

Διερεύνηση της δυνατότητας αποφοίτων Λυκείου να εφαρμόζουν βασικές έννοιες Χημείας σε θέματα τροφίμων

Αναστασία Ράπτη¹ και Αλεξάνδρα Λυμπεροπούλου-Καραλιώτα²

¹ Μέση Εκπαίδευση, 2^ο Λύκειο Περιστερίου, e-mail: arapth@chem.uoa.gr

² Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Χημείας

Περίληψη. Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να διερευνηθεί κατά πόσο οι απόφοιτοι Λυκείου, μέσα από τη διδασκαλία της Χημείας στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση, έχουν αποκτήσει τη δυνατότητα να εφαρμόζουν βασικές έννοιες Χημείας σε φαινόμενα της καθημερινής ζωής που σχετίζονται με τρόφιμα. Για το λόγο αυτό, σχεδιάστηκε κατάλληλο ερωτηματολόγιο με ερωτήσεις ανοικτού κυρίως τύπου. Το ερωτηματολόγιο χορηγήθηκε σε πρωτοετείς φοιτητές τμημάτων Α.Ε.Ι. και Τ.Ε.Ι. καθώς και σε μαθητές την Γ' τάξης Ενιαίου Λυκείου κατά το σχολικό έτος 2004-2005. Από την ανάλυση των απαντήσεων ανιχνεύτηκαν εναλλακτικές ιδέες των αποφοίτων για βασικές έννοιες Χημείας και διαπιστώθηκε ότι μικρό ποσοστό αυτών είναι σε θέση να εφαρμόσουν βασικές έννοιες Χημείας σε θέματα τροφίμων. Στις απαντήσεις τους αποτυπώνεται έντονα η επίδραση των μέσων μαζικής ενημέρωσης και των προσωπικών τους εμπειριών.

Εισαγωγή

Η εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες πρέπει να αποσκοπεί σε αυτό που τα τελευταία χρόνια αποκαλείται **επιστημονικός και τεχνολογικός αλφαριθμητισμός** του συνόλου της κοινωνίας (Κόκκοτας 2002). Ο όρος επιστημονικός και τεχνολογικός αλφαριθμητισμός αναφέρεται σε ειδικές γνώσεις, δεξιότητες και αξίες που κατέχει το ευρύτερο κοινό (Shwartz et al. 2005). Ένα άτομο είναι επιστημονικά και τεχνολογικά «εγγράμματο» όταν μπορεί να χρησιμοποιεί τις έννοιες, τις δεξιότητες και τις αξίες της επιστήμης για να παίρνει αποφάσεις στην καθημερινή του ζωή και να αναγνωρίζει τη χρησιμότητα της τεχνολογίας στην προαγωγή της ευημερίας του ανθρώπου (Κόκκοτας 2002). Ειδικότερα, για την εκπαίδευση στη Χημεία, ο Holman (2002) πρότεινε τον όρο «**χημικός αλφαριθμητισμός**» (chemical literacy) ο οποίος περιλαμβάνει την κατανόηση βασικών χημικών ιδεών, την κατανόηση του αντικειμένου μελέτης της Χημείας, βασικές ικανότητες και χημική παιδεία στη μόρφωση ενός ατόμου. Σε πρόσφατη έρευνα που έγινε στο Ισραήλ με τη συμμετοχή έμπειρων καθηγητών Χημείας προέκυψε ένας αναλυτικός ορισμός του «χημικού αλφαριθμητισμού» σύμφωνα με τον οποίον ένα άτομο είναι «χημικά εγγράμματο» όταν ανάμεσα σε άλλα (Shwartz et al. 2005):

- ✓ Κατανοεί ότι η Χημεία είναι πειραματική επιστήμη και παρέχει γνώση που χρησιμοποιείται για την εξήγηση φαινομένων και σε άλλες επιστημονικές περιοχές.
- ✓ Αναγνωρίζει τη σημασία της χημικής γνώσης στην εξήγηση καθημερινών φαινομένων.
- ✓ Χρησιμοποιεί τη Χημεία στην καθημερινή ζωή, ως καταναλωτής νέων προϊόντων και νέων τεχνολογιών, σε καταστάσεις λήψης αποφάσεων και όταν συμμετέχει σε κοινωνικές αντιπαραθέσεις που σχετίζονται με θέματα Χημείας.

Η ανάγκη σύνδεσης Χημείας και καθημερινής ζωής και απόκτησης «χημικού αλφαριθμητισμού» αντανάκλαται και στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα καθώς σύμφωνα με το ισχύον Ενιαίο Πλαίσιο Προγραμμάτων Σπουδών (Παιδαγωγικό Ινστιτούτο 1998), δύο από

τους γενικούς σκοπούς της διδασκαλίας της Χημείας στην υποχρεωτική εκπαίδευση είναι να βοηθήσει το μαθητή από τα πρώτα του βήματα:

- Να αποκτήσει γνώσεις και να αποσαφηνίσει έννοιες της Χημείας που έχουν σχέση με την καθημερινή του ζωή και
- Να κατανοήσει τη χρησιμότητα της Χημείας στη ζωή του.

