

Προσαρμογή

ΓΕΝΕΤΙΚΗ ΠΛΗΘΥΣΜΩΝ & ΕΞΕΛΙΞΗ



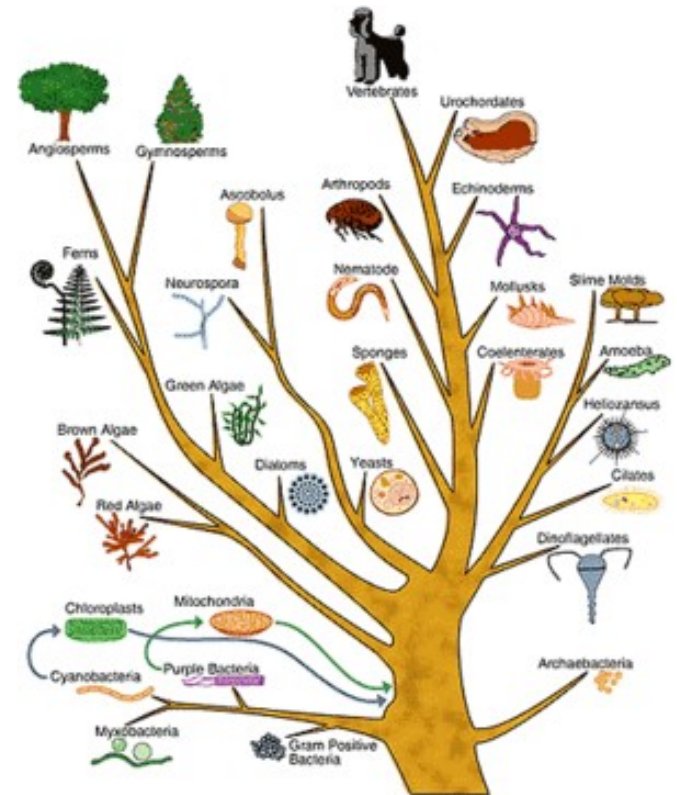
Εξέλιξη

Μικροεξέλιξη

- Εξελικτικές αλλαγές στα αλληλόμορφα και στις συχνότητες των αλληλομόρφων μέσα στους πληθυσμούς
- Μελέτη μέσα από τη γενετική πληθυσμών, τα μαθηματικά μοντέλα και τις παρατηρήσεις σε έρευνες με γενετικούς δείκτες σε πληθυσμούς

Μακροεξέλιξη

- Ανάπτυξη νέων ειδών (ειδογένεση), προσαρμογή, φυλογενετικές σχέσεις μεταξύ οργανισμών
- Μεγάλης κλίμακας εξελικτικών μεταβολών σε είδη, γένη και οικογένειες, που μελετώνται μαζί με τις αλλαγές του περιβάλλοντος



Προσαρμογή

Η έννοια της προσαρμογής είναι διαφορετική σε διαφορετικά πεδία της βιολογίας

Στη **φυσιολογία** των οργανισμών, η προσαρμογή ταυτίζεται με τον εγκλιματισμό, τη φυσιολογική αντίδραση και αντιστοίχιση ατομικών οργανισμών σε διαφορετικές συνθήκες του περιβάλλοντος

- Π.χ. Ημερήσια και εποχιακή φωτοπερίοδος στα φυτά
- Λέγεται και φυσιολογική πλαστικότητα
- Οι αλλαγές αυτές σε φυσιολογικό επίπεδο δεν κληρονομούνται, οπότε δεν προκαλούν εξελικτικές μεταβολές

Εξελικτική προσαρμογή

Στην εξελικτική βιολογία η προσαρμογή έχει δύο ερμηνείες

Η **διαδικασία** της εξελικτικής προσαρμογής, μέσα από το μηχανισμό της φυσικής επιλογής

- Συμβαίνει όταν υπάρχει γενετική ποικιλότητα ανάμεσα στα άτομα ενός πληθυσμού και διαφορές ανάμεσα στην αρμοστικότητα των γονοτύπων
- Τη λειτουργία της περιγράφουν μαθηματικά μοντέλα (βλ. προηγούμενο μάθημα)

Η **κατάσταση** της προσαρμογής, σαν αποτέλεσμα της διαδικασίας μέσα από τη φυσική επιλογή

- Ατομικοί χαρακτήρες των οργανισμών φανερώνουν την προσαρμογή
- Δεν μπορεί να περιγραφεί μέσα από μαθηματικά μοντέλα, παρά μόνο από υποθέσεις σχετικά με τη δράση που οδήγησε στο αποτέλεσμα που παρατηρούμε
- Αυτή η προσέγγιση θα μας απασχολήσει στην ενότητα αυτή

Η έννοια της προσαρμογής

Προσαρμογή: ένας χαρακτήρας που έχει σχηματισθεί από τις δυνάμεις της φυσικής επιλογής, που δρουν πάνω στη γενετική ποικιλότητα του πληθυσμού αυξάνοντας τη μέση αρμοστικότητα του οργανισμού στις επόμενες γενιές

Τα γενετικά χαρακτηριστικά των πληθυσμών αλλάζουν, αλλά η προσαρμογή είναι ένα απόκτημα που αφορά αποκλειστικά και μόνο το κάθε άτομο του πληθυσμού



Μελέτη της προσαρμογής

1. Παρατήρηση και περιγραφή ενός γνωρίσματος σε έναν οργανισμό
2. Διατύπωση μιας προσαρμοστικής υπόθεσης για την εξέλιξη του χαρακτηριστικού
3. Έλεγχος της υπόθεσης με πειράματα ή συλλογή επιπλέον δεδομένων

Προσαρμογιστικό πρόγραμμα (adaptationism)

Ανάλυση προσαρμογής: να αποδείξουμε ότι ο χαρακτήρας έχει σχηματισθεί από τη φυσική επιλογή, να εξειδικεύσουμε τη φύση του επιλεκτικού παράγοντα

- Η προσέγγιση αυτή δίνει έμφαση στη δράση της φυσικής επιλογής, που θεωρείται ο κύριος παράγοντας της εξέλιξης
- Απάντηση στην αμφισβήτηση της ορθότητας της δαρβίνειας θεωρίας περί φυσικής επιλογής

Προσοχή: Δεν είναι όλοι οι χαρακτήρες των οργανισμών προσαρμογές

Η αναγνώριση της προσαρμογής

Μια σύνθετη δομή είναι πιθανότατα προσαρμογή, καθώς θεωρείται δύσκολο να εξελιχθεί χωρίς τη δράση της φυσικής επιλογής

- Το αεροδυναμικό σχήμα φτερών στα γεράκια
- Ο οφθαλμός στα περισσότερα ζώα

Συγκριτική μέθοδος: συσχέτιση διαφορών μεταξύ των ειδών με συγκεκριμένους οικολογικούς παράγοντες

- εξελικτική σύγκλιση (π.χ φυλλόπτωση σαν προσαρμογή των φυτών σε ξερικές ή πολύ ψυχρές συνθήκες, πεπλατυσμένο μέγεθος σώματος σε γλώσσες και σαλάχια): ίδιοι εξελικτικοί παράγοντες διαμορφώνουν κοινά πρότυπα χαρακτήρων σε πολύ διαφορετικά είδη

