**Παστέρ και Δαρβίνος**

Στα μέσα του 19ου αιώνα η θεωρία της [βιογένεσης](http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%92%CE%B9%CE%BF%CE%B3%CE%AD%CE%BD%CE%B5%CF%83%CE%B7) είχε αποκτήσει τέτοια υποστήριξη από στοιχεία και παρατηρήσεις, λόγω του έργου του [Παστέρ](http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9B%CE%BF%CF%85%CE%AF_%CE%A0%CE%B1%CF%83%CF%84%CE%AD%CF%81) και άλλων, ώστε η εναλλακτική θεωρία της αυτόματης γένεσης είχε διαψευσθεί αποτελεσματικά. Ο ίδιος ο Παστέρ σχολίασε, μετά από ένα αποφασιστικό εύρημα το 1864, *«Το δόγμα της αυτόματης γένεσης δεν πρόκειται να ανανήψει από το θανατηφόρο χτύπημα που υπέστη από το απλό αυτό πείραμα»*. Η κατάρρευση ωστόσο της θεωρίας της αυτόματης γένεσης άφησε ένα κενό στην επιστημονική σκέψη πάνω στο ερώτημα του πώς είχε πρωτοεμφανιστεί η ζωή.

Σε ένα γράμμα στον [Τζόζεφ Ντάλτον Χούκερ](http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A4%CE%B6%CF%8C%CE%B6%CE%B5%CF%86_%CE%9D%CF%84%CE%AC%CE%BB%CF%84%CE%BF%CE%BD_%CE%A7%CE%BF%CF%8D%CE%BA%CE%B5%CF%81) στην 1 Φεβρουαρίου του 1871, ο [Κάρολος Δαρβίνος](http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9A%CE%AC%CF%81%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CF%82_%CE%94%CE%B1%CF%81%CE%B2%CE%AF%CE%BD%CE%BF%CF%82) απάντησε στο ερώτημα, εισηγούμενος ότι η αρχική σπίθα της ζωής μπορεί να είχε προκύψει σε μία «ζεστή λιμνούλα, με όλων των ειδών τα αμμωνιακά και φωσφορικά άλατα, σπινθήρες, θερμότητα, ηλεκτρισμό κτλ. παρόντα, έτσι που μια πρωτεΐνη που δημιουργούνταν να ήταν έτοιμη να υποστεί ακόμα πιο πολύπλοκες αλλαγές». Συνέχισε εξηγώντας ότι «σήμερα κάτι τέτοιο θα είχε καταβροχθιστεί ή απορροφηθεί στιγμιαία, πράγμα που όμως δεν ίσχυε πριν την εμφάνιση της ζωής». Με άλλα λόγια, η παρουσία της ίδιας της ζωής κάνει την αναζήτηση της προέλευσής της να εξαρτάται από τις συνθήκες αποστείρωσης του εργαστηρίου.

**Χάλντεϊν και Οπάριν: η θεωρία της αρχέγονης σούπας**

Καμία σημαντική έρευνα ή θεωρία πάνω στο θέμα δεν εμφανίστηκε μέχρι το 1924, όταν ο [Αλεξάντρ Οπάριν](http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CE%BB%CE%B5%CE%BE%CE%AC%CE%BD%CF%84%CF%81_%CE%9F%CF%80%CE%AC%CF%81%CE%B9%CE%BD) πρόβαλε το επιχείρημα ότι το οξυγόνο της ατμόσφαιρας εμποδίζει την σύνθεση συγκεκριμένων οργανικών ενώσεων που είναι αναγκαία δομικά στοιχεία για την εξέλιξη της ζωής. Στο έργο του *Η προέλευση της Ζωής*, πρότεινε ότι η «αυτόματη γένεση της ζωής» η οποία είχε δεχθεί επίθεση από τον Παστέρ, στην πραγματικότητα συντελέστηκε μία φορά, και τώρα είναι αδύνατη επειδή η συνθήκες που επικρατούσαν στην νεαρή Γη έχουν αλλάξει, καθώς και λόγω της παρουσίας ζωντανών οργανισμών που θα καταβρόχθιζαν στιγμιαία οποιονδήποτε αυτόματα γεννημένο οργανισμό. Ο Οπάριν διατύπωσε την άποψη ότι μία «αρχέγονη σούπα» από οργανικά μόρια θα μπορούσε να δημιουργηθεί σε μία ατμόσφαιρα χωρίς οξυγόνο υπό την επίδραση του ηλιακού φωτός. Αυτά θα μπορούσαν να συνδυαστούν σε ακόμα πιο σύνθετους τρόπους μέχρι να σχηματίσουν στοιβαγμένα σταγονίδια. Αυτά τα σταγονίδια θα μεγάλωναν συγχωνευόμενα με άλλα, και θα [αναπαράγονταν](http://el.wikipedia.org/w/index.php?title=%CE%91%CE%BD%CE%B1%CF%80%CE%B1%CF%81%CE%B1%CE%B3%CF%89%CE%B3%CE%AE_(%CE%B2%CE%B9%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%AF%CE%B1)&action=edit&redlink=1) χωριζόμενα σε θυγατρικά σταγονίδια, και έτσι θα είχαν και ένα πρωτόγονο [μεταβολισμό](http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9C%CE%B5%CF%84%CE%B1%CE%B2%CE%BF%CE%BB%CE%B9%CF%83%CE%BC%CF%8C%CF%82) στον οποίο οι παράγοντες που θα προήγαγαν την ακεραιότητα ενός «κυττάρου» θα επιβίωναν, σε αντίθεση με αυτούς που δεν θα την ευνοούσαν. Πολλές από τις σύγχρονες θεωρίες για την προέλευση της ζωής έχουν ως αρχικό σημείο τις ιδέες του Οπάριν.