Σκοπός της εργασίας ήταν να διερευνηθεί κατά πόσο οι απόφοιτοι Λυκείου έχουν αποκτήσει τη δυνατότητα να εφαρμόζουν βασικές έννοιες Χημείας σε φαινόμενα της καθημερινής ζωής που σχετίζονται με τρόφιμα και ταυτόχρονα να εκτιμηθεί εάν μέσα από τη διδασκαλία της Χημείας στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση επιτυγχάνονται οι προαναφερθέντες γενικοί σκοποί των Προγραμμάτων Σπουδών και να εκτιμηθεί εάν οι απόφοιτοι έχουν αποκτήσει «χημικό αλφαριθμητισμό» γενικότερα.

Η ταυτότητα της έρευνας

Το μέσο συλλογής δεδομένων. Ως μέσο συλλογής δεδομένων χρησιμοποιήθηκε ερωτηματολόγιο με ερωτήσεις ανοικτού κυρίως τύπου (Janeau 2000) καθώς η έρευνα ήταν διερευνητική-περιγραφική (Παρασκευόπουλος 1993). Το ερωτηματολόγιο αποτελείτο από 16 ερωτήσεις. Οι δύο εξ αυτών είναι προσαρμογές ερωτήσεων που έχουν χρησιμοποιηθεί σε ανάλογες έρευνες (Nicoll 1997, Trexler & Roeder 2003), δύο βασίστηκαν σε ερωτήσεις των σχολικών βιβλίων Χημείας του Γυμνασίου (Γεωργιάδου κ.ά. 1998) και του Λυκείου (Λιοδάκης κ.ά. 2002α) και οι υπόλοιπες διαμορφώθηκαν από την ερευνήτρια αφού ελήφθη υπ' όψιν η διδακτέα ύλη της Χημείας στο Ενιαίο Λύκειο.

Το δείγμα. Ως πληθυσμός ορίστηκαν οι μαθητές που έχουν ολοκληρώσει τις σπουδές τους στη Δ/θμια Εκπαίδευση. Χρησιμοποιήθηκε η «κατά συστάδες» τυχαία δειγματοληψία (Παρασκευόπουλος 1993). Κατά το στάδιο της πιλοτικής εφαρμογής (Παρασκευόπουλος 1993), το ερωτηματολόγιο απαντήθηκε από 24 πρωτοετείς φοιτητές του Φαρμακευτικού και 10 πρωτοετείς φοιτητές του Χημικού Τμήματος του Ε.Κ.Π.Α. ώστε να ελεγχθεί ο βαθμός κατανόησης, «αποδοχής» καθώς και ερμηνείας του ερωτηματολογίου (Janeau 2000). Το δείγμα της κυρίως έρευνας απετέλεσαν 163 πρωτοετείς φοιτητές του τμήματος Φυσικής του Ε.Κ.Π.Α., 96 φοιτητές των τμημάτων Τεχνολογίας Τροφίμων και Οινολογίας του Τ.Ε.Ι. Αθήνας και 134 μαθητές της Γ' τάξης Ενιαίου Λυκείου (στο τέλος του σχολικού έτους). Επεξεργάστηκαν 304 ερωτηματολόγια καθώς τα υπόλοιπα ήταν ελλιπέστατα συμπληρωμένα.

Επεξεργασία ερωτηματολογίων. Στις απαντήσεις των ερωτήσεων ανοικτού τύπου εφαρμόστηκε η μέθοδος ανάλυσης περιεχομένου (Βάμβουκας 1998). Για κάθε ερώτηση διαμορφώθηκαν θεματικές κατηγορίες απαντήσεων. Οι κατηγορίες αυτές δόθηκαν σε δύο ανεξάρτητους κριτές προς αξιολόγηση (Tuckman 1994). Οι παρατηρήσεις και οι υποδείξεις τους ελήφθησαν υπ' όψιν στην τελική διαμόρφωση των κατηγοριών των απαντήσεων σε κάθε ερώτηση.

Αποτελέσματα της έρευνας – Συζήτηση

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται τα αποτελέσματα ορισμένων ερωτήσεων του ερωτηματολογίου που σχετίζονται με την καθημερινή ζωή.

Ερώτηση 1

Οι απόφοιτοι καλούνται να αναφέρουν τα κύρια συστατικά του γάλακτος, καθώς αυτό αποτελεί τρόφιμο υψηλής θρεπτικής αξίας και ευρείας κατανάλωσης. Στην ερώτηση αυτή αναμένεται από τους μαθητές να αναφέρουν ως κύρια συστατικά του γάλακτος νερό, πρωτεΐνες, λίπη και υδατάνθρακες. Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται συνοπτικά οι απαντήσεις

