

## «Ο άρτος ημών ο επιούσιος»: διεπιστημονική-διαθεματική πρόταση διδασκαλίας στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση

Ελένη Κωνσταντοπούλου, Δ. Σταμπάκη-Χατζηπαναγιώτη\*,  
Α. Καραλιώτα, Σ. Μηνιάδου  
Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Χημείας, Πανεπιστημιούπολη 15771, Αθήνα  
[stambaki@chem.uoa.gr](mailto:stambaki@chem.uoa.gr)

**Περίληψη.** Ο άρτος είναι στην πραγματικότητα συνυφασμένος με την ίδια τη ζωή. Για το μαθητή αποτελεί ένα αντικείμενο ιδιαίτερα οικείο. Για το σκοπό αυτό προτείνεται: α) η αξιοποίηση του θέματος για την προβολή της διεπιστημονικότητας και διαθεματικότητας στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση (εκπόνηση *σχεδίων εργασίας*) και β) η διδασκαλία μέρους της σχολικής ύλης χημείας και βιολογίας μέσω θεμάτων που άπτονται του ψωμιού (οργάνωση *σχεδίων μαθήματος και πειραματικών δραστηριοτήτων*). Η διδακτική πρόταση είναι διεπιστημονική διότι αναδεικνύονται οι διεπιστημονικές σχέσεις και συναρτήσεις που έχει το συγκεκριμένο θέμα με πλήθος σχολικών μαθημάτων (Χημεία, Βιολογία, Βιοχημεία, Τεχνολογία, Φυσική), ενώ παράλληλα γίνεται διδακτική χρήση διαθεματικών εννοιών (π.χ. στο σύστημα «σιτηρά-αλεύρι-ψωμί»).

### Εισαγωγή

Από τις απαρχές του πολιτισμού το ψωμί κατείχε κεντρική θέση στη ζωή και διατροφή του ανθρώπου. Για το μαθητή αποτελεί ένα αντικείμενο ιδιαίτερα οικείο από την παιδική του ηλικία. Συχνά, το ψωμί αποτελεί για το υποσυνείδητό του σύμβολο αναφοράς της θρεπτικής αξίας, της θρησκείας και της παράδοσης.

Το ισχύον ελληνικό Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης δεν δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές να διδαχθούν βασικές έννοιες της χημείας και βιολογίας των τροφίμων, με εξαίρεση κάποιες λιγοστές πληροφορίες που δίνονται με τη μορφή συνήθως παραρτήματος και αφορούν κυρίως στην αλκοολική ζύμωση. Έτσι, ενώ οι μαθητές, για παράδειγμα, έχουν παρατηρήσει ότι το ψωμί “φουσκώνει” κατά την παρασκευή του δε γνωρίζουν το λόγο που συμβαίνει αυτό. Επίσης, ενώ έχουν ακούσει για τη μεγάλη διατροφική αξία του ψωμιού δε γνωρίζουν τα κύρια συστατικά του.

### Στόχοι και περιεχόμενο πρότασης

Με τις προτάσεις διδασκαλίας που περιέχει η παρούσα εργασία επιδιώκεται:

- Η διεύρυνση της σχολικής γνώσης χημείας και βιολογίας, μέσα από τη διδασκαλία θεμάτων που αφορούν ένα τρόφιμο όπως είναι το ψωμί (τα δημητριακά ως πρώτη ύλη παρασκευής ψωμιού, θρεπτική αξία αλεύρων, συνθήκες παρασκευής ψωμιού, βιοτεχνολογική παραγωγή της μαγιάς αρτοποιίας).
- Η σύνδεση της σχολικής γνώσης με τις εμπειρίες των μαθητών και τις καταστάσεις της καθημερινής ζωής.
- Η ανάδειξη της διεπιστημονικότητας και της διαθεματικότητας που εμπεριέχει το τρίπτυχο του θέματος «σιτηρά-αλεύρι-ψωμί».

