

Better-B newsletter

Issue n°4 – June 2026

Genetische diversiteit is cruciaal voor veerkracht. Honingbijenvolken met een hoge genetische variatie zijn gezonder en beter in staat om met stressfactoren om te gaan. Genetische diversiteit vormt ook de basis voor evolutie, waardoor honingbijenpopulaties zich kunnen aanpassen aan lokale klimaten en omgevingsomstandigheden en weerstand tegen ziekteverwekkers kunnen ontwikkelen. Om beter te begrijpen hoe genetische diversiteit veerkracht bevordert, heeft het Better-B-project de volledige genomen van meer dan duizend honingbijen gesequeneerd. De resultaten hebben genen geïdentificeerd die waarschijnlijk belangrijk zijn voor aanpassing aan verschillende klimaten. We hebben genoomsequencing ook gebruikt om de genetische veranderingen in kaart te brengen die optreden wanneer honingbijenpopulaties blootstelling aan de Varroamijt overleven zonder behandeling, wat het natuurlijke vermogen van honingbijen benadrukt om genetische diversiteit te behouden. **Uiteindelijk is het doel van dit onderzoek om imkers in staat te stellen honingbijen te selecteren met genetische achtergronden die veerkrachtig en goed aangepast zijn aan hun lokale omgeving.**

Hoe zijn honingbijen aangepast aan hun lokale omgeving?



**Resilience
to climate
and heat
stress**

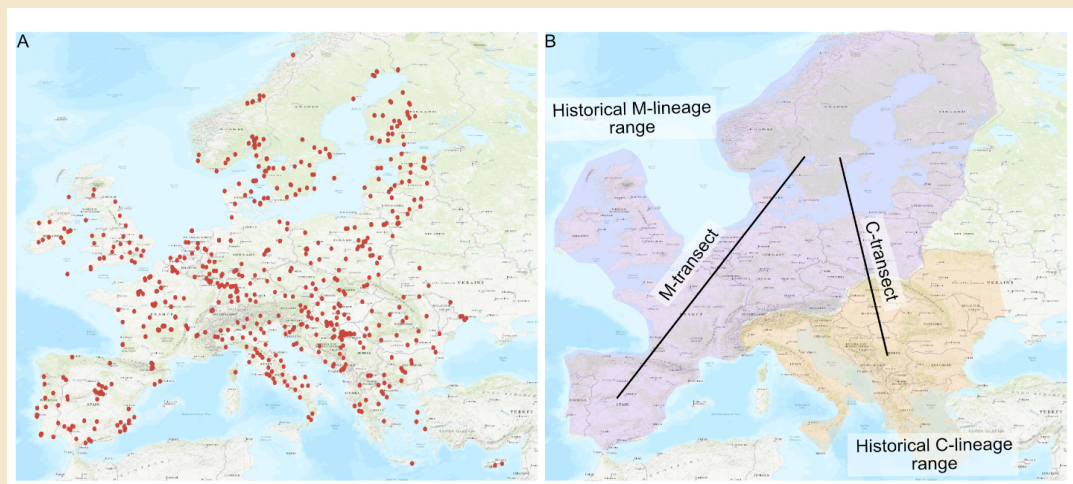
De imkerij in Europa wordt beoefend in uiteenlopende klimaten, variërend van de hete en droge mediterrane zomers tot lange Scandinavische winters, onder omstandigheden die snel veranderen als gevolg van klimaatverandering. Het is van cruciaal belang ervoor te zorgen dat honingbijen genetisch aangepast zijn aan hun lokale klimatologische omstandigheden om de veerkracht en overleving van kolonies te bevorderen. Om de genen te ontdekken die belangrijk zijn voor aanpassing aan het klimaat, hebben de onderzoeksgroepen van Matthew Webster (UU) en Alice Pinto (IPB), in samenwerking met vele andere Better-B-partners, de genomen gesequeneerd van meer dan 1000 honingbijen die overal in Europa verzameld werden.