που δόθηκαν από τους αποφοίτους και τα αντίστοιχα ποσοστά ανά απάντηση. Το 39% των ερωτηθέντων δεν απαντούν στην ερώτηση. Το 48% των μαθητών/φοιτητών αναφέρουν ως κύριο συστατικό του γάλακτος το ασβέστιο είτε ως το μόνο συστατικό του, ή σε συνδυασμό με άλλα στοιχεία. Μόνο το 7% αναφέρουν τις πρωτεΐνες ως κύριο συστατικό μαζί με κάποιο άλλο. Το νερό αναγνωρίζεται ως κύριο συστατικό του γάλακτος από το 14% των ερωτηθέντων και μάλιστα ένα 3% αναφέρουν μόνο αυτό. Τα τέσσερα κύρια συστατικά του γάλακτος δεν αναφέρει κανείς εκ των ερωτηθέντων, ενώ τρία από τα κύρια συστατικά ήταν σε θέση να αναφέρουν μόνο 6 (2%) απόφοιτοι. Δύο από τα κύρια συστατικά του γάλακτος αναφέρονται από το 6% των ερωτηθέντων.

Διαπιστώνεται η «εναλλακτική άποψη» που κατέχει μεγάλο ποσοστό των μαθητών/φοιτητών ότι δηλαδή «**το κύριο συστατικό-χημική ένωση του γάλακτος είναι το ασβέστιο**». Η άποψη αυτή είναι ασυμβίβαστη με την επιστημονική καθώς το ασβέστιο δεν εντάσσεται στα κύρια συστατικά του γάλακτος δεδομένου ότι η ποσότητά του στο γάλα είναι της τάξεως των mg. Στις απαντήσεις των μαθητών αποτυπώνεται έντονα η επίδραση της διαφήμισης καθώς στις περισσότερες από αυτές κυριαρχεί η βελτιωμένη περιεκτικότητα του γάλακτος σε ασβέστιο, σίδηρο, βιταμίνες και ιχνοστοιχεία. Η άποψη αυτή έχει ίσως διαμορφωθεί και από το οικογενειακό περιβάλλον των μαθητών, καθώς οι γονείς επιμένουν στην κατανάλωση γάλακτος και γαλακτοκομικών προϊόντων επικαλούμενοι συνήθως την περιεκτικότητά τους σε ασβέστιο που είναι απαραίτητο συστατικό της διατροφής και συντελεί στη δημιουργία γερού σκελετού, οστών και οδόντων. Το νερό που αποτελεί το 85% περίπου του γάλακτος δεν αναγνωρίζεται από την πλειοψηφία των αποφοίτων ως κύριο χημικό συστατικό του.

Ερώτηση 2

Οι απόφοιτοι καλούνται να αναφέρουν τα κύρια συστατικά του κρέατος και αναμένεται από αυτούς να αναφέρουν νερό, πρωτεΐνες και λίπη. Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται συνοπτικά οι απαντήσεις που δόθηκαν από τους αποφοίτους και τα αντίστοιχα ποσοστά ανά απάντηση. Παρατηρείται αύξηση στο ποσοστό των μαθητών/φοιτητών (48%) που δεν απαντούν στην ερώτηση 2 σε σχέση με την ερώτηση 1. Καθώς και τα δύο ερωτήματα διαπραγματεύονται το ίδιο θέμα, θεωρούμε ότι οι μαθητές που δεν απαντούν δε γνωρίζουν ποια μπορεί να είναι τα κύρια συστατικά-χημικές ενώσεις του κρέατος. Το 34 % των ερωτηθέντων αναφέρει τις πρωτεΐνες είτε ως το μόνο συστατικό (23%) είτε σε συνδυασμό με κάποιο άλλο όπως λίπος (4%), υδατάνθρακες (3%), σίδηρος (3%). Μικρότερο ποσοστό μαθητών (6%) σε σχέση με την προηγούμενη ερώτηση αναγνωρίζει το νερό ως κύριο συστατικό του κρέατος. Εντύπωση προκαλεί η άποψη ότι ο σίδηρος αποτελεί κύριο συστατικό του κρέατος, η οποία αναφέρεται από το 14% των ερωτηθέντων. Για το σίδηρο ισχύουν οι ίδιες παρατηρήσεις που έγιναν και για το ασβέστιο στο γάλα δηλαδή, δεν κατατάσσεται στα κύρια συστατικά καθώς βρίσκεται σε ποσότητες της τάξεως των mg, βρίσκεται με τη μορφή ιόντων και δεν αποτελεί χημική ένωση. Οι απόψεις αυτές φαίνεται ότι καθορίζονται από τις καθημερινές εμπειρίες και το οικογενειακό περιβάλλον σε αναλογία με το γάλα. Ας σημειωθεί επίσης ότι σε αντίθεση με το γάλα, για το κρέας δε γίνεται διαφήμιση της διατροφικής του αξίας και των ιχνοστοιχείων του. Αρκετοί αναγνωρίζουν στο κρέας δύο (11%) και ελάχιστοι (1%) τρία κύρια συστατικά του. Τα συστατικά που αναγνωρίζονται περισσότερο είναι οι πρωτεΐνες, το λίπος, το νερό και ο σίδηρος.

