



Nobel Prize in Chemistry 2014

"for the development of super-resolved fluorescence microscopy"

Η απονομή

Η Βασιλική Σουηδική Ακαδημία Επιστημών αποφάσισε να απονείμει το Βραβείο Νομπέλ Χημείας για το 2014, μαζί με τα 8 εκατομμύρια σουηδικές κορόνες (περίπου 876.000 €) που το συνοδεύουν, στους Αμερικανούς Ερικ Μπέττσιγκ και Ουίλιαμ Μόρνερ και στον Γερμανό Στέφαν Χελ, για την «ανάπτυξη της μικροσκοπίας φθορισμού υψηλής ανάλυσης».



Έρικ Μπέττσιγκ
(Eric Betzig)

Γεννήθηκε το 1960 στο Ann Arbor της Πολιτείας του Μίσιγκαν ΗΠΑ. Έλαβε το διδακτορικό του δίπλωμα το 1988 από το Πανεπιστήμιο Cornell (Ithaca, NY, ΗΠΑ). Σήμερα είναι ερευνητής του Ιατρικού Κέντρου Howard Hughes στη Βιρτζίνια των ΗΠΑ.



Στέφαν Χελ
(Stefan W. Hell)

Γεννήθηκε το 1962 στην πόλη Arad της Ρουμανίας, αλλά είναι γερμανός πολίτης. Έλαβε το διδακτορικό του δίπλωμα το 1990 από το Πανεπιστήμιο της Χαϊδελβέργης. Σήμερα είναι Διευθυντής του Ινστιτούτου Max Planck Βιοφυσικής Χημείας στο Γκέτινγκεν (Γερμανία).



Ουίλιαμ Μόρνερ
(William E. Moerner)

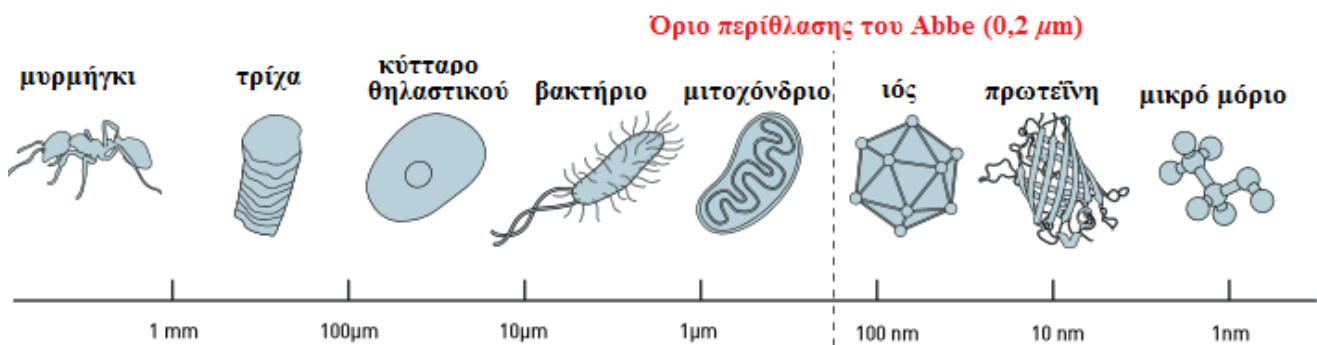
Γεννήθηκε το 1953 στο Pleasanton (Καλιφόρνια, ΗΠΑ). Έλαβε το διδακτορικό του δίπλωμα το 1982 από το Πανεπιστήμιο Cornell (Ithaca, NY, ΗΠΑ). Σήμερα είναι καθηγητής Χημείας και Εφαρμοσμένης Φυσικής στο Πανεπιστήμιο του Στάνφορντ (ΗΠΑ).

Το επίτευγμα

Πριν από μερικές δεκαετίες παρέμενε ασαφές στους επιστήμονες αν με τα μικροσκόπια που διέθεταν θα μπορούσαν ποτέ να μελετήσουν ζωντανά κύτταρα σε μοριακό επίπεδο.

Το 1873, ο Γερμανός φυσικός Οπτικής Ερνστ Άμπε (Ernst Karl Abbe, 1840-1905), πατέρας της σύγχρονης οπτικής και συνιδιοκτήτης της γνωστής εταιρείας οπτικών Carl Zeiss, προέβλεψε ότι η ανάλυση της οπτικής μικροσκοπίας δεν θα μπορούσε ποτέ να ξεπεράσει τα 0,2 μικρόμετρα (χιλιοστά του χιλιοστού). Για την ακρίβεια, ο Άμπε είπε ότι η ανάλυση δεν μπορεί ποτέ να είναι μεγαλύτερη από ό,τι το μισό του μήκους κύματος του φωτός (200 nm). (Σχήμα 1).

