

Reactie op het rapport *Neonicotinoïden en risico's voor vissen* van Sportvisserij Nederland.

1 Aanleiding

Sportvisserij Nederland heeft een update gepubliceerd van hun factsheet neonicotines – eigenschappen en mogelijke effecten op vis (van Emmerik 2015) aan de hand van een beknopte literatuurstudie.

In de conclusie van deze update staat het volgende: “De concentraties van een aantal neonicotinoïden en fipronil in Nederland overschrijden de normen regelmatig. Neonicotinoïden en fipronil hebben negatieve effecten op veel niet-doelsoorten. Recent Nederlands onderzoek heeft laten zien dat er in wateren waarin de normen voor imidacloprid werden overschreden, er veel minder macrofauna werd aangetroffen. Alle Nederlandse zoetwatervissoorten gebruiken macrofauna als voedsel in één of meer levensstadia. De alarmerende conclusie voor vissen lijkt dan ook dat de voorkomende normoverschrijding van neonicotinoïden er toe leidt dat er veel minder voedsel beschikbaar is. Bovendien vormt fipronil direct een risico omdat vissen daar gevoelig voor zijn.”

Het Ctgb zal in zijn reactie op van Emmerik (2015) ingaan op de norm voor imidacloprid en het deel van het rapport dat de mogelijke effecten van neonicotinoïden op vissen beschrijft. Met name het mogelijke effect via voedsel (i.e., afname aquatische invertebraten). Voor de overige onderdelen verwijst het Ctgb naar het onderwerpdossier voor de neonicotinoïden op zijn website ([link](#)) en zijn beoordeling van de EASAC publicatie "Ecosystem services, agriculture and neonicotinoids" (deze is momenteel nog niet beschikbaar, houdt de website van het Ctgb in de gaten).

2 Normen

Met betrekking tot de normen verwijst van Emmerik (2015) naar het MTR (Maximaal Toelaatbaar Risico) van 13 ng/L en naar de normen voor de Kaderrichtlijn Water (KRW): het JG-MKN (jaargemiddelde) van 67 ng/L en de MAC-MKN (Maximum Acceptable Concentration) van 200 ng/L (zie van Dijk et al. 2013). Daarbij wordt ook aangegeven dat de JG-MKN wordt aangescherpt naar 8.3 ng/L op basis van Smit (2014, RIVM) en Smit et al. (2015, RIVM).

Intermezzo De JG-MKN heeft betrekking op langdurige blootstelling en de MAC-MKN op kortdurende blootstelling. Het grootste verschil tussen het MTR en JG-MKN is dat het MTR zich alleen richt op directe effecten op waterorganismen, terwijl het JG-MKN ook rekening houdt met doorvergiftiging van zoogdieren en vogels.

De factsheet voor imidacloprid van de bestrijdingsmiddelenatlas (zie [bestrijdingsmiddelenatlas.nl](#)) bevestigt deze waarden: een JG-MKN (per 1/12/2015) en MAC-MCN (per 2/6/2010) van respectievelijk 8.3 en 200 ng/L. Het huidige toelatingscriterium van het Ctgb voor imidacloprid van 27 ng/L (per 31/1/2014) wordt ook vermeld. Dit is gebaseerd op de studie van Roessink et al. (2013).

Ook de actieve stof fipronil wordt besproken door van Emmerik (2015). De MTR voor deze stof is 0.07 ng/L (zie [bestrijdingsmiddelenatlas](#)). Het Ctgb heeft geen toelatingscriterium voor fipronil, aangezien er bij de toepassing van de twee desbetreffende toegelaten middelen (zoek op fipronil bij zoekveld *werkzame stof* via deze [link](#)) geen belasting van het oppervlaktewater plaatsvindt. De bestrijdingsmiddelenatlas laat echter wel zien dat de stof in het Nederlandse oppervlaktewater wordt aangetroffen.

3 Mogelijk effect op vissen via voedsel

Van Emmerik (2015) geeft aan “dat de voorkomende normoverschrijding van neonicotinoïden er toe leidt dat er veel minder voedsel beschikbaar is. Bovendien vormt fipronil direct een risico omdat vissen daar gevoelig voor zijn.”

