

SSD

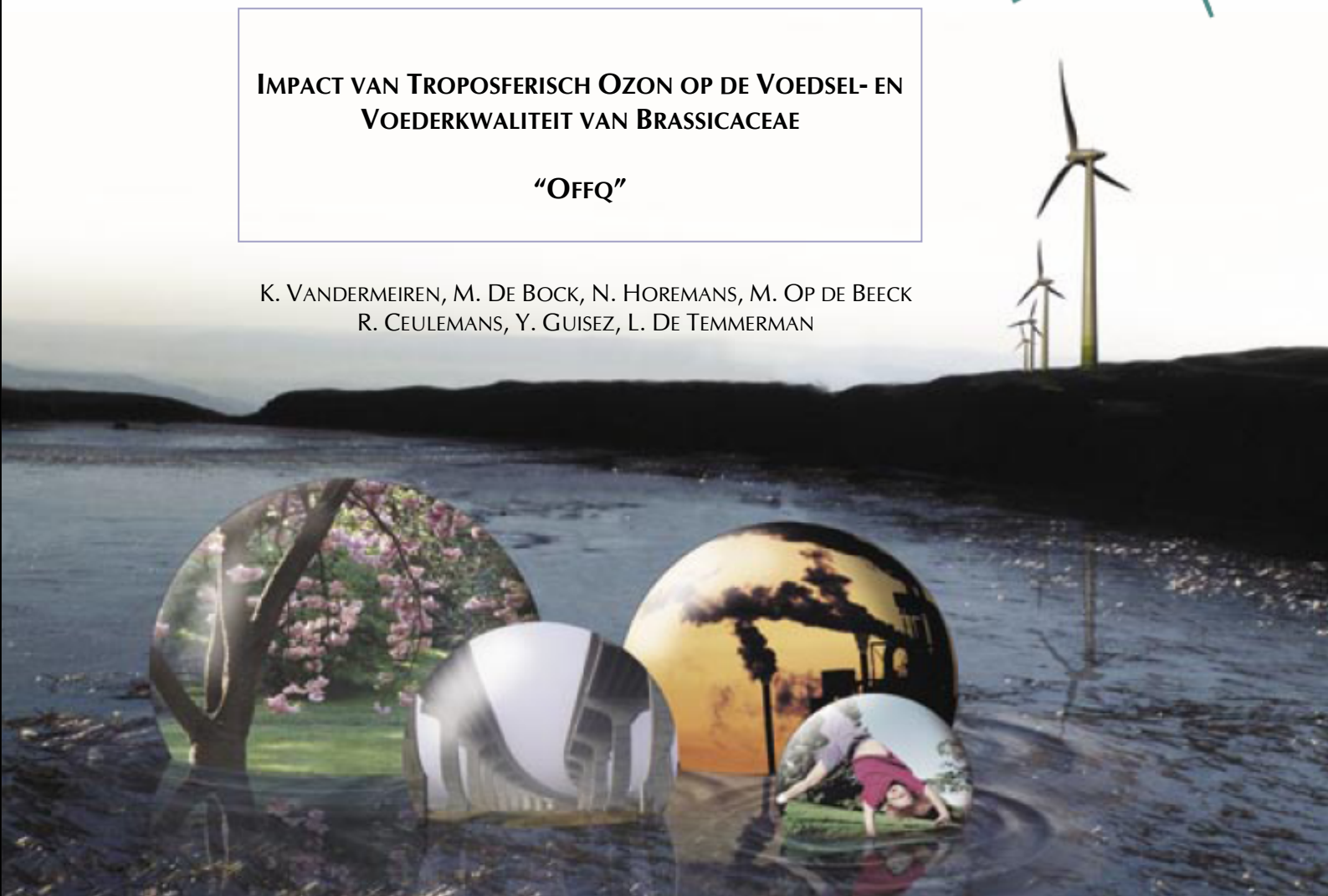
SCIENCE FOR A SUSTAINABLE DEVELOPMENT



IMPACT VAN TROPOSFERISCH OZON OP DE VOEDSEL- EN VOEDERKwaliteit VAN BRASSICACEAE

“OFFQ”

