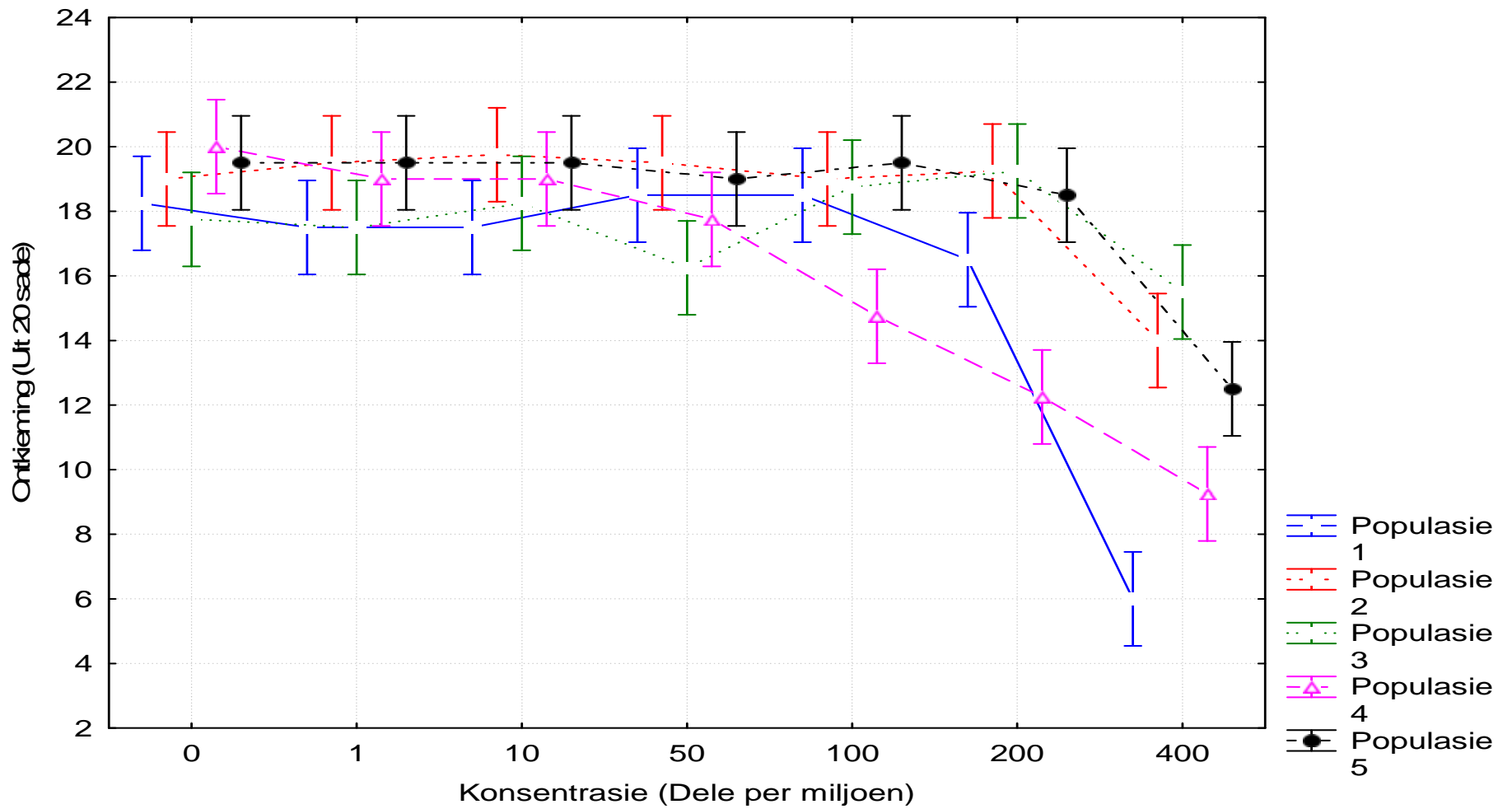
Eksperiment 2

Daar was 'n betekenisvolle ($P < 0.05$) interaksie tussen populasie en konsentrasie in die eksperiment. Figuur 2 dui aan dat, soos in Eksperiment 1, Populasie 4 by konsentrasies van 100 dpm en hoër, betekenisvol swakker ontkiem het as die ander populasies, behalwe by die 400 dpm behandeling, waar Populasie 1 swakker ontkiem het. Die neiging van Populasie 1 om vanaf die 200 dpm behandeling 'n laer ontkiemingspersentasie as Populasies 1, 3 en 5 te openbaar, bevestig die resultate wat in Hoofstuk 3 verkry is. Populasie 4 se respons is egter, soos in Eksperiment 1, teenstrydig met wat in Hoofstuk 3 waargeneem is. Die feit dat Populasie 4 'n *Bromus pectinatus* populasie is, kan moontlik 'n rol speel. *B. pectinatus* se sade is baie kleiner en ligter as die van *B. diandrus* of *B. rigidus*. Die moontlikheid bestaan dat die kleiner sade dalk vinniger deur die middels beïnvloed word, alhoewel daar nie so iets in die literatuur gevind is nie.