Οι Μπέτσιγκ, Χελ και Μέρνερ κατάφεραν να ξεπεράσουν την περασμένη δεκαετία αυτόν τον περιορισμό στην ανάλυση των οπτικών μικροσκοπίων και αυτό τους επέτρεψε να απεικονίζουν μόρια και άλλα αντικείμενα με διαστάσεις νανοκλίμακας. Έτσι, πήραν τον χαρακτηρισμό ως «οι κατάσκοποι του μικροκόσμου».



Σχήμα 1. Το όριο περίθλασης του Abbe

Τέλη του 19ου αιώνα, ο Ernst Abbe προσδιόρισε το όριο ανάλυσης ενός οπτικού μικροσκοπίου περίπου στο μισό του μήκους κύματος του φωτός, δηλαδή στα 0,2 μm . Αυτό σήμαινε ότι οι επιστήμονες θα μπορούσαν να διακρίνουν ολόκληρα κύτταρα, καθώς και κάποια μέρη του κυττάρου καλούμενα οργanelles. Όμως, δεν θα ήταν ποτέ σε θέση να παρατηρήσουν κάτι τόσο μικρό, όσο ένας κανονικός ιός ή μια απλή πρωτεΐνη.

Γιατί αυτό το επίτευγμα είναι τόσο σημαντικό

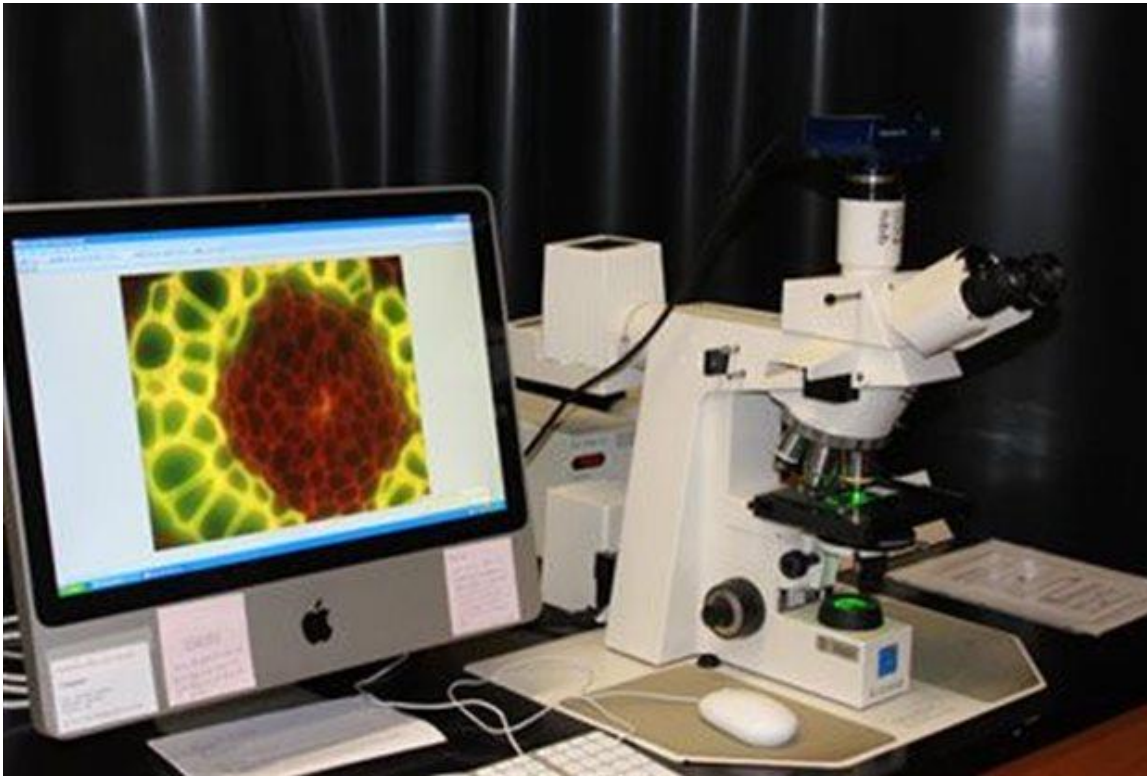
Οι τρεις Νομπελίστες ξεπέρασαν το παραπάνω θεωρητικό όριο ανάλυσης του Άμπε βελτιώνοντας τα λεγόμενα *μικροσκόπια φθορισμού*¹, τα οποία, αντί να φωτίζουν το δείγμα, καταγράφουν τη λάμψη μορίων που φθορίζουν μέσα στο δείγμα. Με άλλα λόγια, μετέτρεψαν το οπτικό μικροσκόπιο σε οπτικό «νανοσκόπιο». Χάρη σε αυτή την ανακάλυψη, μπορούν σήμερα οι επιστήμονες να παρακολουθούν μεμονωμένα μόρια μέσα σε ζωντανά κύτταρα, καθώς και τον σχηματισμό συνάψεων ανάμεσα στους νευρώνες του εγκεφάλου. Επίσης, μπορούν να μελετούν, μεταξύ άλλων, πρωτεΐνες που σχετίζονται με τις νόσους του Πάρκινσον, του Χάντιγκτον και του Αλτσχάιμερ. Χαρακτηριστική είναι η δήλωση του Χελ: «η ανακάλυψη του μικροσκοπίου STED συνέβαλε (α) στην κατανόηση του τρόπου λειτουργίας του κυττάρου και (β) στην κατανόηση του τι συμβαίνει όταν το κύτταρο πάσχει με κάποιον τρόπο κατά την εμφάνιση μιας ασθένειας».