K. VANDERMEIREN, M. DE BOCK, N. HOREMANS, M. OP DE BEECK
R. CEULEMANS, Y. GUISEZ, L. DE TEMMERMAN



ENERGY 

TRANSPORT AND MOBILITY 

AGRO-FOOD 

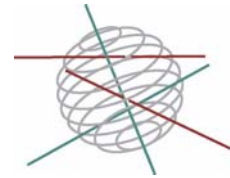
HEALTH AND ENVIRONMENT 

CLIMATE 

BIODIVERSITY 

ATMOSPHERE AND TERRESTRIAL AND MARINE ECOSYSTEMS 

TRANSVERSAL ACTIONS 



Agro-Voeding

EINDVERSLAG FASE 1
SAMENVATTING

**IMPACT VAN TROPOSFERISCH OZON OP DE VOEDSEL- EN
VOEDERKwalITEIT VAN BRASSICACEAE**

“OFFQ”

SD/AF/02A

Karine Vandermeiren (VAR)
Maarten De Bock (UA)
Nele Horemans (UA)
Maarten Op de Beeck (UA)
Reinhart Ceulemans (UA)
Yves Guisez (UA)
Ludwig De Temmerman (VAR)

Februari 2009



VAR





Wetenschapsstraat 8
B-1000 Brussels
Belgium
Tel: +32 (0)2 238 34 11 – Fax: +32 (0)2 230 59 12
<http://www.belspo.be>

Contact person: Christine Mathieu
+32 (0)2 238 34 93

Neither the Belgian Science Policy nor any person acting on behalf of the Belgian Science Policy is responsible for the use which might be made of the following information. The authors are responsible for the content.

No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without indicating the reference

K. Vandermeiren, M. De Bock, N. Horemans, M. Op De Beeck R. Ceulemans, Y. Guisez, L. De Temmerman. ***Impact van troposferisch ozon op de voedsel- en voederkwaliteit van brassicaceae "OFFQ"***. Eindverslag Fase 1 Samenvatting Brussel : Federaal Wetenschapsbeleid 2009 – 5 p. (Onderzoeksprogramma "Wetenschap voor een Duurzame Ontwikkeling")

Samenvatting

Tijdens twee opeenvolgende screeningsexperimenten in gesloten klimaatkamers werden 4 verschillende cultivars van *Brassica napus* (koolzaad) en *Brassica oleracea* L. cv Italica (broccoli) getest op hun relatieve gevoeligheid voor O₃. Het doel was om op basis van een korte acute O₃ blootstelling de meest gevoelige cultivar te selecteren voor de veldexperimenten. Deze experimenten werden tevens gebruikt om de biochemische en moleculaire technieken in het laboratorium op punt te zetten en om de fluorescentie- en fotosynthesemetingen uit te testen. Ondanks het beperkt aantal herhalingen konden toch een aantal voorlopige conclusies getrokken worden:

- De acute O₃ blootstelling veroorzaakte in broccoli een significante daling van het antioxidant ASC, onafhankelijk van de geteste cultivar. De GSH concentratie daarentegen veranderde niet.
- Er was geen significante wijziging van het totaal glucosinolaat (GSL) gehalte van de bladeren maar in koolzaad werd wel een stijging genoteerd voor gluconapin en glucobrassicinapin.
- Uit de fysiologische en biochemische metingen in het acuut experiment viel wel op dat variaties op de metingen groot was. Op basis van deze resultaten werd beslist het aantal replica's op te voeren in de volgende experimenten.
- Tijdens de acute ozonblootstellingsexperimenten werd een daling in fotosyntheseactiviteit en chlorofylgehalte waargenomen, maar dit effect was slechts voor een beperkt aantal cultivars significant.
- Op basis van hun fysiologische O₃ respons werden de cultivars Monaco (broccoli) en Ability (koolzaad) geselecteerd voor de OTC experimenten.

Dit acuut O₃ experiment werd in 2008 herhaald, maar slechts met één cultivar per soort (Monaco en Ability) en bij hogere O₃ concentraties om de betrouwbaarheid van de resultaten te verhogen. Dit leidde, in tegenstelling tot de eerste reeks, tot zichtbare bladschade bij koolzaad. Uit fluorescentie metingen werd voor beide soorten een daling van de efficiëntie van het fotosysteem vastgesteld als gevolg van een daling van het aantal actieve fotochemische reactiecentra (significant voor broccoli). Dit ging tevens gepaard met een tendens tot energieverlies ter hoogte van de chlorofyl antenna. De biochemische resultaten van dit experiment zijn momenteel nog onvolledig. In broccoli steeg de totale antioxidatieve capaciteit en het totale GSLgehalte van de bladeren, dit in tegenstelling tot de eerste experimentenreeks.