Συνδυασμός συγκριτικής μεθόδου με φυλογενετική ανάλυση: κοινά χαρακτηριστικά μεταξύ συγγενικών ειδών μπορεί να είναι κληρονομιά από έναν κοινό πρόγονο

Προσαρμογή άμυνας ενάντια στη βόσκηση

Τα φυτά της ερήμου
διαθέτουν αγκάθια για να
αποφεύγουν τη βόσκηση



Προσαρμογή άμυνας ενάντια στη βόσκηση

Ο αυξητικός ιστός στα
αγρωστώδη βρίσκεται στη
βάση των βλαστών, κοντά
στη ρίζα, και όχι στην
κορυφή των κλαδιών όπως
γίνεται σε άλλα φυτά

Όταν απομακρυνθεί το
μεγαλύτερο μέρος του
βλαστού από τη βόσκηση,
το φυτό αυξάνει ξανά από
τη βάση του





lichen-covered trunk

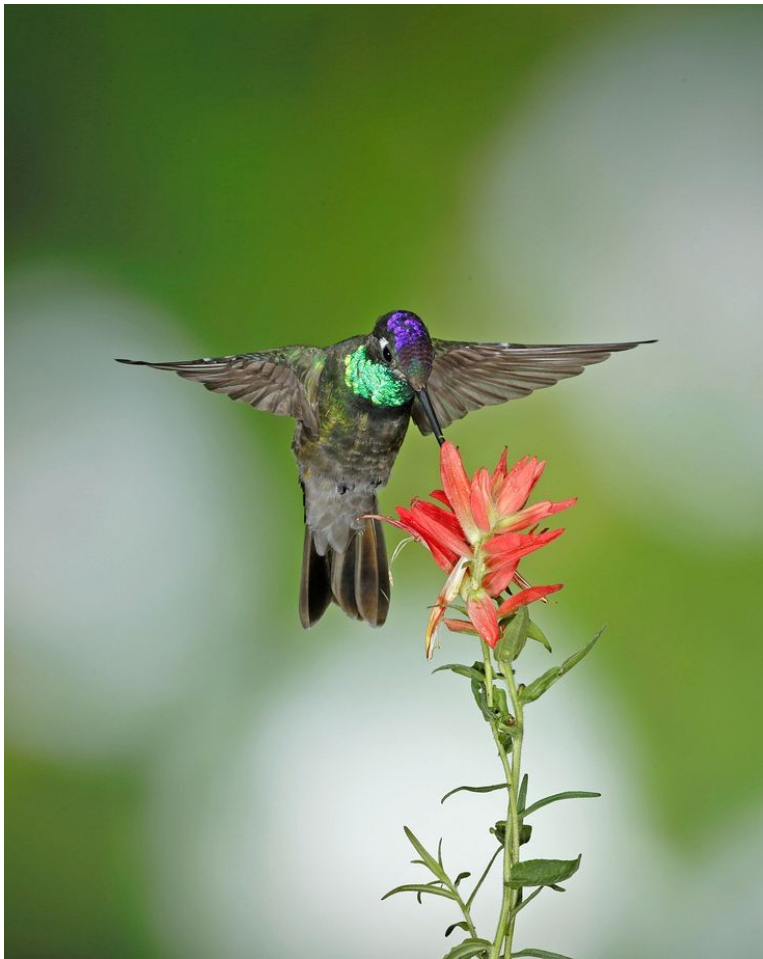


lichen-free, soot-covered trunk

Show moths

Χρωματισμός πεταλούδας και θήρευση

Η δυσκολία εντοπισμού των πεταλούδων από τους θηρευτές (πουλιά) δίνει υψηλή αρμοστικότητα στους συγκεκριμένους φαινότυπους, οπότε θεωρείται προσαρμογή (κατευθύνουσα επιλογή)



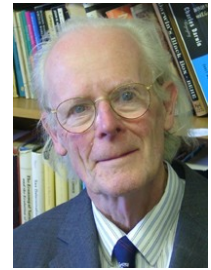
Διμορφισμός στο χρώμα των πετάλων για την προσέλκυση διαφορετικών επικονιαστών

Στο φυτό Indian paintbrush (γένος *Castilleja*), εμφανίζονται δύο ειδών βασικά χρώματα ανθών: με κόκκινα πέταλα που προσελκύουν κυρίως πτηνά και πεταλούδες και με κιτρινωπά πέταλα που προσελκύουν κυρίως μέλισσες και μυρμήγκια

- Πειραματικές μελέτες ή σαφείς αναλύσεις της αρμοστικότητας προσφέρουν άμεσες αποδείξεις για το αν κάποιος χαρακτήρας είναι προσαρμογή
 - Το χρωματικό πρότυπο μιας πεταλούδας προσφέρει προστασία από θηρευτή?
 - Έλεγχος ρυθμού θήρευσης μεταξύ διαφορετικών φαινοτύπων
- Σε αρκετές περιπτώσεις οι πειραματικές μέθοδοι δεν μπορούν να αποδείξουν αν κάποιος χαρακτήρας έχει εξελιχθεί για κάποια ιδιαίτερη λειτουργία
 - Οι φυτικές χημικές ενώσεις (τερπένια και αλκαλοειδή) απωθούν φυτοφάγα έντομα: προσαρμογή ή απλώς άχρηστα παράγωγα του μεταβολισμού;
- Στην προσπάθεια των επιστημόνων να στηρίξουν τη θεωρία της εξέλιξης, πολλές φορές δόθηκε μεγαλύτερη έμφαση στη δράση της φυσικής επιλογής στην εξέλιξη και απλοποιήθηκε ο μηχανισμός της

Πειραματική απόδειξη της προσαρμογής

Το προσαρμογιστικό πρόγραμμα (adaptationism)



- Το προσαρμογιστικό πρόγραμμα (John Maynard Smith): η έρευνα που βασίζεται στην υπόθεση ότι όλα τα χαρακτηριστικά είναι προσαρμοστικά, ότι βρίσκονται κοντά στο άριστο και ότι οι διαφορές μεταξύ των ειδών αποτελούν προσαρμογές σε διαφορετικούς επιλεκτικούς παράγοντες
 - Η φυσική επιλογή ως μια ισχυρή δύναμη που οδηγεί στη βελτιστοποίηση
- Κυριάρχησε στην Αγγλία και τις ΗΠΑ το δεύτερο μισό του 20ου αιώνα
 - Οδήγησε στην ανάπτυξη νέων ερμηνειών (π.χ ερμηνεία του αλτρουϊσμού μέσω επιλογής συγγενούς, κοινωνιοβιολογία κτλ.)
- Έφτασε όμως σε υπερβολές προσπαθώντας να εξηγήσει κάθε χαρακτήρα μέσω της επιλογής (π.χ το χρώμα του αίματος οφείλεται απλά στις φυσικές ιδιότητες της αιμοσφαιρίνης και όχι σε κάποια προσαρμογή)
 - Του άσκησαν κριτική οι Gould και Lewontin





