

Το γονιδίωμα των μελισσών – Αποκωδικοποιώντας το Waggle Dance

Οι μέλισσες *Apis Mellifera* είναι ένα απ' τα πιο θαυμαστά ζώα στον κόσμο. Παρουσιάζουν υψηλή κοινωνικότητα, ζώντας σε περίπλοκες κοινωνίες –κυψελές στις οποίες τα άτομα μέλισσες συνεργάζονται με υπευθυνότητα για να διεξαχθούν συγκεκριμένες εργασίες που ωφελούν όλη την κυψέλη! Παρά το μικρό τους εγκέφαλο που περιέχει μόνο 1 εκατομμύριο νευρώνες (ο ανθρώπινος εγκέφαλος περιέχει 100 δις νευρώνες), οι μέλισσες είναι ικανές να εμφανίζουν περίπλοκες συμπεριφορές και να επικοινωνούν αποτελεσματικά με χιλιάδες άλλες μέλισσες που απαρτίζουν την κοινωνία της κυψέλης. Κάθε μέλισσα αναγνωρίζει την οσμή της δικής της κυψέλης, καθώς και οσμές που σηματοδοτούν κίνδυνο, που παραπέμπουν σε εργασίες που πρέπει να εκτελεστούν και διακρίνουν την τάξη την ηλικία το φύλο από άλλες μέλισσες. Οι μέλισσες εργάτριες διαθέτουν εξαιρετική μνήμη. Όταν βρουν μια συστάδα λουλουδιών που εξασφαλίζει πλούσια παροχή σε νέκταρ, μια εργάτρια επιστρέφει στην κυψέλη και «χορεύει» τον Waggle dance, κατά τον οποίο διαγράφει οχτάρια (δηλ διαδρομή σε σχήμα 8) στο πλευρό της κηρήθρας.



Ο χορός μεταφέρει πληροφορία προς τις άλλες μέλισσες, για τη θέση της πηγής τροφής, περιλαμβάνοντας την κατεύθυνση ως προς τη γωνία του ήλιου, και την απόσταση της πηγής από την κυψέλη. Μια μέλισσα είναι ικανή να συγκρατεί και να ανακαλεί πέντε διαφορετικές θέσεις ανθέων, περιλαμβάνοντας την κατεύθυνση και απόσταση κάθε θέσης από την κυψέλη, διακριτικά σημεία κατά μήκος της διαδρομής, και την ώρα της μέρας όταν τα λουλούδια παράγουν το περισσότερο νέκταρ.

Οι μέλισσες δεν είναι αντικείμενο βιολογικής περιέργειας. Παίζουν κρίσιμο ρόλο στην επικοινωνία πολλών σημαντικών καλλιεργειών τροφίμων, εκτός απ' την παραγωγή μελιού και κεριού. Ένεκα της γεωργικής και επιστημονικής σημαντικότητας, η μέλισσα επελέγη για αλληλούχιση του γονιδιώματός της, από το εθνικό ινστιτούτο υγείας των ΗΠΑ. Η πλήρης αλληλούχιση του γονιδιώματος, δημοσιεύτηκε το 2006 και μας έχει αποφέρει πλήθος πληροφοριών για τη συμπεριφορά, τη νευρονική λειτουργία, την οικολογία και εξέλιξη των μελισσών.

Το γονιδίωμα της μέλισσας απαρτίζεται από 10157 γονίδια, τα οποία περιλαμβάνουν 236 εκατομμύρια ζεύγη βάσεων ($236 \times 10^6 \text{bp}$) του DNA. Με βάση τη γονιδιωματική πληροφορία, 36 γονίδια έχουν ταυτοποιηθεί ότι κωδικοποιούν νευροπεπτίδια–εγκεφαλικές πρωτεΐνες που επηρεάζουν συμπεριφορά και μνήμη. Περισσότερα από 3000 γονίδια είναι ενεργά στον εγκέφαλο της μέλισσας, και οι ερευνητές έχουν εντοπίσει ρυθμιστικές περιοχές, που ελέγχουν την έκφραση πολλών από αυτά τα γονίδια, περιλαμβανομένων μερικών που είναι σημαντικά στην ανάπτυξη συμπεριφοράς προς αναζήτηση τροφής. Συγκρινόμενες με άλλα έντομα, οι μέλισσες διαθέτουν επίσης περισσότερα γονίδια που κωδικοποιούν οσφρητικούς υποδοχείς, οι οποίοι είναι συνυφασμένοι με το εκλεπτυσμένο σύστημα χημικής επικοινωνίας τους.

Οι μέλισσες έχουν από παλιά συνδεθεί με τους ανθρώπους, όμως η ακριβής εξελικτική προέλευση των μελισσών ήταν άγνωστη μέχρι πρόσφατα. Με πληροφορίες από τη γονιδιωματική αλληλούχιση, οι γενετιστές μελισσών χρησιμοποίησαν SNPs (Single Nucleotide Polymorphisms), δηλαδή γονιδιακές θέσεις που διαφέρουν σε μία μόνο αζωτούχο βάση ενός νουκλεοτιδίου, με στόχο να μελετηθούν οι εξελικτικές σχέσεις μεταξύ μελισσών από διαφορετικά μέρη του κόσμου. Αυτή η μελέτη αποκάλυψε ότι η *A. Mellifera*, κατάγεται όχι από την Ασία όπως αρχικά νομιζαν, αλλά από την Αφρική. Οι Αφρικανικοί οληθυσμοί στη συνέχεια εξαπλώθηκαν σε Ευρώπη και Ασία, με δύο κύματα, ένα πληθαίνοντας την δυτική Ευρώπη, και ένα δεύτερο προς Ασία και ανατολική Ευρώπη.

Οι Ευρωπαϊκές μέλισσες εισήχθησαν στην βόρειο Αμερική από τους πρώτους Ευρωπαίους αποίκους. Αλλά κάποιες έχουν αντικατασταθεί τις τελευταίες δεκαετίες από απογόνους των Αφρικανικών «killer bees», γνωστές για την επιθετική συμπεριφορά με τσιμπήματα. Αυτές οι μέλισσες μεταφέρθηκαν στη Βραζιλία το 1956, και στη συνέχεια εξαπλώθηκαν βόρεια προς τις ΗΠΑ. Αναλύσεις των SNPs που συλλέχτηκαν στις ΗΠΑ από μέλισσες πριν το 1990, έδειξε ότι κατείχαν μόνο Ευρωπαϊκά γονίδια, ενώ από το 1993 ως το 2001 μέλισσες από το νότιο Τεξας έδειξαν μια μετάπτωση προς γονίδια κυρίαρχα της Αφρικανικής καταγωγής.

Η. Γαβρίλης

- Waggle dance

https://en.wikipedia.org/wiki/Waggle_dance

- Honey Bee Genome project

<https://www.hgsc.bcm.edu/arthropods/honey-bee-genome-project>

- Digging into the Genomic Past of Swiss Honey Bees by Whole-Genome Sequencing Museum Specimens

<https://academic.oup.com/gbe/article/12/12/2535/5900668>

- Insights into social insects from the genome of the honeybee *Apis mellifera*

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2048586/>

- Insights into social insects from the genome of the honeybee *Apis mellifera*

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2048586/>