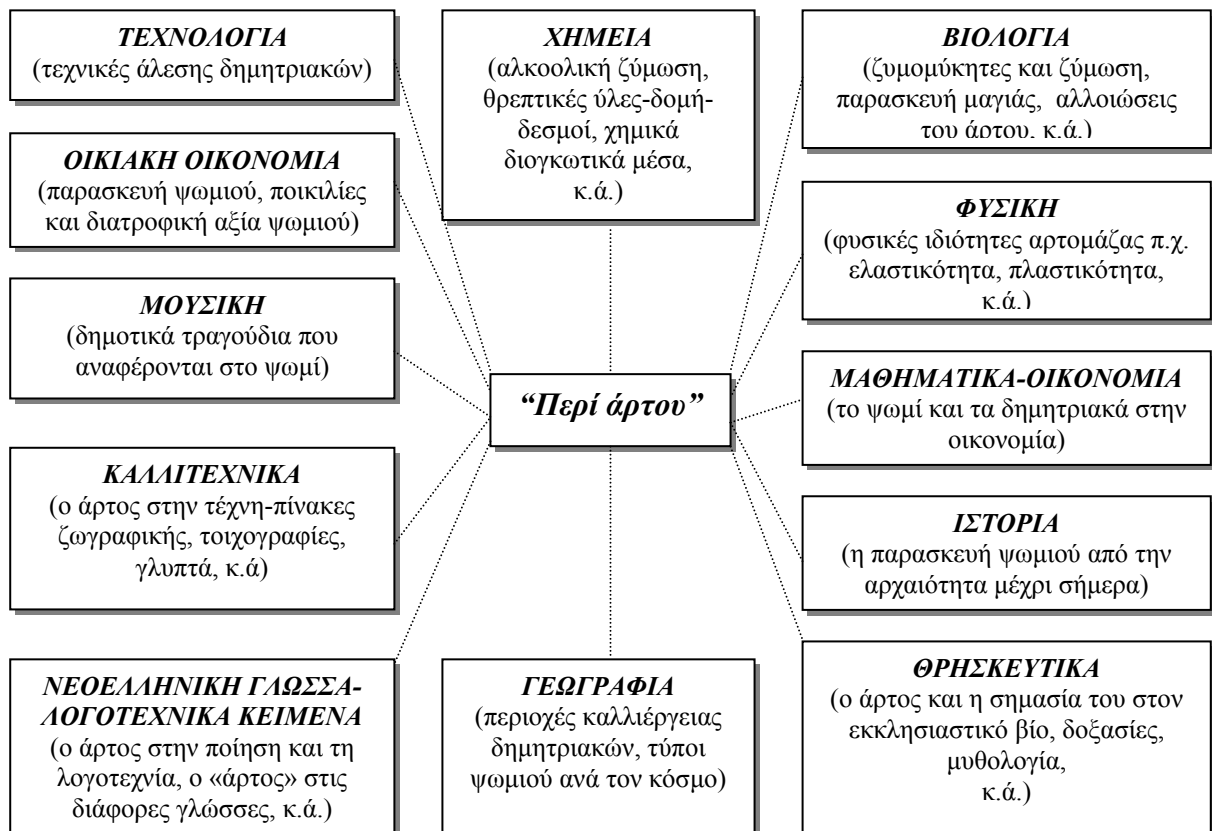
- Η διέγερση του ενδιαφέροντος των μαθητών για τη διδακτέα ύλη μέσα από τη διεπιστημονική-διαθεματική προσέγγιση διδασκαλίας (δημιουργία κινήτρων).

Στην παρούσα εργασία προτείνονται:

- α) η διδασκαλία μέρους της σχολικής ύλης χημείας και βιολογίας μέσω θεμάτων που άπτονται του ψωμιού
- β) η εφαρμογή διδαχθείσας ύλης χημείας και βιολογίας με πειραματικές δραστηριότητες που σχετίζονται με το ψωμί και
- γ) η αξιοποίηση του θέματος που πραγματεύεται η εργασία ως στοιχείο εξασφάλισης της διεπιστημονικότητας και διαθεματικότητας στη σχολική γνώση.

Η πρώτη πρόταση αφορά σχέδια μαθήματος, ενώ η δεύτερη πρόταση αφορά πειραματικές δραστηριότητες, που εμπλουτίζουν και συμπληρώνουν τους εργαστηριακούς οδηγούς.

Σε κάθε περίπτωση, η πρόταση καλύπτει το σύνολο της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (γυμνάσιο και λύκειο) και αφορά την ύλη της Γενικής Παιδείας και σε μερικές μόνο περιπτώσεις την ύλη της Θετικής και Τεχνολογικής Κατεύθυνσης (Σχήμα 1).



Σχήμα 1: Πλαίσιο εξακτίωσης του κεντρικού θέματος της εργασίας με βάση τα μαθήματα του αναλυτικού προγράμματος της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης.

## Μεθοδολογία – συζήτηση

Η διδακτική πρόταση είναι διεπιστημονική διότι αναδεικνύονται οι διεπιστημονικές σχέσεις και συναρτήσεις που έχει το συγκεκριμένο θέμα με πλήθος σχολικών μαθημάτων (χημεία, βιολογία, βιοχημεία, τεχνολογία, φυσική), ενώ παράλληλα περιέχει διαθεματικές προεκτάσεις (π.χ. η εξέταση του θέματος από την πλευρά της λαογραφίας, τομέας που δεν διδάσκεται ως

αυτούσιο μάθημα στο σχολείο). Η διαθεματικότητα της πρότασης δεν είναι απόλυτη, δεδομένου ότι η λογική των διακριτών μαθημάτων διατηρείται (χρησιμοποιούνται διδακτικές ώρες που προβλέπονται από το ωρολόγιο πρόγραμμα για το μάθημα της χημείας ή της βιολογίας), αλλά στηρίζεται κυρίως στην παιδοκεντρική αρχή της σύνδεσης της σχολικής γνώσης με τα ενδιαφέροντα, τις εμπειρίες των μαθητών και την έμμεση διδακτική χρήση διαθεματικών εννοιών, όπως για παράδειγμα είναι οι έννοιες “μεταβολή”, “αλληλεπίδραση”, “δομή” στο τριφασικό σύστημα «σιτηρά-αλεύρι-ψωμί». Ωστόσο, προβλέπεται η εξασφάλιση γνήσιας διαθεματικότητας -παράλληλα με τη διεπιστημονικότητα- μέσω της εκπόνησης διεπιστημονικών-διαθεματικών σχεδίων εργασίας, τα οποία εμπλέκουν πολλά σχολικά μαθήματα (θρησκευτικά, ιστορία, οικιακή οικονομία, μαθηματικά, μουσική, νέα ελληνική γλώσσα, καλλιτεχνικά).

