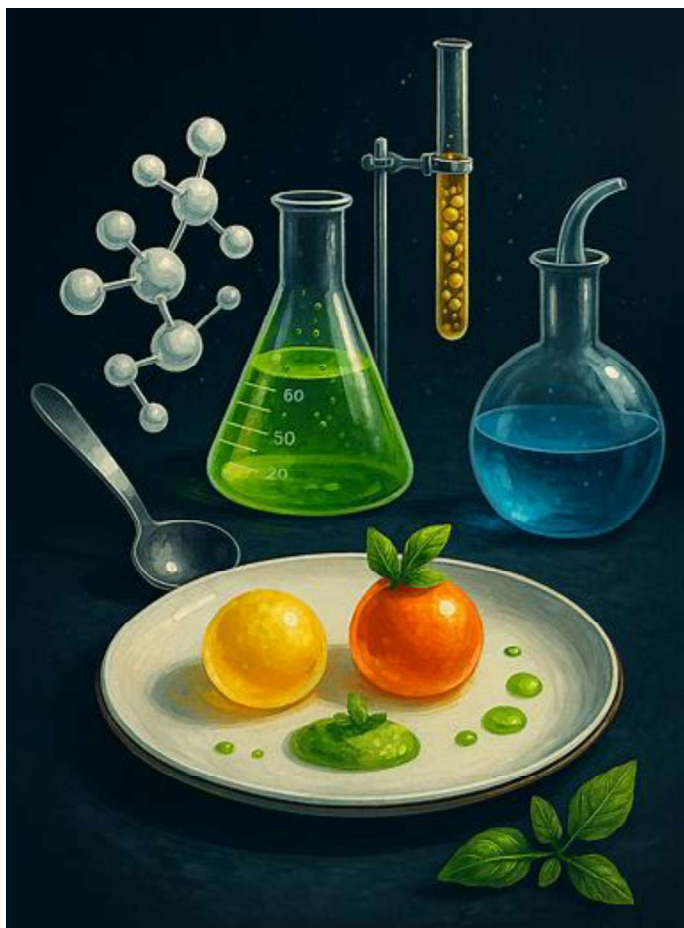


"Βιώσιμη Γαστρονομία:

Όταν η Χημεία γίνεται γκουρμέ"



*«Η επιστήμη της γεύσης δεν
είναι μόνο εντυπωσιακή — είναι
και υπεύθυνη. Κάθε σφαίρα που
δημιουργούμε μπορεί να είναι
ένα βήμα προς έναν πιο
βιώσιμο κόσμο.»*

Η εργασία πραγματοποιήθηκε από μαθητές

Τεχνικής Σχολής Β΄ έτους.

Περιεχόμενα

Σκοπός έρευνας - Καθορισμός προβλήματος	σελ.3
Βιβλιογραφική Ανασκόπηση	σελ.4
Μεθοδολογία	σελ.8
Πειραματική Διαδικασία	σελ.11
Αποτελέσματα	σελ.14
Συμπεράσματα	σελ.21
Εισηγήσεις / Επόμενα βήματα	σελ.22
Δεξιότητες που αποκτήθηκαν	σελ.23
Βιβλιογραφία	σελ.24
Παράρτημα	σελ.26

Σκοπός έρευνας - Καθορισμός προβλήματος

Η Χημεία δεν βρίσκεται μόνο στα εργαστήρια αλλά υπάρχει και στην κουζίνα μας. Μέσα από τη μοριακή κουζίνα, ανακαλύπτουμε πώς οι χημικές αντιδράσεις μπορούν να μεταμορφώσουν απλά υλικά σε γαστρονομικές εμπειρίες, με σεβασμό στον άνθρωπο και το περιβάλλον, ενσωματώνοντας επιστημονική γνώση, τεχνολογική καινοτομία και οικολογική συνείδηση. Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι να αναδείξει τον ρόλο της μοριακής κουζίνας ως γέφυρα ανάμεσα στη Χημεία και τη Γαστρονομία, προωθώντας ένα βιώσιμο και καινοτόμο μοντέλο μαγειρικής. Μέσα από την αξιοποίηση διάφορων τεχνικών της μοριακής κουζίνας και κατ'επέκταση των αρχών της Χημείας μπορεί να καταστεί δυνατή η μεταμόρφωση πρώτων υλών και υπολειμμάτων της γραμμής παραγωγής σε γεύματα υψηλής αισθητικής, θρεπτικής αξίας και χαμηλού περιβαλλοντικού αποτυπώματος. Μέσα από τεχνικές όπως η σφαιροποίηση, η επιστήμη γίνεται εργαλείο δημιουργίας, βιωσιμότητας και εκπαίδευσης.

Η σφαιροποίηση δεν αποτελεί απλώς μια εντυπωσιακή τεχνική παρουσίασης, είναι ένα εμβληματικό παράδειγμα του πώς η επιστήμη μπορεί να υπηρετήσει τη φύση και τον άνθρωπο. Μέσα από τη δημιουργική σύνθεση της επιστημονικής γνώσης και φαντασίας, η μοριακή γαστρονομία δύναται να προάγει την οικολογική ευαισθησία, να ενισχύει την κοινωνική υπευθυνότητα και να ανοίγει νέους δρόμους καινοτομίας στη μαγειρική τέχνη. Παράλληλα, προσφέρει μία πρωτότυπη και ελκυστική προσέγγιση χημικού πειράματος, ιδανική για εκπαιδευτική χρήση σε σχολικές τάξεις, συμβάλλοντας στην καλλιέργεια κριτικής και επιστημονικής σκέψης, όπως και την καλλιέργεια οικολογικής συνείδησης.

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η σφαιροποίηση χυμού φρούτων, γιαουρτιού, και φέτας, ακολουθώντας τρεις διαφορετικές διαδικασίες: τη βασική (ή απλή) και την αντίστροφη σφαιροποίηση καθώς και τη σφαιροποίηση με χρήση πηκτικού παράγοντα, όπως επίσης και την τεχνική γαλακτοματοποίησης ελαιόλαδου. Μέσα από τη συγκριτική ανάλυση των μεθόδων, αποκαλύπτονται οι διαφορετικές φυσικοχημικές διεργασίες που εμπλέκονται, καθώς και οι δυνατότητες εφαρμογής τους σε εκπαιδευτικά, επαγγελματικά και οικιακά περιβάλλοντα.

Βιβλιογραφική ανασκόπηση

Η μοριακή κουζίνα είναι ένας κλάδος της γαστρονομίας που συνδυάζει την μαγειρική με την επιστήμη. Ασχολείται με τη διερεύνηση και την ανάλυση των φυσικών και χημικών αλλαγών κατά το μαγείρεμα, όπου σε συνδυασμό με καινοτόμες τεχνικές έχει ως αποτέλεσμα την δημιουργία νέων υφών, γεύσεων και μορφών στα τρόφιμα, όπως για παράδειγμα διάφορους αφρούς, σφαίρες και ζελέ. [1] [2]

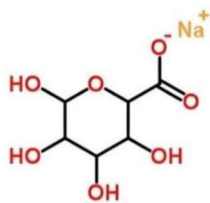
Γενικότερα, η σφαιροποίηση αποτελεί μία από τις πιο σημαντικές τεχνικές της μοριακής κουζίνας σε συνδυασμό με τη Χημεία. Εφαρμόζεται συχνά σε χυμούς φρούτων, όπου με τον εμπλουτισμό τους με αρώματα ή χρώματα και μέσω της τεχνικής της σφαιροποίησης, έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία εντυπωσιακών πιάτων και γαρνιτούρων υψηλής γαστρονομίας [4] [5] , όπως επίσης και διάσημων ροφημάτων όπως το bubble tea [5] [6]. Η δυνατότητα εμπλουτισμού τους με αρώματα, χρωστικές ή δείκτες προσφέρει μοναδικά οπτικά και γευστικά αποτελέσματα (εικόνα 1). Χρησιμοποιείται επίσης, για να μετατρέψει υγρά (όπως χυμούς) σε σφαιρίδια μορφής χαβιαριού, με λεπτή μεμβράνη και υγρό εσωτερικό.

Παράλληλα, η μοριακή γαστρονομία, αποτελεί μέρος της βιώσιμης διαχείρισης των υλικών, με ακριβής δοσολογίες, με επαναχρησιμοποίηση υλικών, ανακύκλωση και μείωση της σπατάλης. [2] Μπορεί επίσης να αποτελέσει και ένα εκπαιδευτικό εργαλείο στο μάθημα της Χημείας, εισάγοντας έννοιες όπως η οξείδωση, η πηκτωματοποίηση και η γαλακτωματοποίηση.[3] Γενικότερα, η διαχείριση των υπολειμμάτων και των μη χρησιμοποιούμενων υλικών αποτελεί μία σημαντική πρόκληση. Συχνά περισσεύουν διαλύματα, η επαναχρησιμοποίηση των οποίων για σκοπούς εκπαιδευτικών πειράματων και ανακύκλωσης, μειώνουν την σπατάλη μέσω ακριβούς δοσολογίας και σχεδιασμού και συμβάλλει στην πιο βιώσιμη πρακτική. [2]



Εικόνα 1. Παράδειγμα ενός μοριακού πιάτου [1]

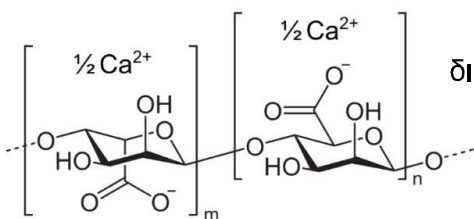
Η σφαιροποίηση βασίζεται στη ζελατινοποίηση ενός υγρού μέσω της αλληλεπίδρασης δύο βασικών συστατικών: του αλγινικού νατρίου και του χλωριούχου ασβεστίου. [8]



Εικόνα 2. Αριστερά: Χημική δομή του μονομερούς αλγινικού νατρίου [9].

