

## Insecten bestrijden met RNAi

De insecten die een bedreiging vormen voor voedselgewassen worden steeds meer resistent tegen insecticiden. Een nieuwe bestrijdingstechniek maakt gebruik van RNAi (RNA-interferentie). Het is onderzoekers van het Max Planck Instituut gelukt om hiermee de Coloradokever, wereldwijd de grootste bedreiger van de aardappeloogst, uit te schakelen.

De Coloradokever (*Leptinotarsa decemlineata*, afbeelding 1) werd in 1922 per ongeluk vanuit de VS geïntroduceerd in Europa. Ook in Nederland vinden de kever en zijn larven een overmaat aan voedsel. Ze eten bladeren van de aardappel en verwante soorten zoals de tomaat, en hebben weinig last van natuurlijke vijanden. Coloradokevers hebben resistentie ontwikkeld tegen verschillende veelgebruikte insecticiden en inmiddels ook tegen de nieuwere middelen uit de groep van de neonicotinoïden.

afbeelding 1



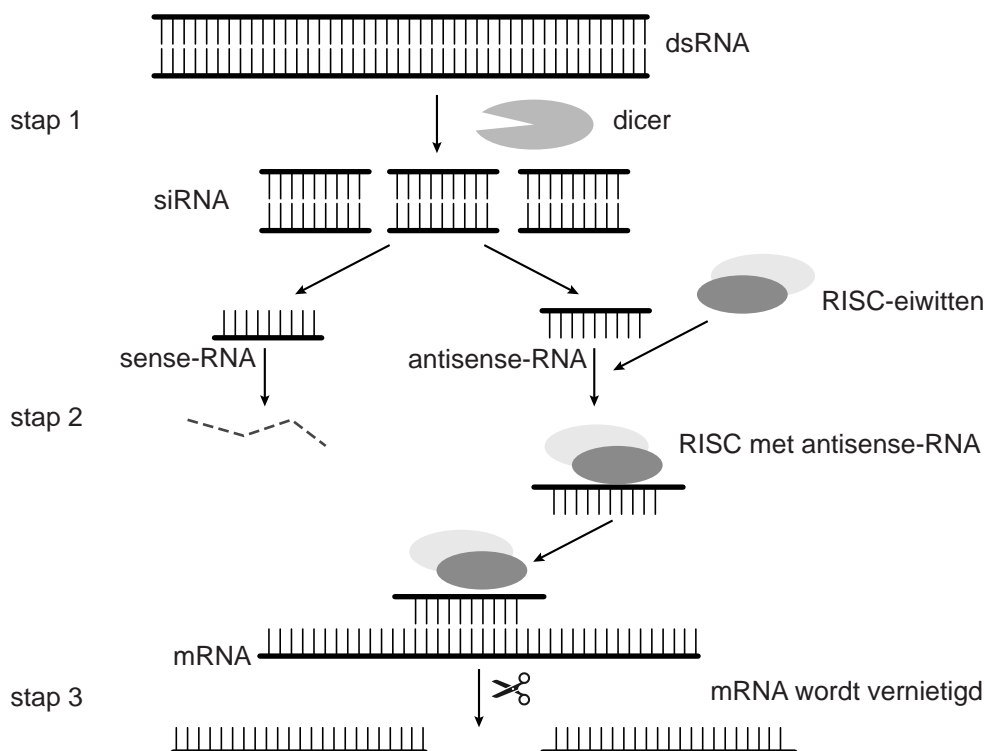
- 2p 8 Wilde planten beschikken vaak over hun eigen chemische bescherming tegen vraat. Bij het ontwikkelen van voedselgewassen is deze bescherming door de veredeling vaak verminderd. Leg uit hoe veredeling ertoe kan leiden dat de chemische afweer tegen vraat bij een voedselgewas vermindert.
- 2p 9 Insecticiden uit de groep van neonicotinoïden blokkeren de acetylcholine-receptoren in het centrale zenuwstelsel van insecten. Welk proces wordt hierdoor **direct** onmogelijk gemaakt?
- A afgifte van neurotransmitters
  - B impulsgeleiding
  - C impulsoverdracht
  - D productie van neurotransmitters