De belangrijkste doelstelling van de Open-Top Kamer experimenten bestond erin om na te gaan wat het effect kan zijn van een langdurige, meer gematigde toename aan O₃ concentraties op de opbrengst en kwaliteit van *Brassica napus* en *Brassica oleracea* cv Italica, dit onder semi-velddomstanigheden. In relatie tot de veiligheids- en gezondheidsaspecten van de voedselketen ging de aandacht daarbij vooral naar wijzigingen in het GSL- en vitaminegehalte in broccoli groenten en in de zaden van koolzaad.

Voor koolzaad was er een belangrijk verschil in klimaatscondities tussen de twee groeiseizoenen. Aanhoudende droogte bemoeilijkte de opkomst tijdens het eerste groeiseizoen (2007). Vooral in de OTCs was er een opmerkelijke reductie van de plantdichtheid in vergelijking tot de OPs (60 pl/m² t.o.v. 90 pl/m²). De constante luchtstroom in de OTCs veroorzaakt een hogere evaporatie van bodemwater. Deze

onregelmatige opkomst ligt waarschijnlijk ook aan de basis van enkele tegenstrijdige resultaten in 2007. Hogere omgevingsconcentraties van O₃ en een gelijkmatigere opkomst zorgden voor meer betrouwbare resultaten in 2008. Zo werd er in 2008 in de hoogste O₃ behandeling duidelijk visuele schade vastgesteld in beide soorten. De slechtere weersomstandigheden in 2007 beperkten eveneens het aantal veldmetingen. In 2008 was het mogelijk om de groei en de fysiologische parameters wekelijks te volgen in de OTCs. Hierdoor moest wel het aantal metingen in de OPs beperkt worden, zoals voorgesteld werd door het opvolgingscomité.

De blootstelling aan verhoogde O₃ concentraties veroorzaakt een aantal fysiologische wijzigingen bij koolzaad, die meestal in verband te brengen waren met een versnelde senescentie vlak na de bloeiperiode. Dit uitte zich onder meer in een versnelde afname van het bladoppervlak, de fotosyntheseactiviteit (A_{sat}) en het chlorofylgehalte. De afname van de fotochemische efficiëntie bleek ook duidelijk uit de fluorescentie-parameters: daling van potentiële en effectieve fotochemische efficiëntie, performance index, aantal actieve fotochemische reactiecentra per bladopp, de verschillende energiefuxen in fotosyteem II, maar anderzijds een stijging van het energieverlies ter hoogte van de chlorofyl antenna. Deze effecten zijn afhankelijk van het fenologische ontwikkelingsstadium van het blad. Chlorofylmetingen op de bovenste, jongere bladeren en op oudere, lager gelegen bladeren tonen aan dat dit fenomeen in alle bladeren plaatsgrijpt, maar de effecten worden duidelijker naarmate de bladeren ouder worden.

Dit verklaart tevens waarom, in tegenstelling tot koolzaad, geen verschillen in fotosynthese en fotochemische efficiëntie werden vastgesteld in de bovenste bladeren van broccoli. Immers, broccoli wordt geoogst vóór de bloeiperiode en voor senescentie optreedt. De onderste broccolibladeren reageren wel met een daling van de fotosynthese ten gevolge van verhoogde O₃ blootstelling. Het blijkt tevens dat de fluorescentieparameters gemeten na donker adaptie, een iets hogere gevoeligheid voor O₃ vertonen tov de gasuitwisselingsmetingen.

Biochemische analyses van de stalen zijn momenteel nog aan de gang. In 2007 werd een stijging van TAC onder invloed van O₃ vastgesteld. TOC concentraties in broccolibladeren kennen een grote stijging gedurende de overgang van het vegetatieve naar het generatieve stadium. In beide jaren was er in broccolibladeren tijdens de generatieve fase ten gevolge van O₃ een afname van TOC. Koolzaadbladeren vertoonden tijdens de generatieve groei een tendens tot afname van zowel totaal als gereduceerd ASC terwijl het tegengestelde fenomeen zich voordeed in broccoli. Dit laatste werd ook vastgesteld na de acute O₃ blootstelling.

