

## ΤΟ ΜΕΤΑΞΙ ΔΙΑΘΕΜΑΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΟΥ ΜΕΤΑΞΙΟΥ- ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΠΡΟΤΑΣΗ ΤΩΝ ΠΡΩΤΕΪΝΩΝ

*Κωνσταντογιάννη Μαρία*

*MSc Χημικός –Εκπαιδευτικός, Μεταπτυχιακή ΔιΧηNET-ΕΚΠΑ,  
Τηλ.- Fax.210 9353556, e-mail:markonst@yahoo.gr*

### **Εισαγωγή**

Η εργασία η οποία παρουσιάζεται έχει ως στόχο τη διδασκαλία των πρωτεϊνών μέσα από ένα καθημερινό υλικό, το μετάξι. Το μετάξι μια φυσικής προέλευσης ίνα έχει ιδιαίτερα χαρακτηριστικά στη δομή της, στην παραγωγή της και την ιστορία της. Μέσα από τη διαθεματική προσέγγιση του μεταξίου η επιστημονική γνώση συνδέεται με τον τρόπο παραγωγής του και τις χρήσεις του υλικού. Η επιστήμη της Χημείας αναδεικνύεται μέσα από την καθημερινότητα, καθώς η γνώση εξηγεί τις ιδιότητες των υλικών και παρουσιάζει τη σύσταση χημικών αντικειμένων.

Οι πρωτεΐνες, τα βασικότερα μακρομόρια, εξετάζονται στα σχολικά εγχειρίδια κυρίως μέσα από τη σύσταση των τροφίμων και τη λειτουργία τους στον ανθρώπινο οργανισμό. Με αφορμή το μετάξι οι μαθητές έχουν την ευκαιρία να γνωρίσουν τις πρωτεΐνες ως δομικό συστατικό ενός υλικού και κυρίως μέσα από την επιστήμη της Χημείας. Η οικειότητα του υλικού στον μαθητή λειτουργεί σαν μαθησιακό κίνητρο ώστε να ακολουθήσει η εισαγωγή στην μικροσκοπική διάσταση και να γίνει παρουσίαση του δομικού συστατικού των ινών του μεταξίου που είναι οι πρωτεΐνες.

Ο εκπαιδευτικός με αφορμή το μετάξι μπορεί να διαμορφώσει ένα συγκεκριμένο διδακτικό πλαίσιο μέσα από το οποίο μπορούν οι μαθητές να γνωρίσουν: α) τα αμινοξέα, β)το πεπτιδικό δεσμό, γ)τα πεπτίδια, δ)την πρωτοταγή δομή, ε)τη δευτεροταγή δομή, στ)τις ινώδεις πρωτεΐνες, η)τις διαμοριακές δυνάμεις – το δεσμό υδρογόνου. Στη συγκεκριμένη διδακτική πρόταση περιλαμβάνονται φύλλα εργασίας για τα επιμέρους θέματα που εξετάζονται καθώς ο σχεδιασμός της διδασκαλίας βασίζεται στη συμμετοχή του μαθητή, μέσα από τη βιωματική μάθηση (learning by doing), με ειδικές δραστηριότητες που αναφέρονται στα βασικότερα σημεία της μελέτης των πρωτεϊνών με κατασκευές και εργαστηριακά πειράματα.

Στο πλαίσιο της διαθεματικότητας η διδακτική πρόταση για τη διδασκαλία των πρωτεϊνών μπορεί να αποτελέσει μέρος ενός project με θέμα το μετάξι. Μέσα από σχεδιασμένες δραστηριότητες οι μαθητές μπορούν να ανακαλύψουν την ιστορία και τη γεωγραφική εξάπλωση του υλικού μέσα στους αιώνες. Το μετάξι χαρακτηρίζεται από μια μακρά ιστορία, συνοδεύεται από μύθους και παραδόσεις που ξεκινούν από την Κίνα και φτάνουν μέχρι τα σύνορα της Ελλάδας, το Σουφλί. Οι μαθητές έχουν την ευκαιρία να γνωρίσουν το *Δρόμο του Μεταξίου* μέσα από ένα γεωγραφικό και ιστορικό παιχνίδι και να ανακαλύψουν τα ίχνη που άφησε η σηροτροφία στην αρχιτεκτονική και στον πολιτισμό του τόπου μας.