Από τις δύο ερωτήσεις προκύπτει ότι οι απόφοιτοι έχουν αποκτήσει ελάχιστες γνώσεις σχετικά με τα κύρια συστατικά των τροφίμων παρ' όλο που έχουν διδαχθεί τις σχετικές έννοιες στη Βιολογία της Β' τάξης Ενιαίου Λυκείου, ενώ οι ίδιες έννοιες περιλαμβάνονται στη ύλη της Χημείας της Β' τάξης Ενιαίου Λυκείου,. Επίσης στο Γυμνάσιο οι έννοιες αυτές έχουν αναπτυχθεί στο μάθημα της Οικιακής Οικονομίας και της Χημείας. Ανάλογες παρατηρήσεις για τις ελάχιστες γνώσεις των μαθητών για τα συστατικά των τροφίμων έχουν

γίνει και από άλλους ερευνητές (Driver et al. 2000). Να σημειωθεί ότι το ασβέστιο και ο σίδηρος αποτελούν για τους μαθητές στην έρευνα των Stavy et al. (1987) κύρια στοιχεία του ανθρώπινου οργανισμού. Οι μαθητές στην έρευνα της Ζυμβρακάκη (1998), θεωρούν ότι τα μόνα απαραίτητα θρεπτικά συστατικά είναι οι βιταμίνες και ο σίδηρος, ενώ στην έρευνα του Lucas (1987), ένα ποσοστό ενηλίκων θεωρούν τις βιταμίνες ως πηγή ενέργειας.

Πίνακας 1: Συνοπτική παρουσίαση απαντήσεων στις ερωτήσεις 1 και 2.

Ερώτηση 1: Κύρια συστατικά (χημικές ενώσεις) του γάλακτος		Ερώτηση 2: Κύρια συστατικά (χημικές ενώσεις) του κρέατος	
Είδος συστατικού που αναφέρεται	Ποσοστό αναφορών	Είδος συστατικού που αναφέρεται	Ποσοστό αναφορών
<i>Δεν απαντούν</i>	39%	<i>Δεν απαντούν</i>	48%
Ασβέστιο	48%	Πρωτεΐνες	34%
Πρωτεΐνες	7%	Λίπος	9%
Νερό	14%	Νερό	6%
Βιταμίνες	5%	Σίδηρος	14%
Πλήθος κύριων συστατικών που αναφέρονται	Ποσοστό αποφοίτων	Πλήθος κύριων συστατικών που αναφέρονται	Ποσοστό αποφοίτων
1	14%	1	27%
2	6%	2	11%
3	2%	3	1%

Ερώτηση 3

Οι μαθητές καλούνται να αιτιολογήσουν γιατί τα τρόφιμα διατηρούνται για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα στο ψυγείο απ' ότι σε θερμοκρασία περιβάλλοντος. Στον Πίνακα 2 παρουσιάζονται συνοπτικά οι απαντήσεις που δόθηκαν και τα αντίστοιχα ποσοστά ανά απάντηση. Το 29% των ερωτηθέντων δεν απαντούν. Το 40% χρησιμοποιούν στην αιτιολόγησή τους ορολογία Βιολογίας καθώς θεωρούν ότι η συντήρηση των τροφίμων συνδέεται με την ανάπτυξη ή μη μικροοργανισμών. Το 40% των αποφοίτων διατυπώνουν

Πίνακας 2: Συνοπτική παρουσίαση απαντήσεων στην ερώτηση 3.

	Αποψη που διατυπώνεται		Ποσοστό
	<i>Δεν απαντούν</i>		29%
	Επιβραδύνεται ή καθυστερεί η ανάπτυξη μικροοργανισμών	ΟΡΟΙ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ (40%)	6%
	Αναστέλλονται λειτουργίες μικροοργανισμών / Δυσμενείς συνθήκες ανάπτυξης		9%
Εναλλακτικές απόψεις	Δεν αναπτύσσονται μικροοργανισμοί		15%
	Καταστροφή μικροοργανισμών		5%
	Αδρανοδοποιούνται οι μικροοργανισμοί		4%
	Προστασία από μικροοργανισμούς		1%
	Χαμηλή θερμοκρασία απαραίτητη για τα τρόφιμα		
	Ανεπαρκείς εξηγήσεις με όρους Χημείας	ΟΡΟΙ ΧΗΜΕΙΑΣ	8%
	Εξήγηση βασισμένη στην επίδραση της θερμοκρασίας στην ταχύτητα χημικών αντιδράσεων		9%