Beschikbaarheid voedsel

In het rapport van van Emmerik (2015) worden vier artikelen besproken die betrekking hebben op insecten en kreeftachtigen, waarvan er twee (van Dijk et al. 2013, Roessink et al. 2013) betrekking hebben op imidacloprid, één op thiacloprid (Liess et al. 2013) en één op neonicotinoïden (Morissey et al. 2005). De conclusie m.b.t. de beschikbaarheid van voedsel voor vissen a.g.v. een effect van neonicotinoïden op de levensgemeenschap van aquatische macroinvertebraten is met name gebaseerd op de studie van van Dijk et al. (2013). Deze studie is ook door het Ctgb geëvalueerd (zie o.a. reactie op het EASAC rapport en herbeoordeling van het risico voor aquatische organismen van imidaclopridhoudende middelen (01/2014)). De conclusie was dat deze studie niet gebruikt kan worden om een causaal verband aan te tonen tussen de concentratie imidacloprid en het aantal waargenomen soorten. Dit is het gevolg van de wijze waarop het onderzoek is uitgevoerd; de imidacloprid concentraties en de biologische waarnemingen zijn niet van dezelfde locaties en hetzelfde tijdstip. Een radius van maximaal 1 km is gebruikt tussen de locaties waar imidacloprid is gemeten en de locaties van de biologische waarnemingen (fauna). Daarnaast was er een verschil in tijd van maximaal 160 dagen tussen de metingen van de concentraties en de biologische waarnemingen. Deze onzekerheden maken het zeer moeilijk om hieruit een conclusie te trekken.

Daarnaast geven Vijver en van den Brink (2014) in hun reactie op het artikel van van Dijk et al. (2013) aan dat zij fundamentele kritiek hebben op de wijze waarop de data zijn geanalyseerd en geïnterpreteerd. Zij richten zich op de aannames van van Dijk et al. (2013) dat residuen van andere pesticiden dan imidacloprid, die collineair zijn met de blootstelling van imidacloprid, niet aanwezig zijn of verwaarloosbare effecten hebben op de abundantie van macroinvertebraten en dat de imidacloprid concentraties succesvol geëxtrapolleerd kunnen worden over 160 dagen en ruimtelijk over 1 km². De gegevens (bestrijdingsmiddelenatlas.nl) van alle actieve stoffen en metabolieten voor het jaar 2009 (net als van Dijk et al. 2013) werden meegenomen in hun analyses om de relatieve bijdrage van imidacloprid ten opzichte van andere pesticiden te vergelijken in relatie tot de milieukwaliteitsnormen en chronische toxiciteits threshold overschrijdingen. Vijver en van den Brink (2014) kwamen tot de volgende conclusies: 1) De bijdrage van de toxiciteit van imidacloprid in oppervlaktewateren kan niet eenvoudigerwijs worden gescheiden van de toxiciteit als gevolg van andere gelijktijdig voorkomende pesticiden, of zelfs andere gelijktijdig voorkomende chemische en fysische stressoren; 2) Ondanks dat een significant ecologisch risico vormt voor oppervlaktewateren in Nederland, is het niet de enige mogelijke oorzaak voor de afname in de abundantie van macroinvertebraten, aangezien veel andere pesticiden (de top 10 bestaat naast imidacloprid uit captan, desethyl-terbuthylazin, triflumuron, dicofol, omethoat, foraat, captafol, fipronil en pyraclostrobin) vaak de MTR overschrijden, en ontegenzeggelijk bijdragen aan het algehele stress regime; 3) De aannames van van Dijk et al. (2013) met betrekking tot imidacloprid toxiciteit worden niet ondersteund door waarnemingen. Als gevolg daarvan is hun beoordeling ongeschikt om drempelwaarden van effecten af te leiden, en in het bijzonder de validiteit van de al eerder vermelde aannames. De conclusies van Vijver en van den Brink (2014) bevestigen de conclusies van het Ctgb.