Στα βιβλία χημείας και βιολογίας του μαθητή της Γ΄ γυμνασίου, γίνεται φανερή η κατάτμηση της επιστημονικής γνώσης σε ανεξάρτητα και αυτοτελώς διδασκόμενα μαθήματα. Τούτο γίνεται ακόμα και στις περιπτώσεις που τα μαθήματα ανήκουν στον ίδιο ευρύτερο γνωστικό χώρο ή σε όμορους χώρους και εξετάζουν το ίδιο θέμα (π.χ. αλκοολική ζύμωση).

Το κεντρικό θέμα της εργασίας, ο «άρτος», είναι ένα θέμα που εύκολα υποδιαιρείται σε πολλαπλές διαστάσεις. Μάλιστα πολλά από αυτά τα θέματα μπορούν να γίνουν αντικείμενο μελέτης από τα διακριτά μαθήματα του αναλυτικού προγράμματος (π.χ. η χημεία του ψωμιού, η βιολογία του ψωμιού, βιοτεχνολογία και ψωμί, λαογραφία και ψωμί) και αφορούν διαφορετικούς τύπους, χρόνους και πολιτιστικο-κοινωνικά στάδια ανάπτυξης της ανθρωπότητας. Με αυτή την έννοια, το θέμα της εργασίας ενδείκνυται για θεματοκεντρική διδασκαλία.

Ωστόσο, κύρια επιδίωξη των *σχεδίων μαθήματος* είναι να εξαντληθούν όλες οι δυνατότητες του θέματος, ώστε να διδαχθεί η προβλεπόμενη για τις αντίστοιχες τάξεις ύλη των μαθημάτων. Με την έννοια αυτή, τα προτεινόμενα σχέδια μαθήματος προσεγγίζουν περισσότερο τα διεπιστημονικά, παρά τα διαθεματικά προγράμματα σπουδών όπου η γνώση διδάσκεται εάν και όταν το καλέσει η φύση των υπό μελέτη θεμάτων.

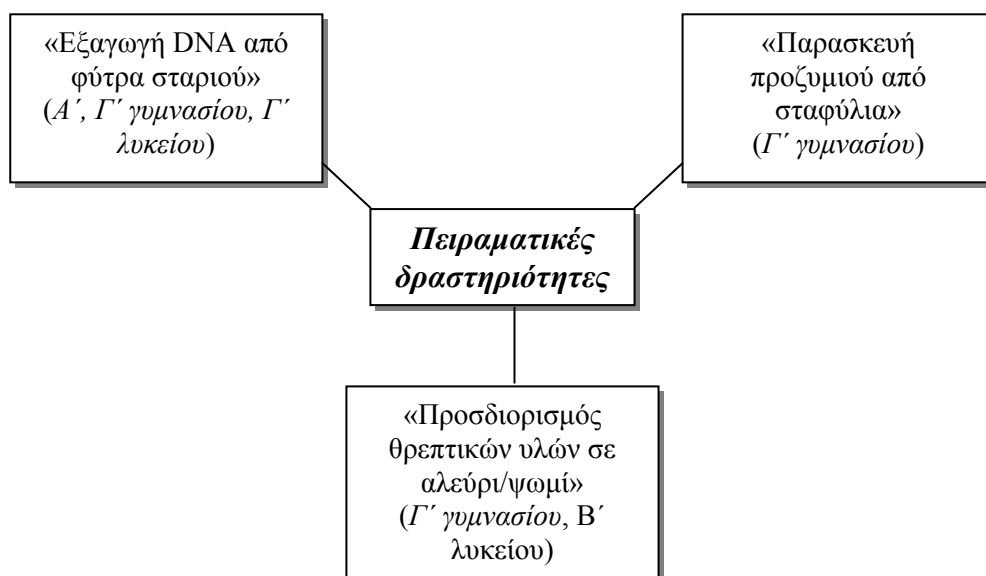
Στο *πρώτο* σχέδιο μαθήματος προτείνεται μια χαλαρή μορφή διεπιστημονικότητας με τη συνδιδασκαλία των συγγενών μαθημάτων χημείας και βιολογίας (στη Γ΄ τάξη γυμνασίου), η οποία θα εξετάζει ενιαία τη δράση των μυκήτων είτε/και την αλκοολική ζύμωση, ως διδακτέα ύλη της βιολογίας και της χημείας, αντίστοιχα. Το υπό μελέτη αντικείμενο, ο «άρτος», εξετάζεται κατά κύριο λόγο από τον κλάδο της βιολογίας («*Οι μύκητες στο ψωμί*» / Ενότητα “*Οι μύκητες*” (1.3) [Ανδριώτης, 2003]). Το μάθημα της χημείας συνδράμει επικουρικά στην ανάδειξη του φαινομένου της αλκοολικής ζύμωσης (Χημεία Γ΄ γυμνασίου / Ενότητα “*Αιθανόλη-ζυμώσεις*” (3.4) [Γεωργιάδου, 2001]). Υπάρχει δηλαδή μια προσθετική προσέγγιση διεπιστημονικής διδασκαλίας που εξασφαλίζει τη διακλαδική συνοχή δύο σχολικών μαθημάτων.