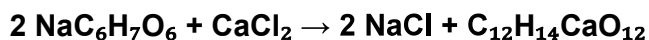
Δεξιά: Σκόνη αλγινικού νατρίου [10]

Το αλγινικό νάτριο είναι ένας φυσικός πολυσακχαρίτης (εικόνα 2) που προέρχεται από καφέ φύκια και έχει την ιδιότητα να διαλύεται εύκολα σε υγρά, όπως χυμοί ή σάλτσες. Η χημική του δομή περιλαμβάνει καρβοξυλικές ομάδες ($-\text{COO}^-$), οι οποίες μπορούν να δεσμεύσουν διθενή ιόντα ασβεστίου (Ca^{2+}), σχηματίζοντας έτσι ένα σταθερό τρισδιάστατο δίκτυο. Από την άλλη πλευρά, το χλωριούχο ασβέστιο λειτουργεί ως πηγή αυτών των ιόντων Ca^{2+} . Όταν το υγρό που περιέχει αλγινικό νάτριο βυθιστεί σε διάλυμα χλωριούχου ασβεστίου, τα ιόντα ασβεστίου προκαλούν τη διασταύρωση των αλυσίδων του αλγινικού, δημιουργώντας μια λεπτή γέλη στην επιφάνεια του υγρού (εικόνα 3). Το αποτέλεσμα είναι μια σφαίρα με υγρό εσωτερικό και ελαστική μεμβράνη, που προσφέρει μοναδική υφή και εντυπωσιακή παρουσίαση στο πιάτο. [11] Η βασική χημική αντίδραση πίσω από τη σφαιροποίηση είναι η ένωση των αρνητικά φορτισμένων ιόντων αλγινικού (Alginate^-) με τα διθενή ιόντα ασβεστίου (Ca^{2+}), σχηματίζοντας μια γέλη αλγινικού-ασβεστίου (Alginate-Ca Gel). Τα ιόντα Ca^{2+} λειτουργούν ως «γέφυρες» μεταξύ των πολυμερών αλυσίδων του αλγινικού, δημιουργώντας ένα τρισδιάστατο δικτυωτό πλέγμα. Αυτή η αντίδραση λαμβάνει χώρα στην επιφάνεια του υγρού, σχηματίζοντας μια λεπτή μεμβράνη γύρω από το υγρό περιεχόμενο. Το αποτέλεσμα είναι μια σφαίρα με υγρό εσωτερικό, που προσφέρει τη χαρακτηριστική «έκρηξη» γεύσης όταν σπάει στο στόμα. [12]



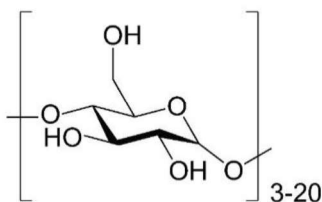
Εικόνα 3. Σχηματισμός τρισδιάστατου δικτυωτού πλέγματος όπου τα Ca^{2+} λειτουργούν ως «γέφυρες» μεταξύ των πολυμερών αλυσίδων του αλγινικού [13]

Η βασική αντίδραση είναι σφαιροποίησης είναι η ακόλουθη: [14]



όπου το διάλυμα αλγινικού νατρίου (NaAlg) αντιδρά, με το διάλυμα χλωριούχου ασβεστίου (CaCl_2) που προσφέρει τα δισθενών ιόντων Ca^{2+} , σχηματίζεται CaAlg_2 , το Αλγινικό ασβέστιο, που αποτελεί την αδιάλυτη γέλη που σχηματίζει τη μεμβράνη της σφαίρας και το NaCl (χλωριούχο νάτριο), παραπροϊόν.

Ακόμη μία εξίσου σημαντική τεχνική που χρησιμοποιείται σε μεγάλο βαθμό στη μοριακή γαστρονομία, είναι η τεχνική της γαλακτωματοποίησης. Σε αυτή την τεχνική, είναι η σημαντική η χρήση της μαλτοδεξτρίνης, η χημική δομή της οποίας φαίνεται στην εικόνα 4. Η μαλτοδεξτρίνη αποτελεί ένα πολυσακχαρίτη που προέρχεται από την υδρόλυση του αμύλου, συνήθως από καλαμπόκι, πατάτα ή ρύζι. Χημικά αποτελείται από μικρές αλυσίδες γλυκόζης, γεγονός που της προσδίδει ουδέτερη γεύση, υψηλή διαλυτότητα στο νερό και χαμηλό ιξώδες. Αυτές οι ιδιότητες την καθιστούν ιδιαίτερα χρήσιμη στη μοριακή κουζίνα, όπου χρησιμοποιείται για τη ρύθμιση της υφής και τη σταθεροποίηση υγρών παρασκευασμάτων. Η μαλτοδεξτρίνη δεν συμμετέχει στη χημική αντίδραση αλγινικού – ασβεστίου, αλλά είναι απαραίτητη τεχνολογικά: αυξάνει το ιξώδες του μείγματος για σταθερές σταγόνες, αποτρέπει διάχυση, σταθεροποιεί λιπαρά συστατικά και μετατρέπει έλαια ή σοκολάτα σε σκόνη, επιτρέποντας νέες υφές και γεύσεις κατά τη χρησιμοποίηση της. [15]

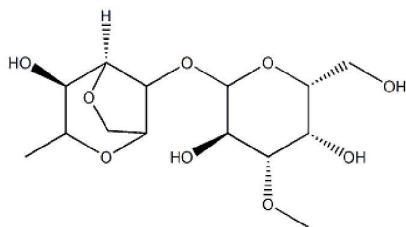


Εικόνα 4. Χημική δομή μαλτοδεξτρίνης. [16]

Το γαλακτικό ασβέστιο, σε συνδυασμό με το αλγινικό νάτριο, χρησιμοποιείται κυρίως στη μοριακή κουζίνα για τη διαδικασία της σφαιροποίησης, βοηθώντας στη δημιουργία θερμοσταθερών γέλων. Είναι βασικό συστατικό για την παραγωγή "χαβιαριού" από υγρά, όπως χυμούς ή κοκτέιλ. Στη σφαιροποίηση, παρέχει ασβέστιο που αντιδρά με το αλγινικό νάτριο για να δημιουργήσει μια εξωτερική μεμβράνη γύρω από υγρά. Κυρίως χρησιμοποιείται στην αντίστροφη σφαιροποίηση, όπου το ασβέστιο προστίθεται στο υγρό και το αλγινικό στο λουτρό. Το προϊόν που σχηματίζεται είναι ανθεκτικό στη θερμότητα, κάτι που επιτρέπει τη χρήση του σε ζεστά πιάτα χωρίς να αλλοιώνεται η υφή. Επίσης το γαλακτικό ασβέστιο έχει ελάχιστη επίδραση στη γεύση του τελικού προϊόντος, κάτι που το καθιστά ιδανικό για ευαίσθητες στη γεύση

συνταγές.[17] Συχνά διατίθεται ως μείγμα 80% γλυκονικού και 20% γαλακτικού ασβεστίου για καλύτερη διαλυτότητα και ουδέτερη γεύση. [18] Σε περιπτώσεις όπου το υγρό περιέχει ήδη ασβέστιο, όπως το γάλα ή το γιαούρτι, εφαρμόζεται η τεχνική της αντίστροφης σφαιροποίησης. Στην περίπτωση αυτή, το ασβέστιο βρίσκεται μέσα στο υγρό και το υγρό βυθίζεται σε διάλυμα αλγινικού νατρίου. Η γέλη σχηματίζεται από έξω προς τα μέσα, δημιουργώντας ένα πιο παχύ και σταθερό περίβλημα γύρω από το υγρό, ιδανικό για σφαιρικές παρασκευές με μεγαλύτερη διάρκεια και αντοχή. [7]

Ακόμη ένα συστατικό που χρησιμοποιείτε ευρέως στη μαγειρική και γενικότερα στη βιομηχανία τροφίμων ως πηκτικός παράγοντας είναι το άγαρ - άγαρ (εικόνα 5). Το άγαρ-άγαρ είναι φυσικός πολυσακχαρίτης από κόκκινα φύκια και χρησιμοποιείται ως πηκτικός παράγοντας. Σχηματίζει θερμοαναστρέψιμη γέλη που στερεοποιείται με ψύξη και λιώνει με θέρμανση, παραμένοντας σταθερή σε θερμοκρασία δωματίου. Δεν χρειάζεται ιόντα ασβεστίου, καθώς η πήξη εξαρτάται μόνο από τη θερμοκρασία. Λόγω της φυτικής του προέλευσης αποτελεί εναλλακτική της ζελατίνης και χρησιμοποιείται στη μοριακή γαστρονομία για ζελέ, σφαίρες και δημιουργίες με ιδιαίτερη υφή και εμφάνιση. [19]



Εικόνα 5. Αριστερά: Χημική δομή του άγαρ - άγαρ [21] .
Δεξιά: Σκόνη άγαρ – άγαρ. [22]

Οι βασικοί παράγοντες που επηρεάζουν τη σφαιροποίηση είναι η συγκέντρωση αλγινικού νατρίου και χλωριούχου ασβεστίου, ο χρόνος εμφάνισης και το ιξώδες του υγρού. Η σωστή ισορροπία των συστατικών και ο κατάλληλος χρόνος επαφής καθορίζουν το πάχος και τη σταθερότητα της μεμβράνης. Στην αντίστροφη σφαιροποίηση ο έλεγχος είναι ευκολότερος, καθώς η αντίδραση γίνεται στην επιφάνεια του υγρού με ασβέστιο. Το pH επηρεάζει τη σταθερότητα της γέλης, με ουδέτερες ή ελαφρώς όξινες συνθήκες να είναι ιδανικές. Η θερμοκρασία παίζει επίσης ρόλο, με τη θερμοκρασία δωματίου να προσφέρει τα καλύτερα αποτελέσματα. [4] [20]