De conclusie van van Emmerik (2015): “Recent Nederlands onderzoek heeft laten zien dat er in wateren waarin de normen voor imidacloprid werden overschreden er veel minder macrofauna werd aangetroffen ... De alarmerende conclusie voor vissen lijkt dan ook dat de voorkomende normoverschrijding van neonicotinoïden er toe leidt dat er veel minder voedsel beschikbaar is.” bestaat,

in het licht van het bovenstaande, uit twee beweringen waartussen geen direct causaal verband is aangetoond. De neonicotinoïden zijn niet de enige mogelijke oorzaak voor de afname in de abundantie van macroinvertebraten.

Vijver en van den Brink (2014) zijn het wel met van Dijk et al. (2013) eens dat effecten van imidacloprid zich voor kunnen doen tussen 13 en 67 ng/L (tussen MTR en JG-MKN).

De studie van Roessink et al. (2013), ook aangehaald door van Emmerik (2015), is door het Ctgb gebruikt om het huidige toelatingscriterium voor imidacloprid van 27 ng/L (per 31/1/2014) af te leiden ([link](#)). Op basis van de chronische toxiciteit van een aantal soorten macroinvertebraten (twee soorten eendagsvliegen, twee dansmuggen, één pluimmug, één slijkvlieg, één wants en de twee meestvoorkomende kreeftachtigen in Nederlandse wateren) is er een chronische HC5 afgeleid van 27 ng/L. Deze normaflleiding is in Europa middels take note van het revised review report in mei 2015 vastgesteld en in werking getreden. De EFSA heeft op de HC5 van 27 ng/L nog een veiligheidsfactor van 3 toegepast waardoor de norm volgens EFSA op 9 ng/L uitkomt.

Intermezzo de HC5 wordt bepaald d.m.v. een SSD (*Species Sensitivity Distribution/soortgevoeligheidsverdeling*) via een probabilistische analyse. Dit is een model van de variabiliteit in de gevoeligheid van meerdere soorten voor één enkele toxicant, in dit geval imidacloprid. De HC5 is de blootstellingconcentratie waarbij ten hoogste 5% van de geteste soorten een effect ondervindt.

Kortom, het effect op de macroinvertebraten levensgemeenschap is waarschijnlijk niet het gevolg van alleen de neonicotinoïden, maar een samenspel van factoren, waaronder mogelijk ook andere pesticiden.

De studie van Liess et al. (2013) met de stof thiacloprid beschrijft het effect op de populatiedichtheid van meerdere generaties van larven van de steekmug *Culex pipiens* bij herhaalde blootstelling aan lage doseringen van thiacloprid, in combinatie met de aan- en afwezigheid van interspecifieke competitie om voedsel. Zonder competitie van *Daphnia magna* waren er geen significante effecten bij een concentratie van 10000 ng/L en met competitie bij 3300 ng/L. Deze concentraties liggen ver boven de huidige toelatingscriteria van het Ctgb voor thiacloprid van 520 ng/L.

Het review artikel van Morissey et al. (2015) over neonicotinoïden, op basis van 29 studies in 9 landen over de wereld, adviseert dat de ecologische drempelwaarden voor neonicotinoïden concentraties onder de 200 ng/L (voor korte-termijn acuut) en 35 ng/L (lange termijn chronisch) dienen te zijn om blijvende effecten te voorkomen in levensgemeenschappen van aquatische invertebraten. Deze waarden zijn bepaald d.m.v. een probabilistische analyse (SDD), waarbij 214 toxiciteitstesten van in totaal 48 soorten zijn gebruikt. Hierbij is gebruik gemaakt van data van meerdere neonicotinoïden waarbij de concentraties gestandaardiseerd zijn naar de molecuulmassa van imidacloprid. De auteurs vergelijken hun waarden met die van imidacloprid uit Vijver en van den Brink (2014) en RIVM (2014), welke de hierboven vermeldde MTR en oude en nieuwe JG-MKN zijn. De geadviseerde waarden van Morissey et al. (2015) liggen i.i.g. boven het huidige toelatingscriteria van het Ctgb voor imidacloprid van 27 ng/L.

