

Deksel van de zwarte doos van Darwin op een kiertje

Tjeerd Blacquière – juni 2019

Al sinds 1983, toen de Varroamijt in de Nederlandse bijenvolken aan zijn opmars begon, hebben wij als imkers ons best gedaan om de mijten te bestrijden. Wetend dat anders de volken in twee jaar zouden bezwijken. Dat heeft geholpen, en inmiddels lukt het om de jaarlijkse sterfte in de winter redelijk laag te houden (zie artikeltje van Bram Cornelissen). Alleen, bestrijden heeft ook nadelen. Het belangrijkste nadeel is dat door de bestrijding de bijen en de mijten zich niet aan elkaar kunnen aanpassen: de mijten kunnen niet milder worden, en de bijen niet weerbaarder. Jammer. Om die reden zijn wij, maar ook sommige imkers zelf, begonnen met het 'niet-bestrijden' van de Varroamijten. Zoals u weet werkt bijen@wur daar al meer dan tien jaar aan. Afgelopen maand zijn twee wetenschappelijke artikelen verschenen over dit werk: het eerste beschrijft en onderbouwt de methode die wij toepassen, het tweede beschrijft een elegante proef van de universiteit Gent waarbij de erfelijke veranderingen (op gen niveau) die ten grondslag liggen aan een van de resistentie-eigenschappen, het niet reproduceren van mijten in het broed, zijn blootgelegd. Beide artikelen zal ik hier introduceren. Allebei zijn het 'open access' artikelen, dus iedereen kan ze downloaden en lezen.

Artikel 1:

1 Darwinian black box selection for resistance to settled invasive *Varroa destructor* parasites in honey bees Tjeerd Blacquière, Willem Boot, Johan Calis, Arrigo Moro, Peter Neumann & Delphine Panziera, Biological Invasions <https://doi.org/10.1007/s10530-019-02001-0>.

Pas toen na een paar decennia met *Varroa* duidelijk werd dat het uitsterven van wilde bijenvolken niet het einde was, maar ze in de natuur konden overleven of konden terugkeren (onderzoeken van Fries, Seeley, LeConte, zie referenties in het artikel) hebben wij besloten te gaan onderzoeken of natuurlijke selectie ook zou lukken binnen een imkerijpraktijk. Daarin waren wij niet helemaal de eersten, maar wij gebruikten wel een paar uitgangspunten die nieuw waren:

- Het gaat ons om overleving en vitaliteit van bijenvolken zonder bestrijding van de varroamijten. Daarom is voor ons alleen criterium dat de volken goed overleven en reproduceren, eigenlijk hetzelfde dat Darwin 'fitness' noemt.
- Om te overleven en reproduceren moeten de volken in onze aanpak goed groeien (zowel in voorjaar als zomer). Alleen goed groeiende volken zijn ook voor imkers aantrekkelijk.

Fitness

De volken die het best weten te overleven, groeien en reproduceren hebben de grootste fitness. Wij zijn dan altijd snel geneigd te denken: de beste koningin, met de beste eigenschappen. Maar dat is te eng gedacht: het gaat om de eigenschappen van het hele volk, koningin, werksters, darren. Maar niet dat alleen: ook de eigenschappen van de varroamijten in dat volk, van de virussen, bacteriën enz. De fitness van een volk zou ook hoger kunnen zijn omdat de Varroamijten minder schade veroorzaken.

Samengevat: in ons systeem kan van alles veranderen en daarmee bijdragen aan een betere overleving en fitness van de volken. Dat komt omdat wij steeds doorgaan, uitgaande van vitale volken in het voorjaar, met vier babyvolken die elk een kwart zijn van dat goede voorjaarsvolk, met elk kwart hun eigen jonge koninginnen, eigen deel van de darren, eigen....alles. Wij introduceren geen geselecteerde koninginnen in nieuwe volkjes!

