



Tjeerd Blacquière,
bijen@wur, Wageningen Universiteit en Research Centre

Op zoek naar varroaresistente of -tolerante honingbijen in Nederland

De westerse honingbij bezit eigenschappen waardoor volken kunnen omgaan met een varroabesmetting zonder meteen in te storten. Sommige van die eigenschappen zijn inmiddels bekend. Door selectie kunnen die resistentie- of tolerantie-eigenschappen in volken versterkt worden. In de veredelingsprogramma's in Amerika (Rinderer e.a., 2010) en Europa (Büchler e.a., 2010) worden enkele van die eigenschappen meegenomen. Selectie treedt ook op in de natuur; de niet-aangepaste individuen (in ons geval volken) overleven niet en planten zich niet voort. Alleen de wél aangepaste blijven over. Opmerkelijk is dat de voorbeelden waar de natuur selecteerde succesvoller zijn dan de pogingen van bijenveredelaars om hun volkenbestand in de richting van meer resistentie te veredelen. Er zijn nu vele voorbeelden waarin aangetoond is dat resistentie of tolerantie tegen varroa mogelijk is.

Niet verwonderlijk zijn bovenstaande ontdekkingen voor velen een inspiratie geweest om op zoek te gaan naar van nature varroa-bestendige bijen, en naar de eigenschappen die daarbij belangrijk zijn. Ook in ons land zijn imkers en onderzoekers actief op zoek gegaan naar varroa-resistente bijen, soms ook al lang voordat de hier beschreven voorbeelden bekend werden. In dit artikel volg ik eerst het overzicht van Barbara Locke (2016), en vat ik haar beschrijving van de voorbeelden samen. Ook zal ik gebruik maken van het rapport 'Weerbare bij', dat ik vorig jaar schreef in opdracht van het ministerie van Economische Zaken (Blacquière, 2015). Daarnaast bespreek ik het onderzoek naar varroa-resistentie van bijen@wur. Andere initiatieven in Nederland kwamen al in eigen artikelen aan bod.

Barbara Locke

Locke beschrijft zeven voorbeelden uit de literatuur waar bijen en mijten een soort van evenwicht hebben bereikt

waardoor ze kunnen samenleven. Het opmerkelijke is dat in alle gevallen het samengaan en samenleven van bijen en mijten is ontstaan zonder tussenkomst van en selectie door imkers.

1 en 2: Zuid- en Midden-Amerika en Zuid-Afrika

De eerste twee voorbeelden zijn gevallen in Zuid- en Midden-Amerika en Zuid-Afrika, waar het gaat om Afrikaanse Savannebijen (*Apis mellifera scutellata*). Daarvan weten we inmiddels dat ze veel beter tegen varroa kunnen dan onze Europese bijen. Dat neemt niet weg dat we er iets van zouden kunnen leren als we begrijpen wat de Afrikaanse / geafrikaniseerde bijen anders doen dan de onze. In ieder geval blijft de besmetting met mijten meestal op ongeveer 3-4% steken. Zowel *grooming* (verzorging, het schoonpoetsen van het lichaam en verwijderen van mijten) als hygiënisch gedrag (uitruimen van poppen waarop reproducerende mijten leven) spelen een rol. De mijten in Zuid-Amerika hebben wel het verkreu-

keldeveleugelvirus (DWV) bij zich. Die in Zuid-Afrika zijn vrij van dat virus hoewel het *Varroa destructor virus 1* (VDV-1), zeer verwant aan DWV, wel aanwezig is (Strauss e.a., 2013). De mijten in Zuid-Amerika hebben wel een minstens even hoge vruchtbaarheid en een even hoog reproductiesucces als die in Europa. Wel zijn er nog andere eigenschappen van de Afrikaanse bijen die het varroamijten lastiger maken, hoewel ze niet specifiek een reactie op varroa zijn (ze deden dat toch al), zoals het vele zwermen en zelfs 'absconding' (wegzwermen van alle bijen met achterlaten van het broednest en de daarin zittende broedparasieten, ook varroa). In het begin was de in Zuid-Amerika aanwezige varroamijt van het Japanse haplotype (=een soort genotype), maar nu treedt het alom het Koreaanse haplotype op, net als in Europa. Het Japanse haplotype geeft veel minder schade.