Μεθοδολογία

Στην παρούσα εργασία, μελετήθηκε η διαδικασία σφαιροποίησης χυμών φρούτων (μήλου και φράουλας), γιαουρτιού και φέτας, χρησιμοποιώντας τεχνικές απλής και αντίστροφης διαδικασίας με χρήση αλγινικού νατρίου και χλωριούχου ασβεστίου. (πειραματικές διαδικασίες I, II). Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε μορφοποίηση - σχηματισμός χυμού ντομάτας και αγγουριού σε σχήμα σπαγγέτι, όπως επίσης έγινε και γαλακροματοποίηση με την χρήση μαλτοδεξτρίνης για τη δημιουργία σκόνης λαδιού (πειραματική διαδικασία III). Τέλος πραγματοποιήθηκε η τεχνική σφαιροποίησης χυμών φρούτων (μήλου και φράουλας) με άλλο πηκτικό παράγοντα, με την χρήση αγάρ - αγάρ (πειραματική διαδικασία IV). Η χρήση διαφορετικών διαδικασιών προσφέρει την δυνατότητα σύγκρισης για των μεθόδων στις οποίες πραγματοποιείται χημική αντίδραση κατά τη σφαιροποίηση και των μεθόδων που δεν πραγματοποιείται. Τέλος τα όργανα που χρησιμοποιήθηκαν στην εργασία για την υλοποίηση της, είναι απλά και εύκολα προσβάσιμα τόσο σε σχολικό χώρο όσο και σε απλή οικιακή κουζίνα. Αυτό γιατί αποτελούν προϊόντα καθημερινής χρήσης και διατίθενται εύκολα στην αγορά. Στο πλαίσιο της εργασίας αυτής, οι μαθητές/τριες δημιούργησαν ένα μικρό εκπαιδευτικό σημειωματάριο για προώθηση στη σχολική κοινότητα, όπου προβάλλεται η σχέση της Χημείας με τη Μοριακή κουζίνα και κατ'επέκταση με την Γαστρονομία, όπως και το γεγονός πως μπορεί ευκολά να χρησιμοποιηθεί από όλους, προωθώντας την έννοια της βιώσιμης Γαστρονομίας. Το σημειωματάριο παρατίθεται στο Παράρτημα III.

Σχεδιάστηκε επίσης ερωτηματολόγιο με σκοπό τη διερεύνηση της γενικής γνώσης του κοινού γύρω από τη μοριακή κουζίνα — τόσο ως προς την εκτέλεση των τεχνικών της, όσο και ως προς τη χρήση υλικών που συχνά παραμένουν αχρησιμοποίητα στην οικιακή κουζίνα. Παράλληλα, εξετάστηκε ο πιθανός κοινωνικός αντίκτυπος της πρακτικής αυτής, ενισχύοντας την αντίληψη της κυκλικής και αειφόρου ανάπτυξης μέσω της Γαστρονομίας. Η συμμετοχή στην έρευνα ήταν εθελοντική, εξασφαλίζοντας την ελεύθερη και ανώνυμη παροχή απαντήσεων. Δημιουργήθηκε σε διαδικτυακή μορφή, για πιο εύκολη συλλογή και επεξεργασία δεδομένων και ακολούθως κοινοποιήθηκε σε μαθητές, καθηγητές, γονείς, καθώς και σε άλλα μέλη της κοινότητας. Ο σύνδεσμος που κοινοποιήθηκε για το ερωτηματολόγιο είναι ο ακόλουθος: <https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSd6l-tJT0FkE0FzAZ728ZYDph0hNvae-Maa3BK0CGNawGgEwg/viewform?usp=header>

Αυτούσιο το ερωτηματολόγιο παρατίθεται στη συνέχεια:

Ερωτηματολόγιο: « Η Χημεία της Μοριακής Κουζίνας»

1. Γενικές πληροφορίες (κυκλώστε ανάλογα)

1.1. Ηλικία: 12-17 18-25 26-35 36-45 46 και άνω

1.2. Φύλο : Άντρας Γυναίκα

1.3. Περιοχή διαμονής :

Λευκωσία Λεμεσός Λάρνακα Πάφος Αμμόχωστος

Άλλη (παρακαλώ προσδιορίστε): _____

1.4. Βαθμίδα εκπαίδευσης:

Γυμνάσιο/ Λύκειο Πανεπιστήμιο Μεταπτυχιακές σπουδές

1. Γνωρίζετε ποια τεχνική χρησιμοποιείται για να δημιουργηθούν σφαίρες με υγρό εσωτερικό στη μοριακή κουζίνα;

A. Καραμελοποίηση B. Σφαιροποίηση Γ. Αφυδάτωση Δ. Ζελατινοποίηση

2. Ποιο συστατικό νομίζετε χρησιμοποιείται συχνά στη σφαιροποίηση στη μοριακή κουζίνα;

A. Αλγινικό νάτριο B. Γλυκόζη Γ. Ζελατίνη Δ. αλάτι

3. Υπάρχει μια τεχνική χημικής επεξεργασίας που χρησιμοποιείται στην κουζίνα για να μετατραπεί το ελαιόλαδο σε σκόνη. Ποια είναι από τις ακόλουθες;

A. Αφυδάτωση B. Ζελατινοποίηση Γ. Χρήση μαλτοδεξτρίνης Δ. Καραμελοποίηση

4. Ποια είναι η χημική αντίδραση πίσω από τη σφαιροποίηση;

A. Ιοντική διασταύρωση B. Υδρόλυση Γ. Εστεροποίηση Δ. Οξείδωση

5. Ποιο πιστεύετε είναι το περιβαλλοντικό όφελος έχει η χρήση φυσικών υδροκολλοειδών όπως το αλγινικό νάτριο στη μοριακή κουζίνα;

A. Είναι μη βιοδιασπώμενα B. Προέρχονται από ανανεώσιμες πηγές Γ. Παράγονται από πετρέλαιο Δ. Αυξάνουν την κατανάλωση ενέργειας

6. Γνωρίζετε τι είναι η μαλτοδεξτρίνη;

A. ΝΑΙ B. ΟΧΙ

7. Αν ΝΑΙ, ποια νομίζετε είναι η λειτουργία της μαλτοδεξτρίνης στη σφαιροποίηση;

A. Ρυθμίζει την υφή και σταθεροποιεί το υγρό **B.** Συμμετέχει στη χημική αντίδραση **Γ.** Απορροφά νερό και στερεοποιεί το μείγμα **Δ.** Δημιουργεί γέλη στην επιφάνεια

8. Ποιο περιβαλλοντικό πλεονέκτημα έχει η χρήση αλγινικού νατρίου στη μοριακή κουζίνα;

A. Προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές (φύκια) **B.** Παράγεται από πετρέλαιο **Γ.** Είναι μη βιοδιασπώμενο **Δ.** Απαιτεί υψηλή ενέργεια για παραγωγή

9. Πώς θεωρείτε ότι μπορεί η μαλτοδεξτρίνη να συμβάλει στη μείωση τροφικών αποβλήτων;

A. Μετατρέπει υγρά σε σκόνη, επιτρέποντας καλύτερη συντήρηση **B.** Επιταχύνει την αλλοίωση των τροφίμων **Γ.** Χρησιμοποιείται μόνο σε φρέσκα προϊόντα **Δ.** Δεν έχει καμία επίδραση

10. Ποια πρακτική στη μοριακή κουζίνα μπορεί να ενισχύσει τη βιωσιμότητα;

A. Χρήση φυσικών υλικών όπως το αλγινικό **B.** Υπερκατανάλωση ενέργειας **Γ.** Χρήση συνθετικών χημικών **Δ.** Απόρριψη υπολειμμάτων

11. Ποια είναι η περιβαλλοντική σημασία της σφαιροποίησης ως τεχνική;

A. Επιτρέπει ακριβή δοσολογία και μειώνει την υπερκατανάλωση **B.** Αυξάνει την παραγωγή αποβλήτων **Γ.** Απαιτεί σπάνια υλικά **Δ.** Δεν έχει καμία επίδραση

ΤΕΛΟΣ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ

Πειραματικές διαδικασίες

Μέσα και υλικά (για όλες τις πειραματικές διαδικασίες):

- Χυμός φρούτων (χυμός μήλου, φράουλας, ντομάτας, αγγουριού) ~ 500 ml
- Αλγινικό νάτριο ~ 20 g
- Χλωριούχο ασβέστιο
- Γαλακτικό ασβέστιο
- 100 ml στραγγιστό γιαούρτι
- 100 g φέτα
- Νερό εμφιαλωμένο ή απιονισμένο
- Ποτήρια ζέσεως ή πλαστικά μπολ
- Πιπέτες ή κουταλάκια
- Γάντια μιας χρήσης
- Εργαστηριακή ποδιά
- Αγάρ – αγάρ ~ 20 g
- Μαλτοδεξτρίνη ~ 50 g
- Ελαιόλαδο ~ 100 ml
- Ογκομετρικός κύλινδρος ή δοχείο μέτρησης όγκου
- Ηλεκτρικός αναδευτήρας (μπλέντερ)
- Θερμαντικός μανδύας ή εστία μαγειρικής κουζίνας

Πειραματικό στάδιο I: Απλή σφαιροποίηση χυμού μήλου και φράουλας

Πορεία : Αναμείχθηκαν 1g αλγινικού νατρίου με 200ml χυμού φρούτων, με την βοήθεια μπλέντερ χειρός ή με απλό ανακάτεμα με κουτάλι. Το μείγμα αφέθηκε σε ηρεμία για 30 λεπτά. Στη συνέχεια διαλύθηκαν 2,5 g χλωριούχου ασβεστίου σε 500ml νερού. (λουτρό ασβεστίου). Προστέθηκαν με προσοχή σιγά σιγά σταγόνες από το μείγμα χυμού στο λουτρό ασβεστίου με κουταλάκι ή πιπέτα. Οι σταγόνες μετατράπηκαν σε μικρές σφαίρες οι οποίες μεταφέρθηκαν μετά από 1 λεπτό σε καθαρό νερό και ξεπλύθηκαν. Η ίδια διαδικασία πραγματοποιήθηκε τόσο για τον χυμό μήλου όσο και για τον χυμό φράουλας.