Een selectieprogramma in Amerika: Randy Oliver

Ik keek nog wel een beetje op naar het programma dat Randy Oliver is gestart, waarbij hij uit grote aantallen volken heel snel die volken selecteert die de Varroamijt minder snel laten groeien. Alleen van die volken kweekt hij daarna koninginnen verder, die dan weer geselecteerd worden op Varroagroei. Dit voorjaar sprak ik Dennis van Engelsdorp (hij is professor aan de universiteit van Maryland in USA, en tot onlangs de grote man van de bijensterfte monitoring in Amerika). Hij benadrukte dat ons systeem veel verder ging dan dat van Randy Oliver, omdat wij co-evolutie toelaten in de bijenvolken: de verschillende organismen in het volk kunnen zich aanpassen aan elkaar, en ook weer aan de aanpassingen die de andere organismen doen. Dat gaat stapje voor stapje en is co-evolutie.

Het artikel beschrijft achtereenvolgens de voorwaarden, aan welke eisen moet het programma voldoen; de procedure, hoe doen we het; en de perspectieven, wat gaat het ons opleveren.

Voorwaarden

1. We starten met 25 lokale volken, maar niet te verwant. Op die manier is er genoeg erfelijke variatie, maar maken we ook gebruik van de aanpassingen van de bijen aan de lokale omstandigheden. We splitsen de volken, en in de eerste zomer doen we de laatste keer een Varroabestrijding.
2. Na die eerste keer in zomer 1 doen we geen bestrijding van Varroa meer.
3. We hebben een afgelegen plek nodig voor de paring. Afgelegen betekent niet in de buurt van veel andere bijenvolken van imkers die wel Varroa bestrijden. *Onze* koninginnen moeten paren met *onze* darren, dus die laatste moeten veruit in de meerderheid zijn.
4. De babyvolkjes worden gevoerd met suiker, en als er gebrek aan dracht is worden ook de grotere volken met deeg bijgevoerd. Het is niet onze bedoeling dat volken door honger omkomen (ook al is bijvoeren niet 100% natuurlijk!).
5. We gaan minimaal vier jaar door. Dan zie je de eerste resultaten al (betere overleving, minder schade door Varroa), en na die eerste vier jaar wil je niet meer stoppen! (Maar het is ook nooit helemaal 'af', je moet altijd doorgaan).

Procedure

Het jaarlijkse schema hebben we in een figuur weergegeven, vanaf de overleving van de winter, via groei in voorjaar, maken van darrenbroed en uiteindelijk na het maken van een (kleine) kunstzwerm het splitsen van de volken in vier kleine volken, paring van de koninginnen en groei van de volkjes tot einde zomer. De criteria die volken laten uitvallen staan in de linker kolom: sterven in winter, niet maken darrenbroed, geen koninginnencellen, niet goed paren, niet goed groeien in zomer.

Perspectief

Behalve dat de methode kan bijdragen aan meer Varroaresistentie, zijn er nog bijkomende voordelen:

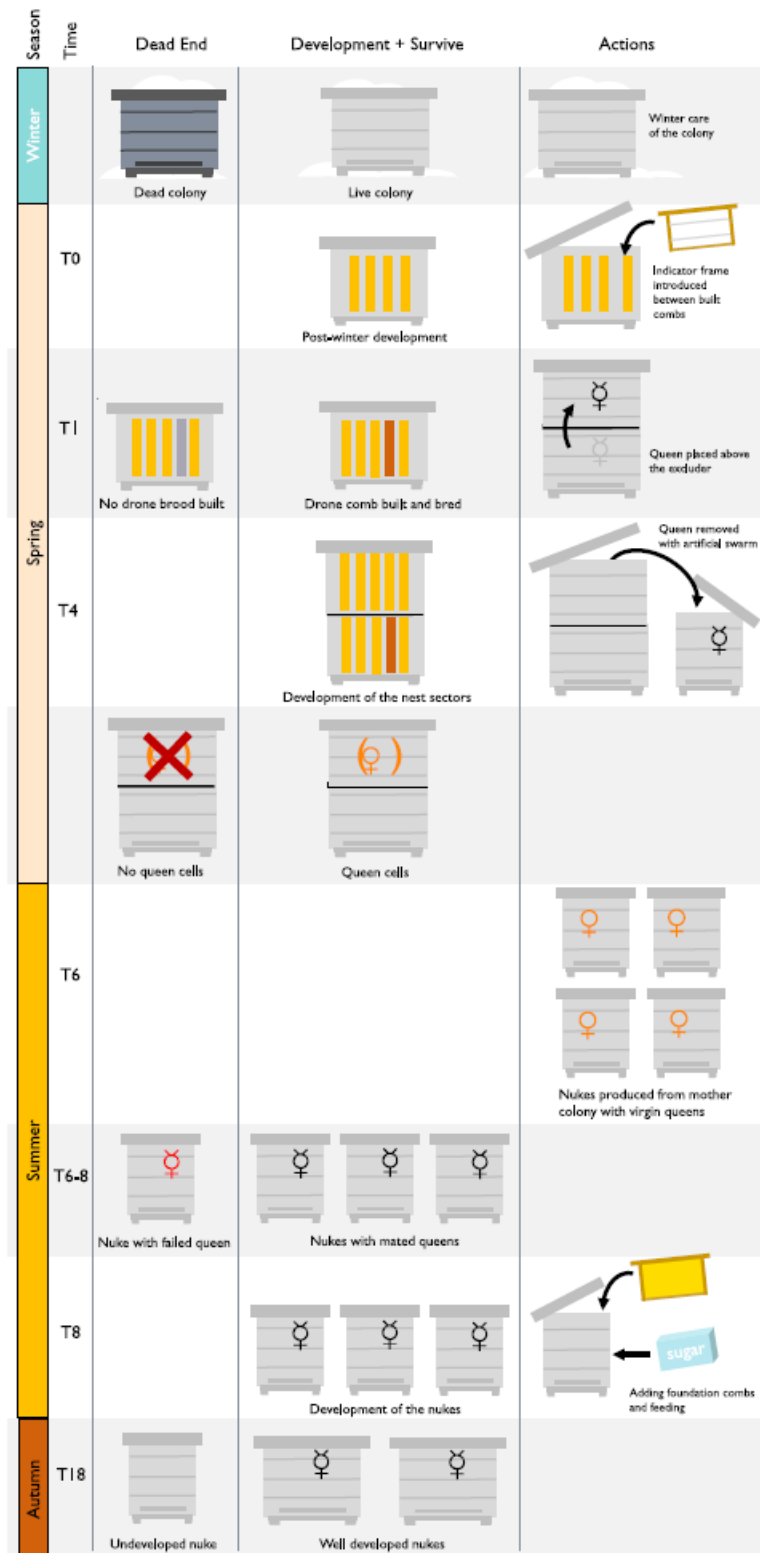
- Het werkt vrij snel (veel sneller dan traditionele selectie en teelt)
- Het kan mechanismen blootleggen die werken tegen Varroa in de natuur (we gaan niet vanaf begin uit van één 'beste' eigenschap), we kunnen dus veel leren van deze populaties bijenvolken (zie daarvoor ook het volgende artikel)
- Omdat het lokaal werkt zal het bijdragen aan minder gesleep met bijen (koninginnen, bevruchtungsstations) en daardoor minder introducties en verspreiding van ziekten
- Als het wordt toegepast zal het in de breedte bijdragen aan een grotere genetische diversiteit van onze honingbijen
- Zwermen uit dit programma zullen gemakkelijker 'in het wild' overleven, waardoor het kan bijdragen aan het terugbrengen van honingbijen in onze natuur

Er zijn ook wel wat mogelijke beperkingen: in de eerste jaren zal er schade zijn door de Varroamijt. Toch zijn er diverse mogelijkheden om die te beperken: volken die niet goed genoeg zijn hoeven niet te

sneuvelen, je kunt ze op tijd uit de selectie halen en de varroamijten bestrijden (ze mogen dan alleen niet meer mee doen!). Om schade te beperken is het ook wijs om het slechts met een klein deel van je volken te doen. In je normale imkerij blijf je voorlopig bestrijden. Het zou ook kunnen zijn dat je zoveel volken moet laten uitvallen dat de basis te smal wordt (inteeft). Je zou als dat gebeurt daar in kunnen compenseren door af en toe nieuwe volken aan het schema toe te voegen.

Tenslotte

Met het toepassen van dit programma heb je geen garantie dat je 100% resistentie krijgt tegen de Varroamijt, integendeel: Varroa blijft, en blijft schadelijk. Wij beloven geen zorgeloos leven na instappen, zoals sommige andere initiatieven wel doen. Maar weet wel dat uiteindelijk de juiste mechanismen gekozen worden, omdat de natuur de keuze maakt.