3. Isla Fernando de Noronha

Dit eiland, 350 km voor de kust van

Eigenschap	Brazilië	Zuid-Afrika	Fernando de Noronha	Primorski	Gotland	Avignon	Arnot Forest	AWD (bijen@wur)	Tiengemeten (bijen@wur)	Vitale Bij (VBBN Laren)	Peschier (BF)	Zwarte bij (DDB en NCB)	Arista BR	Beebreed
referentie	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	4	5, 6	7	8
hygiënisch gedrag (VSH)	+	+	x	+	x			+	x				+ (?)	?
vlooiën	+	+	x	+	x			x	x					
kleine volken	+	+	x	x	+	(+)	+	?	?	?		(+)		X
korte gesloten broed tijd	+	+			x									
verminderde mijtreproductie	x	x	x	+	+	+		+	+			(+)	(?)	

Tabel uit Locke (2016), van de door haar beschreven natuurlijke selecties, aangevuld met natuurlijke / min of meer natuurlijke selecties uit Nederland (oranje deel tabel), en twee selectie-initiatieven op basis van meer gerichte selectie (groene deel van Tabel). Bronnen: 1 Locke, 2016; 2 Blacquière, 2014, 2015, 2016; Panziera en Blacquière, 2015; 3 Van Stratum, 2016; 4 Peschier, 2014; 5 Boerjan e.a., 2016; 6 Van der

Zee, 2016; 7 Fernhout 2016; 8 Brascamp, 2016.

+ : eigenschap speelt een rol; (+): speelt een kleine rol; X: eigenschap speelt geen rol; ?: misschien wel, misschien niet; + (?): eigenschap speelt waarschijnlijk een rol, maar is nog niet glashard aangetoond (bijv. VSH bij Arista Bee Research: kan ook (deels) verklaard worden door verlaagde reproductie).

Brazilië, herbergt ongeveer 100 bijen-volken, de helft in het wild en de helft bij imkers. Het zijn Italiaanse bijen (*Apis mellifera ligustica*). De volken hebben een mijtbesmetting van ongeveer 15%, maar overleven goed. De mijten zijn erg vruchtbaar, en ook het hygiënisch gedrag van de bijen is vergelijkbaar met dat van onze Europese bijen in Europa. Dus dat verklaart niet het verschil in overleving. Koninginnen van het eiland bleken bij opkweken in Duitsland niet beter tegen de varroamijt te kunnen dan lokale bijen. Misschien dat het grote verschil niet de bijen, maar de mijten op het eiland zijn. Zij zijn van het Japanse haplotype.

4. Primorski, Rusland

Van alle locaties waar westerse honingbijen in contact zijn gekomen met varroamijten was de Primorski-regio in het verre oosten van Rusland de eerste, al sinds midden negentiende eeuw. Waarschijnlijk halverwege de twintigste eeuw is de mijt van de Oosterse honingbij (*Apis cerana*) op de westerse honingbij overgestapt. Met in de VS geïmporteerde bijen uit Primorski is een vergelijking gemaakt met lokale varroa-gevoelige bijen. Het bleek dat de primorskibijen een verminderde groei van de mijtenpopulatie lieten zien, veroorzaakt door een toegenomen

hygiënisch gedrag, meer vlooiën, en een verminderde reproductie van de mijten. Met primorskibijen is in de VS een selectie- en veredelingsprogramma opgezet.

