

Modellen, wat kun je ermee...voorspellen?

Esther van Asselt, Ine van der Fels-Klerx

RIKILT, Wageningen UR, Postbus 230, 6700 AE Wageningen, esther.vanasselt@wur.nl

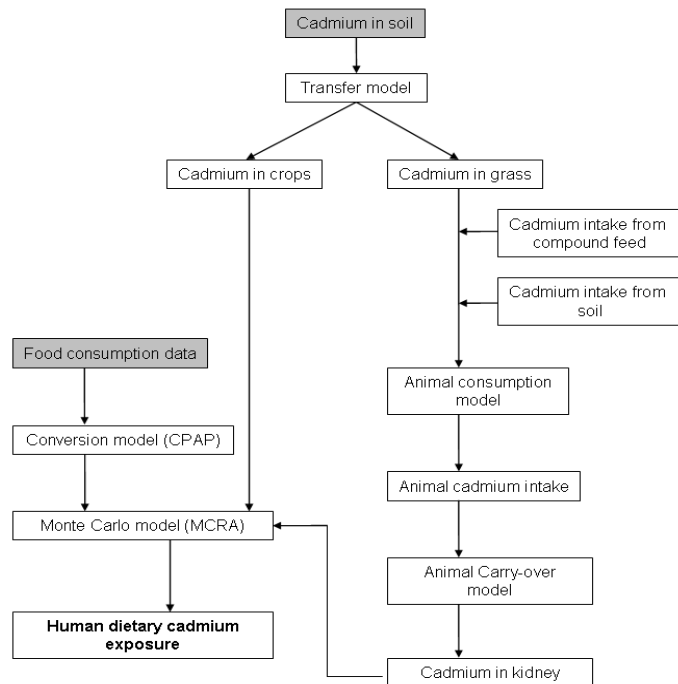
1. Wat zijn modellen?

Een model is een versimpelde weergave van de werkelijkheid. Deze definitie geeft meteen de voordelen en beperkingen van modellen weer. Modellen geven een benadering van de werkelijkheid en kunnen dus nooit exact voorspellen wat er werkelijk zal gebeuren. Ze kunnen wel een schatting geven en een indicatie van veranderingen die optreden en geven daardoor inzicht in veranderende patronen. In de volgende paragrafen zal verder ingegaan worden op de voor- en nadelen van het gebruik van modellen. Allereerst zullen een paar praktijkvoorbeelden worden besproken die laten zien wat je met modellen kunt. Twee typen modellen komen hierbij aan bod: empirische en mechanistische modellen. Empirische (of beschrijvende) modellen zijn gebaseerd op data, zoals regressiemodellen waarin verbanden tussen verklarende factoren en voedselveiligheidsgevaaren gelegd worden. Deze modellen kunnen gebruikt worden om te bepalen welke factoren het meest en het minst van belang zijn en kunnen zo helpen om voedselveiligheidsgevaaren te reduceren. Mechanistische (of verklarende) modellen zijn modellen die gebaseerd zijn op kennis van het onderliggende fysische, chemische of microbiologische proces en beschrijven oorzaak-gevolg relaties tussen variabelen. De keuze voor een empirisch of mechanistisch model hangt af van de hoeveelheid beschikbare data en tijd en of de benodigde kennis en parameterwaardes aanwezig zijn voor het opstellen van een mechanistisch model.

2. Wat kun je ermee (praktijkvoorbeelden)?

2.1. Empirisch model: Modelleren van zware metalen

Zware metalen zoals cadmium (Cd) kunnen zich ophopen in de bodem. Van daaruit kunnen ze gewassen die erop verbouwd worden verontreinigen, als ook de koeien die erop grazen. Uiteindelijk consumeert de mens deze producten, waardoor ook wij via de voedselketen blootgesteld worden aan (te hoge) concentraties Cd. In Zuid-Nederland (de Kempen) is een gebied dat via zinksmelters verontreinigd is geraakt met Cd. Om de consequenties van dergelijke besmettingen te kunnen inschatten is een ketenbenadering nodig. Hiertoe heeft het RIKILT in samenwerking met verschillende partners de overdracht van Cd door de keten gekwantificeerd (figuur 1). De overdracht van bodem naar gewas is beschreven met een regressiemodel, waarbij de hoeveelheid Cd lineair afhankelijk is van de hoeveelheid Cd in de bodem, de pH van de bodem en de hoeveelheid aanwezig organisch materiaal en klei. Door de keten van grond tot mond door te rekenen kon bepaald worden wat de belangrijkste innamenbronnen waren van Cd. Voor rundvee bleek het veevoer de belangrijkste bron van Cd opname te zijn. Humane blootstelling was het grootst door consumptie van tarwe, aardappels en groenten. Verschillende scenario's zijn doorgerekend, waaruit bleek dat in alle gevallen de Tolerabel Weekly Intake (TWI) werd overschreden wanneer alleen lokale producten gegeten werden. In het slechtste geval overschreed 75% van de bevolking de TWI, in het beste geval was er nog steeds 3% overschrijding.