### **Η παραγωγή του μεταξίου και τα χαρακτηριστικά της ίνας του μεταξίου**

Η παραγωγή του μεταξίου: Το έντομο *Bombyx mori*, ο γνωστός μεταξοσκώληκας, συμβάλλει παγκοσμίως κατά 95% στην παραγωγή φυσικού μεταξίου πρόκειται για ένα οικόσιτο έντομο όπως και η μέλισσα. Ο *Bombyx mori*, ανήκει στην τάξη λεπιδοπτέρων, τα δυο βασικότερα χαρακτηριστικά του εντόμου είναι: α)τα στάδια των μεταβολών – οι μεταμορφώσεις β) η εκτροφή του, με συγκεκριμένα φυτικά είδη

όπως τα φύλλα μουριάς (μουρεόφυλλα). Στη φύση βρίσκουμε πολλά έντομα τα οποία παρουσιάζουν το χαρακτηριστικό της παραγωγής ινών (π.χ. αράχνη).

Τα βασικά στάδια της καλλιέργειας του μεταξοσκώληκα είναι τα εξής: α) η εκκόλαψη- επώαση των αυγών, τα αυγά του μεταξοσκώληκα (μεταξόσποροι) είναι τοποθετημένα σε μικρά παραλληλεπίπεδα πλαίσια (κουτιά) και επωάζονται σε κατάλληλες συνθήκες (υγρασία –θερμοκρασία – φωτισμός), για 10 -14 μέρες, β) η εκτροφή -μετάβαση από την 1η –5η ηλικία που διαρκεί 24 μέρες), γ) η ενδιάμεση - Φάση ύπνου, όπου πραγματοποιείται η στήριξη σε ψευδοπόδια και η αποδερμάτωση «αλλαγή πουκαμίσου» του εντόμου, δ) το κλάδωμα-πλέξιμο κουκουλιού, όπου παράγεται μια συνεχής ίνα περίπου 2000 μ.,και διαρκεί 2-3 μέρες ε) το ξεκλάδωμα – συλλογή κουκουλιών και τέλος στ) η απόπνιξη- θανάτωση της χρυσαλλίδας πριν γίνει πεταλούδα σε ζεστό νερό θερμοκρασίας 80- 90ο C για 30 λεπτά.

Χαρακτηριστικά της ίνας του μεταξιού: Το μετάξι είναι μία από τις πολυτιμότερες υφαντικές ίνες ζωικής προέλευσης, που προέρχεται απ' την κάμπια του μεταξοσκώληκα, όταν φτιάχνει το κουκούλι, για να περάσει μια σε μια ορισμένη φάση της μεταμόρφωσή του. Ο μεταξοσκώληκας κατασκευάζει την ίνα αυτή απ' το έκκριμα των αδένων του, που όταν έρχεται σ' επαφή με τον *αέρα*, στερεοποιείται και παίρνει τη μορφή συνεχούς και πολύ λεπτής ίνας, που μόνο κάτω απ' την επίδραση κάποιας εξωτερικής αιτίας μπορεί να κοπεί. Η ίνα παρουσιάζει ανομοιομορφη διατομή σε όλο το μήκος της, καθώς στην αρχή είναι ευρύτερη σε σχέση με το τέλος της και παρουσιάζει αντοχή στον εφελκυσμό. Το ακατέργαστο μετάξι αποτελείται κυρίως από δύο πρωτεΐνες τη **φιβροΐνη** και τη **σερικίνη**. Η φιβροΐνη, αποτελεί το 75% της ίνας και βρίσκεται στο κέντρο της ίνας ενώ η σερικίνη ή μεταξόκολλα, αποτελεί το 25% και περιβάλλει περιμετρικά (τυλίγει) τη φιβροΐνη. Η επιφάνεια της ίνας ανώμαλη και τραχεία σχήματος έλλειψης. Μετά την απομάκρυνση της σερικίνης, φαίνεται λεία σαν μία διάφανη ράβδος.