Το εγωιστικό γονίδιο

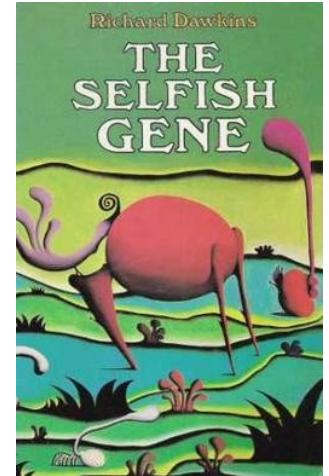
Το 1976 ο Richard Dawkins δημοσιεύει το γνωστό βιβλίο του «το εγωιστικό γονίδιο» (the selfish gene)

Ο Dawkins υποστηρίζει τη **γονιδιοκεντρική αντίληψη** της εξέλιξης

- Σε αντίθεση με τις απόψεις που επικεντρώνονται στον οργανισμό και την ομάδα ως βάση της εξέλιξης
- Ιδέες που αναπτύχθηκαν κατά τη δεκαετία του 1960 από τον W. D. Hamilton
- Όσο περισσότερα δύο άτομα σχετίζονται γενετικά, τόσο πιο πολύ έχουν την τάση να συμπεριφέρονται ανιδιοτελώς μεταξύ τους
- Στόχος των οργανισμών είναι να περάσουν περισσότερα αντίγραφα των γονιδίων τους στην επόμενη γενιά, χρησιμοποιώντας τον οργανισμό σαν «όχημα»

Πρόκειται για προέκταση του προσαρμογισμού

- Η προσαρμογιστική προσέγγιση δίνει έμφαση στους χαρακτήρες, σαν αποτέλεσμα δράσης της φυσικής επιλογής
- Ο Dawkins θεωρεί το γονίδιο σαν το κεντρικό στοιχείο της προσαρμοστικής διαδικασίας
- Ασκήθηκε έντονη κριτική ενάντια στον Dawkins, κυρίως από Gould και Lewontin



Αμφισβήτηση του προσαρμογιστικού προγράμματος



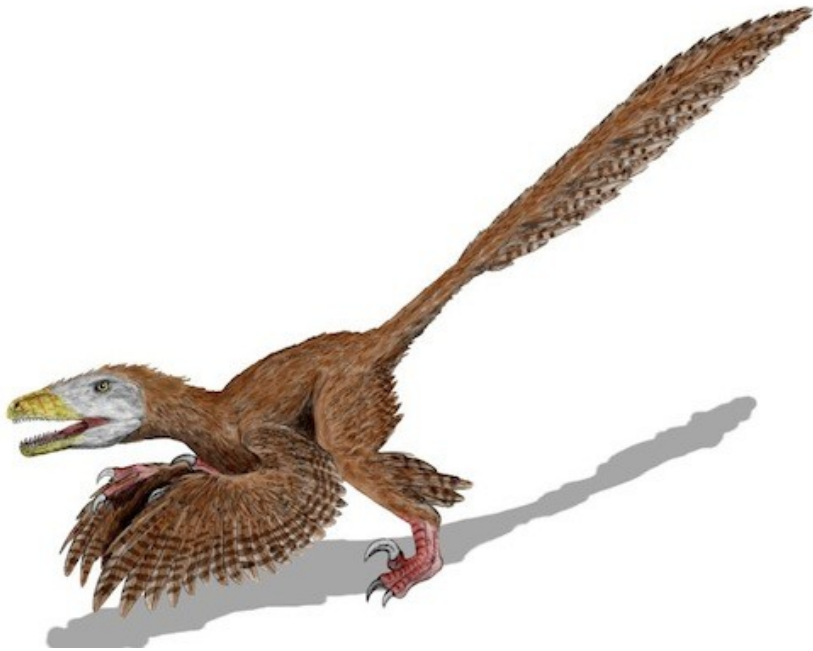
Η πιο σημαντική αμφισβήτηση στο προσαρμογιστικό πρόγραμμα εκδηλώθηκε το 1979 από τους SJ Gould και RC Lewontin

Πολλοί χαρακτήρες των οργανισμών μπορούν να εξηγηθούν και με εναλλακτικές δυνάμεις προς την άμεση προσαρμογή, όπως

- Τη δράση της γενετικής εκτροπής σε πεπερασμένους πληθυσμούς
- Τον πλειοτροπισμό, την αλλομετρία, κ.α.
- Τη φυσιολογική πλαστικότητα και άλλες μορφές προσαρμογής χωρίς φυσική επιλογή
- Ανάπτυξη χαρακτήρων μέσω φυσικής επιλογής στη βάση χαρακτήρων που είχαν αναπτυχθεί προσαρμοστικά σε προγονικά είδη και πληθυσμούς
- Προσαρμογή με φυσική επιλογή σε χαρακτήρες που μετά δευτερογενώς αποκτούν άλλη σημασία

Εξαρμογή / παραδείγματα

ΤΑ ΦΤΕΡΑ ΣΤΑ ΠΤΗΝΑ



ΤΟ ΓΛΥΨΙΜΟ ΤΟΥ ΣΚΥΛΟΥ



Εξέλιξη των χαρακτήρων του κύκλου της ζωής

Ποιά είναι η ιδανική αναπαραγωγική στρατηγική;

- αμέσως μετά τη γέννηση
- παραγωγή άπειρου αριθμού απογόνων αμέσως
- αθανασία

Darwinian demons

Γιατί η εξέλιξη δεν κατάφερε να φτιάξει έναν τέτοιο οργανισμό;

Γιατί κάποιοι οργανισμοί ζουν περισσότερο από κάποιους άλλους;

Γιατί κάποιοι αναπαράγονται γρηγορότερα από άλλους;

Γιατί οι οργανισμοί γερνούν;

Η μελέτη των χαρακτήρων κύκλου ζωής έχει τεράστιο εξελικτικό ενδιαφέρον γιατί συνδέεται με τις δύο πιο σημαντικές ιδιότητες της αρμοστικότητας: την επιβίωση και τη γονιμότητα

Ποικιλότητα σε χαρακτήρες κύκλου ζωής (life history traits)

Οι οργανισμοί ποικίλουν
πολύ σε χαρακτηριστικά
κύκλου ζωής

Το γιγάντιο χταπόδι του
Βόρειου Ειρηνικού ζει 3-4
χρόνια, γεννά 1 φορά
χιλιάδες αυγά και μετά
πεθαίνει

Η σεκόγια ζει εκατοντάδες
χρόνια και παράγει
εκατομμύρια σπέρματα
κάθε χρόνο

Enteroctopus dofleini



Sequoia sempervirens



Μελέτη χαρακτήρων κύκλου ζωής

Μία προσέγγιση μελέτης των χαρακτήρων του κύκλου της ζωής των οργανισμών είναι η μαθηματική **μοντελοποίηση** των παραμέτρων αυτών μέσα από μια αντίληψη «βελτιστοποίησης» των συνδυασμών τους

Για τη μέγιστη δυνατή αρμοστικότητα, ένας οργανισμός επιδιώκει τον άριστο συνδυασμό των αλληλεπιδρούμενων χαρακτήρων ζωής, ανάλογα με:

- Εξωτερικούς παράγοντες (περιβάλλον, ανταγωνισμός, φυσικοί πόροι)
- Εσωτερικούς παράγοντες (αλληλεπίδραση των χαρακτήρων μεταξύ τους)

Με αυτό το πλαίσιο προσδιορίζουμε τον συνδυασμό χαρακτήρων της ιστορίας ζωής που μεγιστοποιεί την αρμοστικότητα.