«Το καινοτόμο έργο τους έφερε την οπτική μικροσκοπία στην νανοδιάσταση», αναφέρεται στην ανακοίνωση της Βασιλικής Ακαδημίας Επιστημών της Σουηδίας.

Ποια ήταν η συμμετοχή καθενός από τους βραβευθέντες σε αυτή την ανακάλυψη

Η αρχή της νανοσκοπίας έγινε το 2000, όταν ο Στέφαν Χελ ανέπτυξε το μικροσκόπιο STED (Stimulated Emission Depletion), το οποίο χρησιμοποιεί δύο δέσμες λέιζερ: η πρώτη διεγείρει τα φθορίζοντα μόρια και τα αναγκάζει να εκπέμπουν φως, ενώ η δεύτερη ακυρώνει όλο τον φθορισμό, εκτός από εκείνον που προέρχεται από έναν μικρό όγκο που έχει διαστάσεις μερικά νανόμετρα. Η σάρωση του δείγματος, νανόμετρο προς νανόμετρο, δίνει εικόνες με ανάλυση που υπερβαίνει το θεωρητικό όριο του Άμπε (Σχήμα 2.)

Ο Έρικ Μπέτσιγκ και ο Ουίλιαμ Μέρνερ ανέπτυξαν, ανεξάρτητα ο ένας από τον άλλο, μια δεύτερη μέθοδο, τη μικροσκοπία μεμονωμένων μορίων, η οποία βασίζεται στη δυνατότητα ενεργοποίησης και απενεργοποίησης των φθορίζοντων μορίων. Το μικροσκόπιο σαρώνει την ίδια περιοχή του δείγματος πολλές συνεχόμενες φορές, αφήνοντας λίγα διάσπαρτα μόρια να φωτίζουν σε κάθε «καρέ». Ο συνδυασμός όλων αυτών των καρέ δίνει εικόνες εξαιρετικά υψηλής ανάλυσης, στο επίπεδο της νανοκλίμακας.



Σχήμα 2. Τα μικροσκόπια φθορισμού, όπως το εικονιζόμενο, έφεραν επανάσταση και έδωσαν στους εφευρέτες τους το εφετινό βραβείο Νομπέλ Χημείας

¹ **Φθορισμός** είναι η εκπομπή φωτός από μια ουσία η οποία έχει απορροφήσει φως ή άλλη ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία. Στις περισσότερες περιπτώσεις, το εκπεμπόμενο φως έχει μεγαλύτερο μήκος κύματος, και άρα χαμηλότερη ενέργεια, από την απορροφημένη ακτινοβολία. Τα πλέον χαρακτηριστικά παραδείγματα φθορισμού έχουμε όταν η απορροφημένη ακτινοβολία είναι από την υπεριώδη περιοχή του φάσματος, δηλαδή μη ορατή από το ανθρώπινο μάτι, και το εκπεμπόμενο φως ανήκει στην ορατή περιοχή.

Στη φύση, φθορισμός παρατηρείται σε κάποια ορυκτά και σε διάφορες βιολογικές καταστάσεις πολλών ειδών του ζωικού βασιλείου.

Φασματοσκοπία φθορισμού είναι ένας τύπος ηλεκτρομαγνητικής φασματοσκοπίας ο οποίος αναλύει τον φθορισμό που προέρχεται από ένα δείγμα. Η φασματοσκοπία φθορισμού χρησιμοποιεί μια δέσμη φωτός, συνήθως υπεριώδους φωτός, το οποίο διεγείρει ηλεκτρόνια σε μόρια ορισμένων ενώσεων και τα αναγκάζει να εκπέμψουν φως, συνήθως, αλλά όχι απαραίτητως στην ορατή περιοχή. Τα αντίστοιχα μικροσκόπια ονομάζονται **μικροσκόπια φθορισμού** και η μελέτη των παρατηρούμενων μέσω αυτών φαινομένων **μικροσκοπία φθορισμού**.

Πηγές

1. http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/2014/press.html
2. Εφημερίδα «Έθνος» 08.10.2014
3. Εφημερίδα «Το Βήμα», 08.10.2014
4. Εφημερίδα «Καθημερινή», 10.10.2014
5. Εφημερίδα «Ο Φιλελεύθερος» 10.10.2014