6.5 Gevolgtrekking

Uit die resultate wat verkry is, kan daar nie met vertroue gesê word dat die petribakkie metode 'n betroubare metode is om vir weerstand teen sulfonielureum onkruidodders in *Bromus* spp. te toets nie. Die verskille wat wel voorgekom het, het teen baie hoë konsentrasies van 200 tot 400 dpm voorgekom. In 'n petribakkietoets met clodinafop propargyl op raaigras, is gevind dat 'n konsentrasie van 1 dpm die ontkieming van 'n vatbare populasie van raaigras baie goed onderdruk het terwyl 'n weerstandbiedende populasie se saad wel ontkiem het. Die konsentrasie van 1 dpm clodinafop propargyl kan dus waarskynlik gebruik word om tussen vatbare en weerstandbiedende populasies te onderskei (Persoonlike mededeling: PJ Pieterse, Universiteit van Stellenbosch). Beter resultate kan waarskynlik verkry word deur 'n eksperiment met meer populasies waarvan die graad van weerstand bekend is, uit te voer. 'n Reeks konsentrasies wat wissel tussen 300 en 700 dpm van die middels wat gebruik is kan ook moontlik meer lig op die saak werp. In hierdie eksperiment is gevind dat die filtreerpapiertertjies baie vinnig uitgedroog het na die ontkieming van die sade en daar moes gedurig vloeistof bygevoeg word. Om hierdie probleem te vermy kan daar 'n filtreerpapiertertjie bo-oor die sade ook

geplaas word, wat verdamping nog verder sal verminder (Heap & Knight, 1986). Die gebruik van agar mediums waar die verskillende konsentrasies van middels al reeds bygevoeg is, kan ook ondersoek word. Die gebruik van agar is suksesvol toegepas met die weerstandstoetsing van *Avena fatua*. Die gebruik van agar verhoed ook die addisionele byvoeging van vog (Murray *et al.*, 1996).



Figuur 2. Die ontkiemingsrespons van vyf *Bromus* populasies op toediening van verskillende konsentrasies sulfosulforon in die petribakkie metode (Die vertikale lyne stel die 95% vertrouingsintervalle voor).

VERWYSINGSLYS

- BOUTSALIS, P., 2001. Syngenta quick-test: A rapid whole plant test for herbicide resistance. *Weed Technology* 15, 257 – 263.
- GILL, G.S., 1990. Evaluation of the petri-dish assay for screening diclofopmethyl resistance in partially resistant populations of annual ryegrass, *Lolium rigidum*. In Proceedings of the 9th Australian weeds Conference, Adelaide, South Australia. pp. 220 – 223.
- HEAP, I. & KNIGHT, R., 1986. The occurrence of herbicide cross-resistance in a population of annual ryegrass, *Lolium rigidum*, resistant to diclofop-methyl. *Australian Journal of Agricultural Research* 37, 149 – 156.
- MURRAY, B.G., FRIESKEN, L.F., BEAULIEU, K.J. & MORRISON, I.N., 1996. A seed bioassay to identify Acetyl-CoA carboxylase inhibitor resistant wild oat (*Avena fatua*) populations. *Weed Technology* 10, 85 – 89.
- MOSS, S.R., 1995. Techniques for determining herbicide resistance. *Proceedings of the Brighton crop protection conference – Weeds*, 547 – 556.
- MOSS, S.R., 1999. Detecting herbicide resistance: Guidelines for conducting diagnostic test and interpreting results. <http://www.plantprotection.org/HRAC/>
- MOSS, S.R., 2000. The Rothamsted rapid resistance test for detecting herbicide resistance in annual grass-weeds. *Weed Science Society of America* 102, 40.

HOOFSTUK 7

SAMEVATTING

Die resultate wat in hierdie studie gevind is toon dat weerstand van *Bromus diandrus* teen onkruidodders 'n realiteit is. Indien dit nie aangespreek word nie, kan dit in die nabye toekoms dieselfde omvang as *Lolium rigidum* weerstand in die Wes- en Suid-Kaap aanneem.

In die studie is gevind dat die graad van weerstand nog nie baie groot is nie, maar daar is 'n toename van weerstand teen onkruidodders. Met die herhaaldelike gebruik van dieselfde middels sal die weerstand van hierdie plante vinnig toeneem en sal daar dus 'n punt bereik word waar geen beheer met die middels gekry gaan word nie. Met die toename van geen bewerking of bewaringsboerdery moet die boere dus ook besef dat afwisseling van onkruidodders al hoe belangriker word, aangesien hierdie tipe boerderytegniek onkruiddruk verhoog, as gevolg van geen versteuring van die saadbank in die grond nie en juis omdat daar meer op onkruidodders gesteun word vir beheer van onkruid.

Die verskille tov groei wat tussen die verskillende *Bromus diandrus* populasies waargeneem is, kan nie met sekerheid aan die graad van weerstand toegeskryf word nie. Die verskille was waarskynlik as gevolg van aanpassings van die plante by die verskillende groei omgewings waaruit hulle kom en nie 'n aanpassing wat ontstaan het as gevolg van weerstand nie. Probleme met die studie wat aangespreek kan word sluit die volgende in, populasies moet uit dieselfde omgewing kom, daar moet 'n wyer reeks van plante wees wat verskil in grade van weerstand en daar moet na ander aspekte ook gekyk word, byvoorbeeld die saadproduksie van die plante.

Die resultate van die dormansie eksperimente toon dat *Bromus diandrus* dormant is kort na saad rypwording, maar dit begin kort daarna dormansie verloor. Die feit dat die mees vatbare populasie 'n laer graad van dormansie het kan waarskynlik beter verklaar word

deur die feit dat dit van 'n natuurlike omgewing afkomstig is teenoor die gesaaide lande van die ander populasies, as deur sy vatbaarheid vir onkruidmiddels. Dormansie in *Bromus diandrus* is dus redelik kortstondig en die mees effektiewe manier om die dormansie van vars saad op te hef is om die saad aan 'n stratifikasie periode bloot te stel.

Die toetse vir vinniger evaluasie metodes het egter nie duidelike antwoorde en resultate opgelewer nie. Die metode wat gebruik is, is die petribak metode, maar geen sukses is gevind met hierdie metode nie en verdere ondersoek is nodig.