Αυτή η προσέγγιση έχει χρησιμοποιηθεί με μεγάλη επιτυχία για την πρόβλεψη της εξέλιξης των χαρακτήρων κύκλου ζωής

Πότε πρέπει να ωριμάζει ένας οργανισμός;

Αναπαραγωγή σε μεγαλύτερη ηλικία

- Μεγαλύτερη γονιμότητα λόγω μεγέθους και συλλογής πόρων
- Αυξημένη επιβίωση απογόνων χάρη στην γονική φροντίδα

Αναπαραγωγή σε μικρή ηλικία

- Μείωση του κινδύνου θανάτου πριν την ηλικία αναπαραγωγής
- Μείωση της διάρκειας γενιάς

Το όφελος και το κόστος έχουν ως αποτέλεσμα μια ενδιάμεση κατάσταση

Evolutionary “trade offs” (εξελικτικοί συμβιβασμοί): η αύξηση σε έναν χαρακτήρα κύκλου της ζωής συνεπάγεται τη μείωση ενός άλλου παρόμοιου χαρακτήρα

Αριθμός αυγών /

Ένα κλασικό παράδειγμα
εξελικτικού συμβιβασμού

Ο αριθμός των απογόνων που
επιβιώνουν μειώνεται όταν
γεννιούνται λίγα ή πολλά αυγά

Τα λίγα αυγά είναι λίγα και τα
πολλά δίνουν περισσότερους
απογόνους από όσους μπορούν
αν φροντίσουν οι γονείς

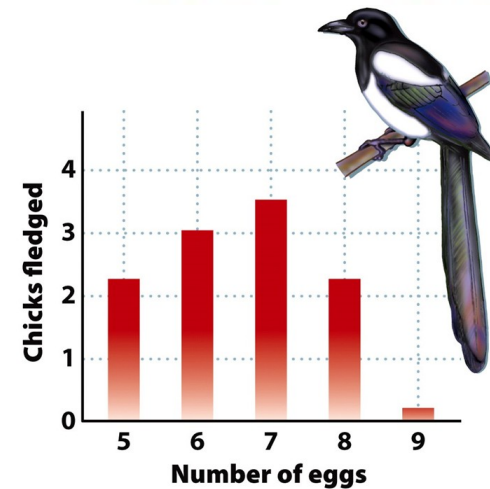
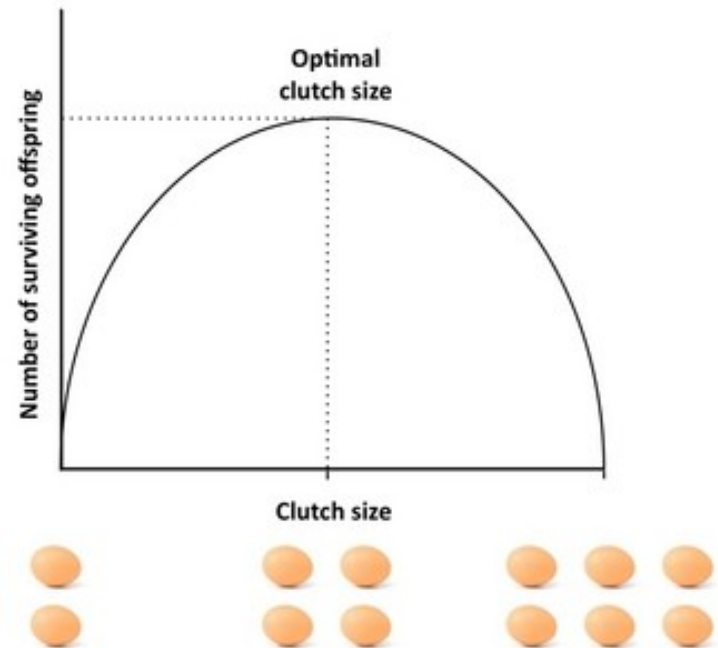


Figure 7.3
The Economy of Nature, Sixth Edition
© 2010 W. H. Freeman and Company

Πότε πρέπει να ωριμάζει ένας οργανισμός?

Αν η θνησιμότητα των ενηλίκων είναι μεγάλη, ευνοείται η αναπαραγωγή σε μικρή ηλικία

- π.χ. Εξωτερικοί παράγοντες όπως η θήρευση

Αν ο ρυθμός επιβίωσης είναι υψηλός, τότε ευνοείται η αναπαραγωγή σε μεγαλύτερη ηλικία και η καθυστέρηση της ωρίμανσης

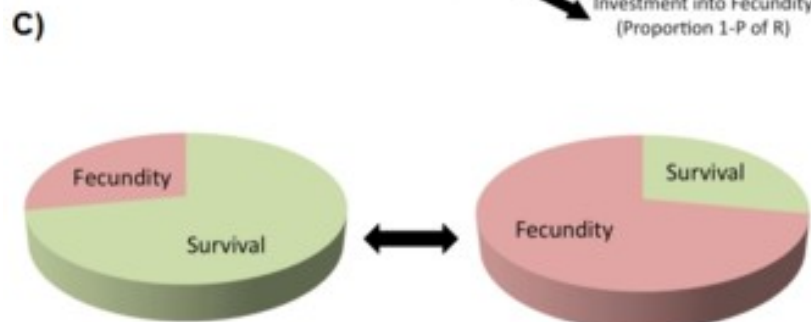
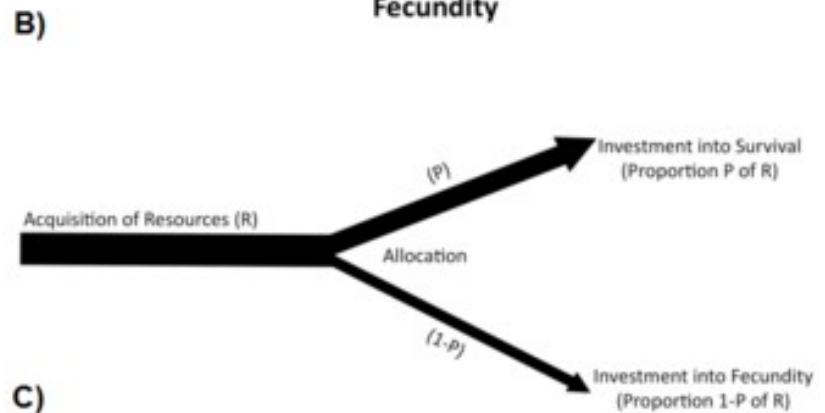
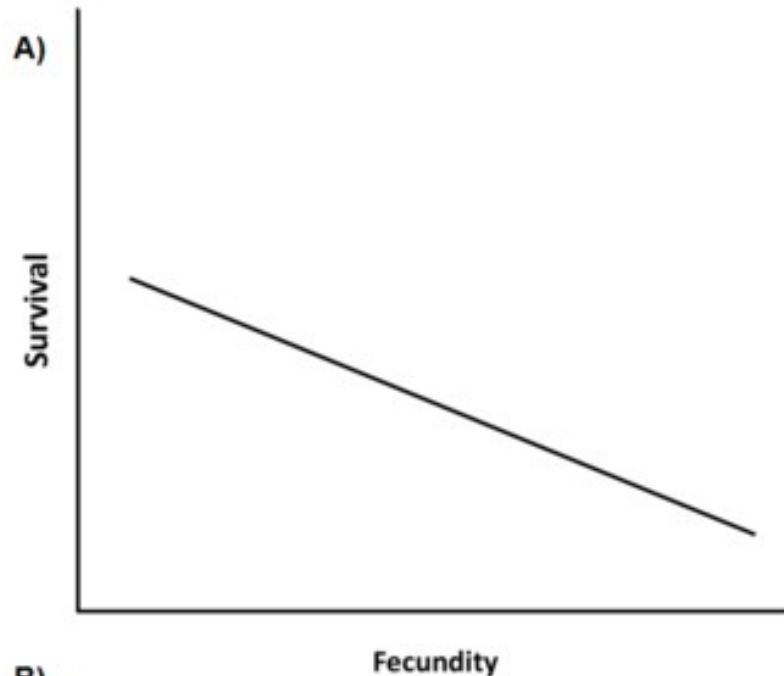
Εξελικτικά «παζάρια»