Το μετάξι κυρίως χρησιμοποιείται για την κατασκευή υφασμάτων και την παρασκευή ενδυμάτων. Επίσης, το μετάξι χρησιμοποιείται και στην ιατρική λόγω των αντιμικροβιακών ιδιοτήτων σε ράμματα, επιδέσμους ανοιχτών πληγών, απορροφητικές ταινίες κάλυψης τραυμάτων. Αναφέρονται ακόμη επιστημονικές εφαρμογές του μεταξιού όπως ταινίες φιβροΐνης ή μεμβράνες για την ακινητοποίηση ενζυμικών συστημάτων.

### Η χημεία των πρωτεϊνών του μεταξιού

Η φιβροΐνη βρίσκεται εσωτερικά στην ίνα του μεταξιού. Τα αμινοξέα που αποτελούν τη φιβροΐνη είναι η γλυκίνη (42,3%), η αλανίνη (24,5%), η σερίνη (12,6%), η τυροσίνη (10,6%) και η βαλίνη (3,2%). Η πρωτοταγής δομή της πρωτεΐνης είναι: Gly-Ala-Gly-Ala-Gly-Ser-Gly-Ala-Ala-Gly-[Ser-Gly-(Ala-Gly)*n*]-8-Tyr. Η φιβροΐνη, είναι μια ινώδης πρωτεΐνη, όπως το κολλαγόνο, μεγάλου M.B.>100.000 και παρουσιάζει δευτεροταγή δομή που ονομάζεται πριονωτή δομή ή β-πτυχωτή επιφάνεια. Στην πριονωτή δομή, οι πολυπεπτιδικές αλυσίδες διατάσσονται παράλληλα μεταξύ τους κατά μήκος του άξονα της ίνας και συνδέονται με δεσμούς υδρογόνου που αναπτύσσονται μεταξύ των αλυσίδων, για το λόγο αυτό το μετάξι έχει μεγάλη αντοχή. Η συγκεκριμένη δομή δεν είναι τόσο συνήθης όσο η **α-έλικα**, μικρές περιοχές με δομή β-πτυχωτής επιφάνειας συναντώνται συχνά σε πρωτεΐνες στις οποίες οι πεπτιδικές αλυσίδες αναδιπλώνονται στον εαυτό τους.

Η σερικίνη που βρίσκεται εξωτερικά στην ίνα του μεταξιού. Η πρωτοταγής δομή της σερικίνης είναι:-Gly -Ser -Ser -Thr - Ser -Gly - Gly -Ser -Ser -Thr -Tyr - Gly -Tyr - Ser - Ser-Asn--Ser -Glu-Asp -Glu -Ser -Val- Ser -Ser - Thr - Gly -Ser - Ser - Ser -Asn -

Thr - Asp - Ser -Asn - Ser -Asn - Ser -Val-. Τα αμινοξέα με πολικές ομάδες στη σερίκίνη είναι τρεις φορές περισσότερα από αυτά της φιβροΐνης. Οι πολικές πλευρικές ομάδες των αμινοξέων της σερίκνης την κάνουν υδατοδιαλυτή.