«εναλλακτικές απόψεις» για το ρόλο της χαμηλής θερμοκρασίας στην συντήρηση των τροφίμων. Συγκεκριμένα δε, το 25% θεωρούν ότι «δεν αναπτύσσονται μικροοργανισμοί» ή ότι «τα τρόφιμα προστατεύονται από μικροοργανισμούς», εναλλακτικές απόψεις στις οποίες χρησιμοποιούνται όροι Βιολογίας, ενώ το 15% εκφράζουν την απλοϊκή άποψη ότι «τα τρόφιμα χρειάζονται χαμηλή θερμοκρασία για να διατηρηθούν» ή «παγώνουν». Όρους Χημείας, χωρίς όμως επαρκή τεκμηρίωση της άποψής τους, χρησιμοποιούν το 8% καθώς θεωρούν ότι «δεν υπάρχει οξείδωση», «μειώνονται οι χημικές αντιδράσεις» ή «μειώνεται η ταχύτητα των ατόμων». Επαρκή αιτιολόγηση του φαινομένου με όρους Χημείας διατυπώνουν το 9% των ερωτηθέντων καθώς είναι σε θέση να συνδέσουν τη συντήρηση των τροφίμων στο ψυγείο με τη μείωση της ταχύτητας των χημικών αντιδράσεων που σχετίζονται με την αλλοίωσή τους. Επαρκή αιτιολόγηση με όρους Βιολογίας διατυπώνουν το 15% των αποφοίτων που αναφέρουν ότι επιβραδύνεται η ανάπτυξη των μικροοργανισμών ή αναστέλλονται οι λειτουργίες τους. Αναδείχθηκαν οι «εναλλακτικές απόψεις» ότι «δεν αναπτύσσονται οι μικροοργανισμοί στο ψυγείο», ή «στο ψυγείο τα τρόφιμα προστατεύονται από τους μικροοργανισμούς» και ότι «οι μικροοργανισμοί καταστρέφονται στο ψυγείο».

Ερώτηση 4

Δίνεται στους μαθητές η χημική σύσταση ενός τύπου λεμονάδας και τους ζητείται να εκτιμήσουν το pH του αναψυκτικού. Στον Πίνακα 3 παρουσιάζονται συνοπτικά οι απαντήσεις που δόθηκαν και τα αντίστοιχα ποσοστά ανά απάντηση. Το 29% των ερωτηθέντων δεν απαντούν στην ερώτηση. Το 23% απαντούν ότι το pH είναι μικρότερο του 7 χωρίς όμως να καθορίζουν τιμή ή εύρος διακύμανσης. Το 28% θεωρούν ότι η τιμή του pH κυμαίνεται μεταξύ 4 και 6,5. Το 8 % χαρακτηρίζει το pH ως όξινο, ενώ το 7% των ερωτηθέντων φαίνεται ότι δεν αναγνωρίζει το ρόλο των οξέων στο αναψυκτικό και το χαρακτηρίζει ως ουδέτερο. Το 3% δίνει διάφορες εκτιμήσεις για το pH όπως «γλυκό pH», «βασικό», ή «δεν πρέπει να είναι ούτε βασικό ούτε όξινο». Μόνο 7 μαθητές/φοιτητές (2%) εκτίμησαν το pH στο πραγματικό εύρος τιμών 2-3 για το συγκεκριμένο αναψυκτικό, έστω κι αν το απέδωσαν στην ύπαρξη πολλών οξέων. Από την ανάλυση περιεχομένου των απαντήσεων, αναδεικνύονται εναλλακτικές απόψεις σχετικά με τα οξέα και το pH καθώς το 8% ερωτηθέντων διατυπώνουν την άποψη ότι «η παρουσία οξέος μπορεί να προκαλέσει προβλήματα υγείας» και θεωρούν ότι «το pH του αναψυκτικού πρέπει να είναι 7 (ουδέτερο)». Ο φόβος για τα οξέα είναι πιθανόν να προέρχεται από την περιγραφή των ιδιοτήτων των οξέων στα σχολικά βιβλία και από τις οδηγίες που κάθε φορά δίνονται από το διδάσκοντα στο σχολικό εργαστήριο σχετικά με τους κινδύνους κατά το χειρισμό χημικών αντιδραστηρίων κυρίως διαλυμάτων οξέων και βάσεων. Κατά τη διδασκαλία της έννοιας του pH, φαίνεται ότι δεν αναφέρονται παραδείγματα από προϊόντα της καθημερινής ζωής ώστε να τονιστεί ο όξινος χαρακτήρας των περισσότερων τροφίμων. Η έννοια του pH είναι θεμελιώδους σημασίας για τη Χημεία και διδάσκεται στη Γ' Γυμνασίου (Γεωργιάδου κ.ά. 1998), στην Α' Λυκείου (Λιοδάκης κ.ά. 2002α) και στη Γ' Λυκείου στη Θετική Κατεύθυνση (Λιοδάκης κ.ά. 2002β) και στην Τεχνολογική στον κύκλο Τεχνολογίας και Παραγωγής. Ο βαθμός κατανόησης από τους μαθητές της έννοιας του pH έχει απασχολήσει πολλούς ερευνητές. Το ερωτηματολόγιο που χρησιμοποίησαν οι Cross et al. (1986) περιελάμβανε και την ερώτηση: «Υποδείξτε το εύρος τιμών pH που πρέπει να έχει ένα διάλυμα ώστε να είναι πόσιμο». Όλοι οι φοιτητές συμφώνησαν ότι θα έπιναν ένα διάλυμα με $\text{pH}=7$ και το 75% θα έπιναν ένα διάλυμα με pH στο εύρος τιμών 7 ± 2 , αποδεικνύοντας κατά τους ερευνητές την ελάχιστη σύνδεση που έχουν διαμορφώσει οι φοιτητές ανάμεσα στην καθημερινή ζωή και τις επιστημονικές έννοιες όπως αυτή του pH. Το αποτέλεσμα αυτό συμφωνεί με τα ευρήματα της παρούσας έρευνας και επιβεβαιώνει το φόβο των αποφοίτων για τα οξέα.