Τρεις τρόποι να αντιληφθούμε τους εξελικτικούς συμβιβασμούς ανάμεσα στη βιωσιμότητα και τη γονιμότητα

A) αρνητική συσχέτιση

B) Κατανομή περιορισμένων πόρων (Y – model)

C) Οι περιορισμένοι πόροι που είναι διαθέσιμοι απεικονίζονται σαν πίτα



Γονική φροντίδα – who cares and why?

Τι καθορίζει αν θα φροντίσει τους απογόνους ο ένας από τους δύο γονείς (μόνο η μητέρα σε κάποια πουλιά και τα περισσότερα θηλαστικά) ή μόνο ο πατέρας σε πολλά ψάρια και κάποιους βατράχους) ή και οι δύο γονείς (πολλά είδη πουλιών)



Burying beetle - facultative uni- or biparental care



Burrowing bugs - female only care



Waterbug - male only care

Δύο υποθέσεις

Εγκαταλείπει την «οικογένεια», εκείνο το άτομο που έχει επενδύσει λιγότερο στην αναπαραγωγή

Παραμένει στην «οικογένεια» εκείνο το άτομο που έχει περισσότερα να κερδίσει

Αλτρουϊσμός

Αλτρουϊσμός: μια συμπεριφορά ενός ατόμου που έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της αρμοστικότητάς του προς όφελος της αρμοστικότητας ενός άλλου ατόμου.

Το πρόβλημα του αλτρουϊσμού: με μια πρώτη ματιά τέτοιες συμπεριφορές δεν ευνοούνται από τη φυσική επιλογή άρα δεν μπορούν να επικρατήσουν.

Στη φύση όμως παρατηρούμε πολλές τέτοιες συμπεριφορές, όπως

- η γονική φροντίδα
- κραυγές συναγερμού από μέλος μιας ομάδας όταν αντιληφθεί κίνδυνο
- νυχτερίδες βαμπίρ που ταΐζουν άλλα μέλη της ομάδας
- Στείρες εργάτριες, στα κοινωνικά έντομα, που βοηθούν την ανατροφή των παιδιών της βασίλισσας

Πώς επικράτησαν εξελικτικά αυτές οι συμπεριφορές;

Εγκλείουσα αρμοστικότητα

- Εγκλείουσα αρμοστικότητα (Hamilton 1964): Η αρμοστικότητα ενός ατόμου δεν βασίζεται μόνο στη δική του αναπαραγωγική επιτυχία αλλά και στην επίδραση που έχει στην αρμοστικότητα άλλων ατόμων σταθμισμένη ως προς τη μεταξύ τους γενετική συγγένεια

$$w_i = a_i + \sum r_{ij} b_{ij}$$

- όπου w_i : η εγκλείουσα αρμοστικότητα ατόμου i ,
- a_i : η άμεση επίδραση του χαρακτήρα στην αρμοστικότητα του ατόμου i
- b_{ij} : η επίδραση του χαρακτήρα του ατόμου i στην αρμοστικότητα του ατόμου j
- r_{ij} : συντελεστής συγγένειας μεταξύ των ατόμων i και j

Η αλτρουϊστική συμπεριφορά απευθύνεται προς τους συγγενείς Προειδοποιητικές κραυγές όταν πλησιάζει θηρευτής. Τραβάει την προσοχή στο άτομο που φωνάζει και προειδοποιεί τα άλλα άτομα της ομάδας. Για το άτομο που προειδοποιεί τους υπόλοιπους αυξάνεται ο κίνδυνος θήρευσης ενώ μειώνεται για τους συγγενείς ΤΟΥ.



Συνεργατική αναπαραγωγή

Σε μερικά είδη, κάποια άτομα δεν αναπαράγονται τα ίδια, προκειμένου να βοηθήσουν συγγενείς τους να αναπαραχθούν (ένα ζευγάρι παράγει απογόνους ενώ άλλα άτομα μαζεύουν τροφή, υπερασπίζονται τη φωλιά κτλ)



Βαθμός ανταγωνισμού ανάμεσα στα
αδέλφια

Κάποια άτομα προτιμούν να είναι
λιγότερο ανταγωνιστικά ώστε να
βοηθήσουν τα αδέλφια τους και να
μοιράζονται την τροφή