Το μεταξύι οφείλει πολλές από τις ιδιότητες του στη δευτεροταγή δομή της φιβροΐνης η σταθερότητα της οποίας βασίζεται στους δεσμούς υδρογόνου. Οι δεσμοί υδρογόνου αναπτύσσονται ενδομοριακά ανάμεσα σε τμήματα των πεπτιδικών αλυσίδων και είναι υπεύθυνοι για τον προσανατολισμό των πεπτιδικών αλυσίδων στο χώρο. Οι δεσμοί αυτοί δημιουργούνται ανάμεσα στις αμιδικές ομάδες-N-H και στις καρβοξυλομάδες -C=O των αμινοξέων των πρωτεϊνών. Η ισχύς ενός δεσμού- H είναι περίπου 20 KJ/mol, κατά πολύ μικρότερη (το 5%) ενός ενδομοριακού ομοιοπολικού δεσμού C-C. Ο μεγάλος αριθμός των δεσμών- H που αναπτύσσονται ανάμεσα στις δυο αλυσίδες της φιβροΐνης δίνει σταθερότητα στη πριονωτή δομή ή β -πτυχωτή επιφάνεια. Η επίδραση διαλυμάτων ισχυρών οξέων και βάσεων καταστρέφουν τους δεσμούς υδρογόνου και προκαλούν μεταβολή στη δευτεροταγή δομή των πρωτεϊνών.

### **Διδακτική πρόταση για τη διδασκαλία των πρωτεϊνών**

#### *Διδακτικοί Στόχοι*

##### Γνωστικοί

1. Να περιγράφουν τα αμινοξέα και από ποια άτομα αποτελούνται
2. Να αναφέρουν τον πεπτιδικό δεσμό ως μέσο σύνδεσης των αμινοξέων στα πεπτίδια και στις πρωτεΐνες.
3. Να διακρίνουν την πρωτοταγή και τη δευτεροταγή δομή των πρωτεϊνών.
4. Να διαπιστώνουν την ύπαρξη διαμοριακών δυνάμεων στις πρωτεΐνες
5. Να αναφέρουν τις πρωτεΐνες του μεταξιού.

##### Συναισθηματικοί

Να εργάζονται ομαδικά

Να αποκτήσουν εμπιστοσύνη στις δυνάμεις τους

Να τονωθεί η αυτοπεποίθησή τους

##### Ψυχοκινητικοί

Να χρησιμοποιούν προσομοιώματα μορίων, να ζωγραφίζουν, να κάνουν πειράματα.

Προαπαιτούμενες γνώσεις:

1. άτομα , μόρια , χημικές ενώσεις
2. ομοιοπολικός δεσμός, δεσμοί του ατόμου του άνθρακα, διαμοριακοί δεσμοί

#### *Πιθανές Παρανοήσεις*

1. Οι μαθητές δεν αντιλαμβάνονται την έννοια του μακρομορίου.
2. Μπορεί να δημιουργηθεί σύγχυση ανάμεσα στο ποια άτομα δημιουργούν τον πεπτιδικό δεσμό.
3. Οι ισχύς των διαμοριακών δυνάμεων

#### *Εποπτικά μέσα-Υλικά*

- Βιντεοπροβολέας
- Μεταξωτό ύφασμα ή μεταξωτή κλωστή
- Προσομοιώματα ατόμων και μορίων
- Lego, αυτοκόλλητες ετικέτες, blue tack
- Χαρτόνια – μαρκαδόροι – καρφίτσες πίνακα ανακοινώσεων
- Φωτοτυπίες του φύλλου εργασίας και του φύλλου αξιολόγησης

#### *Φάσεις διδασκαλίας*

1<sup>η</sup> Φάση- Γνωσιολογική και ψυχολογική προετοιμασία-Προσέλκυση ενδιαφέροντος – Προβληματοποίηση διδασκαλίας

Προετοιμάζουμε τους μαθητές για το θέμα της διδασκαλίας δείχνοντας ένα μεταξωτό μαντήλι. Ζητάμε από τους μαθητές να μαντέψουν για τι είδος υφάσματος πρόκειται και αν το έχουν συναντήσει στην καθημερινότητα τους και πού. Ζητάμε από τους μαθητές να μας πουν την προέλευσή του. Στη συνέχεια τους προσκαλούμε να ταξιδέψουν χρονικά και ιστορικά μέσω των διαφανειών (πληροφοριακό υλικό) στην διάδοση του μεταξιού και στη διαδικασία παραγωγής του. Τέλος παρουσιάζουμε τη διαφάνεια με θέμα τα χαρακτηριστικά τις ίνας του μεταξιού.