Ερώτηση 5

Ζητείται από τους αποφοίτους να χαρακτηρίσουν ένα αναψυκτικό με όρους Χημείας. Στον Πίνακα 3 παρουσιάζονται συνοπτικά οι απαντήσεις που δόθηκαν από τους αποφοίτους και τα αντίστοιχα ποσοστά ανά απάντηση. Το 63% των ερωτηθέντων δεν απαντούν στην ερώτηση. Το αντίστοιχο ποσοστό κατά το στάδιο της πιλοτικής εφαρμογής ήταν 40%. Οι μαθητές είτε αντιμετώπισαν πρόβλημα με τη διατύπωση της ερώτησης, ή δεν ήξεραν με ποιους όρους Χημείας να συνδέσουν το αναψυκτικό. Μόνο 8% απάντησαν χρησιμοποιώντας αποδεκτό όρο Χημείας για το αναψυκτικό, όπως διάλυμα (7%), ή μίγμα χημικών ενώσεων (1%). Τον όρο ανθρακούχο ή αεριούχο χρησιμοποίησαν το 12% των μαθητών/φοιτητών, χαρακτηρισμός που παραπέμπει περισσότερο στην εμπειρία τους, παρά στη διδασκαλία της Χημείας. Το 2% το χαρακτηρίζει διάλυμα και το 10% ως ποτό ή ρόφημα. Εντύπωση προκαλεί το γεγονός ότι 14% των ερωτηθέντων χρησιμοποιούν όρους όπως όξινο, οξύ, οξύποτο. Μάλιστα το 7% το χαρακτηρίζει με φράσεις όπως «*άκρως διαβρωτικό*» και «*ανθυγιεινό*», επιβεβαιώνοντας την εναλλακτική ιδέα των μαθητών για τα οξέα που διαπίστωσαν και οι Hand & Treagust (1988). Με το CO₂ το συνδέει ένα 4% και θεωρεί το αναψυκτικό ως χημική ένωση με κύριο συστατικό το CO₂. Τέλος ποσοστό 1% δίνει άλλους εναλλακτικούς χαρακτηρισμούς για το αναψυκτικό.

Πίνακας 3: Συνοπτική παρουσίαση απαντήσεων στις ερωτήσεις 4 και 5.

Ερώτηση 4: Εκτίμηση pH αναψυκτικού		Ερώτηση 5: Χαρακτηρισμός αναψυκτικού με όρους Χημείας	
Άποψη που διατυπώνεται	Ποσοστό	Άποψη που διατυπώνεται	Ποσοστό
<i>Δεν απαντούν</i>	29%	<i>Δεν απαντούν</i>	63%
pH < 7	23%	Διάλυμα	7%
4 < pH < 6,5	28%	Μίγμα	1%
όξινο	8%	Ποτό	10%
pH = 7	7%	Οξύ ή όξινο	14%
2 < pH < 3	2%	Ένωση με CO ₂	4%
Διάφορα	3%	Διάφορα	1%

Συμπεράσματα

Από την ανάλυση των απαντήσεων σε όλες τις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου διαπιστώθηκε ότι οι απόφοιτοι έχουν διαμορφώσει απόψεις και ιδέες για βασικές έννοιες και εφαρμογές της Χημείας οι οποίες δεν απορρέουν πάντα από τη διδασκαλία της Χημείας στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση.

Διαπιστώνεται η αδυναμία σημαντικού ποσοστού των ερωτώμενων να αναφέρουν τις χημικές ενώσεις που είναι κύρια συστατικά των τροφίμων. Εντύπωση προκαλεί η διαπίστωση ότι το 48% των αποφοίτων θεωρεί το ασβέστιο ως κύριο συστατικό του γάλακτος, άποψη που έχει διαμορφωθεί από το οικογενειακό περιβάλλον και επιβεβαιώνει την επίδραση των μέσων μαζικής ενημέρωσης στη διαμόρφωση απόψεων σε θέματα που σχετίζονται με τη χημική σύσταση των τροφίμων, τη διατροφή και την υγεία.

Μικρό ποσοστό αποφοίτων είναι σε θέση να χρησιμοποιήσουν επιστημονικά αποδεκτή ορολογία Χημείας για να εξηγήσουν τη συντήρηση των τροφίμων στο ψυγείο, ενώ ένα επίσης μικρό ποσοστό αιτιολογεί τη συντήρηση χρησιμοποιώντας επιστημονικά αποδεκτούς όρους Βιολογίας. Η πλειοψηφία των μαθητών χρησιμοποιούν ορολογία Βιολογίας σαφώς επηρεασμένοι από την ύλη της Βιολογίας στη Γ' τάξη Ενιαίου Λυκείου.