5. Gotland, Zweden

Dit is het eerste voorbeeld met 'gewone Europese bijen' in Europa en met gewone Europese mijten. 150 volken van allerlei aanwezige 'rassen' in Zweden werden samen op een geïsoleerde landtong op het eiland Gotland geplaatst, besmet met per volk hetzelfde aantal mijten, en aan hun lot overgelaten. De volken konden vrijelijk zwermen. Na aanvankelijk sterke volksverliezen en ernstige mijtbesmetting nam in de volgende jaren de sterfte van volken en de mijtbesmetting af. Het bleek dat de groei van de mijtenpopulatie in de volken sterk vertraagd was. Dat was onafhankelijk van welke mijten men testte, dat wil zeggen: de verandering lag aan veranderingen van de bijen, niet van de mijten. De volken bleven wel kleiner dan 'gewone' Zweedse volken, wat deels een aanpassing aan varroa zou kunnen zijn, en ze produceren daardoor weinig honing. Ook de reproductie van de mijten was verminderd in de selectie van Gotland: zowel minder 'moeder'-mijten die reproduceren als een verminderd aantal nakome-

lingen per moeder. De eigenschap van verminderde mijtreproductie bleek zowel via de moederlijn (koningin) als via de vaderlijn (darren) over te erven.

6. Avignon & Le Mans, Frankrijk

Op twee plekken in Frankrijk werden volken van *A. mellifera mellifera* die nogal defensief zijn, aangetroffen in oude verlaten bijenstanden. Die volken werden over twee bijenstanden verdeeld en aangevuld met volken van imkers die al een poos niet hadden bestreden. Op de ene stand stonden 30 volken, op de andere 52. Die mochten vrij zwermen en varroa werd niet bestreden. Er werd wel honing geoogst. De resistente volken van de Avignon-populatie produceerden minder honing dan 'gewone' volken, maar de mijtbesmetting bleef een factor drie lager dan in gewone volken. Er zijn aanwijzingen dat de resistente volken beter ruiken (dat doen ze met zintuigen op de antennen) dan gewone volken, wat wijst in de richting van toegenomen hygiëne. De mijtreproductie was ongeveer 30% minder, en bovendien bleken er veel meer niet-reproducerende mijten aanwezig te zijn (wat ook kan wijzen op uitruimen van reproducerende mijten door varroa-gevoelige hygiëne (VSH)). Net als de Gotland-volken bleven de Avignon-

volken kleiner dan gewone Franse volken. Avignon-volken bleken herhaaldelijk vrij agressief van karakter. Individuele volken van de populatie leven even lang als gewone volken van imkers (die behandeld worden tegen varroa).

7. Arnot Forest bij Ithaca, New York, VS

Dit is een wilde populatie bijen die al in 1978 voor het eerst werd beschreven, ongeveer 10 jaar voordat de varroamijt verscheen, en daarna opnieuw is beschreven in 2002 en 2010 (beide na de introductie van varroa). De populatie overleefde en bleef even groot sinds varroa kwam, en individuele volken leven lang. Overgezet in bijenkasten (de volken leven in holle bomen) en besmet met een vast aantal mijten bleken die in de 'Arnot Forest'-volken even snel toe te nemen als in gewone lokale imkervolken. Seeley vond dus geen directe aanwijzingen voor resistentiemechanismen tegen varroa, hoewel de – ook hier – kleinere volkvang deels een aanpassing tegen de groei van varroa kan zijn (Loftus e.a., 2016). Recent genetisch onderzoek liet zien dat de populatie door een dal was gegaan (heel veel volken dood, waarschijnlijk toen de varroamijt arriveerde). Dat bleek uit een grote afname van de genetische diversiteit in het DNA in de mitochondriën. Dat DNA is grotendeels 'onnuttig' DNA, en erft alleen met de eicellen over, dus van moederkoningin op dochterkoningin. Als een volk of koningin dood gaat, is die mitochondriale erfelijke aanleg verloren. Dat bleek uit de studie: alle volken stamden langs de moederlijn af van maar een paar koninginnen: de moeren van de volken die hadden overleefd en die via het uitsturen van zwermen het bos opnieuw hadden bevolkt. Maar het mooie was dat de populatie zich had hersteld zonder verlies aan erfelijke variatie in het DNA van de celkern. Dat komt door de grote variatie aan darren, zelfs als er niet heel veel volken zijn. Seeley benadrukt dat in het wild levende volken zelfs zonder speciale