De onderzoekers maakten met behulp van DNA-technieken aardappelplanten die dubbelstrengs-RNA (dsRNA) konden produceren gericht tegen het ACT-gen van de Coloradokever. Het ACT-gen codeert voor  $\beta$ -actine, een belangrijk onderdeel van het cytoskelet van cellen van de kever. Het dsRNA van de aardappelplant kan in de cellen van de kever het mechanisme van RNAi in gang zetten waardoor de genexpressie van het ACT-gen wordt geremd.

RNAi werkt als volgt (afbeelding 2):

- 1 dsRNA wordt in het cytoplasma door het enzym dicer geknipt in stukjes van ongeveer 21 nucleotiden, die siRNA (short interfering RNA) worden genoemd.
- 2 De antisense-streng van het siRNA vormt vervolgens, samen met een complex van eiwitten, het RISC (RNA-induced silencing complex).
- 3 Zodra RISC een mRNA met een complementaire code bindt, wordt dit mRNA vernietigd.

afbeelding 2



- 2p 10 Op welk moment vindt beïnvloeding van de genexpressie van het ACT-gen door RNAi plaats?
- A voor de transcriptie
  - B tijdens de transcriptie
  - C tussen de transcriptie en de translatie
  - D na de translatie

Het dsRNA van de aardappelplant is gericht tegen een deel van een exon in het ACT-gen.

- 1p 11 Licht toe dat dsRNA gericht tegen een deel van een intron, **niet** effectief kan zijn.

De onderzoekers maakten twee typen transgene planten:  
 aardappelplanten waarbij het genconstruct voor het maken van dsRNA gericht tegen het ACT-gen was ingebouwd in de chloroplasten en  
 aardappelplanten waarbij het genconstruct was ingebouwd in de celkern.  
 Er bleek een groot verschil in overleving wanneer de kevers en hun larven van het ene type plant aten of van het andere type plant.  
 Het veronderstelde RNAi-mechanisme en de gevolgen voor de kevers is vereenvoudigd weergegeven in afbeelding 3.