Η έννοια του pH φαίνεται ότι είναι αρκετά κατανοητή από τους αποφοίτους καθώς η πλειοψηφία χαρακτηρίζει το pH του αναψυκτικού είτε όξινο, είτε μικρότερο του 7 είτε μεταξύ 4 και 6,5. Εντούτοις ελάχιστοι μαθητές εκτίμησαν την τιμή του pH στο εύρος 2-3 όσο είναι και στην πραγματικότητα για τα συγκεκριμένα αναψυκτικά. Η αδυναμία αυτή μπορεί να οφείλεται στην άποψη ότι τα όξινα διαλύματα έχουν επιβλαβείς επιπτώσεις στην υγεία, όπως δηλώθηκε από ορισμένο αριθμό μαθητών. Ένα ποσοστό αποφοίτων εκφράζουν φόβο για τα οξέα σε προϊόντα διατροφής όπως τα αναψυκτικά και θεωρούν ότι η παρουσία τους μπορεί να προκαλέσει προβλήματα υγείας.

Η πλειοψηφία των αποφοίτων δεν είναι σε θέση να εφαρμόσουν τις γνώσεις τους για τα υδατικά διαλύματα στην περιγραφή ενός αναψυκτικού, δηλαδή ενός προϊόντος που χρησιμοποιείται ευρύτατα στην καθημερινή ζωή. Αυτό είναι ενδεικτικό της άποψης ότι οι μαθητές δεν αναγνωρίζουν μια γνωστή έννοια όταν αυτή βρίσκεται σε άλλο πλαίσιο από το πλαίσιο μάθησής της. Μικρό ποσοστό αποφοίτων χρησιμοποιούν αποδεκτούς όρους Χημείας για να χαρακτηρίσουν το αναψυκτικό είτε ως διάλυμα ή ως μίγμα χημικών ενώσεων. Οι απαντήσεις των περισσότερων αποφοίτων στην ερώτηση αυτή καθορίστηκαν από την παρατήρηση και την εμπειρία τους καθώς χρησιμοποίησαν όρους όπως ανθρακούχο ή οξύποτο που αναγράφονται στη συσκευασία των προϊόντων.

Στην έρευνα διαπιστώθηκαν εναλλακτικές ιδέες των μαθητών σχετικά με έννοιες της Χημείας οι οποίες επιβεβαιώνονται από ανάλογες έρευνες, αναδεικνύοντας τη διαχρονικότητά τους και την αντοχή τους στην εννοιολογική αλλαγή κατά τη διδασκαλία.

Συμπερασματικά μικρό ποσοστό (περίπου 10%) των αποφοίτων του δείγματος φαίνεται ότι συνδέουν τη Χημεία με την καθημερινή ζωή και έχουν αποκτήσει απαραίτητες γνωστικές ικανότητες και δεξιότητες ώστε να εφαρμόζουν βασικές έννοιες Χημείας όπως π.χ. χημική σύσταση της ύλης, περιεκτικότητες διαλυμάτων, pH και χημικές αντιδράσεις σε θέματα τροφίμων. Εν κατακλείδι, ελάχιστοι απόφοιτοι έχουν αποκτήσει μέσω της διδασκαλίας της Χημείας στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση «χημικό αλφαριθμητισμό», σύμφωνα με τις συνιστώσες που δόθηκαν για τον ορισμό του, ή «χημική κουλτούρα» σύμφωνα με το Ενιαίο Πλαίσιο Προγραμμάτων Σπουδών.

Επιπλέον, οι απαντήσεις επεξεργάστηκαν ξεχωριστά για κάθε κατεύθυνση που ακολουθούσαν οι απόφοιτοι στο Ενιαίο Λύκειο και με βάση την ίδια γενική κατηγοριοποίηση. Από τη συγκριτική παρουσίαση των απαντήσεων ανά κατεύθυνση προκύπτει ότι οι απόψεις των αποφοίτων των τριών κατευθύνσεων σχετικά με τη χημική σύσταση των τροφίμων ταυτίζονται, ενώ οι εναλλακτικές απόψεις που διαπιστώθηκαν στο σύνολο των αποφοίτων δε φαίνεται να διαφοροποιούνται ανά κατεύθυνση. Οι απόφοιτοι της θετικής κατεύθυνσης έδωσαν αποδεκτές απαντήσεις στις ερωτήσεις εφαρμογής βασικών εννοιών Χημείας σε μεγαλύτερο ποσοστό απ' ότι οι απόφοιτοι των άλλων κατευθύνσεων χωρίς όμως η διαφορά από τους υπόλοιπους να είναι εντυπωσιακά μεγάλη. Οι παρατηρήσεις αυτές είναι κατά κάποιο τρόπο αναμενόμενες καθώς τους μαθητές ιδιαίτερα στη Γ' τάξη του Λυκείου απασχολεί κυρίως η απόκτηση γνώσεων και δεξιοτήτων στη μεθοδολογία επίλυσης ασκήσεων και προβλημάτων ώστε να επιτύχουν την εισαγωγή τους στην Τριτοβάθμια Εκπαίδευση. Επιπλέον τα βιβλία Χημείας της Γ' Λυκείου περιέχουν μικρό αριθμό παραδειγμάτων και ασκήσεων που σχετίζονται με την καθημερινή ζωή. Αντίθετα, τα βιβλία Χημείας Γενικής Παιδείας είναι πλουσιότερα σε τέτοια παραδείγματα, αντανakλώντας την αντίληψη ότι μέσω της Χημείας ως μαθήματος Γενικής Παιδείας είναι δυνατή η απόκτηση «χημικής κουλτούρας» και αναδεικνύοντας την αναγκαιότητα της διδασκαλίας της Χημείας ως μαθήματος Γενικής Παιδείας και στις τρεις τάξεις του Λυκείου. Διαπιστώνεται επίσης έντονα η ανάγκη της σύνδεσης της Χημείας με την καθημερινή ζωή μέσα από τη διδασκαλία της Χημείας στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση.