Ένα *δεύτερο* προτεινόμενο σχέδιο μαθήματος αφορά τη διδασκαλία ενός υβριδικού επιστημονικού κλάδου διεπιστημονικής φύσης, της βιοτεχνολογίας, μέσα στα πλαίσια του μαθήματος της βιολογίας θετικής κατεύθυνσης της Γ΄ λυκείου, όπου και περιλαμβάνεται (Βιολογία Γ΄ λυκείου θετικής κατεύθυνσης / Κεφάλαιο “*Αρχές και μεθοδολογία της Βιοτεχνολογίας*” (7) [Αλεπόρου-Μαρίνου, 2003]). Η διδασκαλία του αντίστοιχου κεφαλαίου προβλέπεται να γίνει μέσα από τη διεπιστημονική εξέταση ενός συγγενούς θέματος, της *βιοτεχνολογικής παραγωγής της μαγιάς*, ώστε με αναλογικό και επαγωγικό συλλογισμό να εκμαιευτούν όλες οι αρχές και η μεθοδολογία της βιοτεχνολογίας που εξετάζονται στην εν λόγω ενότητα. Παράλληλα, επιχειρείται η ενδο-κλαδική (ενδο-επιστημονική) συνοχή της σχολικής γνώσης μέσα από τη συνδιδασκαλία δύο κεφαλαίων του ίδιου μαθήματος, του κεφαλαίου που αναφέρεται στις αρχές και στη μεθοδολογία της βιοτεχνολογίας (Κεφάλαιο 7, “*Αρχές και μεθοδολογία της Βιοτεχνολογίας*”) και του κεφαλαίου που ακολουθεί και αναφέρεται στις εφαρμογές της βιοτεχνολογίας στη βιομηχανία (Κεφάλαιο 10, “*Εφαρμογές*

της Βιοτεχνολογίας στη βιομηχανία”) και το οποίο περιέχει ως παράδειγμα τα στάδια παραγωγής της ζύμης περιληπτικά (με τη μορφή σχηματικού διαγράμματος). Με αυτό τον τρόπο διασφαλίζεται η εσωτερική συνοχή και ενιαιοποίηση της γνώσης του συγκεκριμένου γνωστικού αντικείμενου που αποτελεί προϋπόθεση για περαιτέρω δια-κλαδικές (δι-επιστημονικές) συναρτήσεις.

Το δεύτερο σκέλος της διδακτικής πρότασης αφορά *πειραματικές δραστηριότητες*, οι οποίες επιδιώκουν συνδυασμό των γνώσεων της επιστήμης με τις εφαρμογές της επιστήμης και τις καταστάσεις της καθημερινής ζωής. Οι εργαστηριακές αυτές ασκήσεις αποτελούν βιοματικές μαθησιακές δραστηριότητες διεπιστημονικής φύσης. Αναλυτικότερα, οι δραστηριότητες προσφέρουν παραδείγματα για την καλύτερη κατανόηση γνώσης που έχει ήδη θεωρητικά διδαχθεί μέσα από την πρακτική εφαρμογή θεωρητικών γνώσεων. Συγκεκριμένα, προτείνεται οι μαθητές, αφού έχουν διδαχθεί την ύλη μιας ενότητας, να κάνουν πειράματα εφαρμόζοντας, επαληθεύοντας, εξερευνώντας αυτά που έχουν διδαχθεί, αλλά και συνδέοντάς τα με την καθημερινή ζωή.

Οι προτεινόμενες εργαστηριακές ασκήσεις συμπληρώνουν ή εμπλουτίζουν τους εργαστηριακούς οδηγούς χημείας και βιολογίας στις περισσότερες τάξεις της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (Σχήμα 2). Όλες αφορούν πειράματα που είναι πολύ εύκολα εφαρμόσιμα, δεν απαιτούν πολύπλοκες συσκευές και ακριβά αντιδραστήρια. Αντιθέτως, για την κάθε άσκηση ξεχωριστά, το κόστος των αντιδραστηρίων είναι πολύ μικρό και μπορούν να χρησιμοποιηθούν υλικά καθημερινής χρήσης.



**Σχήμα 2:** Παραδείγματα πειραματικών δραστηριοτήτων για τάξεις της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης.