Tot slot, naar aanleiding van van der Sluijs et al. (2015) schrijft van Emmerik (2015): "Het is waarschijnlijk dat de algemene afname van insecten in agrarische gebieden en in het water impact heeft op insectenetende soorten, zoals vissen, doordat minder voedsel aanwezig is." Enige nuancering is hier op zijn plaats, aangezien van der Sluijs et al. (2015) dit als een hypothese vermelden ("Contamination of

freshwater is hypothesized to reduce invertebrate food for fish and so impact fisheries.”) daar waar ze kennis /data gaps bespreken. Dit bevestigt juist de conclusies van Vijver en van den Brink (2014).

Direct effect op vissen

In het rapport van van Emmerik (2015) worden 6 artikelen besproken die betrekking hebben op de directe effecten op vissen, waarvan twee (Sanchez-Bayo and Goka (2005), Su et al. 2007) over imidacloprid, drie over fipronil (Beggel et al. 2012, Clasen et al. 2011, Ghisi et al. 2011) en één over beide stoffen samen (Hayasaka et al. 2012).

Risico imidacloprid

Sanchez-Bayo and Goka (2005) bekeken het effect van imidacloprid (door toediening van het middel Admire GR) en Zinkpyrithion (Ztp) op vissen (*Oryzias latipes*) in rijstvelden. De concentratie imidacloprid liep uiteen van 239200 ng/L op moment van toediening, 5200 ng/L na een week en 600 ng/L na vijfenvijftig dagen. Er werd geen sterfte of misvormingen waargenomen. Wel was er een infectie met parasieten (*Trichodina domerguei*), zowel in de controlegroep als bij de behandeling met imidacloprid. De mate infectie was echter aanzienlijk hoger bij behandeling met imidacloprid. Het patroon van de mate van infectie over de tijd was nagenoeg gelijk in de behandeling met imidacloprid en in de controlegroep. De auteurs schrijven de hogere mate van infectie bij imidacloprid toe aan stress a.g.v. : het pesticide op de vissen. De concentraties in deze studies liggen ver boven de huidige toelatingscriteria van het Ctgb voor imidacloprid van 27 ng/L en de normen vermeld onder 2. Daarnaast dient ook opgemerkt te worden dat infecties met trichodiniden vaak duiden op eutrofiëring of een slechte waterkwaliteit (zie Marcogliese et al. 2012; hogere eenheden bacteriën). Juist de rijstvelden met de imidaclopridbehandeling, in tegenstelling tot de controlegroep, hadden te maken met een algenbloei. Er was geen infectie met parasieten in de behandeling met Ztp a.g.v. de mogelijke antibacteriële werking van deze stof.

In de studie van Hayasaka et al. (2012) werd het effect van imidacloprid en fipronil op de levensgemeenschap (vissen, zoöplankton en macroinvertebraten) in rijstveld-mesocosms onderzocht (zes cosms totaal: twee voor de controle en twee voor elk van de beide stoffen), over twee jaar bij een jaarlijkse blootstelling aan beide stoffen. De maximum concentraties voor imidacloprid waren in het eerste en tweede jaar 49000 en 39000 ng/L respectievelijk. Voor fipronil < 1000 ng/L. De concentraties waren na 2 weken onder de LOD (*limit of detection*). Met behulp van Principale Response Curve-analyses (PRC) werden de veranderingen in de levensgemeenschap bekeken. De grootste verschillen met de controlegroep werden waargenomen bij de behandeling met fipronil. Uit het artikel is niet duidelijk of en hoe de waargenomen aantallen zijn gestandaardiseerd, aangezien aquatische invertebraten ook via visuele waarnemingen zijn geteld. De piek in het eerste jaar voor imidacloprid lijkt samen te hangen met de abundantie van *Stenocypris* (fig. 3b, zoöplankton), alhoewel qua abundantie de spreiding vrij groot is in de controlegroep. De auteurs geven aan dat wat betreft insecten er weinig verschillen zijn tussen de controlegroep en de imidaclopridbehandeling. De studie laat met name verschillen zien voor fipronil in het tweede jaar, dit komt door grotere aantallen zoöplankton, vedermuggen, steekmuggen en bloedzuigers. De auteurs concluderen dat de effecten voor insecten die in de waterkolom en op het wateroppervlak leven, bij de blootstelling in het tweede jaar, het grootst zijn. Echter geeft de PRC aan dat de aantallen juist groter zijn voor deze groep in de behandeling met fipronil. Ook hier geldt dat de spreiding vrij groot is, of de data gestandaardiseerd zijn is niet duidelijk. Het aantal replica's is laag, zeker in de controlegroep. Het verdient aanbeveling om het aantal replica's in de controlegroep het dubbele te laten zijn van de replica's in de groep met behandeling (zie EFSA