De evolutionaire geschiedenis van honingbijen

Als we willen begrijpen hoe honingbijen aangepast zijn aan hun omgeving, dan moeten we hun evolutionaire geschiedenis kennen. Honingbijen zijn al bijna één miljoen jaar aanwezig in Europa, lang voordat de mens arriveerde. Door enorme klimaatschommelingen tijdens de ijstijden en geografische barrières zoals bergketens raakten twee belangrijke evolutionaire lijnen van elkaar geïsoleerd en bouwden zij grote genetische verschillen op. Deze worden de M-lijn genoemd – waartoe de donkere bij (*Apis mellifera mellifera*) en de Iberische bij (*A. m. iberiensis*) behoren – en de C-lijn – waartoe de Italiaanse bij (*A. m. ligustica*) en de Carnica-bij (*A. m. carnica*) behoren. Het natuurlijke verspreidingsgebied van de M-lijn in Europa strekt zich uit over het westen, van Scandinavië tot het Iberisch Schiereiland, terwijl de C-lijn beperkt is tot Zuidoost-Europa, het Italiaanse schiereiland en de Balkan.

Veel recenter, in de afgelopen 150 jaar, is de natuurlijke verspreiding van honingbijen in Europa verstoord door het verplaatsen van volken en de invoer van koninginnen door imkers. Vooral de invoer van bijen uit de C-lijn naar Noord-Europese landen heeft de genetische samenstelling van de daar inheemse M-lijn-honingbijen veranderd. De vermenging van honingbijenlijnen verhoogt de genetische diversiteit, maar kan ook aanpassingen tussen genen en

omgeving verstoren, waardoor de veerkracht van lokale populaties afneemt. Door de genomen van honingbijen te bestuderen, willen we het effect van het transport van bijen op hun genetische aanpassing aan de omgeving blootleggen. Daarnaast streven we ernaar genen te identificeren die een belangrijke rol spelen bij eigenschappen die essentieel zijn voor aanpassing aan verschillende klimaatomstandigheden.



Figuur 1: (A) Bemonsteringslocaties van meer dan 1000 bijen uit 33 Europese landen waarvan de genomen zijn gesequeneerd binnen het Better-B project. (B) Het historische verspreidingsgebied van M- en C-lijn bijen die inheems zijn in Europa is weergegeven in kleur. Deze verspreiding is verstoord door de verplaatsing van bijen uit de C-lijn naar noordelijkere gebieden. We hebben de genomen van bijen langs twee noord-zuidtransecten vergeleken om genen te vinden die aanpassing aan het klimaat sturen.

1000 honingbijgenomen

Het Better-B-project heeft de genomen gesequeneerd van werksterbijen die overal in Europa zijn verzameld (Fig. 1A). Deze gegevens hebben aangetoond dat het transport van honingbijen een enorme invloed heeft gehad op hun genetische samenstelling. In landen zoals Duitsland, België, Nederland en de Scandinavische landen is inmiddels meer dan 90% van de genetische achtergrond van de honingbijen afkomstig van de ingevoerde C-lijn. Het is mogelijk dat deze grootschalige invoer de aanpassing aan de lokale omgeving heeft verstoord, waardoor bijen minder veerkrachtig zijn geworden.

Rekening houdend met deze gemengde genetische achtergrond vergeleken we honingbijenpopulaties langs twee noord-zuidtransecten om genen te identificeren die aanpassing aan het klimaat zouden kunnen verklaren (Fig. 1B). Het M-lijntransect vergelijkt honingbijen van het Iberisch Schiereiland met die uit Noord-Europa, die afkomstig moeten zijn van specifieke “beschermingspopulaties” die niet beïnvloed zijn door de invoer van C-lijnbijen. Het C-lijntransect vergelijkt honingbijen uit Zuidoost-Europa met die uit Noord-Europa. Door deze vergelijkingen uit te voeren, kunnen we specifieke genetische varianten identificeren die verschillen in frequentie tussen noordelijke en zuidelijke populaties en die de aanpassing aan verschillende klimaten kunnen verklaren.

Genen voor klimaataanpassing

Om genen te identificeren die een rol spelen bij klimaataanpassing, hebben we verschillende statistische methoden toegepast. Zo vergelijken we de genomen van honingbijenpopulaties uit noordelijke en zuidelijke delen van Europa. We zoeken ook naar correlaties tussen genetische frequenties en klimaatmetingen zoals temperatuur en neerslag. Met behulp van deze methoden hebben we verschillende genen geïdentificeerd met varianten die verschillen tussen noordelijke en zuidelijke landen. Een bijzonder interessant gen behoort tot de familie van de “myosine-zware-keten”-genen, die eiwitten produceren die belangrijke componenten van spieren vormen. Honingbijen gebruiken hun grote vliegsperen om de temperatuur in de kast te regelen, hetzij door warmte te genereren bij koud weer, hetzij door de luchtstroom in de kast te vergroten om deze af te koelen. Wij veronderstellen dat verschillende varianten van dit gen voordelig zijn afhankelijk van de vraag of een volk zich in een warm of koud klimaat bevindt. Door bijen te gebruiken waarvan de genetische varianten in dit gen goed zijn aangepast aan het lokale klimaat, kunnen we de veerkracht en overlevingskansen van honingbijenvolken vergroten.