 Μικρά Πρωτόγονοι

Ανόργανα αέρια οργανικά οργανικά στοιβαγμένα ζωντανοί

 μόρια σταγονίδια οργανισμοί

Περίπου τον ίδιο καιρό ο [Τζ. Μπ. Σ. Χάλντεϊν](http://el.wikipedia.org/w/index.php?title=%CE%A4%CE%B6._%CE%9C%CF%80._%CE%A3._%CE%A7%CE%AC%CE%BB%CE%BD%CF%84%CE%B5%CF%8A%CE%BD&action=edit&redlink=1" \o "Τζ. Μπ. Σ. Χάλντεϊν (δεν έχει γραφτεί ακόμα)) εξέφρασε την άποψη ότι πριν την εμφάνιση της ζωής, οι ωκεανοί της Γης - που διέφεραν πολύ από την σημερινή τους μορφή - θα είχαν σχηματήσει μια «ζεστή διαλυμένη σούπα» στην οποία οργανικές ενώσεις θα μπορούσαν να σχηματιστούν. Αυτή η ιδέα ονομάστηκε *βιοποίηση*, διαδικασία με την οποία η ζωή εξελίσσεται από αυτοαναπαραγόμενα αλλά όχι ζωντανά μόρια.

**Φάση 1: Σχηματισμός μικρών οργανικών μορίων. Το Πείραμα Miller-Urey**



**Το πείραμα Μίλερ-Ούρι (Miller-Urey)**

Η θεωρία της αυτόματης γένεσης παρέμεινε στο περιθώριο, αλλά παρόλα αυτά φάνταζε για πολλούς ως μια βιώσιμη λύση για την προέλευση της ζωής, αλλά σε ένα θολό τοπίο. Το γεγονός που συνετέλεσε στο να αλλάξουν τα πράγματα ριζικά, ήταν η δημοσίευση στις 23 Απριλίου του 1953 από τους Watson –Crick στο περιοδικό *Nature* της εργασίας τους σχετικά με τη δομή του DNA. Τρεις εβδομάδες αργότερα, ένας μεταπτυχιακός φοιτητής στο Πανεπιστήμιο του Σικάγου με το όνομα Στάνλεϊ Μίλερ δημοσίευσε μια εργασία στο *Science*, στις 15 Μαΐου, με τίτλο "Μια παραγωγή αμινοξέων υπό πιθανές συνθήκες της πρωτόγονης γης".

Ο Miller ήταν φοιτητής του κατόχου βραβείου Νόμπελ Harold C. Urey (χημικός που ανακάλυψε το δευτέριο). Άκουσε σε μια διάλεξη τον Ούρι να λέει πως στις αναγωγικές συνθήκες (παρουσία υδρογόνου) που επικρατούσαν στην πρωταρχική ατμόσφαιρα της γης οι συνθήκες ήταν ευνοϊκές για το σχηματισμό απλών οργανικών μορίων. Έτσι αποφάσισε, με την άδειά του Ούρι, να θέσει σε δοκιμή την υπόθεση αυτή, χωρίς κανένας τους να γνωρίζει πως αυτό που έκαναν ήταν σε συμφωνία με την υπόθεση του Oparin (που τότε ζούσε στο Ανατολικό Μπλοκ).