Artikel 2:

2 Honey bee predisposition of resistance to ubiquitous mite infestations Bart Broeckx, Lina de Smet, Tjeerd Blacquière, Kevin Maebe, Mikalāi Khalenkow, Mario van Poucke, Bjorn Dahle, Peter Neumann, Kim Bach Nguyen, Guy Smaghe, Dieter Deforce, Filip van Nieuwerburgh, Luc Peelman & Dirk de Graaf, Nature Scientific Reports <https://doi.org/10.1038/s41598-019-44254-8>

In het voorgaande stukje schreef ik al dat via de Zwarte doos selectie mechanismen opgespoord kunnen worden die bijdragen aan resistentie tegen Varroa of tolerantie voor de mijt. Terwijl we dat schreven in het vorige artikel, waren we al tien jaar op weg: we weten daardoor inmiddels al van een paar eigenschappen dat ze bijdragen, en van een paar dat ze dat niet doen (althans niet in onze bijenvolken). We weten inmiddels dat in onze 'Duinen-selectie' het Varroagevoelig hygiënisch gedrag (VSH) versterkt is (gepubliceerd, Panziera et al., 2017), maar dat grooming niet verbeterd is (Kruitwagen et al., 2017). We weten ook dat de reproductie van de mijten in het broed (werksterbroed en darrenbroed) geremd is: soms reproduceren ze helemaal niet, soms slechter (minder dochters). De studie van de collega's uit Gent heeft naar de eigenschap van geen reproductie gekeken (non-reproduction/infertility). En is daarbij een stap verder gegaan: ze hebben via het aflezen van de erfelijke eigenschappen van darren kunnen vaststellen op welke plekken de erfelijke code wijzigingen heeft ondergaan, gekoppeld aan het niet reproduceren van de mijten.

NON-repro of infertility van de mijten ontstaat waarschijnlijk doordat bepaalde stoffen uit de pop, die de reproductie van de mijtmoeder op gang helpen, ontbreken, of dat er juist stoffen in zitten die de reproductie remmen. Dat werkt bij werksterpoppen en ook bij darrenpoppen. Het mooie van darrenpoppen is alleen dat darren slechts een enkel chromosoom hebben (ze hebben hun erfelijke code slechts in enkelvoud, werksters hebben het in tweevoud), daardoor kunnen we bij darren non-repro van mijten 1 op 1 koppelen aan het allel 'min' van het gen 'repro', en wel reproductie aan het allel 'plus' van het gen 'repro' (weet u nog van school: het gen 'oogkleur', en de allelen 'blauw' en 'bruin'). Willen we bij werksters ook non-repro zien, dan moet de werkster min-min hebben, die kans is veel kleiner dan één keer min bij de darren.