Παρατηρήσεις: - Η σφαιροποίηση δημιουργεί μια λεπτή μεμβράνη γύρω από τον χυμό, που σπάει στο στόμα.

Πειραματικό στάδιο II: Α) Αντίστροφη σφαιροποίηση γιαουρτιού και φέτας

B) Αντίστροφη σφαιροποίηση χυμού φρούτων

A) Πορεία : Διαλύθηκαν 2.5 g αλγινικού νατρίου σε 500 ml νερό με την βοήθεια μπλέντερ χειρός ή με το χέρι (λουτρό αλγινικού). Το μίγμα αφέθηκε σε ηρεμία για 2 ώρες μέχρι να σχηματιστεί διαυγές διάλυμα. Αραιώθηκε το γιαούρτι και η φέτα με λίγο γάλα, ώστε το μίγμα να γίνει πιο ρευστό. Με κουτάλι ή σιφώνιο, μεταφέρθηκαν σιγά σιγά τα μίγματα του γιαουρτιού και της φέτας στο λουτρό αλγινικού. Σχηματίστηκαν σφαίρες, οι οποίες μετά από 1 λεπτό μεταφέρθηκαν σε καθαρό νερό για ξέπλυμα και μετέπειτα τοποθετήθηκαν σε χαρτί για να στραγγίσουν.

Παρατηρήσεις: - Κατά την ανάμειξη του αλγινικού νατρίου με το νερό παρατηρήθηκαν φυσαλίδες αερίου. - Οι σταγόνες αντιδρούν με το αλγινικό και θα σχηματίσουν σφαίρες με λεπτή μεμβράνη. - Οι σφαίρες έχουν υγρό εσωτερικό και σταθερή εξωτερική μεμβράνη.

B) Πορεία : Διαλύθηκαν αρχικά 6 g γαλακτικού ασβεστίου σε 50 ml απεσταγμένο νερό και στη συνέχεια έγινε επιπλέον ανάμειξη τους μαζί με 150 ml χυμού φρούτων. Ακολούθως, το μείγμα του χυμού φρούτων τοποθετήθηκε σε ειδική φόρμα με θήκες σε σχήμα ημισφαίριου και αφέθηκαν στην κατάψυξη για 2 ώρες μέχρι να πήξουν. Επίσης, διαλύθηκαν 2.5 g αλγινικού νατρίου σε 500 ml νερό με την βοήθεια μπλέντερ χειρός ή με το χέρι (λουτρό αλγινικού) και τοποθετήθηκε στο ψυγείο για 2 ώρες. Στη συνέχεια, αφαιρέθηκαν τα παγωμένα ημισφαίρια με το χυμό και ένα ένα τοποθετήθηκαν στο μείγμα παγωμένου λουτρού ασβεστίου για 3 λεπτά. Ακολούθως, μεταφέρθηκαν σε καθαρό νερό για ξέπλυμα και μετέπειτα τοποθετήθηκαν σε χαρτί για να στραγγίσουν.

Παρατηρήσεις: - Σχηματίστηκαν σφαίρες ημισφαιρίων με υγρό εσωτερικό και σταθερή εξωτερική μεμβράνη.

Πειραματικό στάδιο III: Σφαιροποίηση χυμού μήλου και φράουλας με τη χρήση αγάρ – αγάρ

Πορεία: Σε ποτήρι ζέσεως τοποθετήθηκε ελαιόλαδο στην κατάψυξη για 30 λεπτά για να κρυώσει (όχι να παγώσει). Θερμάνθηκαν 1 g αγάρ-αγάρ σε κάθε 100 ml χυμού, με ταυτόχρονη ανάδευση μέχρι πλήρους διάλυση του άγαρ, στους 85 - 90°C, προσέχοντας να μην βράσει πολύ - να πλησιάσει σε θερμοκρασία βρασμού. Ακολούθως, μεταφέρθηκαν σταγόνες με πιπέτα από το ζεστό μίγμα στο παγωμένο λάδι. Οι σφαίρες

που σχηματίζονται αφέθηκαν για 2 λεπτά στο λάδι και στη συνέχεια ξεπλύνθηκαν με κρύο νερό.

Παρατηρήσεις: - Οι σταγόνες του μίγματος άγαρ – χυμού στερεοποιούνται άμεσα και σχηματίζουν σφαίρες. - Η υφή τους είναι πιο ζελατινώδης και λιγότερο υγρή από την αλγινική σφαιροποίηση. - Μετά το ξέπλυμα με κρύο νερό το λάδι απομακρύνεται.

Πειραματικό στάδιο IV: Α) Μορφοποιημένος Χυμός Ντομάτας - Σπαγγέτι ντομάτας και αγγουριού Β) Γαλακτοματοποίηση ελαιόλαδου με μαλτοδεξτρίνη

Πορεία Α: Θερμάνθηκαν 2,4 g αγάρ - αγάρ σε κάθε 150 ml χυμού ντομάτας και αγγουριού, με ταυτόχρονη ανάδευση μέχρι πλήρους διάλυση του αγάρ στους 85 - 90°C, προσέχοντας να μην βράσει πολύ αλλά να πλησιάσει σε θερμοκρασία βρασμού. Ακολούθως, το κάθε μίγμα τοποθετήθηκε σε μία ειδική σύριγγα, όπου με την βοήθεια της τα μίγματα μεταφέρθηκαν σε στενόμακρα σωληνάρια (με διάμετρο παρόμοια με σπαγγέτι). Στη συνέχεια τα σωληνάρια τοποθετήθηκαν σε πολύ παγωμένο νερό για 2 λεπτά μέχρι να πήξει εντελώς το μίγμα. Έπειτα, αφαιρέθηκαν τα σπαγγέτι από τα σωληνάρια, ξεπλύθηκαν με κρύο νερό και τοποθετήθηκαν σε χαρτί για να στραγγίσουν.

Πορεία Β: Σε ένα ποτήρι ζέσεως έγινε ανάμειξη σκόνης μαλτοδεξτρίνης και ελαιόλαδου μέχρι τον σχηματισμό σκόνης.

Παρατηρήσεις: - Η σφαιροποίηση δημιουργεί μια λεπτή μεμβράνη γύρω από τον χυμό, που σπάει στο στόμα. - Η μαλτοδεξτρίνη απορροφά το λάδι και το μετατρέπει σε σκόνη. Με την προσθήκη περίσσειας μαλτοδεξτρίνης η σκόνη αποκτά πιο στεγνή υφή. - Ο συνδυασμός δημιουργεί αντίθεση υφών: υγρό εσωτερικό και στεγνή, αρωματική σκόνη.

Αποτελέσματα

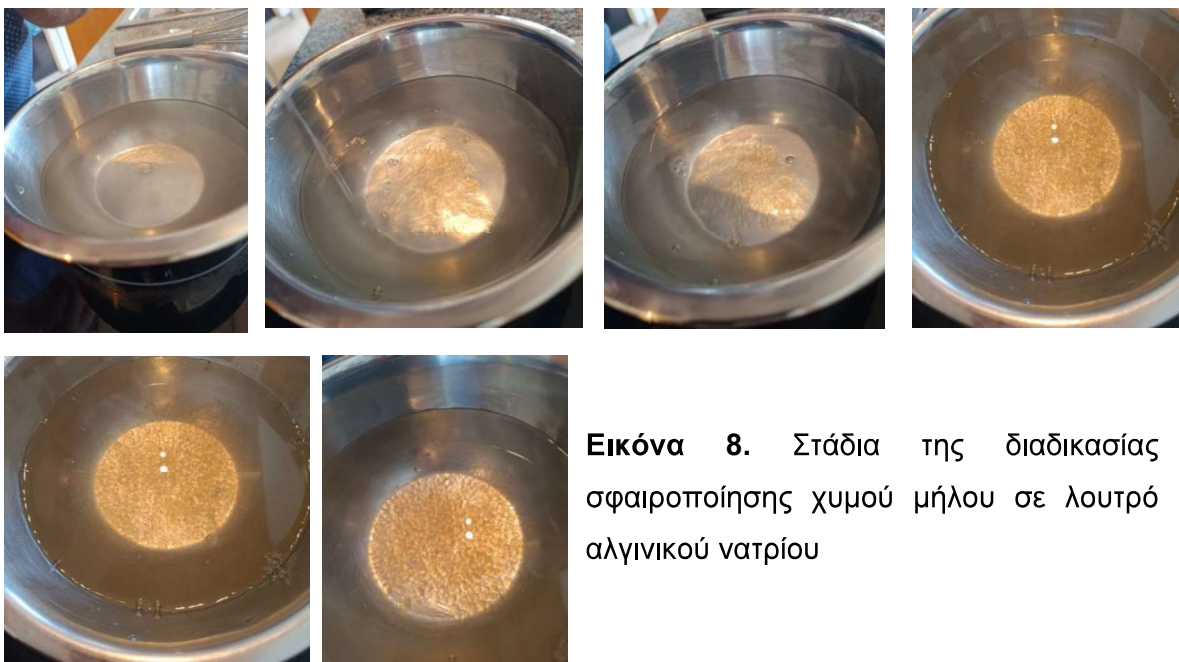
Τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την παρούσα μελέτη παρουσιάζονται στη συνέχεια.