resistentiemechanismen al meer kans hebben om zich deels te onttrekken aan parasieten zoals varroamijten, doordat de volken minder dicht op elkaar zitten. Holle bomen staan namelijk verspreid in het bos en niet op een rijtje zoals volken op een bijenstand. Daardoor kan een varroamijt minder gemakkelijk van volk naar volk overstappen. Het is bekend dat bijenvolken die een koningin hebben die met weinig darren paarde, minder afweer hebben tegen ziekten en sneller instorten. Dat verklaart echter niet de betere weerstand van de 'Arnot Forest'-volken, want de koninginnen hadden met evenveel darren gepaard als die van de volken van imkers rondom (Tarpay e.a., 2015).

Imkers selecteren

Waar bijen en mijten een groot aantal jaren zonder veel schade met elkaar samenleven kan dat te maken hebben met eigenschappen van de bijen en/of de mijten. Bij imkers die de mijten niet of nauwelijks bestrijden zou zo'n samenleving van bijen en mijten kunnen ontstaan. In 2003 heeft PPO Bijen (de vroegere naam van bijen@wur) die situaties geïnventariseerd in de hoop aanwijzingen voor tolerantie of resistentie te vinden (Blacquièrre, 2005). Er zijn toen vijf imkers bezocht en volken geïnspiceerd. De imkers beschouwden de mate van voorkomen van bijen zonder vleugels als maat voor de ernst van de varroabesmetting. Dergelijke bijen zonder vleugels of met misvormde vleugels werden tijdens de inspectie waargenomen. In de winter 2002-2003 had gemiddeld 25% van de volken bij de vijf imkers de winter niet overleefd en dat percentage is gelijk aan het gemiddelde verlies van volken in die winter in Duitsland. Uit de inventarisatie werd niet duidelijk of er nu wel of niet sprake was van resistentie. Eén van die imkers schreef onlangs in Bijenhouden dat hij nog steeds bijen houdt zonder varroa te bestrijden en dat hij ieder jaar nateelt van de volken die het minste last hebben van varroa (Peschier, 2014).

Bijen@wur

In 2007 heeft bijen@wur met een nateelt van koninginnen van het Zweedse eiland Gotland (Fries e.a., 2006) en in 2008 met een mengsel van Nederlandse bijenvolken twee teelten van bijenvolken opgezet zonder varroa te bestrijden. Bij de 2008-serie is ook een groep volken als controle meegenomen, waarin varroa twee keer per jaar wordt bestreden (met oxaalzuur, een keer in de zomer bij de start van de volkjes (broedloos), en een keer in de winter (broedloos). De aanpak komt erop neer dat volken die in het voorjaar goed groeien, en een darrenraat beleggen, via een kleine kunstzwerm worden ontdaan van de koningin van het afgelopen jaar. Het volk legt daarop koninginnencellen aan, die op dag 13 uitkomen. Op die dag worden de volken gesplitst in vier à vijf even grote kleine kernvolkjes (ongeveer 3 ramen met bijen), ieder met een jonge koningin, en een bij benadering evenredig deel van de aanwezige mijten. Deze volkjes worden op een min of meer geïsoleerde plek (eerst in de Amsterdamse Waterleidingduinen bij Vogelenzang, sinds 2015 in het Nationaal Park de Hoge Veluwe en op Tiengemetten) geplaatst, zodat de jonge koninginnen met de eigen populatie darren kunnen paren.