Hoe ontwikkelen honingbijen weerstand tegen Varroa?



Local
adaptation
by Darwinian
selection

De Varroamijt is de belangrijkste oorzaak van verliezen van honingbijenvolken in Europa, en de meeste volken kunnen niet overleven zonder chemische behandeling. Toch hebben verschillende honingbijenpopulaties in de afgelopen twee decennia een natuurlijke weerstand tegen deze parasiet ontwikkeld en kunnen zij zonder tussenkomst van imkers overleven. Binnen het Better-B-project hebben we vier bestaande varroa-resistente populaties onderzocht. Daarnaast zijn op negen locaties verspreid over Europa nieuwe populaties opgezet die niet worden behandeld tegen varroa. Door de genomen van deze populaties te sequencen, kunnen we de veranderingen in genetische variatie analyseren die optreden wanneer populaties weerstand tegen Varroa ontwikkelen.

Genetica van Varroa-overlevende kolonies

De locaties van de Varroa-overlevende populaties worden weergegeven in Figuur 2. We identificeerden vier bestaande populaties in Cluj-Napoca (Roemenië), Gjerdrum (Noorwegen), De Hoge Veluwe (Nederland) en Kalmthout (België). Al deze populaties hebben gedurende vele jaren Varroa overleefd. De Noorse populatie werd al in 1999 opgericht en de Nederlandse populatie in 2007, terwijl zowel de Belgische als de Roemeense populatie sinds 2019 behandelingsvrij zijn. Better-B-partners hebben ook negen nieuwe populaties opgestart aan het begin van het project in 2023, in regio's met verschillende klimaten verspreid over Europa. Elke locatie begon met gemiddeld ongeveer 56 volken die werden beheerd volgens de “Darwinian black box”-aanpak. Dit protocol zorgt ervoor dat populaties evolueren onder natuurlijke selectie door Varroa en omvat jaarlijkse volkopsplitsing ter voorkoming van zwermen. Van deze populaties overleefden er twee het eerste jaar zonder Varroa-behandeling niet, wat de verwoestende impact van deze parasiet op honingbijenvolken aantoont.

We hebben de evolutie van alle Varroa-overlevende populaties bestudeerd met behulp van volledige genoomsequencing. We waren geïnteresseerd in enkele hoofdvragen: 1) Leiden populatieknelpunten als gevolg van natuurlijke selectie tot een afname van genetische variatie? 2) Verhoogt een lage genetische variatie het risico op uitsterven van populaties door Varroa? 3) Welke genetische varianten staan onder selectie omdat zij de weerstand tegen Varroa vergroten?

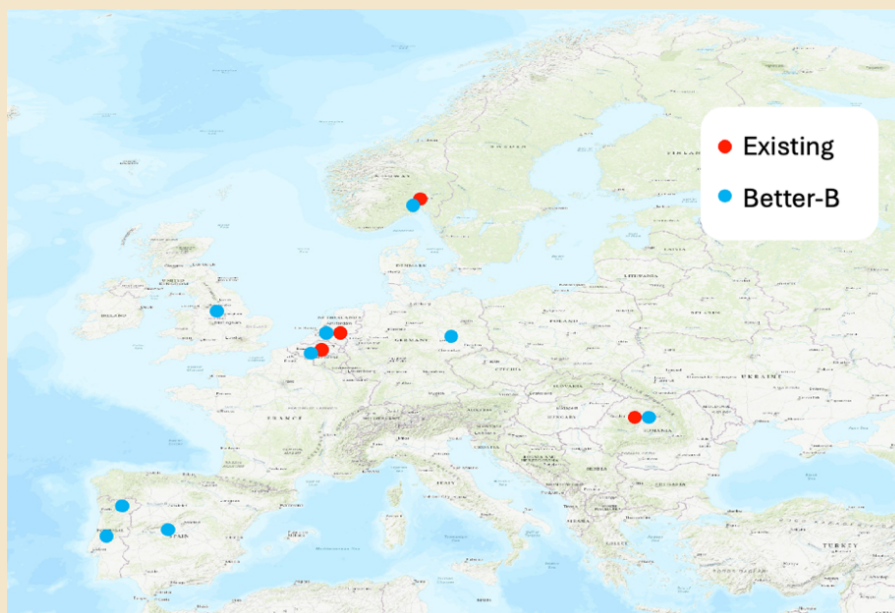


Figure 2: Locaties van Varroa-overlevende honingbijenpopulaties die zijn onderzocht binnen Better-B.