Παραπομπές

- Βάμβουκας, Μ. (1998). Εισαγωγή στην Ψυχοπαιδαγωγική Έρευνα και Μεθοδολογία, Εκδ. Γρηγόρη, 5^η έκδοση, Αθήνα.
- Γεωργιάδου, Τ., Καφετζόπουλος, Κ., Προβής, Ν., Σπυρέλλη, Ν. & Χηνιάδης, Δ. (1998). Χημεία Γ' Γυμνασίου, ΟΕΔΒ, Αθήνα.
- Ζυμβρακάκη, Ε. (1998). Αναπαραστάσεις μαθητών/τριων και εκπαιδευτικών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης για τα τρόφιμα και την υγεία. Μια μελέτη Αγωγής Υγείας. Διδακτορική Διατριβή, Θεσσαλονίκη, ΑΠΘ, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης.
- Κόκκοτας, Π.Β. (2002). Διδακτική των Φυσικών Επιστημών – Σύγχρονες Προσεγγίσεις στη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. 3^η Έκδοση, Αθήνα 2002.
- Λιοδάκης, Σ., Γάκης, Δ., Θεοδωρόπουλος, Δ., Θεοδωρόπουλος, Π. & Κάλλης, Α. (2002α). Χημεία Α' τάξης Ενιαίου Λυκείου, ΟΕΔΒ, Αθήνα.
- Λιοδάκης, Σ., Γάκης, Δ., Θεοδωρόπουλος, Δ., Θεοδωρόπουλος, Π. & Κάλλης, Α. (2002β). Χημεία Γ' Λυκείου θετικής κατεύθυνσης, ΟΕΔΒ, Αθήνα.
- Παιδαγωγικό Ινστιτούτο (1998). ΕΝΙΑΙΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ για την Πρωτοβάθμια και τη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση, Αθήνα.
- Παρασκευόπουλος, Ι. (1993). Μεθοδολογία Επιστημονικής Έρευνας, τόμος ΙΙ, Αθήνα 1993.
- Cross, D., Maurin, M., Amouroux, R., Chastrette, M., Leber, J. & Fayol, M. (1986). Conceptions of first-year university students of the constituents of matter and the notions of acids and bases, *European Journal of Science Education*, 8(3), 305-313.
- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P. & Wood-Robinson, V. (2000). Οικο-δομώντας τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών, Εκδόσεις: τυπωθήτω, Αθήνα.
- Eiser, I.R., Coulson, N.S. & Eiser C. (1998). Research Note: Adolescents' perceptions of food chemical risks. *Journal of Risk Research*, 1(3), 237-244.
- Hand, B.M. & Treagust, D.F. (1988). Application of a conceptual conflict teaching strategy to enhance student learning of acids and bases, *Research in Science Education*, 18, 53-63.
- Holman, J. (2002). What does it mean to be chemically literate? *Education in Chemistry*, 39(1), 12-14.
- Janeau, C. (2000). Η έρευνα με ερωτηματολόγιο – Το εγχειρίδιο του καλού ερευνητή, Εκδ. τυπωθήτω, Αθήνα.
- Kidd, M. (2000). Food safety – consumer concerns. *Nutrition & Food Science*, 30(2), 53-55.
- Lucas, A. (1987). Public knowledge of biology”, *Journal of Biological Education*, 21 (1), 41-45.
- Nicoll, G. (1997). “Chemical-Free” Foods: An investigation of Student's Definition of a Chemical, *Journal of Chemical Education*, 74(4), 45-160.
- Shwartz, Y., Ben-Zvi, R., & Hofstein, A. (2005). The importance of involving high-school chemistry teachers in the process of defining the operational meaning of ‘chemical literacy’. *International Journal of Science Education*, 27(3), 323-344.
- Stavy, R., Eisen Y. & Yaakobi, D. (1987). How students aged 13-15 understand photosynthesis, *International Journal of Science Education*, 9(1), 105-115.
- Trexler, C.J. & Roeder D. (2003). Using Qualitative Research Methods to Ascertain Elementary Students' Understandings of Food Safety, *Journal of Food Science Education*, 2, 25-31.
- Tuckman, B. (1994). *Conducting Educational Research*. 4th edition, Harcourt Brace & Company, Orlando, Florida.