Εικόνα 1 . Μεταξωτό μαντήλι – κουκούλι μεταξοσκώληκα

## 2<sup>η</sup> Φάση -Ανάδειξη ιδεών

Με την τεχνική του brain-storming θέτουμε κάποια ερωτήματα στους μαθητές ως προς τη σύσταση τις ίνας του μεταξιού. Τι είναι πρωτεΐνη, τι είναι αμινοξύ, από ποια άτομα ποιων χημικών στοιχείων αποτελείται; κ.α. Συζητάμε τις απαντήσεις των μαθητών, δίνοντας βαρύτητα στη δυνατότητα του άνθρακα να σχηματίζει δεσμούς με άλλα άτομα και να σχηματίζει χημικές ενώσεις.

## 3<sup>η</sup> φάση-εισαγωγή νέας γνώσης – συλλογή δεδομένων

Ζητάμε από την κάθε ομάδα να πραγματοποιήσει τη δραστηριότητα 1 - προσομοιώματα μορίων και να κατασκευάσουν ένα διαφορετικό αμινοξύ η κάθε μια, και να συμπληρώσουν το φύλλο εργασίας. Ζητάμε να πραγματοποιήσουν τη δραστηριότητα 2 – πεπτίδια με τους κύβους lego-ή πλαστελίνες. Συμπλήρωση του φύλλου εργασίας.

Ζητάμε από τους μαθητές να πραγματοποιήσουν τη δραστηριότητα 3, ζωγραφικής τη β-πτυχωτής επιφάνειας και να συμπληρώσουν το φύλλο εργασίας.

Πραγματοποιούμε το πείραμα επίδρασης καυστικού νατρίου και επίδραση οξέων σε μεταξωτό ύφασμα (προσοχή, το πείραμα με την επίδραση των πυκνών οξέων να γίνει από τον διδάσκοντα) και ζητάμε από τους μαθητές να συμπληρώσουν στο φύλλο εργασίας τις παρατηρήσεις τους. Δραστηριότητα 4-5.

## 4<sup>η</sup> φάση-Ανακεφαλαίωση

Οι μαθητές τις κάθε ομάδας ανακοινώνει τα αποτελέσματα των ερωτήσεων του φύλλου εργασίας στην ολομέλεια της τάξης και διαπιστώνεται η ορθότητα των απαντήσεων.

## 5<sup>η</sup> φάση-Αξιολόγηση

Πραγματοποιούμε τις δραστηριότητες του φύλλου αξιολόγησης.

Για συντομία ακολουθεί περιγραφή δραστηριοτήτων που έχουν σχεδιαστεί για την υλοποίηση των διδακτικών στόχων της διδασκαλίας των πρωτεϊνών:

### Δραστηριότητα 1. Αμινοξέα – πεπτιδικός δεσμός – πεπτίδια

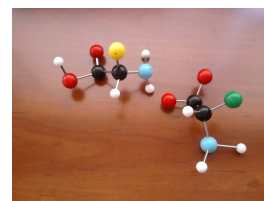
Οι μαθητές αναπαριστούν αμινοξέα με προσομοιώματα ατόμων και αναγνωρίζουν τον πεπτιδικό δεσμό αφού τα ενώσουν.

### Δραστηριότητα 2. Πρωτοταγής δομή

Οι μαθητές με χρήση lego και κολλά αναπαριστούν την πρωτοταγή δομή της φιβροΐνης και κατασκευάζουν ετικέτες με το συμβολισμό των αμινοξέων

### Δραστηριότητα 3- Δευτεροταγής δομή

Οι μαθητές ζωγραφίζουν με μαρκαδόρους δυο παράλληλες



Εικόνα 2. Αμινοξέα

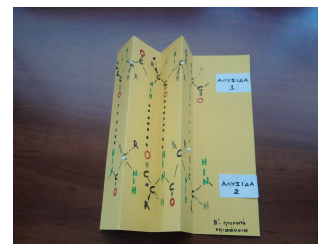


Εικόνα 3. Πρωτοταγής δομή

πρωτεϊνικές αλυσίδες πάνω στο πτυχωτό χαρτόνι αναπαριστώντας τη δευτεροταγή δομή και συγκεκριμένα τη πριονωτή δομή της φιβροΐνης Έτσι όπως φαίνεται στο πάνω μέρος του παρακάτω σχήματος.