Για κάθε δραστηριότητα προτείνεται το «φυλλάδιο του μαθητή» που περιλαμβάνει τη θεωρία, το φύλλο εργασίας (με στόχους και ερωτήσεις), την ακριβή και λεπτομερή πειραματική διαδικασία, σχετική βιβλιογραφία και προτεινόμενα θέματα για σχέδια εργασίας.

Αναλυτικότερα, προτείνονται οι εξής πειραματικές δραστηριότητες:

□ *Εξαγωγή DNA από φύτρα σταριού*

Είναι ένα πείραμα που αφορά στην απομόνωση του DNA από φύτρα σταριού μετά από μηχανική καταστροφή των κυττάρων του φύτερου οπότε ελευθερώνεται το DNA, διάλυσή του

στο νερό με τη βοήθεια επιφανειοδραστικών ουσιών και εκχύλισή του σε αιθανόλη. Το DNA παραλαμβάνεται με τη μορφή άσπρης κολλώδους μάζας [www.biotech.wisc.edu].

Οι μαθητές γνωρίζουν από την καθημερινή τους ζωή, τόσο από το σχολείο όσο και από τα μέσα μαζικής ενημέρωσης, πληροφορίες για την ύπαρξη του DNA, τη σημασία του και την επικέντρωση του ενδιαφέροντος των επιστημόνων σε αυτό. Με αυτή τη πειραματική δραστηριότητα δίνεται η δυνατότητα να “απομυθοποιήσουν” το DNA αντιλαμβανόμενοι ότι πρόκειται απλά για ένα χημικό μόριο με πολύ μεγάλο μήκος.

Η δραστηριότητα συνδυάζει βιολογικές έννοιες (δομή κυττάρου, DNA) με χημικές έννοιες (διαμοριακές δυνάμεις, δομή μορίων-μακρομορίων στο χώρο). Επιπλέον, για τους μαθητές της Γ΄ γυμνασίου, που ως αποτέλεσμα της διδασκίας ύλης [Ανδριώτης Μ., 2003] γνωρίζουν μόνο για τη μορφολογία του κυττάρου και συνοπτικά το ρόλο του γενετικού υλικού, δίνεται η ευκαιρία να δοθούν πληροφορίες για τα επιτεύγματα της βιοτεχνολογίας σχετικά με την αλλαγή των ιδιοτήτων ενός οργανισμού, π.χ. δημητριακών, με επέμβαση στο DNA των κυττάρων του (γενετικά τροποποιημένα προϊόντα). Το ίδιο συμβαίνει και με τους μαθητές της Γ΄ λυκείου τεχνολογικής κατεύθυνσης, οι οποίοι δεν ασχολούνται καθόλου με τη βιοτεχνολογία [Γιαλούρης Π., 2000], ενώ οι μαθητές της Γ΄ λυκείου θετικής κατεύθυνσης αναλύουν διεξοδικά όλες τις βασικές εφαρμογές της βιοτεχνολογίας [Αλεπόρου-Μαρινού Β., 2003].

#### □ Προσδιορισμός θρεπτικών υλών σε αλεύρι/ψωμί

Είναι μια πειραματική δραστηριότητα που ενδείκνυται να εφαρμοστεί σε μαθητές διαφορετικού γνωστικού επιπέδου, της Γ΄ τάξης του γυμνασίου και της Β΄ τάξης του λυκείου. Με το πείραμα αυτό δίνεται ευκαιρία στους μαθητές του γυμνασίου να αξιοποιήσουν τις γνώσεις που έχουν από τη διδασκαλία του κεφαλαίου της χημείας που αναφέρεται στις θρεπτικές ύλες (Χημεία Γ΄ γυμνασίου / Κεφάλαιο “Θρεπτικές ύλες” (4) [Γεωργιάδου Τ., 2001]). Συγκεκριμένα, διερευνούν την ύπαρξη βασικών θρεπτικών υλών στο ψωμί (ποιοτικός προσδιορισμός) με μεθόδους που ήδη γνωρίζουν (π.χ. αντίχνευση αμύλου) και παράλληλα προχωράνε στην ποσοτική μέτρηση ορισμένων (γλουτένη, τέφρα) που τους εισάγει σε μεθόδους ποσοτικού προσδιορισμού.

Ο ποσοτικός προσδιορισμός της γλουτένης και της τέφρας γίνεται με την κλασική μέθοδο που εφαρμόζεται στα εργαστήρια τροφίμων [Γαλανού Δ.Σ., 1978 & www.exploratorium.edu]. Μάλιστα δίνεται η ευκαιρία στους μαθητές να κάνουν συγκρίσεις, όσο αφορά την ποσότητα σε ανόργανα συστατικά λευκού και πιτυρούχου αλεύρου, να γνωρίσουν με τη βοήθεια του καθηγητή, το λόγο της παρατηρούμενης διαφοράς στο πιτυρούχο αλεύρι (το πίτυρο του σιταριού έχει μεγάλη περιεκτικότητα σε ανόργανα άλατα), αλλά και την έννοια του “πειραματικού σφάλματος” (ποιές φάσεις της πορείας του πειράματος είναι δυνατόν να μην έγιναν σωστά από τους μαθητές, π.χ. ζύγιση, ανεπαρκής αποτέφρωση του αλεύρου).