Zoals reeds vermeld, heeft de onregelmatige opkomst van koolzaad in 2007 tot gevolg dat de effecten op de opbrengst en de kwaliteit hiervan moeilijk te interpreteren zijn. De resultaten van 2008 zijn beter betrouwbaar. De hoogste dosis van O₃ blootstelling (NF⁺⁺) veroorzaakte een daling van de zaadopbrengst van 29%. Hoewel niet significant werd in 2007, werd eenzelfde reductie gevonden wanneer de opbrengst van het hoogste blootstellingsniveau werd vergeleken met deze van het intermediaire niveau (NF⁺). Er bestaat een correlatie met de vermindering van het duizendkorrelgewicht. Vetten en eiwitten zijn de twee meest belangrijke fracties in de zaden van koolzaad (60% van de totale massa). Het proteïnegehalte werd niet beïnvloed door O₃. In 2008 induceerde O₃ wel een duidelijke vermindering van oliezuur en van het oliepercentage. Daartegenover werd ook een stijging waargenomen van linolzuur en van het percentage verzadigde vetzuren. Dezelfde tendens werd eveneens vastgesteld in 2007 wanneer we de NF⁺⁺ behandeling vergelijken met NF⁺. De toename van linolzuur is belangrijk voor menselijke voeding vermits het een omega 6 vetzuur is dat we zelf niet kunnen synthetiseren. In

veevoeder kan een teveel aan GSL ernstige gevolgen hebben. Te hoge dosissen leiden onder andere tot verminderde verteerbaarheid, schildkliervergroting en bloedarmoede. In deze context is het belangrijk dat de GSL-concentratie van koolzaad binnen bepaalde veiligheidsgrenzen blijft. In onze experimenten bevatten de zaden van koolzaad voornamelijk progoitrine, gluconapin en 4OH-glucobrassicin. O₃ veroorzaakte geen significante verandering van de totale GSL-concentratie, noch werden er veranderingen in de GSL-samenstelling gevonden.

De opbrengst van verse, verkoopbare broccoli's vertoonden een duidelijke gewichtsreductie ten gevolge van verhoogde O₃ concentraties. Deze trend werd echter niet in 2008 vastgesteld, ondanks de hogere O₃ niveau's dat jaar. Deze tendens is ook terug te vinden in het drooggewicht van verschillende plantedelen. Er is nog geen verklaring voor deze tegenstrijdige resultaten. Mogelijk kan dit te wijten zijn aan de vroegere oogst in 2008 of een verschil in O₃ opname tussen beide jaren. Een eerste parameterisatie van de stomatale geleidbaarheid voor O₃ maakt reeds duidelijk dat er een grote variatie bestaat in relatieve O₃ opname afhankelijk van de klimaatcondities. Broccoli heeft ondanks een lagere AOT40 blootstelling toch een relatief hogere cumulatieve O₃ opname dan koolzaad. Deze gegevens vereisen zeker nog verder onderzoek om duidelijke relaties tussen O₃ opname en kwantitatieve responsen aan het licht te brengen, om zo O₃ risico's beter te kunnen inschatten.

Kwaliteit van broccoli in relatie tot de mens is vooral bepaald door het proteïne-, vitamine- en GSL-gehalte. In beide seizoenen werden geen significante verschillen gevonden in proteïnegehalten. Ook voor vitamines werden in 2007 geen verschillen gevonden. De gegevens van 2008 zijn echter nog niet beschikbaar. Langdurige O₃ blootstelling veroorzaakte wel een significante toename van de alifatische GSLs glucoiberin en glucoraphanin. Deze laatste is het meest voorkomende GSL in broccoli. Toch werd er geen significante toename van het totale GSL-gehalte gevonden. Een zekere afname van de indol GSLs (glucobrassicin en neoglucobrassicin), hoewel niet significant, zou hier verantwoordelijk voor kunnen zijn. Deze verandering in de verhouding tussen alifatische en indol GSLs is belangrijk voor de menselijke gezondheid. Anticarcinogene eigenschappen worden immers vooral toegewezen aan de alifatische GSLs zoals glucoraphanin, terwijl indolGSLs daarentegen eerder als carcinogeen worden bestempeld.

Samenvattend kunnen we stellen dat de eerste fase van het OFFQ project volgens de vooropgestelde planning is uitgevoerd, met uitzondering van de moleculaire bepalingen die enige vertraging opliepen. Dankzij de adviezen van het opvolgingscomité en extra mankracht, werd dit probleem opgelost en deze informatie zal in de loop 2009 beschikbaar zijn. De resultaten van deze eerste projectfase bevestigen duidelijk dat een toenemende O₃ verontreiniging fysiologische en biochemische veranderingen teweeg brengt in de onderzochte brassicasoorten. Of de effecten op de kwaliteit van de oogst een belangrijke invloed kunnen hebben op de gezondheids- en veiligheidsaspecten van de voedselketen moet nog verder nagegaan worden. De uitdaging van de tweede fase van dit project ligt er tevens in de fysiologische en biochemische effecten te linken aan veranderingen op moleculair niveau.