Δραστηριότητα 4-5. Επίδραση ισχυρών αλκαλίων και οξών σε πρωτεΐνες

Στο εργαστήριο οι μαθητές κάνουν επίδραση καυστικού νατρίου σε μεταξωτό ύφασμα και επίδραση υδροχλωρίου σε μεταξωτό ύφασμα.



Εικόνα 4. Δευτεροταγής δομή

### Περιγραφή δραστηριοτήτων για την υλοποίηση project

Δραστηριότητα 1 .Οι μαθητές οργανώνονται σε ομάδες επισκέπτονται ένα κατάστημα με υφάσματα ή με ρούχα και σημειώνουν έναν κατάλογο με τα μεταξωτά είδη. Ζητούν πληροφορίες για τη χώρα προέλευσης.

Δραστηριότητα 2 .Οι μαθητές καταγράφουν τις οδηγίες πλυσίματος των μεταξωτών υφασμάτων και ζωγραφίζουν τα σύμβολα.

Δραστηριότητα 3. Οι μαθητές χρησιμοποιώντας βιβλία και διαδίκτυο προσπαθούν να εξηγήσουν τους παρακάτω όρους: ραγυόν, πολυεστερικά υφάσματα, λύκρα, νάιλον.

Δραστηριότητα 4. Επίσκεψη στο Μουσείο Μεταξιού και στο Σουφλί. Γνωριμία με τη παράδοση και τη αρχιτεκτονική του τόπου μέσα από το μετάξι.

Δραστηριότητα 5. Κατασκευή χάρτη με το Δρόμο του Μεταξιού.

### Βιβλιογραφία

- 1.J. Mc Murry, *Οργανική Χημεία Τόμος II* , Πανεπιστημιακές εκδόσεις Κρήτης
- 2.Βασιλειάδης Π. Αινείας, *Μαθήματα Βιομηχανικής Χημείας*, Εκδόσεις Πανεπιστημίου Αθηνών , 1991
- 3.Morrison –Boyd, *Οργανική χημεία*,
4. Κέντρο Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης Σουφλίου, *Οι περιπέτειες του μεταξοσκώληκα ..... στην πόλη του μεταξιού*, ΥΠΕΠΘ-Ευρωπαϊκή Ένωση.
5. Agnes Timar Balazsy, Dinab Eastop, *Chemical Principles of textile conservation*, Editors Butterworth-Heinenmann
6. Zri Goffer, *Archaeological Chemistry*, Second Edition, Wiley -interscience Menachen Lewin, *Handbook of fiber chemistry*, Editors Eli M. Pearce. MARcel Dekker
- 7.C.M. Carr, *Chemistry of textiles Industry* Blackie Academic and Professional
8. R. Tesh Auandjiwala, *Textiles for sustainable development*, Editors L. Hunter.
- 9.N. Belfer, *Batik and Tie Techniques*, 3rd edition , Dover Publications
- 10.Shahina E., *Structure and Solubility of natural Silk Fibroin*, RJAC, 2006, vol 79, No. 6, pp. 869-876.

Διαδίκτυο

ΚΠΕ Σουφλίου :<http://www.kpesoufiou.gr>

Μουσείο Τέχνης Μεταξιού-[http://silk-museum.com/silk\\_history.html](http://silk-museum.com/silk_history.html)

Δημοτική επιχείρηση σηροτροφίας-<http://www.souflisilk.gr/soufli/>