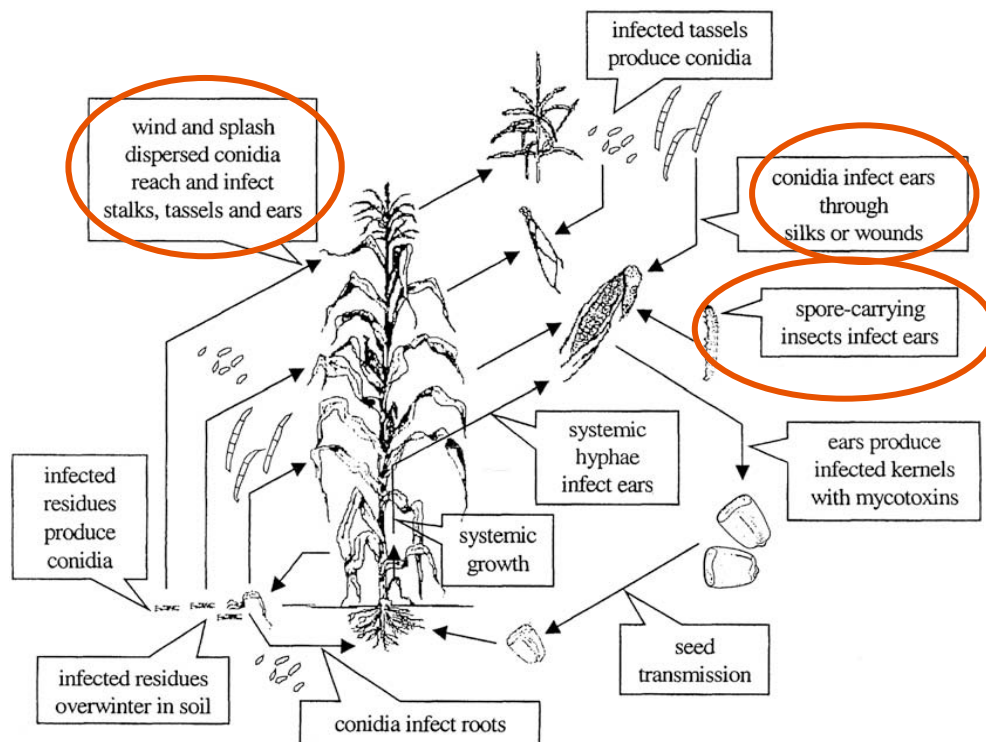


Figuur 1. Ketenmodel dat de overdracht van Cd uit de bodem via veevoer en voedsel naar de mens beschrijft (Franz et al., 2008).

Het voordeel van een dergelijk model is dat het inzicht geeft in de belangrijkste stappen en dat het helpt bij het opstellen van gerichte monitoringsprogramma's. Verder kan het gebruikt worden om de ernst van toekomstige besmettingen in te schatten. Analoog aan dit Cd model kunnen andere chemische contaminanten gemodelleerd worden.

2.2 Mechanistisch model: Modelleren van mycotoxines in graan

Door klimaatverandering kunnen periodes met hogere temperaturen en meer regenval optreden. Deze weersomstandigheden kunnen voor schimmels ideaal zijn om uit te groeien en mycotoxines te vormen. In de toekomst zou dit in Nederland kunnen leiden tot hogere concentraties mycotoxines in graan. Dit soort effecten kan alleen inzichtelijk gemaakt worden wanneer er modellen zijn die het proces van schimmelinfectie en mycotoxinevorming tijdens gewasgroei kunnen beschrijven. Hiervoor kan een mechanistisch model gebruikt worden dat het proces van schimmelinfectie op de plant beschrijft en vervolgens de hoeveelheid mycotoxines voorspelt op moment van oogsten. Een dergelijk model is uitgewerkt voor maïs. Schimmelinfectie kan hier plaatsvinden door dispersie van sporen vanaf de grond naar de aar van de maïsplant onder invloed van regen en wind. De sporen kunnen vervolgens ontkiemen. Tijdens de bloei van de plant vindt dan besmetting plaats van de maïskolven, waarna groei en toxinevorming plaatsvindt. Een andere infectieroute is via insectenvraat. In Zuid-Europa worden maïskolven regelmatig beschadigd door de aanwezigheid van de European Corn Borer (maïsstengelboorder), een rups die zich voedt met maïskorrels. Figuur 2 beschrijft het proces van schimmelinfectie. Door dit proces met behulp van wiskundige modellen te beschrijven en de bijbehorende parameterwaarden in te vullen kan de hoeveelheid mycotoxines op moment van oogsten voorspeld worden. Een dergelijk model geeft dan inzicht in de processen die het meest van belang zijn en kan gebruikt worden om interventie maatregelen (zoals bv. het gebruik van insecticiden) door te rekenen. Bovendien kunnen dergelijke modellen gebruikt worden om klimaatscenario's door te rekenen: wat gebeurt er als de temperatuur gemiddeld 2 graden stijgt?