Η απομόνωση της γλουτένης είναι μια πειραματική δραστηριότητα που μπορεί να εφαρμοστεί και στο λύκειο. Η γνώση της δομής των πρωτεϊνών (πρωτοταγής, δευτεροταγής, τριτοταγής, τεταρτοταγής) (Χημεία Β΄ λυκείου γενικής παιδείας / Ενότητα “Πρωτεΐνες” (5.3) [Τσίπης Κ., 2000] και Βιοχημεία Γ΄ λυκείου τεχνολογικής κατεύθυνσης / Κεφάλαιο “Πρωτεΐνες” (3) [Γιαλούρης Π., 2000]) και της έννοιας του “δεσμού” επιτρέπει την εξήγηση ορισμένων μακροσκοπικών ιδιοτήτων της γλουτένης (όπως η συνεκτικότητα, η ελαστικότητα και η πλαστικότητα) [Penfield M.P., 1990, Βουδούρης Ε.Κ., 2001, Macrae, 1993], ενώ η γνώση τρόπων αντίχνευσης των πρωτεϊνών επιτρέπει την αντίχνευση της γλουτένης με την αντίδραση διουρίας. Επίσης, δίνεται η δυνατότητα να επισημανθεί ότι μόνο το σιτάλευρο έχει καλές αρτοποιητικές ιδιότητες [Belitz H.D., 1999].

Επιπλέον, η αντίχνευση αμύλου στο αλεύρι/ψωμί είναι και πάλι μια πειραματική δραστηριότητα που μπορεί να εφαρμοστεί στο λύκειο. Με αυτό το πείραμα οι μαθητές της Β΄

λυκείου γενικής παιδείας και της Γ΄ λυκείου τεχνολογικής κατεύθυνσης έχουν την ευκαιρία, εκτός από το να επαληθεύσουν τον τρόπο αντίχενωσης του αμύλου με διάλυμα ιωδίου που ήδη γνωρίζουν από τη διδακτέα ύλη που έχει προηγηθεί (Χημεία Β΄ λυκείου γενικής παιδείας / Ενότητα “Υδατάνθρακες” (5.1) [Τσίπης Κ., 2000] και Βιοτεχνολογία Γ΄ λυκείου τεχνολογικής κατεύθυνσης / Κεφάλαιο “Σάκχαρα” (8) [Γιαλούρης Π., 2000]), να γνωρίσουν έναν εναλλακτικό τρόπο αντίχενωσης του αμύλου αξιοποιώντας όλες τις γνώσεις που προέρχονται και πάλι από διδακτέα ύλη που έχει προηγηθεί (ενζυμική υδρόλυση αμύλου, αντίχενωση γλυκόζης με αντιδραστήριο Fehling). Ο δεύτερος τρόπος αφορά στην αντίχενωση του αμύλου με ένα ήπιο οξειδωτικό αντιδραστήριο (Fehling) μετά από ενζυμική υδρόλυση του αμύλου με τη βοήθεια της πτυελίνης του σάλιου [Γράβας Ι., 2000]. Παράλληλα, στηριζόμενος στο πείραμα, ο εκπαιδευτικός έχει τη δυνατότητα να εξηγήσει στους μαθητές την αιτία της χρωματικής αλλαγής του αμύλου από την επίδραση ιωδίου, με βάση τη δομή της αμυλόζης, και τη σημασία της δομής του αμύλου στην υποβάθμιση (μπαγιάτεμα) του ψωμιού, καθώς αλλάζει η δομή της αμυλοπηκτίνης [Penfield M.P., 1990, Macrae, 1993, Harold McGee, 1997, Δασόπουλος Π., 1994].

#### □ Παρασκευή προζυμιού από σταφύλια

Είναι μια δραστηριότητα που αφορά στην παρασκευή ψωμιού, χρησιμοποιώντας ως πηγή ζυμομυκήτων προζύμι φτιαγμένο από σταφύλια [www.exploratorium.edu]. Πρόκειται για μια δραστηριότητα που συνδυάζει την απλότητα στον τρόπο διεξαγωγής και απαιτούμενων υλικών με το πλήθος των χημικών και βιολογικών παραμέτρων που εμπεριέχονται στην ερμηνεία της.

Η δραστηριότητα ενδείκνυται να εφαρμοστεί στους μαθητές της Γ΄ τάξης του γυμνασίου. Οι μαθητές αυτής της τάξης μαθαίνουν για τους μικροοργανισμούς (ζυμομυκήτες, βακτήρια κ.ά.) καθώς και για την αλκοολική ζύμωση στην οποία βασίζεται η παρασκευή του ψωμιού (Βιολογία Γ΄ γυμνασίου / Ενότητα “Οι μύκητες” (1.3) [1]). Επίσης, μαθαίνουν για τη βιοτεχνολογία και τις εφαρμογές της στην παραγωγή διαφόρων προϊόντων (Βιολογία Γ΄ γυμνασίου / Ενότητα “Βιοτεχνολογία-Γενετική μηχανική” (3.3) [Ανδριώτης Μ., 2003]). Έτσι, οι μαθητές αυτής της τάξης έχουν τη δυνατότητα να ερμηνεύσουν τα αποτελέσματά τους.