2013, Brock et al. 2014). Dit beïnvloedt de betrouwbaarheid. Verder is extrapolatie naar de Nederlandse situatie vrij lastig, aangezien het een zeer specifiek systeem betreft (rijstvelden).

Su et al. (2007) bestudeerden de in vitro acute cytotoxiciteit van imidacloprid op cellen in kieuwen van de platvis *Paralichthys olivaceus*. Schadelijke effecten werden waargenomen op de mitochondriën. Van Emmerik (2015) gaf met betrekking tot deze studie aan: “Het is niet duidelijk of een veld-realistische concentratie is toegepast.” De concentraties in de studie varieerden van 0.5 tot 80 microgram imidacloprid per ml medium. Dit komt neer op een laagste concentratie van 500000 ng/L (0.5 mg/L). Dit is geen veld-realistische concentratie.

Buiten reikwijdte verzoek



4 Conclusie

Van Emmerik (2015) schreef: “De alarmerende conclusie voor vissen lijkt dan ook dat de voorkomende normoverschrijding van neonicotinoïden er toe leidt dat er veel minder voedsel beschikbaar is. Bovendien vormt fipronil direct een risico omdat vissen daar gevoelig voor zijn.” Na evaluatie van de door van Emmerik (2015) gebruikte literatuur voor deze bewering kan worden gesteld dat deze conclusie niet kan worden getrokken. Het effect op de macroinvertebraten-levensgemeenschap is

waarschijnlijk niet het gevolg van alleen de neonicotinoïden, maar een samenspel van factoren, waaronder mogelijk ook andere pesticiden. Voor wat betreft de studie met fipronil kan geconcludeerd worden dat de concentraties in de studies ver boven het MTR liggen en boven wat in Nederlandse oppervlaktewateren wordt gemeten. De studies richtten zich ook met name op de rijstteelt.

Voor overige informatie verwijst het Ctgb naar het onderwerpdossier voor de neonicotinoïden op zijn website ([link](#)) en zijn beoordeling van de EASAC publicatie "Ecosystem services, agriculture and neonicotinoids" (deze is momenteel nog niet beschikbaar, houd de website van het Ctgb in de gaten). Afsluitend wil het Ctgb het volgende benadrukken: Regelmatig komen nieuwe studies en wetenschappelijke informatie beschikbaar over de relatie tussen neonicotinoïden en de gezondheid van waterorganismen, zoals de hierboven besproken studie van Roessink et al. (2013). Het Ctgb houdt alle wetenschappelijke ontwikkelingen hierover nauwlettend in de gaten. Mocht er nieuwe wetenschappelijke informatie beschikbaar komen welke een risico aantoonde voor mens, dier of milieu voor toegelaten Nederlandse toepassingen, dan zal het Ctgb dit in beschouwing nemen.

5 Advies

Er zijn geen nieuwe feiten aan het licht gekomen als gevolg van het rapport van van Emmerik (2015). De studies naar fipronil zijn niet van belang voor de neonicotinoïden. Zoals eerder vermeld heeft het Ctgb geen toelatingscriterium voor fipronil, aangezien er bij de toepassing van de twee desbetreffende toegelaten middelen geen belasting van het oppervlaktewater plaatsvindt. Volgens de bestrijdingsmiddelenatlas wordt deze stof echter wel aangetroffen in de Nederlandse oppervlaktewateren.