Figuur 2. Proces van schimmelinfectie op maïsplanten (Maiorano et al., 2009).

3. Wat kun je ermee en wat niet?

3.1 Wat kun je ermee?

Modellen kunnen helpen bij het opzetten van experimenten. Zo kunnen microbiologische modellen snel inzichtelijk maken welke micro-organismen kunnen uitgroeien tot hoge aantallen. Dit maakt challengetesten deels overbodig. Door het uitvoeren van gevoeligheidsanalyses wordt snel duidelijk welke parameters het meest bepalend zijn voor groei: is dit bv. de temperatuur of eerder de pH. Door het voorspellen van groeicurven kan ingeschat worden wanneer monsters genomen moeten worden om de gehele groeicurve te kunnen meten.

Daarnaast kunnen modellen helpen om kritische punten in de keten op te sporen. Door de gehele keten/schakels mee te nemen wordt snel duidelijk waar grote toenames in contaminanten optreden en waar dus het meest effectief maatregelen kunnen worden ingezet om contaminaties te reduceren. Scenarioanalyses kunnen vervolgens helpen om te beoordelen welke maatregelen dan het meest effectief zijn. Ook kunnen scenarioanalyses gebruikt worden om toekomstscenario's (zoals klimaatverandering) door te rekenen. Modellen kunnen verder ingezet worden in risicogebaseerd toezicht. Het hierboven beschreven mycotoxine model kan aan de hand van weersomstandigheden voorspellen of er hoge concentraties mycotoxines verwacht worden in maïs. Op basis hiervan kunnen risicomanager (overheid en bedrijfsleven) hun monitoringsprogramma's aanpassen.

Ook de ernst van incidenten kan ingeschat worden met behulp van voorspellende modellen. Zo kan het hierboven beschreven Cd model gebruikt worden om overschrijdingen van de TWI te bepalen.

De industrie kan modellen gebruiken bij productinnovatie en het ontwerpen van nieuwe of verbeterde processen, waarbij dan bv. het effect van minder zout op de productveiligheid getoetst kan worden.

3.2. *Wat kun je er niet mee?*

Modellen worden meestal gekalibreerd en gevalideerd met behulp van data. Extrapoleren buiten het gebied waarvoor het model is opgesteld is dan ook “gevaarlijk”.

Ook al zijn modellen zeer nuttig bij het ontwikkelen van nieuwe producten en processen, ze maken experimenten niet overbodig. Modellen geven slechts een indicatie van te verwachten effecten, maar deze modelvoorspellingen zijn vaak gebaseerd op data uit labexperimenten. Modellen dienen dan ook getoetst te worden in de praktijk. Modellen kunnen vervolgens wel helpen in het opzetten van deze experimenten (welke parameters dienen gemeten te worden en waar en wanneer dient bemonstering plaats te vinden).

4. **Conclusies**

Zoals eerder aangegeven zijn modellen slechts een vereenvoudigde weegave van de werkelijkheid en kunnen dus nooit exact voorspellen wat er zal gebeuren. Een model geeft dan ook vaak niet meer dan orde van grootte weer en geen precieze aantallen. Door meer parameters mee te nemen wordt de modelvoorspelling preciezer, maar wordt het model ook ingewikkelder en zijn meer gegevens nodig voor het model. In de praktijk spelen vaak vele parameters een rol, die niet allemaal in een model mee te nemen zijn. De uitdaging is om alle belangrijke parameters mee te nemen en niet meer dan dat. Op deze wijze blijven modellen zelf inzichtelijk en kunnen ze gemakkelijk toegepast worden door de juiste en belangrijkste informatie mee te nemen. Nadat een model opgesteld is, dient de juistheid ervan gecontroleerd te worden en dus zijn tests nodig om het model te valideren. In de toekomst zullen praktijktesten dan ook altijd noodzakelijk blijven.

Afhankelijk van het doel, de tijd en de beschikbare middelen kan gekozen worden voor een empirisch of een mechanistisch model. Beide typen modellen verschaffen inzicht in de belangrijkste factoren die een rol spelen bij voedselveiligheidsgevaaren, waardoor duidelijk wordt waar problemen zitten. Hierop kan de monitoring afgestemd worden. Bovendien kunnen modellen ingezet worden om een indicatie te geven welke maatregelen wanneer en waar moeten worden ingezet. Ze kunnen dan ook een nuttige bijdrage leveren in het terugdringen van voedselveiligheidsgevaaren.

5. **Referenties**

Franz, E., P. Römken, L. van Raamsdonk, and H. J. van der Vels-Klerx. 2008. A chain modelling approach to estimate the impact of soil cadmium pollution on human dietary exposure. *J Food Prot* 71(12):2504-2513.

Maiorano, A., A. Reyneri, D. Sacco, A. Magni, and C. Ramponi. 2009. A dynamic risk assessment model (FUMAgain) of fumonisin synthesis by *Fusarium verticillioides* in maize grain in Italy. *Crop Prot* 28(3):243-256.