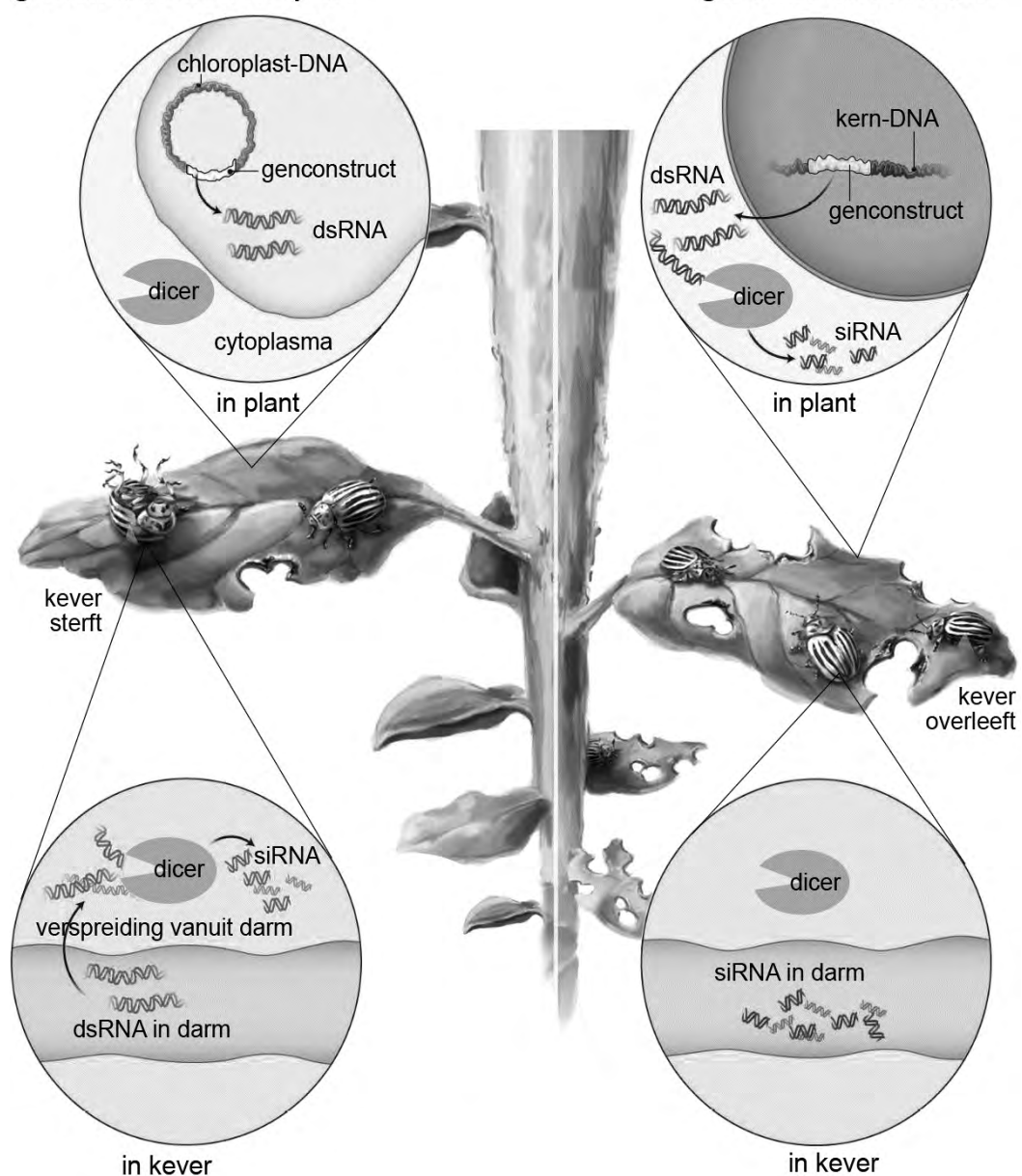
**afbeelding 3**

methode 1:

**genconstruct in chloroplast**

methode 2:

**genconstruct in celkern**



- 2p 12 Beschrijf aan de hand van de gegevens in afbeelding 3
- waardoor RNAi **wel** plaatsvindt in kevers die eten van aardappelplanten met het genconstruct in de chloroplasten,
  - en waardoor RNAi **niet** plaatsvindt in kevers die eten van aardappelplanten met het genconstruct in de celkern.

De beschreven RNAi-techniek gericht tegen het ACT-gen heeft een groter effect op de larven van insecten dan op volwassen exemplaren.

- 1p 13 Verklaar aan de hand van de functie van het ACT-gen waardoor de beschreven RNAi-techniek vooral effect heeft op de larve.

Insectenbestrijding met RNAi is selectiever dan bestrijding met reguliere insecticiden.

- 1p 14 Verklaar waardoor bestrijding met RNAi selectief is.

Aardappelplanten worden ongeslachtelijk vermeerderd via knollen (de aardappels). Daarnaast vormt de plant bloemen en vruchten. De vruchtjes worden echter niet rijp omdat aardappels voor die tijd worden geoogst. Bij voedselgewassen waarbij het genconstruct in het kern-DNA is ingebouwd, kan het gebeuren dat het genconstruct zich in de natuur verspreidt en terechtkomt in een nauwverwante soort. In het geval van de transgeen gemaakte chloroplasten is die kans nihil doordat plastiden bij aardappelplanten op dezelfde manier overerven als mitochondriën.

- 2p 15
- Beredeneer dat een genconstruct in het kern-DNA van een aardappelplant massaal kan worden verspreid in de natuur.
  - En beredeneer dat de kans dat een genconstruct in het chloroplast-DNA van een aardappelplant wordt verspreid in de natuur, nihil is.