Met onze methode benadrukken wij het belang van een goede groei van de volken, zowel van de overwinterde volken in het voorjaar (goede groei en reproductie, dat wil zeggen productie van darren en moerdoppen) als in de zomer de nodige snelle groei van de kernvolkjes (om op tijd een formaat te bereiken dat kan overwinteren). Als een praktische methode om de selectie snel te laten verlopen voorkomen we dat volkjes die het niet goed doen bij het instorten hun mijten overdoen aan de sterkere volken (via beroven). We halen ze uit de proef voordat ze instorten. In de proef van Loftus e.a. (2016) namen de weinig aangetaste kleine volken de vele mijten van de instortende grote volken over,

waardoor ook een deel van die volken uitviel. Eigenlijk hopen we dat onze selecties niet zoals die van Gotland, Avignon en Arnot Forest (zie de Tabel, naar Locke, 2016), al te klein blijven, hoewel het selecteren op reproductiviteit natuurlijk wel zorgt voor vroeg zwermen, wat op zichzelf de volksgroei remt.

Verloop van de selectie

In de eerste jaren nam de besmetting met varroamijten sterk toe en vielen veel volken uit, maar na een paar jaren begon het aantal volken weer te groeien. Tegelijkertijd nam de gemiddelde besmetting met varroa af. Tussen de halfjaarlijkse meetpunten nam de besmetting met varroa soms wat toe, soms wat af (van halveren tot verdubbelen), terwijl in de controle de besmetting altijd toenam, minimaal met een factor tien! Bijvoorbeeld: was de besmetting in juli 5% en in december 10%, dan is dat een verdubbeling. Was in de controle de besmetting in juli 4%, dan werd die met oxaalzuur teruggebracht tot maximaal 0,4% (uitgaand van 90% mijtdoding), was dan in de winter de besmetting weer 4% dan is dat een toename van een factor 10 (van 0,4% naar 4%). Het lijkt er dus op dat de bijen een zekere mate van resistentie hebben verkregen: de besmettingen met mijten blijven niet even sterk toenemen als in het begin, en het aantal bijenvolken is op peil te houden zonder varroa te bestrijden. Vanaf 2013 hebben we het onderzoek meer gericht op de vraag waardoor de volken overleven, en waardoor varroa het slechter doet.

1. Reproductiesucces van de mijten

Al sinds een paar jaar wordt het reproductiesucces van de mijten in de volken van de verschillende behandelingen onderzocht. De eerste tekenen wijzen op verminderde reproductie in het werksterbroed. Deze eigenschap is vooral sterk aanwezig in de populatie op Tiengemetten (TG). Het is een eigenschap van de pop zelf, waardoor de reproductie van de mijten niet op

gang komt of minder goed is (de eigenschap bleef intact als we broed van de TG-volken met mijten lieten verzorgen in niet-resistente gastvolken). In tegenstelling tot het werksterbroed lijkt het erop dat de reproductie in het darrenbroed maar weinig verschilt. Ook treedt er minder schade op bij eenzelfde mate van besmetting (de besmetting met mijten varieert van 5 tot 15% in broedloze volken, nog steeds niet niks!). Dat zou je tolerantie kunnen noemen die deels kan komen doordat de bijen bijvoorbeeld resistent zijn voor een deel van de virussen. In de populatie 'resistente' volken van Gotland bleken de mijten minder snel in te stappen (dus trager te starten met reproducen). Of die eigenschap ook bij de Nederlandse populatie optreedt is nog niet duidelijk.

2. Hygiënisch gedrag

Naast reproductiesucces van de mijten is het ook heel belangrijk te weten in hoeverre mijten in de volken gevaar lopen verwijderd te worden uit broedcellen (hygiënisch gedrag), of van het lichaam van de bijen door te vlooiën (grooming). In 2015 heeft Delphine Panziera onderzocht of de bijen van de geselecteerde volken (TG en Amsterdamse Waterleidingduinen, AWD) varroagevoelig hygiënisch gedrag (VSH) vertonen: het ontdekken en vervolgens uitruimen van cellen met poppen met reproduceerbare mijten (Panziera en Blacquièrre, 2015). Zij heeft mijten handmatig geïntroduceerd in net gesloten cellen, en vervolgens gekeken hoeveel van die cellen werden leeggeruimd (door VSH-gedrag), en of de mijten in de niet leeggeruimde cellen zich voortplantten of niet. Omdat ze broed met mijten van niet-resistente donorvolken gebruikte, weten we zeker dat de gevonden effecten veroorzaakt werden door het gedrag van de bijen van de selectievolkten (en niet door eigenschappen van het broed). Het bleek dat de selectie van AWD-volken een sterk verhoogd VSH-gedrag had (zoals verwacht), maar de TG-volken waren juist veel

minder hygiënisch, zelfs minder dan de niet-resistente controlegroep.