Η παρούσα δραστηριότητα απαιτεί για την ερμηνεία της, εκτός από τις προαιτούμενες γνώσεις που αναφέρθηκαν, γνώσεις και εμπειρίες που σχετίζονται με την καθημερινή ζωή (π.χ. ο τρόπος παρασκευής προζυμιού και ψωμιού, η ύπαρξη διαφοράς στη γεύση μεταξύ ψωμιού από προζύμι και ψωμιού από μαγιά του εμπορίου, η παρουσία ζυμομυκήτων στα σταφύλια προς παραγωγή κρασιού). Επίσης περιλαμβάνει άλλες χρήσιμες πληροφορίες που είναι ακόμα άγνωστες στους μαθητές - όπως το μικροβιακό φορτίο που φέρει το προζύμι, η γαλακτική ζύμωση, η ύπαρξη των ζυμομυκήτων στην ατμόσφαιρα - και δίνει την ευκαιρία στον εκπαιδευτικό να τις αναφέρει.

Το τρίτο σκέλος της διδακτικής πρότασης αφορά στην εκπόνηση *σχεδίων εργασίας* (projects). Αυτά, είτε προβλέπεται να περιορίζονται στην αναζήτηση δεδομένων από συγγενείς κλάδους που έχουν ιδιαίτερη σχέση με το θέμα, π.χ. βιολογία-χημεία, οπότε παίρνουν διεπιστημονικό χαρακτήρα, είτε προβλέπεται να αναφέρονται στις προεκτάσεις που έχει το υπό μελέτη θέμα σε χώρους πέρα από αυτόν στον οποίο ανήκει, οπότε το σχέδιο εργασίας παίρνει διαθεματικό χαρακτήρα. Άλλωστε, ο «άρτος» είναι ένα θέμα που προτείνεται για συμπληρωματικής φύσης διαθεματικά σχέδια εργασίας και από τον Ματσαγγούρα (2004).

Προτεινόμενα θέματα για σχέδια εργασίας αφορούν:

- την *Ιστορία* του ψωμιού (μυθολογία, ιστορικά γεγονότα, αρχαιολογικά ευρήματα),
- το συμβολικό χαρακτήρα του άρτου στη *Θρησκεία* (ο άρτος στη Θεία Κοινωνία, ο άρτος στις διάφορες θρησκείες),

- τη *Γεωγραφία* (κλιματικές ζώνες καλλιέργειας δημητριακών, τοπικά προϊόντα αρτοποιίας),
- τη *Λαογραφία* (εκφράσεις-παροιμίες που σχετίζονται με το ψωμί, το ψωμί στα δημοτικά τραγούδια),
- την *Οικιακή Οικονομία* (πρώτες ύλες παρασκευής ψωμιού, διατροφική αξία, ασθένεια «κοιλιοκάκη» από προϊόντα γλουτένης),
- τις *Φυσικές Επιστήμες* (μικροοργανισμοί στη μαγιά/*Βιολογία*, παρασκευή ψωμιού/*Βιοχημεία-Χημεία*, κίνηση ανεμόμυλων-νερόμυλων/*Φυσική*),
- την *Τεχνολογία* (εξέλιξη τεχνολογίας/από τους νερόμυλους στους σύγχρονους αλευρόμυλους, σχέση τεχνολογίας-επιστήμης/βιοτεχνολογική παραγωγή μαγιάς) κ.ά.

Μέσα από τις διδακτικές προτάσεις της εργασίας, αναδεικνύονται μακρο-έννοιες διεπιστημονικής και διαθεματικής φύσης. Ως παράδειγμα αναφέρεται η μακρο-έννοια «μεταβολή» που συμβάλλει στην ενιαιοποίηση της γνώσης. Η μακρο-έννοια αυτή “μεταναστεύει” από το χώρο της χημείας, στον οποίο γίνεται λόγος για το σχηματισμό νέων μορίων (προϊόντων της αλκοολικής ζύμωσης), περνάει από το χώρο της βιολογίας, ο οποίος εξετάζει το μεταβολισμό των μυκήτων και φτάνει στο χώρο της φυσικής, με την αλλαγή στη φυσική κατάσταση και τις φυσικές ιδιότητες των μορίων και της αρτομάζας (αλεύρι-σκόνη → αρτομάζα-ελαστική και πλαστική μάζα → ψωμί-στερεή μάζα). Ένα άλλο παράδειγμα ανάδειξης αυτής της μακρο-έννοιας προέρχεται από το δεύτερο σχέδιο μαθήματος και αφορά την παραγωγή της μαγιάς αρτοποιίας κατά το σχήμα: στέλεχος μύκητα → πολλαπλασιασμός μύκητα/καλλιέργεια (κλάδος βιολογίας και χημείας) και ακολούθως ξήρανση παχύρευστης μάζας μηκύτων → παραλαβή μαγιάς εμπορίου (κλάδος τεχνολογίας και φυσικής).