Το **πείραμα Μίλερ-Ούρι** (ή **πείραμα Ούρι-Μίλερ)** ήταν ένα [πείραμα](http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CE%B5%CE%AF%CF%81%CE%B1%CE%BC%CE%B1) το οποίο προσομοίωνε τις υποθετικές συνθήκες που πιστεύεται ότι επικρατούσαν τότε στην νεαρή Γη. Ειδικότερα το πείραμα εξέτασε την υπόθεση του σοβιετικού επιστήμονα [Αλεξάντρ Οπάριν](http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CE%BB%CE%B5%CE%BE%CE%AC%CE%BD%CF%84%CF%81_%CE%9F%CF%80%CE%AC%CF%81%CE%B9%CE%BD) και του [Τζ. Μπ. Σ. Χάλντεϊν](http://el.wikipedia.org/w/index.php?title=%CE%A4%CE%B6._%CE%9C%CF%80._%CE%A3._%CE%A7%CE%AC%CE%BB%CE%BD%CF%84%CE%B5%CF%8A%CE%BD&action=edit&redlink=1" \o "Τζ. Μπ. Σ. Χάλντεϊν (δεν έχει γραφτεί ακόμα)) ότι οι συνθήκες της νεαρής Γης ευνοούσαν χημικές αντιδράσεις οι οποίες θα συνέθεταν [οργανικές ενώσεις](http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9F%CF%81%CE%B3%CE%B1%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CE%AD%CF%82_%CE%B5%CE%BD%CF%8E%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82) από ανόργανα υλικά. Το πείραμα θεωρείται το κλασσικό πείραμα πάνω στην [προέλευση της ζωής](http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CE%B2%CE%B9%CE%BF%CE%B3%CE%AD%CE%BD%CE%B5%CF%83%CE%B7) και έγινε το 1952 ενώ δημοσιεύτηκε το 1953 από τον [Στάνλεϊ Μίλερ](http://el.wikipedia.org/w/index.php?title=%CE%A3%CF%84%CE%AC%CE%BD%CE%BB%CE%B5%CF%8A_%CE%9C%CE%AF%CE%BB%CE%B5%CF%81&action=edit&redlink=1) και τον [Χάρολντ Ούρι](http://el.wikipedia.org/w/index.php?title=%CE%A7%CE%AC%CF%81%CE%BF%CE%BB%CE%BD%CF%84_%CE%9F%CF%8D%CF%81%CE%B9&action=edit&redlink=1) στο [Πανεπιστήμιο του Σικάγο](http://el.wikipedia.org/w/index.php?title=%CE%A0%CE%B1%CE%BD%CE%B5%CF%80%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%AE%CE%BC%CE%B9%CE%BF_%CF%84%CE%BF%CF%85_%CE%A3%CE%B9%CE%BA%CE%AC%CE%B3%CE%BF&action=edit&redlink=1)υ.

To 2008, μια επαναανάλυση τον αρχειοθετημένων διαλυμάτων του Μίλερ από τα αρχικά πειράματα έδειξε ότι σε μία από τις συσκευές είχαν σχηματιστεί 22 [αμινοξέα](http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CE%BC%CE%B9%CE%BD%CE%BF%CE%BE%CE%AD%CE%B1) αντί για 5.

Για το συγκεκριμένο πείραμα χρησιμοποιήθηκε νερό (Η2Ο), [μεθάνιο](http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9C%CE%B5%CE%B8%CE%AC%CE%BD%CE%B9%CE%BF) (CH4), [αμμωνία](http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CE%BC%CE%BC%CF%89%CE%BD%CE%AF%CE%B1) (NH3) και [υδρογόνο](http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A5%CE%B4%CF%81%CE%BF%CE%B3%CF%8C%CE%BD%CE%BF) (H2). Όλες οι ουσίες σφραγίστηκαν σε μια αποστειρωμένη διάταξη γυάλινων σωλήνων και φιαλίδιων συνδεδεμένων σε βρόγχο, με το ένα φιαλίδιο να είναι μισογεμάτο με υγρό νερό και ένα άλλο να περιέχει ζεύγος ηλεκτροδίων. Το υγρό νερό θερμαίνονταν ώστε να προκληθεί εξάτμηση, ενώ πυροδοτούνταν σπινθήρες μεταξύ των ηλεκτροδίων ώστε να προσομοιωθούν οι αστραπές στην [ατμόσφαιρα](http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CF%84%CE%BC%CF%8C%CF%83%CF%86%CE%B1%CE%B9%CF%81%CE%B1) και τους υδρατμούς, ενώ στη συνέχεια η ατμόσφαιρα κρύωνε ξανά ώστε το νερό να υγροποιηθεί και να διαρρεύσει πίσω στο αρχικό φιαλίδιο σε συνεχή κύκλο.