Hoge niveaus van genetische diversiteit bij Europese honingbijen

We vergeleken de niveaus van genetische diversiteit in de vier bestaande Varroa-overlevende populaties met honingbijenvolken in nabijgelegen regio's die wel tegen Varroa werden behandeld. Verrassend genoeg waren er geen consistente verschillen. Dit is verrassend omdat de onbehandelde populaties aanzienlijke afnames in omvang hebben doorgemaakt als gevolg van koloniesterfte, waarvan verwacht zou kunnen worden dat dit leidt tot een vermindering van de genetische diversiteit. De resultaten benadrukken daarom het natuurlijke vermogen van honingbijen om genetische variatie te behouden via processen zoals het paren van koninginnen met meerdere darren.

Toen we de genetische diversiteit tussen alle populaties vergeleken, ontdekten we dat deze het sterkst correleerde met hun historische oorsprong: kolonies met een hybride afkomst waren genetisch diverser. We vonden echter geen effect van genetische diversiteit op de overleving van de "Darwinian black box"-populaties, wat suggereert dat de genetische diversiteit in al deze populaties voldoende hoog is en dat sterfte door Varroa het gevolg is van andere factoren.

Vergelijkingen van de vier gevestigde Varroa-overlevende populaties met omliggende populaties die tegen Varroa worden behandeld, brachten geen specifieke genen aan het licht die verantwoordelijk zijn voor Varroaresistentie. Dit komt waarschijnlijk doordat een groot aantal genen belangrijk is voor weerstand tegen Varroa en omdat de genetische varianten die onder selectie staan verschillen tussen populaties en omgevingen. De "Darwinian black box"-experimenten die binnen Better-B worden uitgevoerd, zullen verschillende extra Varroa-overlevende populaties opleveren, die een cruciale bron zullen vormen voor het begrijpen van de genetica van Varroaresistentie.

Wat is de volgende stap?

In de volgende fase van het project zullen we de toekomstige effecten van klimaatverandering modelleren op de manier waarop bijen zijn aangepast aan hun omgeving. Dit zal ons helpen de effecten van klimaatverandering op de veerkracht van honingbijenvolken te voorspellen en te bepalen of bepaalde regio's van Europa een bijzonder hoog risico lopen op kolonieverlies als gevolg van een veranderend klimaat. Door specifieke genetische varianten te identificeren die afgestemd zijn op een bepaald klimaat, hopen we imkers ook advies te kunnen geven over de best aangepaste honingbijenrassen voor hun lokale omstandigheden.

De Darwiniaanse selectie-experimenten lopen momenteel verder op negen locaties binnen Better-B. Deze populaties ontwikkelen weerstand tegen Varroa. Door de genetische veranderingen te analyseren in populaties die overleven of falen, en deze tussen populaties te vergelijken, hopen we genetische factoren te ontdekken die de veerkracht van kolonies bevorderen.

Wil je meer weten?

Neem deel aan ons volgende publieke evenement, dat zal plaatsvinden op 25 november 2026 in Bragança, Portugal, en online. Het evenement zal worden gehouden in het Engels en Portugees (en een beetje Spaans).

We zullen dieper ingaan op de genetica van de honingbij en lokale aanpassing, leren hoe het landschap de weerstand tegen pesticiden beïnvloedt en inzicht krijgen in thermoregulatie binnen de kast. We nodigen u van harte uit om met ons in discussie te gaan over het Better-B-concept voor duurzame imkerij, gebaseerd op een tweesporenaanpak waarbij productie en reproductie van elkaar worden gescheiden. In de namiddag is er een praktische sessie waarin we leren hoe we een bijenvolk het best kunnen helpen bij het reguleren van de temperatuur in de kast.

Learn more

www.better-b.eu

Follow us on LinkedIn

[Better-B Project](#)

This work was supported by the Better-B project, which has received funding from the European Union, the Swiss State Secretariat for Education, Research and Innovation (SERI) and UK Research and Innovation (UKRI) under the UK government's Horizon Europe funding guarantee (grant number 10068544).



UK Research
and Innovation



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Confederation