Άλλες διαθεματικές έννοιες που αναδεικνύονται στην παρούσα εργασία είναι η έννοια «αλληλεπίδραση» (αμύλου με μύκητες, αλεύρου/γλουτένης με νερό, επιφανειοδραστικών ουσιών-νερού με DNA), η έννοια «δομή» (δομή αρτομάζας, δομή αμύλου/πρωτεϊνών, δομή DNA) και η έννοια «σύστημα» (σύστημα δημητριακών-αλεύρου-ψωμιού, αλεύρου-νερού-ζύμης).

## Συμπέρασμα

Με την παρούσα διδακτική πρόταση στο σύνολό της (σχέδια μαθήματος, εργαστηριακές ασκήσεις, σχέδια εργασίας) εξασφαλίζουμε στοιχεία διεπιστημονικότητας και διαθεματικότητας, διατηρώντας παράλληλα τη λογική των διακριτών μαθημάτων. Θεωρούμε την επιλογή αυτή ρεαλιστική για τα δεδομένα του σχολικού μας συστήματος. Ελπίζουμε με βάση τις επιμέρους διδακτικές προτάσεις να καταφέρουμε να προκαλέσουμε το ενδιαφέρον των μαθητών και, από την άλλη μεριά, οι μαθητές να καταφέρουν να εμπεδώσουν τη σχολική γνώση συνδέοντάς τη με τις εμπειρίες τους.

## Παραπομπές

- Αλεπόρου-Μαρίνου Β., Αργυροκαστρίτης Α., Κομητοπούλου Αικ, Παλιόγλου Π., Σγουρίτσα Β., «Βιολογία Γ΄ λυκείου θετικής κατεύθυνσης», Έκδοση Δ΄, 2003
- Ανδριώτης Μ., Γεωργούλη-Μαρκάκη Α., Γκούβρα Μ., Κατσώρχης Θ., Παυλίδης Γ., «Βιολογία Γ΄ γυμνασίου», Έκδοση Ε΄, 2003
- Γαλανού Δ.Σ., Βουδούρη Ε.Κ., «Εισαγωγή εις την εξέταση των τροφίμων», Γ΄ Έκδοση, Εκδόσεις Πανεπιστημίου Αθηνών, 1978
- Γεωργιάδου Τ., Καφετζόπουλος Κ., Πρόβης Ν., Σπυρέλλης Ν., Χηνιάδης Δ., «Χημεία Γ΄ γυμνασίου», Έκδοση Δ΄, 2001
- Γιαλούρης Π., Μποσινάκου Κ., Σιδέρης Δ., «Βιοχημεία Γ΄ λυκείου τεχνολογικής κατεύθυνσης», Έκδοση Β΄, 2000

- Βουδούρης Ε.Κ., Κοντομηνάς Μ.Γ., «Εισαγωγή στη Χημεία των Τροφίμων», Ο.Ε.Δ.Β., Αθήνα 2001
  - Γράψας Ι., Πάγκαλος Σπ., «Στοιχεία Βιοχημείας: Εργαστηριακός οδηγός Τ.Ε.Ε., Τομέας Χημικών Εργαστηριακών Εφαρμογών, Β΄ τάξη 1<sup>ου</sup> Κύκλου, Ειδικότητα Χημικών Εργαστηρίων και Ποιοτικού ελέγχου», Ο.Ε.Δ.Β., Αθήνα 2000
  - Τσίπης Κ., Βάρβογλης Α., Γιούρη-Τσοχατζή Κ., Δερπάνης Δ., Παλαμιτζόγλου Π., Παπαγεωργίου Γ., «Χημεία Β΄ λυκείου γενικής παιδείας», Έκδοση Α΄, 2000
  - Δασόπουλος Π., Ντούρντογλου Θ., Κατρανά Β., Καλαβρυτινός Λ., Κεφαλάς Π., «Αρτοποιία - ζαχαροπλαστική αλεύρου», Εκδόσεις KORMOS, 1994
  - Ματσαγγούρας Ηλίας Γ., «Η Διαθεματικότητα στη Σχολική Γνώση, Εννοιοκεντρική Αναπλαισίωση και Σχέδια Εργασίας», Εκδόσεις Γρηγόρη, Αθήνα 2004
  
  - Belitz H.D., Grosch W., «Food Chemistry», 2nd edition, Εκδόσεις Springer, 1999
  - Harold McGee, «On Food and Cooking, the Science and Lore of the Kitchen», Εκδόσεις Simon & Schuster, 1997
  - Macrae, Robinson R.K., Sadler M.J., «Encyclopedia of Food Science, Food Technology and Nutrition», Vol.1, Academic Press, 1993
  - Penfield Marjorie P., Campbell Ada Marie, «Experimental Food Science», 3rd edition, Academic Press, 1990.
- <http://www.biotech.wisc.edu/Education/expsta/dnaglop.html>
  - <http://www.exploratorium.edu/cooking/bread/activity-gluten.html>
  - <http://www.exploratorium.edu/cooking/bread/recipe-grapeyeast.html>