Μετά το πέρας μιας εβδομάδας συνεχούς λειτουργίας, ο Μίλερ και ο Ούρι παρατήρησαν ότι το 10-15% του άνθρακα στο σύστημα είχε σχηματίσει οργανικές ενώσεις. Δύο τοις εκατό του άνθρακα είχε σχηματίσει [αμινοξέα](http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CE%BC%CE%B9%CE%BD%CE%BF%CE%BE%CE%AD%CE%B1), τα οποία χρειάζονται για την παρασκευή [πρωτεϊνών](http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CF%81%CF%89%CF%84%CE%B5%CE%90%CE%BD%CE%B7) από τα ζωντανά κύτταρα, με την [γλυκίνη](http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%93%CE%BB%CF%85%CE%BA%CE%AF%CE%BD%CE%B7%22%20%5Co%20%22%CE%93%CE%BB%CF%85%CE%BA%CE%AF%CE%BD%CE%B7) να είναι το πιο συχνά εμφανιζόμενο. Σχηματίστηκαν ακόμα υδατάνθρακες, λιπίδια, και άλλα δομικά στοιχεία των νουκλεϊκών οξέων.

**Φάση 2: Σχηματισμός μεγάλων οργανικών μορίων.**

Ο Οπάριν πρότεινε πως μετά τη συγκεντρωση μεγάλων ποσοτήτων από αυτά τα μικρά οργανικά μόρια στους ωκεανούς και το πέρασμα εκατομμυρίων ετών, κάμποσα από αυτά θα μπορούσαν να ενωθούν και να σχηματίσουν μεγαλύτερα μόρια ή πολυμερή. Δηλ. η συνένωση αμινοξέων θα έδινε *πρωτείνες*, η συνένωση σαχάρων θα έδινε *πολυσαχαρίτες*, ενώ από ένα μίγμα σαχάρων, βάσεων αζώτου και φωσφορικού οξέος θα προέκυπταν *νουκλεϊνικά οξέα.*

Μερικά πειράματα που έγιναν επιβεβαίωσαν σε κάποιο βαθμό τη Φάση 2 της θεωρίας του Οπάριν. Τα πειράματα εκμεταλεύτηκαν το γεγονός πως όταν τέτοια μικρότερα μόρια συνενώνονται για το σχηματισμό μεγαλύτερων μορίων, αποβάλλεται νερό.



Τα βέλη δείχνουν δύο αντίθετες διευθύνσεις για να τονίσουν ακριβώς το γεγονός πως η αντίδραση μπορεί να γίνει και στην αντίθετη κατεύθυνση, πως δηλ. στην παρουσία νερού τα μικρότερα μόρια μπορούν να διασπαστούν. Στην πραγματικότητα αυτό είναι και το πρόβλημα: όταν τα μακρομόρια εκτίθενται σε νερό, διασπώνται σε μικρότερα μόρια με μεγαλύτερη ταχύτητα απότι δημιουργούνται. Για να ξεπεράσει το πρόβλημα αυτό ο Sidney Fox από το Πανεπιστήμιο της Φλώριδα στις ΗΠΑ, θέρμανε μίγμα *ξηρών* αμινοξέων στους 160ο C για διάστημα 3 ωρών. Έτσι, το νερό που σχηματιζόταν εξατμιζόταν αμέσως και σχηματιζόταν μίγμα μορίων όμοιων με πρωτεϊνικά. Στην κριτική που του έγινε για τις υψηλές θερμοκρασίες του πειράματος, ο Φοξ αντέτεινε πως υπάρχουν στη Γη περιοχές με «θερμά σημεία» όπως θερμές πηγές, και ηφαίστια. Νεώτερα πειράματα κατάφεραν να δημιουργήσουν σε τέτοιες συνθήκες μίγματα όλων των μεγαλομορίων που μοιάζουν με τον τρόπο που η «οργανική σούπα» υφίσταται συμπύκνωση για να δημιουργήσει τις ενώσεις των πολυμερών.