Αρχικά φαίνονται τα αποτελέσματα του ερωτηματολογίου που κοινοποιήθηκε τόσο στο σχολικό χώρο όσο και ευρύτερα και αφορούσε γενικά τη μοριακή κουζίνα αλλά και τη σχέση της με την επιστήμης της Χημείας (τα δεδομένα παρουσιάζονται στο Παράστημα II). Από την ανάλυση του ερωτηματολογίου προκύπτει ότι υπάρχει μερική αλλά όχι πλήρη κατανόηση των βασικών τεχνικών που χρησιμοποιούνται στη μοριακή κουζίνα. Παρόλα αυτά οι απαντήσεις που λήφθηκαν δείχνουν ότι υπάρχει μια σχετικά καλή γνώση υδροκολλοειδών και γίνεται χρήση της μαλτοδεξτρίνης και από άτομα στην καθημερινότητά τους. Άρα έχουν κατανοήσει αρχικά την τεχνική της μετατροπής λιπών σε σκόνη. Αν και δεν φαίνεται να είναι απόλυτα κατανοητή η χημική βάση της σφαιροποίησης, γνωρίζει το κοινό ότι τα υλικά όπως το αλγινικό νάτριο προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές (φύκια), ότι η μαλτοδεξτρίνη μπορεί να μετατρέψει τα υγρά σε σκόνη, κάτι που προκαλεί καλύτερη συντήρηση. Τέλος, αναδεικνύεται η περιβαλλοντική σημασία της σφαιροποίησης με την χρήση πιο ακριβής δοσολογίας με αποτέλεσμα λιγότερη σπατάλη, διασυνδέοντας τις τεχνικές αυτές με την βιωσιμότητα.

Τα όργανα και χημικές ουσίες που χρησιμοποιήθηκαν κατά τις πειραματικές διαδικασίες φαίνονται στις εικόνες 6 και 7 που βρίσκονται στο Παράρτημα.

Στο πειραματικό στάδιο I της απλής σφαιροποίησης χυμού μήλου και φράουλας, κατά τη δημιουργία σφαιρών αλγινικού ασβεστίου με χυμό φρούτων σχηματίστηκαν μικρά στρογγυλά σταθερά σφαιρίδια σε διαδοχικά στάδια όπως δείχνει η εικόνα 8.

Για επιτυχημένο λουτρό αλγινικού χρησιμοποιήθηκε απεσταγμένο ή φιλτραρισμένο νερό για να αποφευχθούν ανεπιθύμητες αντιδράσεις με τα ιόντα που βρίσκονται στο νερό. Σημαντικό για την επιτυχία του πειράματος είναι η διατήρηση κρύου νερού για το λουτρό του αλγινικού νατρίου. Αυτό γιατί η θερμοκρασία του λουτρού αλγινικού νατρίου είναι κρίσιμη για την επιτυχία της απλής σφαιροποίησης. Το κρύο νερό επιβραδύνει την αντίδραση μεταξύ του αλγινικού νατρίου και του ασβεστίου, επιτρέποντας καλύτερο έλεγχο του σχηματισμού της μεμβράνης.



Εικόνα 8. Στάδια της διαδικασίας σφαιροποίησης χυμού μήλου σε λουτρό αλγινικού νατρίου

Η χαμηλή θερμοκρασία βοηθά στη δημιουργία πιο ομοιόμορφων και στρογγυλών σφαιρών, αποτρέποντας την παραμόρφωση. Τα σφαιρίδια μετά την απομάκρυνση τους από το λουτρό είχαν αποκτήσει μορφή «χαβιαριού», σχεδόν διάφανα, εικόνα 9 και 10.



Εικόνα 9. Τελικά σφαιρίδια χυμού μήλου.

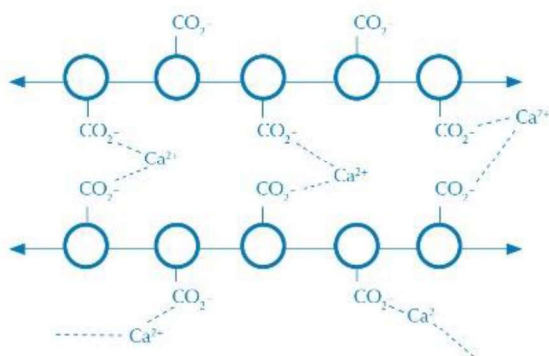
Αν το λουτρό είναι ζεστό, η αντίδραση γίνεται πολύ γρήγορα και μπορεί να προκληθεί ακανόνιστη ή υπερβολική πήξη. Έτσι επιτυγχάνεται πιο λεπτή και ευχάριστη υφή στο στόμα.



Εικόνα 10. Τελική μορφή σφαιριδίων αλγινικού και χυμού μήλου (αριστερά) και μήλου – φράουλας (δεξιά).

Επιπλέον φωτογραφίες από την τεχνική της απλής σφαιροποίησης παρουσιάζονται στην εικόνα 11 στο Παράρτημα.

Στην διαδικασία της αντίστροφης σφαιροποίησης γιαουρτιού και φέτας, κατά τη διάλυση αλγινικού λόγω έντονης ανάδευσης, σχηματίστηκαν φυσαλίδες οι οποίες απομακρύνθηκαν με την πάροδο του χρόνου έτσι ώστε να γίνει διαυγές. Οι σταγόνες γιαουρτιού αντιδρούν με το αλγινικό και σχηματίζουν σφαίρες με λεπτή μεμβράνη. Οι σφαίρες έχουν υγρό εσωτερικό και σταθερή εξωτερική μεμβράνη, χαρακτηριστικό της τεχνικής. Το αλγινικό νάτριο είναι πολυσακχαρίτης που προέρχεται από φύκια. Όταν έρθει σε επαφή με ιόντα ασβεστίου (που υπάρχουν στο γιαούρτι), σχηματίζεται ένα δικτυωτό πλέγμα στην επιφάνεια της σταγόνας. Αυτό το πλέγμα λειτουργεί σαν μεμβράνη που εγκλωβίζει το υγρό εσωτερικό, δημιουργώντας τις σφαίρες. Η διαδικασία είναι παράδειγμα ιοντικής γέφυρας μεταξύ αλγινικού και ασβεστίου, όπως φαίνεται στην εικόνα 12.

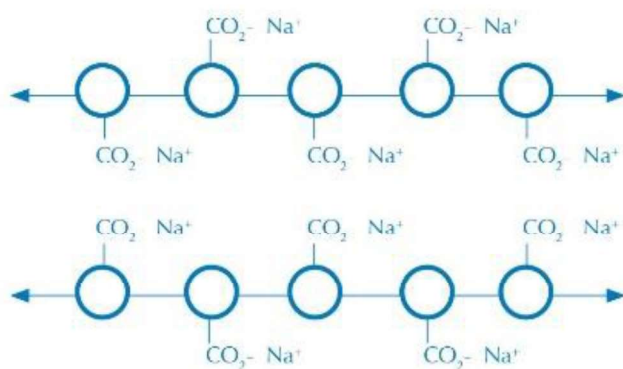


Εικόνα 12: Αλγινικό πολυμερές σε διάλυμα CaCl_2 (με διασταυρούμενους δεσμούς) [20]

Η διάλυση γαλακτικού ασβεστίου σε χυμού φρούτων και απεσταγμένου νερού ήταν επιτυχής, δημιουργώντας ομοιογενές μίγμα, όπου μετά την τοποθέτηση του μίγματος σε φόρμα ημισφαιρίων και την παραμονή του στην κατάψυξη για 2 ώρες, παρατηρήθηκε ο σχηματισμός σταθερών ημισφαιρικών σφαιρών. Οι σφαίρες

παρουσίαζαν σταθερή εξωτερική μεμβράνη, αποτέλεσμα της αντίδρασης του αλγινικού με τα ιόντα ασβεστίου, υγρό εσωτερικό, που διατηρούσε τη γεύση και την υφή του χυμού φρούτων. Η διαδικασία αυτή έδωσε ένα αισθητικά ελκυστικό προϊόν, κατάλληλο για εφαρμογές στη μοριακή γαστρονομία.

Το αλγινικό σε διάλυμα NaCl χωρίς διασταυρούμενους δεσμούς εμφανίζεται στην αρχική φάση παρασκευής του λουτρού αλγινικού, πριν έρθει σε επαφή με δισθενή κατιόντα που προκαλούν τη γέλη.(εικόνα 13) Χημικά, το αλγινικό νάτριο είναι ένα πολυσακχαρίδιο που προέρχεται από φύκια και σχηματίζει ιξώδες διάλυμα στο νερό. Το ασβέστιο (Ca^{2+}) που υπάρχει στο γιαούρτι έχει την ικανότητα να διασταυρώνει τις αλυσίδες του αλγινικού όταν τα ιόντα ασβεστίου έρθουν σε επαφή με το αλγινικό νάτριο, αντικαθιστούν τα ιόντα νατρίου και δημιουργούν δεσμούς γεφύρωσης μεταξύ των πολυσακχαριδικών αλυσίδων. Αυτός ο μηχανισμός, γνωστός ως ιονική διασταύρωση (cross-linking), οδηγεί στον σχηματισμό μιας σταθερής γέλης.