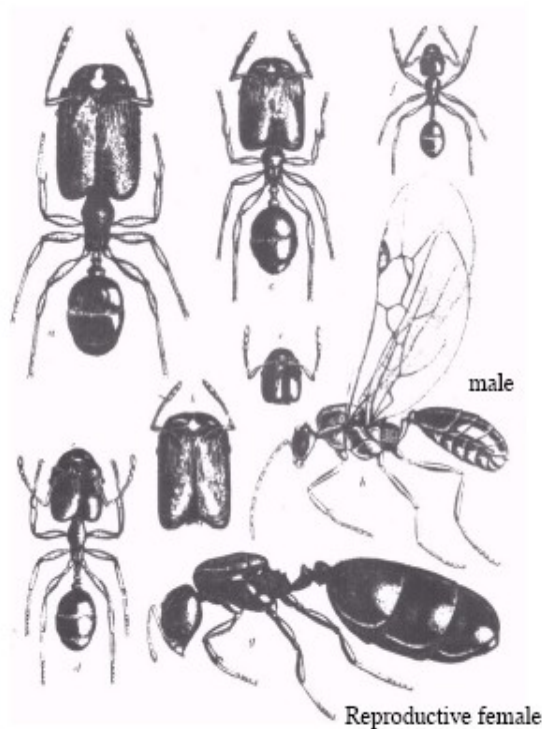


Κοινωνική δομή – Eusociality

Ακραία μορφή αλτρουϊσμού

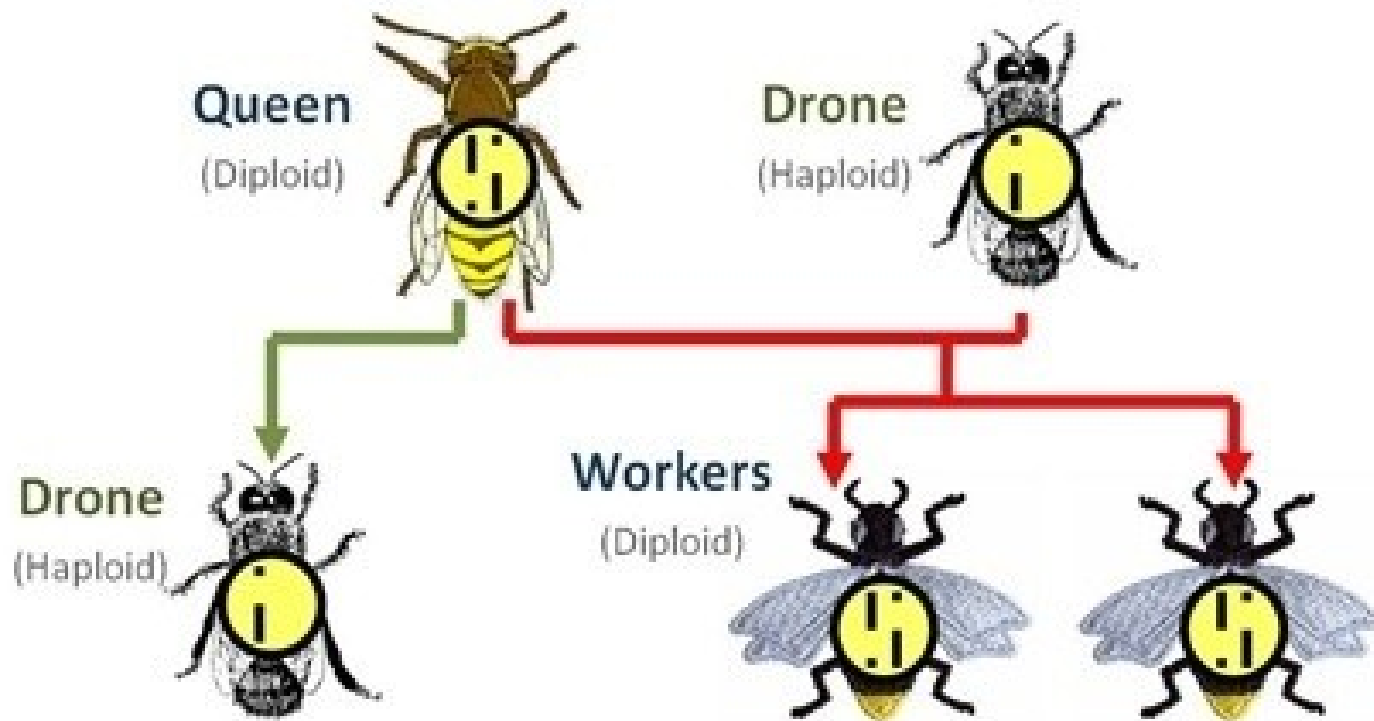
Απαιτούνται: επικαλυπτόμενες
γενιές, στείρες μορφές ατόμων,
συνεργατική φροντίδα των
νεογνών

Συχνή στα έντομα (υμενόπτερα,
τερμίτες) αλλά και θηλαστικά.



Pheidole ants

Haplo-Diploid Sex Determination in Bees



Sister-Workers are 75% - related to each other

Επιλογή υπέρ συγγενών kin selection

Θεωρία που αναπτύχθηκε από τους WD Hamilton (1964) και J Maynard Smith (1964)

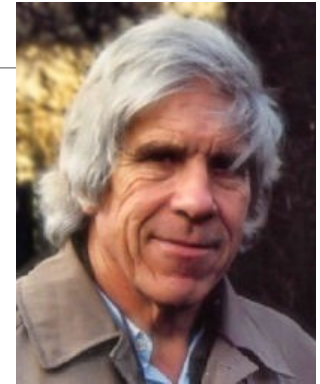
- Υιοθετήθηκε σε μεγάλο βαθμό και επικράτησε σαν ερμηνεία του αλτρουισμού

Η κοινωνική συμπεριφορά των οργανισμών (ατόμων) συνδέεται με τη συγγένεια

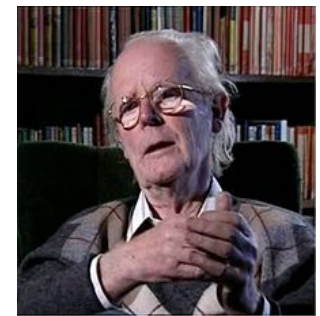
- εγκλείουσα αρμοστικότητα

Σημαντικές διαφωνίες, π.χ. από E.O. Wilson

- Οι οικολογικές συνθήκες είναι τα αίτια της ανάπτυξης της κοινωνικότητας
- Αν η "κοινωνικότητα" κληρονομείται, τότε δίνει υψηλή αρμοστικότητα στους γονότυπους που τη φέρουν χωρίς να χρειάζεται να συνυπολογίζεται η συγγένεια
- Ακόμα συνεχίζεται η διαμάχη αυτή...



WD Hamilton



J Maynard Smith

Επιλογή σε ομάδες group selection

Μηχανισμός της εξέλιξης, όπου η φυσική επιλογή δρα σε επίπεδο ομάδων και όχι ατόμων

Πρώτη αναφορά από τον Δαρβίνο στο "The descent of Man"

Ο Konrad Lorenz πρότεινε την επιλογή "για το καλό του είδους"

- λανθασμένη προσέγγιση

Ο ζωολόγος VC Wynne-Edwards υποστήριξε (μαζί με άλλους) την επιλογή σε ομάδες σαν εξήγηση της κοινωνικής συμπεριφοράς στα ζώα

- Τη δεκαετία του 1960 η επιστημονική κοινότητα (κυρίως οι John Maynard Smith, CM Perrins George C Williams) απορρίπτει την επιλογή σε ομάδες

Το 1994 οι DS Wilson και E. Sober επαναφέρουν την επιλογή σε ομάδες σαν μέρος μιας "πολυεπίπεδης εξελικτικής θεωρίας"

- Η επιλογή δρα σε γονίδια, κύτταρα, οργανισμούς και ομάδες
- Σε μια ομάδα, ένα εγωιστικό άτομο νικά έναν αλτρουιστή, αλλά μια ομάδα από αλτρουιστές νικά μια ομάδα με εγωιστές (EO Wilson)

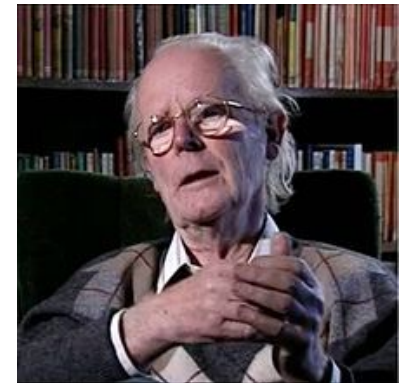
Αμοιβαίος αλtruισμός

Αλtruιστικές συμπεριφορές μπορεί να απευθύνονται και προς μη συγγενείς. Η θεωρία παιγνίων (**game theory**) μπορεί να δείξει ότι η καλύτερη στρατηγική επιβίωσης είναι η ανταπόδοση μιας συμπεριφοράς προς αλtruιστικά άτομα μάλλον παρά σε εγωιστικά (tit for tat)

