

## 50 χρόνια από τη δημιουργία της αρχέγονης σούπας της ζωής Τα αμινοξέα δημιουργούνται στο εργαστήριο

Άρθρο, 15 Μαΐου 2003

Στις 15 Μαΐου του 1953, ένας σπουδαστής του Πανεπιστημίου του Σικάγου, ο Stanley Miller (γεννημένος το 1930), εργαζόμενος στο εργαστήριο του Harold Urey (Νόμπελ Χημείας 1934), γύρισε έναν διακόπτη στέλνοντας ηλεκτρικό ρεύμα μέσα σε ένα θάλαμο που περιείχε έναν συνδυασμό μεθανίου, αμμωνίας, υδρογόνου και νερού. Ανόργανα συνηθισμένα αέρια. Το αποτέλεσμα ήταν να φτιαχτούν οργανικές ενώσεις συμπεριλαμβανομένων και αμινοξέων, τις δομικές μονάδες της ζωής, και να δημιουργηθεί ένας καινούργιος επιστημονικός τομέας, γνωστός ως εξωβιολογία.

Φαίνεται ότι το 1953 είναι μεγάλο ορόσημο για τη ζωή. Τον Απρίλιο του 1953 ο Άγγλος φυσικός Francis Crick και ο Αμερικανός βιοχημικός James Watson δημοσίευσαν στο περιοδικό Nature άρθρο που περιέγραφε τη δομή του DNA με τη μορφή του διπλού έλικα. Αποκαλύφθηκε έτσι ο κρίσιμος ρόλος των βασικών οργανικών ενώσεων. Αποκάλυψαν επίσης έναν τρόπο με τον οποίο μερικές ενώσεις -- τα νουκλεϊνικά οξέα -- θα μπορούσαν να ξαναδιπλώσουν και να κρατήσουν τη συνέχεια της ζωής. Τα ζεύγη των βάσεων μέσα στο DNA, που μεταφέρουν στη πράξη το γενετικό κώδικα, γίνονται με τη βοήθεια απλών χημικών ενώσεων βασισμένων στο άζωτο.

Είκοσι μέρες αργότερα, αλλά στο περιοδικό Science, ο 23χρονος Αμερικανός εξηγούσε πως κατάφερε να παρασκευάσει αμινοξέα, από τα οποία αποτελούνται οι πρωτεΐνες. Μέσα σε συνθήκες όμοιες με εκείνες της πρωτόγονης ατμόσφαιρας, με τη βοήθεια ενός ηλεκτρικού σπινθήρα (αναπαράγοντας τις αστραπές) κατόρθωσε να φτιάξει τα απαραίτητα συστατικά της ζωής.

Στις αρχές του αιώνα επιστήμονες δέχονταν ότι 1 δισεκατομμύριο χρόνια μετά τη δημιουργία της Γης, πρέπει να εξελίχθηκαν έμβια όντα από άβιες χημικές ουσίες. Αυτοί οι πρώτοι οργανισμοί έπρεπε να αναπτύχθηκαν από τα μόρια που αποτελούσαν το τεράστιο νεφέλωμα του κονιορτού και αερίων, από το οποίο σχηματίστηκε το Ηλιακό μας Σύστημα.

Επομένως, επειδή το βασικό στοιχείο τότε ήταν το υδρογόνο καθώς και το άζωτο, το οξυγόνο, πυρίτιο, σίδηρος και ο άνθρακας, αυτά θα σχηματίσουν χημικές ενώσεις. Έτσι θα έπρεπε να υπήρχαν στη Γη και στην ατμόσφαιρα της πρωτόγονης Γης, μεθάνιο, αμμωνία, υδρογόνο, νερό και υδρόθειο.

Οι θεωρίες ήθελαν να υπάρχει στο φλοιό της Γης ένα στρώμα νερού πάνω από το οποίο υπήρχαν σαν ατμόσφαιρα τα προαναφερθέντα αέρια: υδρόθειο, μεθάνιο και αμμωνία.

Οι απλές αυτές ενώσεις δέχονταν την ηλιακή ακτινοβολία, ιδίως υπεριώδη ακτινοβολία, και με την επίδραση αυτής αλλά και των αστραπών άρχισαν να σχηματίζονται πιο πολύπλοκες ενώσεις, ώστε κάποια στιγμή να σχηματίστηκαν τόσο πολύπλοκες που μπορούσαν να χαρακτηριστούν έμβιες.

Ο Miller προσπάθησε να αναπαραγάγει στο εργαστήριο του Harold Urey, τις συνθήκες αυτής της πρωτόγονης ατμόσφαιρας. Ξεκίνησε με ποσότητα νερού που την είχε καθαρίσει και αποστειρώσει με προσοχή. Έπειτα πρόσθεσε υδρογόνο, αμμωνία και μεθάνιο σαν ατμόσφαιρα. Κατόπιν προκάλεσε ηλεκτρική εκκένωση στην ατμόσφαιρα, για να προσφέρει ενέργεια. Το πείραμα διήρκεσε μια εβδομάδα. Στη συνέχεια ανέλυσε το διάλυμα και έκπληκτος ανακάλυψε ότι είχαν σχηματιστεί οργανικές ενώσεις αλλά και αμινοξέα. Οι ενώσεις αυτές είχαν σχηματιστεί από άβιες ενώσεις δηλαδή χωρίς τη παρουσία έμβιας ύλης.