Εικόνα 13: Αλγινικό πολυμερές σε διάλυμα NaCl (χωρίς διασταυρούμενους δεσμούς) [20]



Εικόνα 14. Αντίστροφη σφαιροποίηση χυμού φρούτων.



Εικόνα 15. Αντίστροφη σφαιροποίηση γιαουρτιού και φέτας.

Από εκπαιδευτικής άποψης, η απλή - βασική μέθοδος σφαιροποίησης, είναι πιο απλή και ενδείκνυται για πειράματα τόσο σε σχολικά εργαστήρια, όσο και για οικιακή χρήση. Η αντίστροφη σφαιροποίηση μπορεί να προτιμηθεί για πιο επαγγελματική χρήση, γιατί αν και προσφέρει πιο εντυπωσιακά και σταθερά αποτελέσματα, εντούτοις, απαιτεί μεγαλύτερη ακρίβεια και πιο εξειδικευμένο εξοπλισμό. Οι σφαίρες που παρασκευάστηκαν από αντίστροφη σφαιροποίηση (λόγω της παρουσίας ασβεστίου στο υλικό) παρουσιάζονται πιο σταθερές και ανθεκτικές σε σχέση με τις απλής σφαιροποίησης (εικόνες 14 και 15). Ήταν πιο παχύρρευστες, σε σχέση με τις αντίστοιχες της απλής σφαιροποίησης που έδωσε πιο διαφανείς σφαίρες. Στην περίπτωση της απλής διαδικασίας, η γέλη σχηματίστηκε γρηγορότερα. Κατά τις δοκιμές, η γεύση και το άρωμα διατηρούνται περισσότερο στην αντίστροφη διαδικασία, λόγω της λιγότερης εξωτερικής επεξεργασίας του δείγματος. Επιπλέον εικόνα με φωτογραφίες από την διαδικασία αντίστροφης σφαιροποίησης παρουσιάζεται στην εικόνα 16 και φωτογραφίες που αφορούν συνδυασμό τεχνικών, στην εικόνα 17, που βρίσκονται στο Παράρτημα.

Στο πειραματικό στάδιο III, πραγματοποιήθηκε σφαιροποίηση χυμού μήλου και φράουλας με χρήση αγάρ - αγάρ και μορφοποίηση, όπως φαίνεται στην εικόνα 18 το σπαγγέτι ντομάτας και αγγουριού. Όσον αφορά το άγαρ - άγαρ, αυτό πρέπει να τοποθετείται σε ψύξη για να ολοκληρωθεί η διαδικασία στερεοποίησης και σταθεροποίησης του μίγματος. Το άγαρ διαλύεται σε ζεστό υγρό (85 – 90 °C) και σχηματίζει διάλυμα. Καθώς το διάλυμα κρυώνει, οι αλυσίδες του πολυσακχαρίτη συνδέονται μεταξύ τους και δημιουργούν ένα τρισδιάστατο δίκτυο που «παγιδεύει» το υγρό, σχηματίζοντας τη γέλη. Η στερεοποίηση ολοκληρώνεται μόνο όταν η θερμοκρασία πέσει κάτω από ~35–40 °C, γι' αυτό απαιτείται ψύξη για την πλήρη σταθεροποίηση. Σε αντίθεση με άλλα πηκτικά, όπως η ζελατίνη, το άγαρ δεν λιώνει εύκολα σε θερμοκρασία δωματίου και παραμένει στερεό μέχρι περίπου 85 °C. Αυτή η ιδιαιτερότητα το καθιστά

ιδανικό για ζαχαροπλαστική και μοριακή γαστρονομία, όπου απαιτούνται σταθερά ζελέ που δεν λιώνουν γρήγορα. Για τον λόγο αυτό δημιουργήθηκε «Σπαγγετι ντομάτας και αγγουριού» για διαχείριση υπολειμμάτων. Ένα επιπλέον σημαντικό στοιχείο, είναι το γεγονός ότι το μίγμα με το αγάρ – αγάρ δύναται να επαναφερθεί σε σημείο βρασμού και να επαναχρησιμοποιηθεί, χαρακτηρίζοντας το ιδανικό όσον αφορά την μείωση σπατάλης, την ανακύκλωση και την βιωσιμότητα. Επιπλέον, έγινε χρήση μαλτοδεξτρίνης σε συνδυασμό με αρωματικό ελαιόλαδο για διδακτικούς σκοπούς της γαλακτωματοποίησης με πιο εύκολο τρόπο, αλλά και ενίσχυσης της εμφάνισης και εικόνας των πιάτων. Όπως άλλωστε είναι και ένας από τους βασικούς σκοπούς της Μοριακής Κουζίνας (εικόνα 19 – Παράρτημα).



Εικόνα 18. πάνω: «Σπαγγέτι ντομάτας και ντομάτας - αγγουράκι» και κάτω: Σφαιροποιημένος Χυμός μήλου και φράουλας με χρήση αγάρ - αγάρ



Η αντίστροφη σφαιροποίηση είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για τρόφιμα που περιέχουν φυσικά ιόντα ασβεστίου, χωρίς να απαιτείται εξωτερική προσθήκη. Ο ρόλος του pH και της ιοντικής ισχύος είναι καθοριστικός, καθώς επηρεάζει τη διαλυτότητα του αλγινικού και τη διαθεσιμότητα των ιόντων Ca^{2+} . Σε όξινο περιβάλλον (χαμηλότερο pH) η γέλη

σχηματίζεται ταχύτερα, αλλά μπορεί να είναι λιγότερο σταθερή. Στην αντίστροφη μέθοδο, το ίδιο το υλικό (π.χ. γιαούρτι, φέτα) περιέχει ήδη Ca^{2+} , ενώ η προσθήκη αλγινικού νατρίου εξωτερικά επιτρέπει τον σχηματισμό της γέλης με φυσικό τρόπο. Η διαδικασία είναι πιο αργή, αλλά δημιουργεί πιο σταθερή και ελαστική δομή. Σε αντίθεση με τη βασική μέθοδο, όπου η γέλη ξεκινά από έξω προς τα μέσα, η αντίστροφη χαρακτηρίζεται από εσωτερική γέληση (από μέσα προς τα έξω), γεγονός που επηρεάζει τη μορφολογία και τη ανθεκτικότητα των σφαιρών. Ο σχηματισμός φυσαλίδων στην αντίστροφη σφαιροποίηση οφείλεται στην παγίδευση αέρα κατά την ανάμειξη του αλγινικού νατρίου με νερό, καθώς πρόκειται για σκόνη με πορώδη υφή. Όταν αναδεύεται έντονα (με μπλέντερ ή σύρμα), ο αέρας απελευθερώνεται και σχηματίζει φυσαλίδες. Ωστόσο, όταν ο χυμός φρούτων αναμειχθεί με αλγινικό νάτριο μέσα σε μπλέντερ, τα ιόντα ασβεστίου που περιέχονται φυσικά στον χυμό αρχίζουν να αντιδρούν αμέσως με το αλγινικό. Αυτό οδηγεί σε πρόωρη γέληση, δηλαδή το μείγμα αρχίζει να πηζει πριν έρθει σε επαφή με το εξωτερικό λουτρό που περιέχει χλωριούχο ασβέστιο. Εξαιτίας αυτής της πρόωρης αντίδρασης, χάνεται η δυνατότητα να σχηματιστεί μια καθαρή και ομοιόμορφη σφαίρα, καθώς η γέλη δεν περιορίζεται στην επιφάνεια αλλά δημιουργείται μέσα στο μείγμα. Έτσι, αντί για σφαίρα με υγρό εσωτερικό, προκύπτει ένα άμορφο ζελέ. Συνεπώς, η μέθοδος είναι ιδιαίτερα ευαίσθητη και απαιτεί προσεκτική προετοιμασία ώστε το αλγινικό να μην έρθει σε επαφή με ασβέστιο πριν το στάδιο του λουτρού. Για τον λόγο αυτό αποφεύγεται η χρήση μπλέντερ ή έντονης ανάμειξης με χυμούς που περιέχουν ασβέστιο. Όταν προστίθεται επιπλέον χυμός στα ήδη σχηματισμένα σφαιρίδια, παρατηρείται αλλαγή στο pH που επηρεάζει το ζελατινώδες περίβλημα. Ο χυμός φρούτων είναι όξινος λόγω οργανικών οξέων (κιτρικό, μηλικό), και η μείωση του pH μπορεί να αναδιοργανώσει τους δεσμούς Ca^{2+} –αλγινικού, κάνοντάς τους πιο «σφιχτούς». Αυτό οδηγεί σε αφυδάτωση της γέλης: το νερό αποβάλλεται από το δίκτυο και η επιφάνεια γίνεται πιο συμπαγής και γυαλιστερή. Το φαινόμενο μοιάζει με «καθάρισμα» ή γυάλισμα της επιφάνειας, καθώς η γέλη χάνει υγρασία και αποκτά λεία υφή. Συμπερασματικά, η προσθήκη χυμού μπορεί να προκαλέσει συρρίκνωση και αφυδάτωση του περιβλήματος, με αποτέλεσμα να φαίνεται πιο καθαρό και γυαλιστερό αλλά να χάνει υγρασία.

Στο Παράρτημα, στην εικόνα 20, παρουσιάζονται φωτογραφίες από τα τελικά πιότα που συνδυάζουν όλες τις τεχνικές που χρησιμοποιήθηκαν από τους μαθητές/τριες και αναλύθηκαν στην παρούσα εργασία.

Συμπεράσματα

Τα συμπεράσματα που προκύπτουν από τη μελέτη συνοψίζονται παρακάτω.