Απαιτούνται στενές επαφές με άλλα άτομα, πολλές ευκαιρίες για αλtruιστική συμπεριφορά, συμμετρικό κόστος και όφελος για τα δύο άτομα



George R
Price



John Maynard
Smith

Φυλοεπιλογή (Σεξουαλική επιλογή)



Φυλοεπιλογή (Σεξουαλική επιλογή)

- Διαφορά αρσενικού - θηλυκού φύλου και διαφορά μεγέθους γαμετών
- Το θηλυκό κάνει μεγαλύτερη επένδυση στην αναπαραγωγή απ' ότι το αρσενικό, έτσι η αρμοστικότητα του θηλυκού μειώνεται περισσότερο από του αρσενικού σε ένα μη πετυχημένο ζευγάρι
- Θηλυκά γενικά επιλεκτικότερα στο ζευγάρι απ' ότι τα αρσενικά. Σε πολλά είδη, τα θηλυκά διαλέγουν ταίρι μεταξύ ανταγωνιζομένων αρσενικών.
- Φυλοεπιλογή: το πλεονέκτημα που έχουν ορισμένα άτομα σε σχέση με άλλα του ίδιου φύλου και είδους ως προς τη διαδικασία της αναπαραγωγής.
- Φυλοεπιλογή εντονότερη σε πολυγύνια ή πολυάνδρια είδη.
- Συνηθισμένο αποτέλεσμα ο φυλετικός διμορφισμός

Αλλαγή στο φαινότυπο των αρσενικών λόγω φυλοεπιλογής



Συνεξέλιξη

Ορισμός

- Η μακροχρόνια εξελικτική «στοίχιση» μιας ομάδας οργανισμών με μία άλλη (Raven & Johnson)
- Μια αμφίδρομη διαδικασία όπου κάποια χαρακτηριστικά ενός οργανισμού εξελίσσονται ανταποκρινόμενα σε συγκεκριμένα χαρακτηριστικά ενός άλλου οργανισμού (Moore et al.)

Για να συμβεί η συνεξέλιξη πρέπει:

- Τα χαρακτηριστικά και στους δύο οργανισμούς να είναι κληρονομικά
- Η ποικιλότητα των χαρακτηριστικών να είναι σε σταθερό πρότυπο (tandem)
- Τα χαρακτηριστικά και η ποικιλομορφία τους σχετίζονται για τους δύο οργανισμούς

Τύποι συνεξέλιξης

- Γονιδιακή: ξενιστής και παράσιτο έχουν συμπληρωματικά γονίδια
- Εξειδικευμένη: δύο είδη που αλληλοεπιδρούν, όπως στο μιμητισμό
- Σε ομάδες: ένα σύνολο οργανισμών συνεξελίσσονται σε κοινό περιβάλλον
- Σε αλληλουχία: ένα είδος προσαρμόζεται και εξαρτάται από ένα άλλο, αλλά το δεύτερο δεν επηρεάζεται από το πρώτο

Γονιδιακή συνεξέλιξη

Τα φυτά γουσα και οι πεταλούδες είναι αμοιβαία απαραίτητοι οργανισμοί, ο ένας στον άλλον

Τα φυτά γουσα επικονιάζονται αποκλειστικά από τη συγκεκριμένη πεταλούδα

Η πεταλούδα χρειάζεται τον καρπό του συγκεκριμένου φυτού για να τραφούν οι κάμπιες της



Εξειδικευμένη συνεξέλιξη

Η πεταλούδα μονάρχης είναι τοξική για τα πουλιά και έτσι προστατεύεται από τη θήρευση

Η πεταλούδα Viceroy δεν είναι τοξική από τους θηρευτές, αλλά «μιμείται» το χρωματισμό της πεταλούδας μονάρχη και έτσι αποφεύγει και αυτή τη θήρευση



Συνεξέλιξη στην έρημο

Το παράσιτο *Tristerix arhyllus* ζει πάνω στους κάκτους της ερήμου στη Χιλή

Για να αποφύγουν τον παρασιτισμό, οι κάκτοι αναπτύσσουν πολύ μεγάλα αγκάθια

Το παρασιτικό φυτό *Tristerix arhyllus* αναπτύσσει αντίστοιχα πολύ μακριά στελέχη για να μπορεί να έχει πρόσβαση στον κάκτο



Συνεξέλιξη σε αλληλουχία

Τα φυτά του γένους
Eriogonum έχουν μεγάλη
ποικιλομορφία σε είδη

Οι πεταλούδες του γένους
Eurhilotes χωρίζονται σε
πολλά είδη που τρέφονται
από συγκεκριμένα είδη
Eriogonum αποκλειστικά