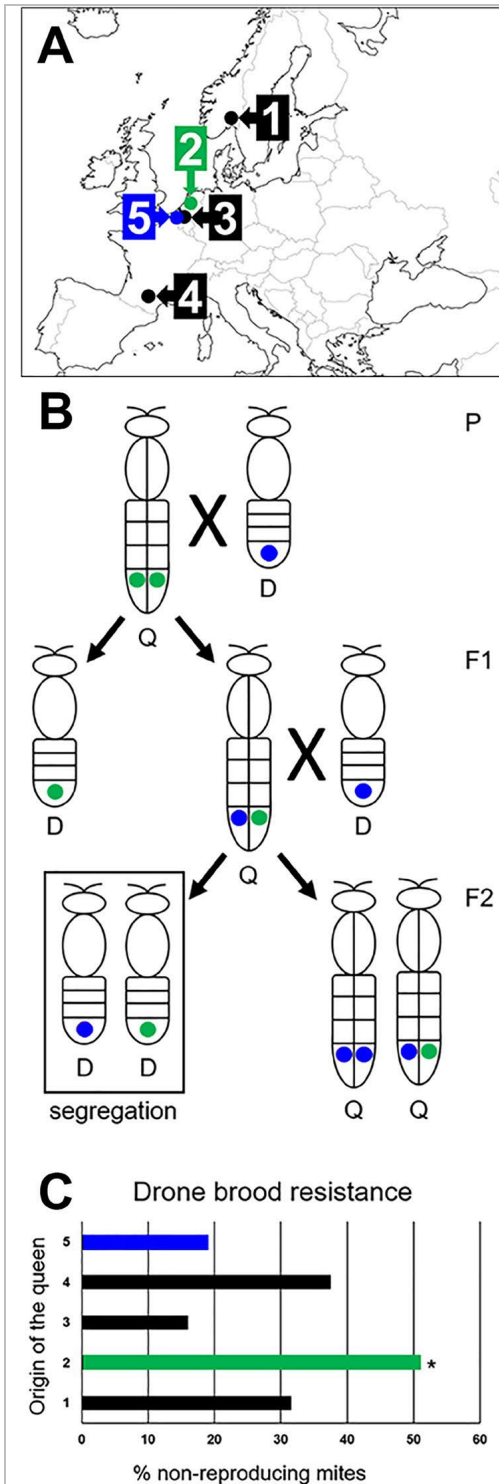
Aanpak

De onderzoekers hebben maagdelijke koninginnen gehaald uit selecties waarvan we al wisten dat er enige resistentie tegen Varroa was: een lijn uit België, de onze van de Amsterdamse Waterleidingduinen, een van een koninginnenteler uit Toulouse, en een uit Østland regio in Noorwegen, ter controle ging een koningin van de 'gewone' volken van UGent mee (zie de figuur). Deze koninginnen werden gepaard met ieder één dar van de Gentse bijen. Van deze eerste generatie koningin (F1) werden meteen weer dochter koninginnen verkregen (F2), die werden gepaard met niet resistente darren uit Gent (zie figuur, herkomst 5). Het handige is dat als je in de volken van deze F2 koninginnen de darren onderzoekt, hebben ze of de variant van oma (de eerste koningin, resistent) of de variant van opa (de eerste dar, niet resistent). Ze hebben onderzocht in hoeveel van de cellen met darren met een Varroamijt er wel reproductie was, en in hoeveel niet: niet reproduceren was het hoogste in de darren van de Amsterdamse Waterleidingduinen, het was ook verhoogd in de Franse en Noorse bijen, maar niet in de Belgische (Figuur C).

Vervolgens konden de wel en niet reprodarren worden vergeleken op het niveau van de erfelijke code. Verschillen die je vindt tussen de wel en niet reprodarren kunnen mogelijk een verklaring geven welk mechanisme werkzaam is in de remming van de reproductie. Het vaststellen van de erfelijke code gebeurde hier door 'whole exome sequencing' gecombineerd met een zeer geavanceerde wiskundige analyse. Het ziet er naar uit dat de veranderde eigenschappen te maken hebben met de chemische feromoonachtige stoffen vanuit de pop die het ei-leggen van de mijt initiëren. Er werd ook gecontroleerd of de mijten mogelijk verschillend waren, maar daar werden geen indicaties voor gevonden, het lag hier dus echt aan eigenschappen van de bijen.

Tenslotte:

de auteurs claimen dat de gevonden erfelijke veranderingen misschien kunnen worden gebruikt om ze als erfelijke merker bij gerichte selectie te gebruiken. Persoonlijk zie ik meerwaarde vooral in het gaan begrijpen hoe (deze) resistentie tegen Varroa werkt. Bovendien: het hele mooie is dat de bijen het hier niet mee hoeven te doen: behalve dat de AWD bijen uit Nederland maximaal scoorden op deze eigenschap, hadden we eerder al gezien dat ze ook nog een verhoogd varroa gevoelig hygiënisch gedrag (VSH) hebben.



Figuur 2, overgenomen uit Broeckx et al 2019

A: herkomst van de koninginnen

B: kruisingschema met de koninginnen en darren;
groen allel: resistent, blauw allel: gevoelig

C: Percentage niet repro mijten op darren.
Herkomsten 1-5 zijn dezelfde als in A

Professor Dirk de Graaf legt dit onderzoek uit in het volgende filmpje:

<https://www.honeybeevalley.eu/newsflash/genetische-aanleg-van-resistentie-tegen-alomtegenwoordige-mijtziekte-bij-honingbijen-gekraakt-door-ugent-onderzoekers>