- Η βασική σφαιροποίηση είναι πιο εύκολη στην εφαρμογή και κατάλληλη για υλικά χαμηλής περιεκτικότητας σε ασβέστιο, όπως οι χυμοί φρούτων, ενώ η αντίστροφη σφαιροποίηση προσφέρει μεγαλύτερη σταθερότητα και διάρκεια ζωής στις σφαίρες, ειδικά όταν χρησιμοποιούνται υλικά όπως το γιαούρτι και η φέτα που περιέχουν ασβέστιο.

- Η σφαιροποίηση αποτελεί εξαιρετικό παράδειγμα πρακτικής χημείας που μπορεί να αξιοποιηθεί για την κατανόηση εννοιών όπως η ιοντική ανταλλαγή, η δημιουργία γέλης, η διαλυτότητα και η κινητική αντίδρασης, συνδυάζοντας χημεία και γαστρονομία. Οι διαφορετικές φυσικοχημικές διεργασίες επηρεάζουν την υφή, τη διαύγεια και την αντοχή των σφαιρών, επιτρέποντας εξατομίκευση ανάλογα με την εφαρμογή. Η βασική μέθοδος είναι ιδανική για εκπαιδευτικούς σκοπούς και οικιακή χρήση λόγω απλότητας και χαμηλού κόστους, ενώ η αντίστροφη μέθοδος είναι πιο κατάλληλη για γαστρονομικές εφαρμογές υψηλής αισθητικής.

- Με τεχνικές όπως η σφαιροποίηση, μπορούμε να αξιοποιήσουμε ακόμα και μικρές ποσότητες χυμού ή πολτού, μειώνοντας την υπερκατανάλωση. Η χρήση φυσικών, βιοδιασπώμενων υλικών και φιλικών προς το περιβάλλον πόρων — ενισχύει τη βιωσιμότητα, καθώς δεν απαιτεί χημικές επεξεργασίες που ρυπαίνουν και είναι πλήρως βιοδιασπώμενα. Η μοριακή γαστρονομία επιτρέπει ακριβή έλεγχο μερίδας και δημιουργική αξιοποίηση υπολειμμάτων, όπως χυμοί από φρούτα που δεν καταναλώθηκαν.

- Τα υλικά μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν πολλές φορές για σφαιροποίηση, μειώνοντας έτσι τα απόβλητα. Οι σφαίρες μπορούν να παρασκευαστούν από φυσικούς χυμούς χωρίς προσθήκη ζάχαρης ή συντηρητικών, ενισχύοντας βιώσιμες πρακτικές, αφού η χρήση τοπικών φρούτων μειώνει τις μεταφορές και το ενεργειακό κόστος. Οι τεχνικές της μοριακής κουζίνας συχνά απαιτούν χαμηλές θερμοκρασίες ή ψυχρές διεργασίες, γεγονός που μειώνει την ενεργειακή κατανάλωση σε σχέση με παραδοσιακές μεθόδους.

- Οι μαθητές/τριες μαθαίνουν πώς η χημεία μπορεί να υπηρετήσει τη βιωσιμότητα, πώς να επιλέγουν υλικά με οικολογική συνείδηση και να καινοτομούν χωρίς να επιβαρύνουν το περιβάλλον.

Εισηγήσεις/Επόμενα βήματα

Για να συνεχιστεί και να εξελιχθεί η εργασία αυτή που συνδυάζει μοριακή κουζίνα, Χημεία και περιβαλλοντική συνείδηση, μπορούν να γίνουν διάφορα εκπαιδευτικά και επιστημονικά βήματα. Παράλληλα, για ενίσχυση της μελέτης μπορούν να πραγματοποιηθούν συνεργασίες με επιστήμονες ή σεφ. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την δημιουργία πλατφόρμας με πειράματα, πληροφορίες και quiz για τη μοριακή κουζίνα και το περιβάλλον, καθώς και ενσωμάτωση παιχνιδιών ή προσομοιώσεων χημικών αντιδράσεων για περισσότερη κατανόηση. Η διοργάνωση ενός εργαστηρίου ή εκδήλωσης για μαθητές/τριες ή το ευρύ κοινό θα προσφέρει πρακτική εμπειρία και θα ενισχύσει την περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση μέσω της γαστρονομίας. Υπάρχει δυνατότητα εμπλουτισμού των πειραματικών διαδικασιών που παρουσιάστηκαν, ενσωματώνοντας δείκτη pH στο εσωτερικό των σφαιριδίων ώστε να αλλάζουν χρώμα ανάλογα με το περιβάλλον (π.χ. οξύτητα νερού), παρουσιάζοντας φαινόμενα όπως οξείδωση, θερμοχρωμικά υλικά ή χημειοφωταύγεια. Ακόμη ένα μέτρο θα μπορούσε να αποτελέσει η δημιουργία σταθμού, όπου οι επισκέπτες να προσθέτουν οξέα/βάσεις και να παρατηρούν αλλαγές στα σφαιρίδια με την ενσωμάτωση αισθητήρων θερμοκρασίας ή pH, σαν αποτέλεσμα να συνδυαστεί η Χημεία με την Τεχνολογία. Μπορούν επιπλέον να αναζητηθούν ευκαιρίες συμμετοχής σε διεθνείς διαγωνισμούς ή εκθέσεις STEM, μεταφράζοντας την εργασία αυτή και σε άλλες γλώσσες ανάλογα με την χώρα παρουσίασης της. Μια ακόμη ενδιαφέρουσα προέκταση είναι η ανάπτυξη οικολογικών συνταγών με τεχνικές μοριακής κουζίνας, χρησιμοποιώντας βιώσιμα υλικά και παρουσιάζοντάς τις ως «πράσινες γαστρονομικές λύσεις», όπως για παράδειγμα την χρήση υποπροϊόντων τροφίμων (π.χ. φλούδες φρούτων) για εκχύλιση φυσικών υδροκολλοειδών όπως το αγάρ - αγάρ. Τέλος, μπορεί να ενταχθεί η μελέτη αυτή σαν προτζεκτ στο σχολικό πρόγραμμα, λαμβάνοντας μέρος μαθητές/τριες ανεξαρτήτων ειδικοτήτων, με μετρήσιμα αποτελέσματα και επιστημονικά συμπεράσματα. Όλα αυτά θα δώσουν βάθος, διάρκεια και αξία.

Δεξιότητες που αποκτήθηκαν

Οι δεξιότητες που αποκτήθηκαν από την παρούσα μελέτη ήταν πολλές και σημαντικές. Οι μαθητές ανέπτυξαν γνωστικές και επιστημονικές δεξιότητες, καθώς ήρθαν σε επαφή με χημικά φαινόμενα που σχετίζονται με τη γαστρονομία. Μέσα από την εκτέλεση πειραμάτων, κατανόησαν τη σύνδεση της επιστήμης με την καθημερινή ζωή και τη βιώσιμη διατροφή. Η ερευνητική διαδικασία τους βοήθησε να καλλιεργήσουν την αναλυτική τους σκέψη, να σχεδιάσουν πειράματα και να εξάγουν συμπεράσματα. Οι μαθητές κατανόησαν πώς οι επιστημονικές αρχές επηρεάζουν τη γεύση, την υφή και τη θρεπτική αξία των τροφίμων. Η βιώσιμη γαστρονομία τους έδωσε την ευκαιρία να μελετήσουν την επίδραση της χημικής σύνθεσης των υλικών στην υγεία και στο περιβάλλον, ενισχύοντας την ικανότητά τους να συνδέουν τη θεωρία με την πράξη. Παράλληλα, η δημιουργία εκπαιδευτικού βίντεο τους έδωσε την ευκαιρία να εξοικειωθούν με ψηφιακά εργαλεία και τεχνολογίες. Η χρήση λογισμικών παρουσίασης και επεξεργασίας βίντεο ενίσχυσε την τεχνολογική τους επάρκεια και τη δημιουργικότητά τους. Επιπλέον, η παρουσίαση της εργασίας σε συνέδριο συνέβαλε στην ενίσχυση των επικοινωνιακών τους δεξιοτήτων, στην ομαδική συνεργασία και στην ανάπτυξη επιχειρημάτων γύρω από τη βιώσιμη γαστρονομία. Η εμπειρία αυτή τους βοήθησε να αποκτήσουν αυτοπεποίθηση και να εκφράζουν τις ιδέες τους με σαφήνεια και δομή. Μέσα από το θέμα της εργασίας, οι μαθητές/τριες ευαισθητοποιήθηκαν σε κοινωνικά και περιβαλλοντικά ζητήματα. Καλλιέργησαν οικολογική συνείδηση, αντιλήφθηκαν τη σημασία της υπεύθυνης κατανάλωσης και προβληματίστηκαν γύρω από τη σπατάλη τροφίμων και τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Η βιώσιμη προσέγγιση της γαστρονομίας, τους ενέπνευσε να συνδέσουν τη γνώση με την κοινωνική δράση. Τέλος, η οργάνωση και υλοποίηση της εργασίας ενίσχυσε τις δεξιότητες συνεργασίας, εφόσον εργάστηκαν ομαδικά, ανέλαβαν πρωτοβουλίες, διαχειρίστηκαν τον χρόνο τους αποτελεσματικά και έλυσαν διάφορα προβλήματα που προέκυψαν κατά τη διάρκεια του προγράμματος. Η εμπειρία αυτή τους προετοίμασε για μελλοντικές απαιτητικές εργασίες και τους έδωσε πολύτιμα εφόδια για την προσωπική και επαγγελματική τους εξέλιξη.

