

# Manipulierte Fortpflanzung im Mikrokosmos

## Die unterschätzte Rolle der Mikroben in Schädlingen

Bakterien, die in Zellen von Insekten leben, können deren Vorlieben in der Fortpflanzung manipulieren. Dies wollen Forscher nutzen und damit neue Wege in der Schädlings- und Krankheitsbekämpfung gehen.

Beate Kittl

Infektiöse Mikroben dringen in die Körperzellen von Insekten ein, wandern in die Geschlechtsorgane und verändern die Funktion der Keimzellen. Ist das Opfer ein Weibchen, so pflanzt es sich fortan mittels unbefruchteter Eier fort – die Männchen werden überflüssig. Dies ist nur eine der seltsamen Weisen, wie Bakterien ihre Wirte sexuell steuern können. Die endosymbiotisch lebenden Mikroorganismen lösen so ein handfestes Problem: Sie können ausschliesslich mütterlicherseits weitergegeben werden. Im Weibchen schlüpfen sie in die Eizellen und gelangen so in die nächste Generation. Spermien hingegen sind eine Sackgasse, denn diese übergeben nur ihr Erbgut, aber keine Zellbestandteile an das befruchtete Ei. Somit sind die Untermieter daran interessiert, dass vor allem infizierte Weibchen Nachkommen haben.

Bakterienspezies wie *Cardinium* oder *Wolbachia* greifen zu anderen Tricks, um ihre Vermehrung zu garantieren. Sie verhindern mittels einer Art zellulärer Inkompatibilität die Kreuzung von infizierten Männchen mit nicht infizierten Weibchen, damit sich Letztere nicht fortpflanzen. Es wird vermutet, dass dabei vom Bakterium erzeugte Moleküle die Teilung der Eizelle stören und die Embryonen deshalb absterben. So werden infizierte Weibchen bei der Fortpflanzung begünstigt.

### Männchen werden Weibchen

Das Bakterium *Wolbachia* kommt in zwei Dritteln aller Insektenarten vor, *Cardinium* in etwa 7 Prozent. Mit drastischen Massnahmen, deren Mechanismen noch nicht im Detail geklärt sind, verzerren sie auch das Geschlechterverhältnis der Insekten zu ihren Gunsten. Sie erzeugen im Zellinneren Substanzen, die Männchen in der Brut abtöten oder sie während der Ei-Entwicklung in Weibchen umwandeln.

Die Entdeckung dieser Manipulationsmöglichkeiten der Bakterien eröffnet aufregende neue Wege in der Kontrolle von Schadinsekten. Viele Krankheiten wie Malaria oder Denguefieber werden von Insekten übertragen, und allein in den USA vernichten Insekten

jährlich geschätzte 13 Prozent der Ernte. Dass die Bakterien in der Bekämpfung der Insekten als Verbündete dienen könnten, wiesen griechische Wissenschaftler vor einigen Jahren erstmals nach. Sie injizierten *Wolbachia*-Bakterien in die Mittelmeerfruchtfliege, einen häufigen Obstschädling. Die Hoffnung war, dass eine Fortpflanzungssperre zwischen infizierten und nicht infizierten Fliegen entstehen würde. Tatsächlich schrumpfte der Schädlingsbestand im Labor um sensationelle 99 Prozent. Es finde eine Art Sterilisation der Schädlingspopulation statt, erläutert Alexandre Aebi von der landwirtschaftlichen Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon. So könne ihr Bestand reduziert werden.

### Bakterien als Verbündete

Aebi ist Schweizer Koordinator der europäischen COST-Initiative, die bakterielle Mitbewohner von Insekten als biologische, giftfreie Schädlingsbekämpfung fördern will. Diese Strategie nimmt weltweit an Bedeutung zu, da zumindest in der EU die Zahl zugelassener, teilweise giftiger Pflanzenschutzmittel reduziert werden soll.

Endosymbionten könnten die Wirkung eines Nützlings – der zur Bekämpfung eines Schädlings eingesetzt wird – dramatisch beeinflussen, schreiben Aebi und Renate Zindel in einem neuen Artikel im «Journal of Applied Ecology». Zum Beispiel sind gewisse Blattlauspezies resistent gegen die Angriffe von parasitischen Wespen, die ihre Eier in die Larven der Läuse legen. Solche Wespen werden häufig in Gewächshäusern zur pestizidfreien Schädlingsbekämpfung eingesetzt. Dass aber nicht die Laus, sondern die Mikrobe *Hamiltonella defensa* für den Schutz verantwortlich ist, entdeckten Kerry Oliver und Kollegen von der Universität des amerikanischen Gliedstaats Georgia. Und damit nicht genug. Das Gift, das den Wespennachwuchs in der Blattlaus tötet, stammt nicht vom Bakterium, sondern von winzigen Viren, die in deren Innerem leben. Ein Untermieter des Untermieters macht die Blattläuse also immun gegen die Wespen – und sichert damit auch seine eigene Verbreitung.

Wenn beim Einsatz oder bei der Zucht von Nutzinsekten etwas nicht funktioniere, müsse man mit molekularbiologischen Techniken nach Endosymbionten suchen, sagt Aebi. Dies geschehe aber selten bei Unternehmen, die kommerziell Nützlinge herstellen.

### Bekämpfung von Krankheiten

Auch bei krankheitsübertragenden In-

sekten lohnt sich der Blick auf die Mikrobenflora. In Australien testen Wissenschaftler *Wolbachia* bereits in freier Wildbahn gegen Dengue übertragende Stechmücken. Sie schleusten die Bakterien in die Moskitos ein, denn sie hatten beobachtet, dass *Wolbachia* deren Lebensspanne verkürzt. Das reduziert die Chancen zur Übertragung der Dengue-Erreger. Doch dann entdeckte ein Team um Scott O'Neill von der Queensland University, dass die Mikrobe auf unbekannt Weise auch die Entwicklung des Denguevirus in der Mücke hemmt. Das Bakterium breite sich in der Mückenpopulation aus und gebe die Immunität weiter, sagt O'Neill. Dies könnte eine sehr nachhaltige Waffe gegen Dengue sein.

Ob es funktioniert, wird jetzt an den ersten 40 *Wolbachia*-infizierten Mückenweibchen untersucht, die Anfang dieses Jahres freigelassen wurden. Bisher verbreiteten sich die Bakterien wie vorhergesagt, sagt O'Neill. Ob sich das Denguefieber so eindämmen lässt, soll später in Asien überprüft werden, wo es mehr Erkrankungen gibt. Finanziert wird das Projekt von der australischen Regierung mit Unterstützung der Bill- und Melinda-Gates-Stiftung.

Eine weniger positive Rolle spielt *Wolbachia* bei der von Würmern übertragenen Flussblindheit: Nicht die Würmer, sondern die in ihnen lebenden Bakterien führen zur Erblindung. Die Krankheit lässt sich therapieren, indem die Erreger mit Antibiotika getötet werden. Endosymbionten stellen vieles auf den Kopf, was Biologen über Insekten zu wissen glaubten. In vielen Fällen sei ein Insekt nicht mehr länger nur ein Insekt, sagt Aebi, sondern ein Tier, mit dem Bakterien spielten. So verschmolzen teilweise sogar die Genome von Wirt und Bakterien. Was bis anhin als Art bezeichnet wurde, sei in Wahrheit ein Komplex verschiedenster Organismen.