Οι πεταλούδες εξαρτώνται
απόλυτα από τα φυτά αλλά
όχι το αντίστροφο

J2858



© 2011 Tom Edell



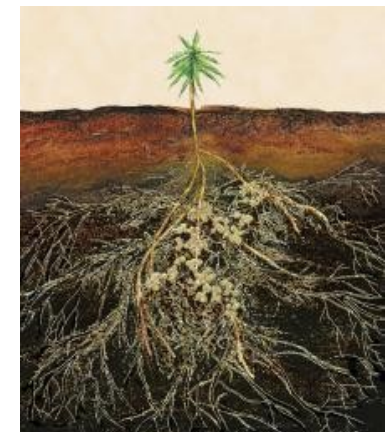
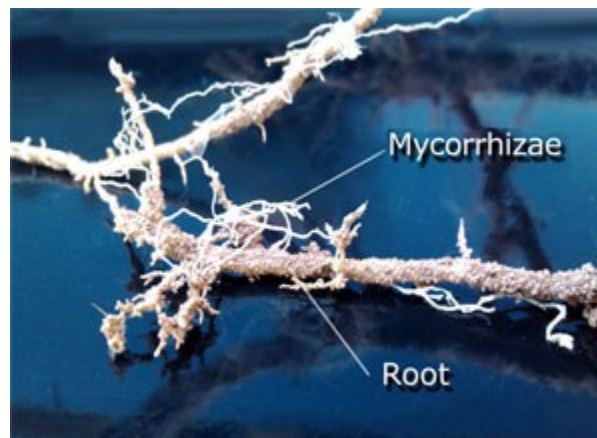
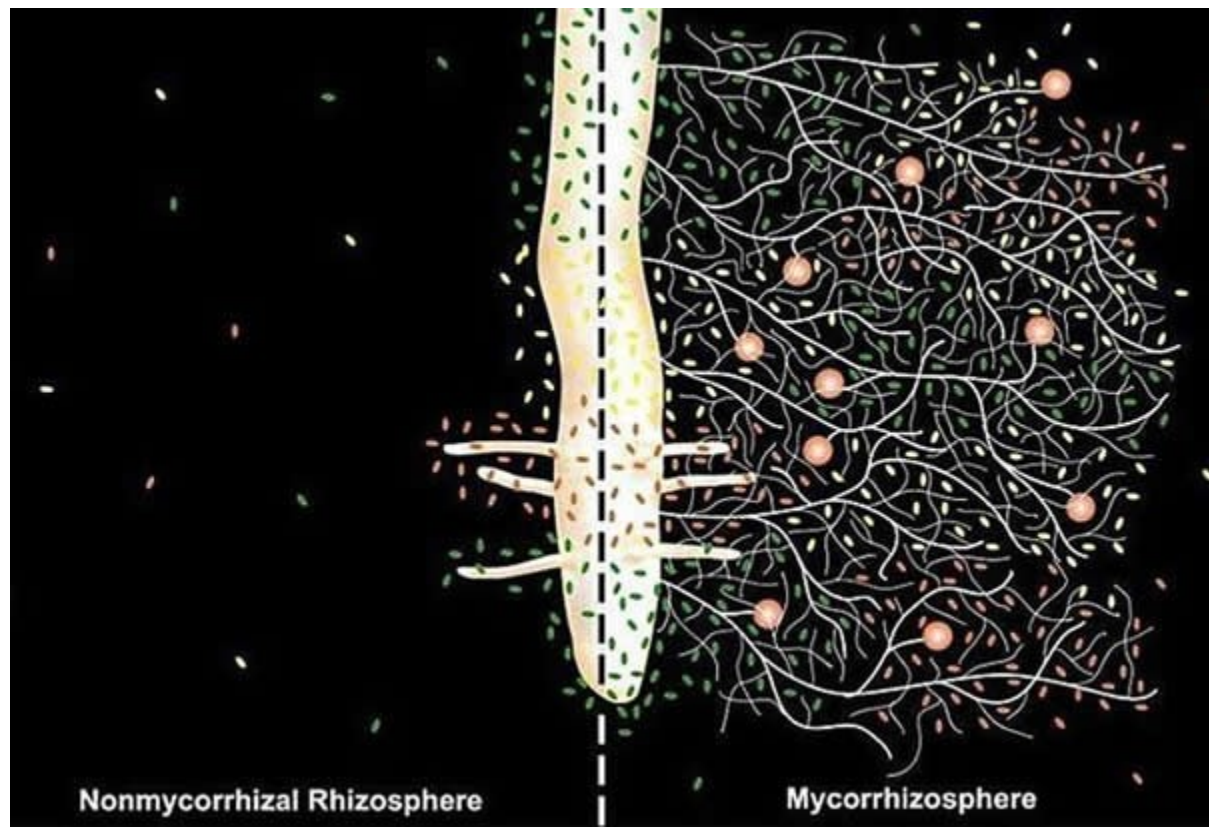
Συμβίωση

Η μυκόριζα αποτελεί ειδικό συμβιωτικό πρότυπο ανάμεσα σε ρίζες φυτών και μύκητες, πολύ σημαντικό στοιχείο για την οικολογία και τη χημεία του εδάφους

Οι μύκητες αποικούν τα ριζικά κύτταρα (είτε μέσα σε αυτά ή ανάμεσα από αυτά)

Ο μύκητας αποκτά πρόσβαση σε υδατάνθρακες και το φυτό εκμεταλλεύεται το άζωτο που δεσμεύει ο μύκητας

Η σχέση δεν είναι πάντα επωφελής και για τα δύο μέρη



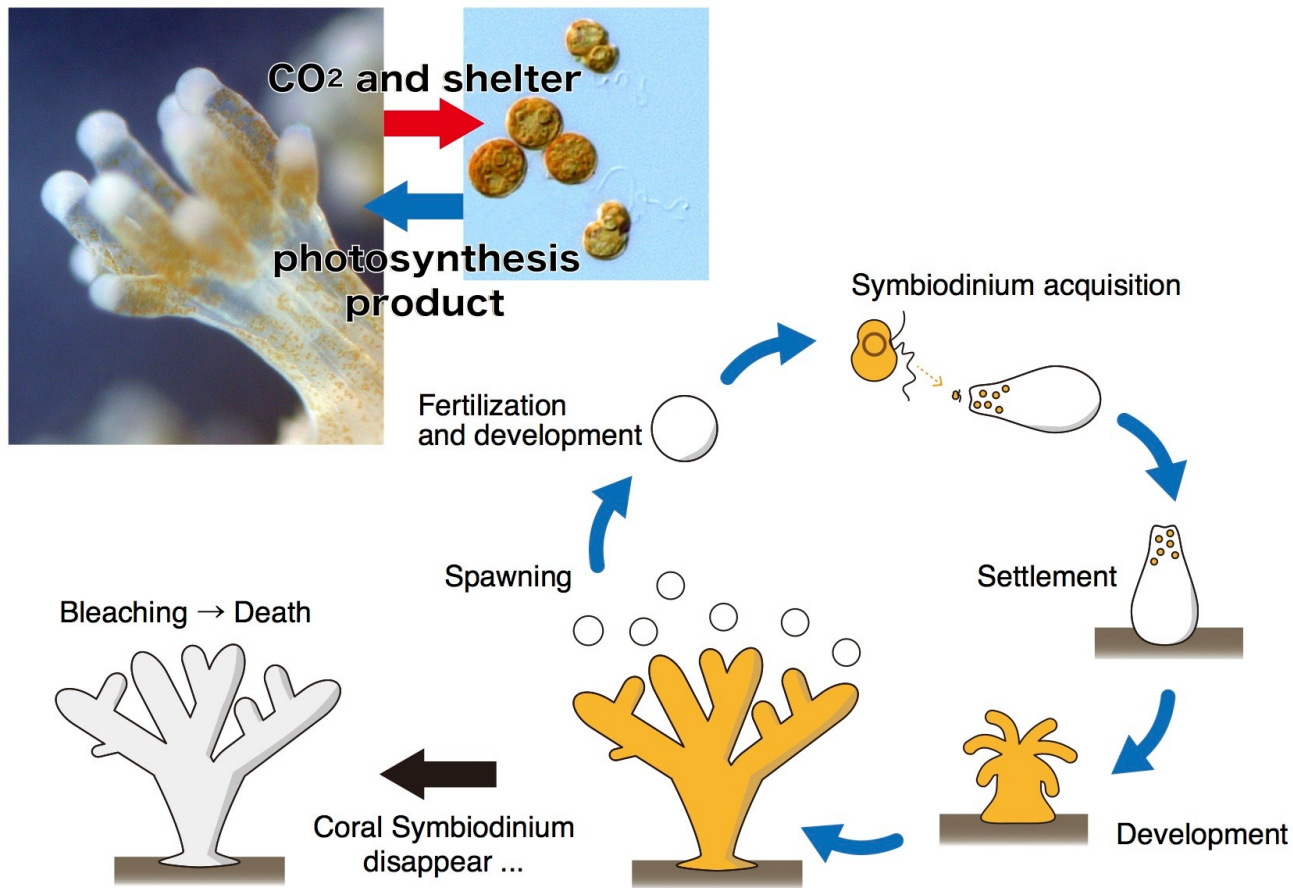


Figure 2. A symbiotic relationship between corals and Symbiodinium

Συμβίωση κοραλλιών και φυκιών *Symbiodinium*

Εδώ και 200 εκ. χρόνια, τα κοράλλια παρέχουν καταφύγιο και CO₂ στα φύκια, ενώ εκείνα δίνουν τα προϊόντα της φωτοσύνθεσης για τροφή στα κοράλλια