Voor wat betreft de neonicotinoïden zijn de studies van van Dijk et al. (2013) en Roessink et al. (2013) al meegenomen in eerdere herbeoordelingen/toelatingen van imidacloprid bevattende middelen(?). De studie van Liess et al. (2013), Morrissey et al. (2015) m.b.t. macroinvertebraten en de studies van Sanchez-Bayo and Goka (2005), Hayasaka et al. (2012) en Su et al. (2007) m.b.t. vissen zijn niet eerder gebruikt, echter: de concentraties in de studie van Liess et al. (2013) liggen ver boven de huidige toelatingscriteria van het Ctgb voor thiacloprid en is dus niet relevant. Het review-artikel van Morrissey et al. (2015) refereert naar de "oude" normen in Nederland als vergelijk, en de geadviseerde waarden liggen i.i.g. boven het huidige toelatingscriteria van het Ctgb voor imidacloprid. De studies van Sanchez-Bayo and Goka (2005) en Hayasaka et al. (2012) zijn uitgevoerd in rijstvelden en zijn daarom niet relevant/representatief voor de Nederlandse situatie. De studie van Su et al. (2007) is een in vitro studie met niet-realistische concentraties.

Overzicht van start en verwachte besluitvorming NL herregistratie, EFSA herbeoordeling en stof her-goedkeuring

...

Lopend onderzoek neonicotinoïden

De resultaten van de studie van Alterra, naar het effect van imidacloprid, thiacloprid en thiametoxam op de winterpopulaties van de haft *Cloeon dipterum* zijn inmiddels gepubliceerd (van den Brink et al. 2015). Deze studie is nog niet gebruikt (het artikel is 2 weken geleden verstuurd naar het Ctgb). Op basis van een snelle scan is te vinden dat zomerpopulaties gevoeliger zijn dan winterpopulaties. Dit concluderen de auteurs n.a.v. het vergelijken van de resultaten met die van de studie van Roessink et al. (2013), voor wat betreft imidacloprid. De studie met thiacloprid met een zomerpopulatie van *C. dipterum* is niet doorgegaan in 2015 in verband met technische uitdagingen en staat nu voor 2016 gepland (pers. med. 5.1.2.e 5.1.2.e).

Verder lijken de verschillen tussen zomer- en winterpopulaties groter in acute studies dan in chronische studies. De verschillen tussen zomer- en winterpopulaties, uitgedrukt in EC50s, zijn ook waargenomen voor drie andere aquatische insecten (een haft, een spookmug en een wants) maar niet voor kreeftachtigen (een vlokreeft en een zoetwaterpissebed).

Referenties

Beggel, S., I. Werner, R.E. Connon en J.P. Geist. 2012. Impacts of the phenylpyrazole insecticide fipronil on larval fish: Time-series gene transcription responses in fathead minnow (*Pimephales promelas*) following short-term exposure. *Science of The Total Environment* 426 (1): 160–165.

Brock, T.C.M., Hammers-Wirtz, M. Hommen, U., Preuss, T.G., Ratte H.T., Roessink, I. Strauss, T. en P.J. van den Brink. 2014. M The minimum detectable difference (MDD) and the interpretation of treatment-related effects of pesticides in experimental ecosystems. *Environmental Science and Pollution Research* 22:1160-1174.

Clasen, B., Loro, V.L., Cattaneo, R., Moraes, B., Lópes, T., De Avila, L.A., Zanella, R., Reimche, G.B. en B. Baldisserotto. 2012. Effects of the commercial formulation containing fipronil on the non-target organism *Cyprinus carpio*: implications for rice-fish cultivation. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 77: 45-51.

EFSA. 2013. Guidance on tiered risk assessment for plant protection products for aquatic organisms in edge-of-field surface waters. European Food Safety Authority, Parma, Italy.