**Φάση 3: Σχηματισμός συσσωματωμάτων (***δηλ. σωµατιδίων πλούσιων σε µεγαλοµόρια, που δηµιουργούνται σε εργαστηριακές συνθήκες µέσα σε αραιά γαλακτώµατα*).

Μερικοί αναφέρονται σε μικροσφαιρίδια ή σε πρωτεϊνικά πρωτοκύτταρα δίκην μικρών σφαιρικών μονάδων, τα οποία, όπως υποστηρίζεται από μερικούς επιστήμονες, υπήρξαν ως ένα βασικό στάδιο στην [προέλευση της ζωής](http://en.wikipedia.org/wiki/Origin_of_life).

Το 1957, ο [Σίντνεϊ Fox](http://en.wikipedia.org/wiki/Sidney_W._Fox) έδειξε ότι το ξηρό μείγμα αμινοξέων θα μπορούσε να [υποστεί πολυμερισμό](http://en.wikipedia.org/wiki/Polymer) μετά από έκθεση σε μέτρια φωτιά. Όταν τα προκύπτοντα [πολυπεπτίδια](http://en.wikipedia.org/wiki/Peptide) , ή [πρωτεϊνοειδή](http://en.wikipedia.org/wiki/Proteinoid%22%20%5Co%20%22Proteinoid), διαλυθούν σε ζεστό νερό και το διάλυμα αφεθεί να κρυώσει, σχηματίζονται μικρά σφαιρικά βλήματα περίπου 2 μ σε διάμετρο, τα *μικροσφαιρίδια* ή συσσωματώματα. Κάτω από κατάλληλες συνθήκες, τα μικροσφαιρίδια μπορούν να δώσουν νέες σφαίρες οι οποίες αναδύονται στην επιφάνειά τους.

**Φάση 4: Βιολογικά πρωτοκύτταρα**

Παρά το γεγονός ότι η εμφάνισή τους θυμίζει λίγο την  [κυτταρική](http://en.wikipedia.org/wiki/Cell_%28biology%29), τα μικροσφαιρίδια από μόνα τους δεν είναι ζωντανοί σχηματισμοί. Παρόλο που αναπαράγονται αγενώς με βλάστηση, δεν μεταδίδουν οποιοδήποτε τύπο [γενετικού](http://en.wikipedia.org/wiki/Genetics) υλικού. Ωστόσο, μπορεί να έχουν παίξει ουσιαστικό ρόλο στην ανάπτυξη της ζωής, προσφέροντας ένα όγκο, εγκλωβισμένο σε [μεμβράνη](http://en.wikipedia.org/wiki/Biological_membrane), παρόμοια με εκείνη του κυττάρου. Τα μικροσφαιρίδια, όπως τα κύτταρα, μπορούν να αναπτυχθούν και να περιέχουν μια διπλή μεμβράνη που υφίσταται διάχυση των υλικών και [όσμωση](http://en.wikipedia.org/wiki/Osmosis) . Ο Σίντνεϊ Fox θεωρούσε ότι καθώς αυτά τα μικροσφαιρίδια, γινόντουσαν πιο περίπλοκα, θα μπορούσαν να διεξάγουν πιο ομοιάζουσες με τη ζωή λειτουργίες. Θα μπορούσαν να γίνουν ετερότροφοι οργανισμοί με την ικανότητα να απορροφούν θρεπτικά συστατικά από το περιβάλλον για την ενέργεια και την ανάπτυξή τους. Καθώς η ποσότητα των θρεπτικών συστατικών στο περιβάλλον μειωνόταν, ο ανταγωνισμός για τους πολύτιμους πόρους αυξάνετο. Οι ετερότροφοι με τις πιο πολύπλοκες βιοχημικές αντιδράσεις θα είχαν ένα πλεονέκτημα σε αυτό τον ανταγωνισμό. Με την πάροδο του χρόνου, θα εμφανιζόντουσαν μέσω εξέλιξης οργανισμοί που ενδεχομένως να χρησιμοποιούσαν τη [φωτοσύνθεση](http://en.wikipedia.org/wiki/Photosynthesis) για την παραγωγή ενέργειας. Παράλληλα, η τρομακτική αύξηση των ετερότροφων πρωτοοργανισμών είναι λογικό να συνοδεύτηκε από μια εξαφάνιση των θρεπτικών συστατικών, σε βαθμό που να μην είναι δυνατον να εμφανιστούν ή να εμφανίζονται νέοι τέτοιου είδους πρωτο-οργανισμοί.