3. Verzorging ('vlooiën')

In 2014 werd het effect van 'vlooiën' op de mijtpopulatie in broedloze volken voor het eerst bekeken: er bleek geen verschil in toe- of afname van de besmetting op de bijen. In 2015 heeft Astrid Kruitwagen zowel in laboratoriumproeven met individuele bijen en groepjes bijen, als in broedloze volken naar het effect van 'vlooiën' gekeken. We verwachtten dat geselecteerde volken betere vlooiërs zouden zijn, en dat daardoor de varroabesmetting sneller zou afnemen. Heel verrassend bleek echter dat de selecties op zijn best even goed waren als de controle, maar meestal slechter.

De natuur selecteert 'creatief'

Opmerkelijke conclusie uit de review van Barbara Locke is dat er niet één weg naar Rome leidt (zie de tabel). Remmen van reproductie, hygiënisch gedrag, vlooiën, kleine volken: al die eigenschappen kunnen worden 'ingezet' (maar hoeven niet noodzakelijkerwijs ook steeds alle tegelijkertijd te worden ingezet). Nog veel opmerkelijker is dat de selecties van bijen@wur, die op identieke methode zijn verkregen, toch heel andere mechanismen blijken te hebben ontwikkeld. De twee factoren die dat hebben kunnen veroorzaken zijn de verschillende omstandigheden (o.a. dracht) tussen TG en AWD en de startpopulatie van volken (erfelijke eigenschappen aan het begin). Sterke aanpassing van bijenvolken aan hun eigen omgeving werd op Europese schaal ook aangetoond in de Coloss Genetica-environment-interactie-experimenten (Meixner e.a., 2015, zie de artikelen van Kees van Heemert in Bijenhouden in 2015 en 2016). Het lijkt erop dat zelfs op veel kleinere schaal dan Europa grote verschillen kunnen ontstaan. Dat pleit voor grote terughoudendheid bij selectie van bijen: mogelijk zijn je eigen bijen op je stand thuis wel de best aangepaste ter wereld! Misschien is onze Nederlandse

‘Aalster’-methode nog zo gek niet. De resultaten pleiten er ook voor om niet al te snel te besluiten dat op een bepaalde (ideale) eigenschap moet worden geselecteerd (bijvoorbeeld VSH), op een andere plek kan een andere eigenschap nog ‘idealer’ zijn. In de primorskibijen, die al heel lang met varroa leven, bleek een combinatie van drie aan varroaresistentie bijdragende eigenschappen betrokken te zijn: vlooien (*grooming*), hygiënisch

gedrag en verlaagd reproductiesucces. Voor heel veel andere (natuurlijke) selecties weten we het nog niet zo goed, zie alle lege plekken in de tabel (= nog niet onderzocht) en vele vraagtekens (twijfel of het echt die eigenschap wel is of (deels) een andere eigenschap). En soms gebruiken andere selecties een of meer van de drie van de Primorski’s helemaal niet (zoals vlooien in de bijen@wur selecties). Het bijzondere is dat er veel

mogelijk is, maar wát mogelijk is moet blijken na het een poosje over te laten aan de natuur.

Dit onderzoek is onderdeel van het Nationaal Programma Honing (NP 14-6.1 / NL 2013/f en BO-20-003-043 en voorlopende jaren sinds 2008), gesubsidieerd door de EU en het Ministerie van EZ, en BO-20-003-023 Weerbare Bij van EZ. ●