Εν συνεχεία άλλοι συνέχισαν τα πειράματα με άλλες, διάφορες, ενώσεις και πιο πολύπλοκες. Φυσικά σχηματίστηκαν και πάλι οργανικές ενώσεις αλλά δεν δείχθηκε με ποιο ακριβή τρόπο φτιάχτηκε η ζωή. Δείχθηκε όμως ότι η ζωή φτιάχτηκε με χημικές διεργασίες και τη βοήθεια

των τότε αρχέγονων φυσικών συνθηκών.

Σήμερα ο Miller είναι 73 ετών και βρίσκεται στο Πανεπιστήμιο της Καλιφόρνιας, στο Σαν Ντιέγκο. Προσπαθεί να φτιάξει νουκλεϊνικά οξέα απλούστερα από το RNA αντικαθιστώντας τη ριβόζη είτε με άλλο σάκχαρο όπως τη πυρανόζη είτε με άλλα συστατικά, όπως η γλυκερόλη ή κάποιο πεπτίδιο.

## Από την ιστορία

Το 1929 ο Βρετανός βιοχημικός John Haldane (1892-1964) έβαλε εμπρός τη θεωρία ότι η πρωταρχική ατμόσφαιρα της Γης δεν περιείχε κανένα ελεύθερο οξυγόνο. Ο Haldane και ο σοβιετικός βιοχημικός Aleksander Oparin (1894-1980) πρότειναν και οι δύο ότι όλα τα συστατικά για τη ζωή υπήρξαν στη Γη από την αρχή και ότι η ενέργεια από τον ήλιο και κάποια άγνωστη διαδικασία είχε δώσει έναρξη της ζωής.

Το 1952 ο Αμερικανός χημικός Harold Urey (1893-1981) δημοσίευσε μια επεξεργασία της θεωρίας Haldane, στην οποία πρότεινε ότι η Γη είχε σχηματιστεί από ένα ψυχρό αστρικό νέφος σκόνης. Η πρωταρχική ατμόσφαιρά της ήταν έπειτα, κατά προσέγγιση, παρόμοια με αυτήν του υπολοίπου Σύμπαντος -- δηλαδή είχε κατά πλειοψηφία υδρογόνο με ίχνη άλλων στοιχείων. Ο Urey λογάριασε ότι το οξυγόνο, το άζωτο, και άνθρακας θα δημιουργούσαν χημικές ενώσεις με το υδρογόνο και θα φτιαχόνταν νερό, αμμωνία, και μεθάνιο. Με τόσο πολύ υδρογόνο γύρω, το ελεύθερο οξυγόνο δεν θα μπορούσε να υπάρξει (θα ήταν για πάντα δεσμευμένο με το υδρογόνο στο νερό). Αλλά καθώς ο χρόνος περνούσε (αρκετός βέβαια χρόνος), πολλά από τα εξαιρετικά ελαφρά άτομα υδρογόνου δραπετεύσαν στο εξωτερικό διάστημα έως ότου άλλαξε η ισορροπία. Χωρίς την υπερβολική παρουσία του υδρογόνου, το ελεύθερο οξυγόνο θα μπορούσε να υπάρξει και να συσσωρευτεί βαθμιαία στη γήινη ατμόσφαιρα.

Ο Stanley Miller, που ήταν ένας διδακτορικός σπουδαστής που εργαζόταν με τον Urey στο Πανεπιστήμιο του Σικάγου, ερευνούσε τα πιθανά περιβάλλοντα της αρχικής Γης. Το 1953 συνδύασε τις ιδέες του Urey και του Oparin σε ένα σύντομο κι απλό πείραμα.

Αναπαρήγαγε την τότε ατμόσφαιρα της Γης, που πρότεινε ο Urey, με τη δημιουργία ενός θαλάμου μόνο με υδρογόνο, νερό, μεθάνιο, και αμμωνία. Για να επιταχύνει το "γεωλογικό χρόνο" στο πείραμά του, έβρασε το νερό και αντί της έκθεσης του μίγματος στο φως υπεριώδων ακτίνων χρησιμοποίησε μια ηλεκτρική εκκένωση, κάτι σαν την αστραπή. Μετά από μια εβδομάδα ακριβώς, ο Miller είχε τα αποτελέσματά του. Ο Miller βρήκε το αμινοξύ γλυκίνη, την αλανίνη, το ασπαρτικό και το γλουταμινικό οξύ, και άλλα. Δεκαπέντε τοις εκατό του άνθρακα από το μεθάνιο είχε φτιάξει οργανικές ενώσεις. Είχε μείνει κατάπληκτος μόλις ανακάλυψε πόσο εύκολα είχαν σχηματιστεί τα αμινοξέα.

Το 1960 ο Juan Juan Oró σύνθεσε την αδενίνη, τη μία από τις τέσσερις βάσεις του DNA και επίσης ένα βασικό συστατικό του ATP, το ενεργειακό νόμισμα στα κύτταρα.

Η εργασία του Miller έδειξε ότι οι ενώσεις οι απαραίτητες για τη ζωή θα μπορούσαν να έχουν σχηματιστεί σε ένα περιβάλλον χωρίς ελεύθερο οξυγόνο, κάτι που επιβεβαιώνει τη θεωρία του Haldane. Η δημιουργία των αμινοξέων από γήινα ακατέργαστα υλικά μπορεί να είναι το πρώτο βήμα της εξέλιξης. Κι ανοίγει επίσης τη πιθανότητα (δεδομένου ότι η προτεινόμενη ατμόσφαιρα βασίστηκε στις αναλογίες των στοιχείων στο Σύμπαν) ότι παρόμοια άτομα και αμινοξέα θα μπορούσαν να έχουν σχηματιστεί κι αλλού, στους πλανήτες που σχηματίζονται με τον ίδιο τρόπο με τη Γη.