Ghisi, N. de Castilhos, W.A. Ramsdorf, M.V.M. Ferraro, M.I.M. de Almeida, C.A. de Oliveira Ribeiro en M.M. Cestari. 2011. Evaluation of genotoxicity in *Rhamdia quelen* (Pisces, Siluriformes) after sub-chronic contamination with fipronil. *Environmental Monitoring and Assessment* 180 (1): 589-599.

Hayasaka, D., Korenaga, T., Suzuki, K., Saito, F., Sánchez-Bayo, F. en K. Goka. 2012. Cumulative ecological impacts of two successive annual treatments of imidacloprid and fipronil on aquatic communities of paddy mesocosms. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 80:355-62

Liess, M., K. Foit, A. Becker, E. Hassold, I. Dolciotti, M. Kattwinkel en S. Duquesne. 2013. Culmination of Low-Dose Pesticide Effects. *Environmental Science and Technology* 47(15): 8862–8868.

Marcogliese, D.J., Pulkkinen en E.T. Valtonen. 2012. Trichodinid (Ciliophora: Trichodinidae) Infections in Perch (*Perca fluviatilis*) experimentally exposed to pulp and paper mill effluents. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 62(4)650-656.

Morrissey, C.A., P. Mineau, J. H. Devries, F. Sanchez-Bayo, M. Liess, M.C. Cavallaro en K. Liber. 2015. Neonicotinoid contamination of global surfacewaters and associated risk to aquatic invertebrates: A review. *Environment International* 74: 291–303.

Roessink, I., L.B. Merga, H.J. Zweers en P.J. van den Brink. 2013. The neonicotinoid imidacloprid shows high chronic toxicity to mayfly nymphs. *Environmental Toxicology and Chemistry* 32 (5): 1096–1100.

Sanchez-Bayo, F. en K. Goka. 2005. Unexpected effects of zinc pyrethrin and imidacloprid on Japanese medaka fish (*Oryzias latipes*). *Aquatic Toxicology* 74: 285–293.

Smit, C.E., 2014. Water quality standards for imidacloprid. Proposal for an update according to the Water Framework Directive. RIVM. RIVM Letter report 270006001/2014.

Smit, C.E., C.J.A.M. Posthuma-Doodeman, P.L. A. van Vlaardingen en F.M.W. de Jong. 2015. Ecotoxicity of imidacloprid to Aquatic Organisms: Derivation of Water Quality Standards for Peak and Long-Term Exposure. *Human and Ecological Risk Assessment* 21(6): 1–23.

Su, F., Zhang, S., Li, H. en H. Guo. 2007. In vitro acute cytotoxicity of neonicotinoid insecticide imidacloprid to gill cell line of flounder *Paralichthys olivaceus*. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology* 25(2): 209-214.

Van der Sluijs, J. P., V. Amaral-Rogers, L. P. Belzunces, M. F. I. J. Bijleveld van Lexmond, e.a. 2015. Conclusions of the Worldwide Integrated Assessment on the risks of neonicotinoids and fipronil to biodiversity and ecosystem functioning. *Environmental Science and Pollution Research* 22:148–154.

Van Dijk, T.C., M.A. van Staalduinen en J.P. van der Sluijs. 2013. Macroinvertebrate decline in surface water polluted with imidacloprid. *PLoS ONE* 8(5): e62374. doi:10.1371/journal.pone.0062374.

Van den Brink, P.J., J.M. van Smeden, R.S. Bekele, W. Dierick, D.M. de Gelder, M. Noteboom en I. Roessink. 2015. Acute and chronic toxicity of neonicotinoids to nymphs of a mayfly species and some notes on seasonal differences. *Environmental Toxicology and Chemistry* 35(1): 128-133.

Van Emmerik, W.A.M., 2005. Neonicotinoïden en risico's voor vissen. Sportvisserij Nederland.

Vijver, M.G. en P.J. van den Brink. 2014. Macro-invertebrate decline in surface water polluted with imidacloprid: a rebuttal and some new analyses. *PLoS ONE* 9(2): e89837. doi:10.1371/journal.pone.0089837.