Βιβλιογραφία

- [1] <https://coozina.gr/blog/post/moriaki-kouzina-ksekina-to-diko-sou-taksidi-tora/>
- [2] <https://www.nutritionacademy.ie/blog/culinary-innovations--exploring-molecular-gastronomy-and-health>
- [3] <https://observatory.tec.mx/edu-bits-2/molecular-gastronomy-for-chemistry-teaching/>
- [4] <https://foodcrumbles.com/molecular-gastronomy-spherification/>
- [5] <https://olivesfordinner.com/deconstructed-taro-root-bubble-tea/>
- [6] https://www.myfoodresearch.com/uploads/8/4/8/5/84855864/13_fr-nfts-014_nicholas.pdf
- [7] <https://caviarspherika.com/en/blogs/blogs/breaking-techniques-where-spherifications-come-from>
- [8] "Αρχές σφαιροποίησης". <https://stavrospsomopoulos.com/molecular-gastronomy/>
- [9] <https://vistartglobal.com/what-is-sodium-alginate/>
- [10] <https://greek.textilemachinery-spares.com/sale-47728352-thickeners-sodium-alginate-powder-sodium-alginate-food-grade-bulk.html>
- [11] "5. ALGINATE". www.fao.org.
- [12] <https://pergamos.lib.uoa.gr/uoa/dl/object/3339176>
- [13] https://www.researchgate.net/figure/Chemical-structures-of-A-alginate-and-B-calcium-alginate_fig5_347886546
- [14] <https://ingreland.com/insights/sodium-alginate-beads/>
- [15] <https://www.cosmacon.de/en/maltodextrins/>
- [16] <https://www.myprotein.gr/blog/sympliromata/maltodextrin/>
- [17] <https://www.chemicalbook.com/article/sodium-alginate-and-calcium-lactate.htm>

[18] <https://www.toufood.com/product/glucocal-calcium-gluconate-and-calcium-lactate-powder/?lang=en>

[19] https://www.baharito.gr/shop/agar_agar-gr/

[20] Μοριακή γαστρονομία στο μάθημα της Χημείας. Author(s): Johanna Dittmar, Christian Zowada, Shuichi Yamashita, Ingo Eilks, <https://scienceinschool.org/el/article/2020/molecular-gastronomy-chemistry-classroom-el/>

[21] https://www.chemicalbook.com/ChemicalProductProperty_EN_CB6704452.htm

[22] <https://recipes.specialingredientseurope.com/el/?s=%CE%B1%CE%B3%CE%B1%CF%81&trp-form-language=el>

Παράρτημα

Ι) Κατάλογος εικόνων που εμφανίζονται στο κείμενο

Εικόνα 6. Αριστερά: Ζυγαριά ακριβείας και δεξιά: σύριγγα, που χρησιμοποιήθηκαν κατά τις πειραματικές τεχνικές



Εικόνα 7. Χημικές ουσίες που χρησιμοποιήθηκαν στις πειραματικές διαδικασίες: (α) αγάρ – αγάρ (β) χλωριούχο ασβέστιο (γ) μαλτοδεξτρίνη (δ) αλγινικό νάτριο (ε) λακτικό ασβέστιο.



(α)



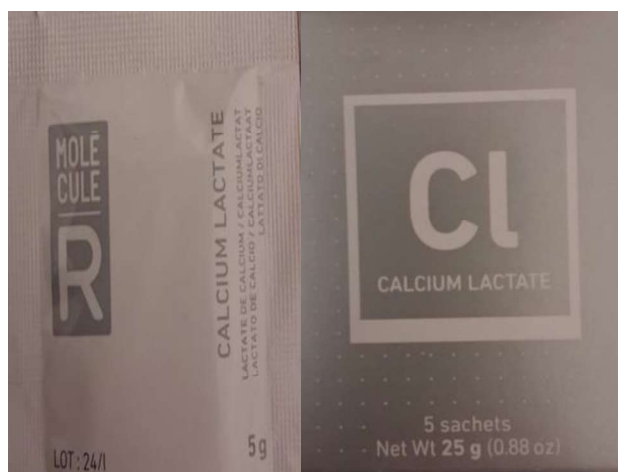
(β)



(γ)



(δ)



(ε)

Εικόνα 11. Φωτογραφίες από τα πειραματικά στάδια που αφορούσαν την διαδικασία της απλής σφαιροποίησης.





Εικόνα 16. Φωτογραφίες από τα πειραματικά στάδια που αφορούσαν την διαδικασία της αντίστροφης σφαιροποίησης.



Εικόνα 17. Φωτογραφίες από τον συνδυασμό απλής και αντίστροφης σφαιροποίησης





Εικόνα 19. Χρήση μαλτοδεξτρίνης σε συνδυασμό με αρωματικό ελαιόλαδο.



Εικόνα 20. Φωτογραφίες από τα τελικά πιάτα ως αποτέλεσμα του συνδυασμού των τεχνικών



II) Δεδομένα τα οποία συλλέχθηκαν για επεξεργασία από το ερωτηματολόγιο.

Timestamp	Φ. Ενότητα 1: Γενικές πληροφορίες 1.2. Φύλο	3. Περιοχή διαμονής
11/4/2025 11:20:40 46 και άνω	Αντρας	Πάφος
11/6/2025 9:39:02 36–45	Γυναίκα	Πάφος
12/9/2025 18:24:51 46 και άνω	Αντρας	Πάφος
12/9/2025 18:27:17 46 και άνω	Γυναίκα	Λεμεσός
12/9/2025 18:38:37 46 και άνω	Αντρας	Λεμεσός
12/9/2025 18:38:24 36–45	Γυναίκα	Λεμεσός
12/9/2025 18:43:05 46 και άνω	Αντρας	Πάφος
12/9/2025 18:43:58 36–45	Γυναίκα	Πάφος
12/9/2025 18:44:45 46 και άνω	Αντρας	Πάφος
12/9/2025 18:53:26 46 και άνω	Αντρας	Πάφος
12/9/2025 18:56:04 46 και άνω	Αντρας	Λεμεσός
12/9/2025 19:14:09 46 και άνω	Αντρας	Λεμεσός
12/9/2025 19:35:58 46 και άνω	Αντρας	Πάφος
12/9/2025 19:39:27 36–45	Αντρας	Πάφος
12/9/2025 19:41:30 36–45	Αντρας	Πάφος
12/9/2025 19:43:57 26–35	Γυναίκα	Λεμεσός
12/9/2025 19:50:17 36–45	Γυναίκα	Λευκωσία
12/9/2025 19:53:09 46 και άνω	Αντρας	Πάφος
12/9/2025 19:53:32 36–45	Γυναίκα	Λεμεσός
12/9/2025 19:57:40 46 και άνω	Αντρας	Πάφος
12/9/2025 20:09:10 46 και άνω	Γυναίκα	Πάφος
12/9/2025 20:10:22 36–45	Γυναίκα	Πάφος
12/9/2025 20:15:15 36–45	Γυναίκα	Πάφος
12/9/2025 20:25:07 36–45	Γυναίκα	Πάφος
12/9/2025 20:27:11 46 και άνω	Αντρας	Πάφος
12/9/2025 20:33:33 46 και άνω	Γυναίκα	Πάφος
12/9/2025 20:35:08 26–35	Γυναίκα	Λεμεσός
12/9/2025 21:34:42 36–45	Γυναίκα	Λευκωσία
12/9/2025 21:57:16 46 και άνω	Γυναίκα	Πάφος
12/9/2025 22:04:09 36–45	Γυναίκα	Πάφος
12/9/2025 22:16:09 36–45	Γυναίκα	Λεμεσός
12/9/2025 22:34:33 36–45	Γυναίκα	Λευκωσία
12/9/2025 22:52:21 36–45	Αντρας	Πάφος
12/10/2025 2:42:59 36–45	Αντρας	Λεμεσός
12/10/2025 7:03:30 36–45	Γυναίκα	Λεμεσός
12/10/2025 7:39:27 36–45	Αντρας	Πάφος
12/10/2025 7:49:24 36–45	Γυναίκα	Πάφος
12/10/2025 10:43:14 36–45	Αντρας	Λεμεσός
12/14/2025 22:21:13 36–45	Γυναίκα	Πάφος
12/16/2025 10:42:11 46 και άνω	Γυναίκα	Πάφος

4. Βαθμίδα εκπαίδευσης	Ενότητα 2: Γνώσεις και Αντιλήψεις για τη Μαριακή Κουζίνα
Μεταπτυχιακές σπουδές	Ζελατινοποίηση
Μεταπτυχιακές σπουδές	Σφαιροποίηση
Μεταπτυχιακές σπουδές	Καραμελοποίηση
Πανεπιστήμιο	Σφαιροποίηση
Μεταπτυχιακές σπουδές	Σφαιροποίηση
Μεταπτυχιακές σπουδές	Σφαιροποίηση
Πανεπιστήμιο	Σφαιροποίηση
Πανεπιστήμιο	Σφαιροποίηση
Μεταπτυχιακές σπουδές	Σφαιροποίηση
Μεταπτυχιακές σπουδές	Σφαιροποίηση
Μεταπτυχιακές σπουδές	Σφαιροποίηση
Πανεπιστήμιο	Σφαιροποίηση
Πανεπιστήμιο	Σφαιροποίηση
Μεταπτυχιακές σπουδές	Καραμελοποίηση
Μεταπτυχιακές σπουδές	Ζελατινοποίηση
Πανεπιστήμιο	Σφαιροποίηση
Μεταπτυχιακές σπουδές	Σφαιροποίηση
Πανεπιστήμιο	Σφαιροποίηση
Μεταπτυχιακές σπουδές	Σφαιροποίηση
Μεταπτυχιακές σπουδές	Σφαιροποίηση
Πανεπιστήμιο	Σφαιροποίηση
Γυμνάσιο / Λύκειο, Ιδιωτικό κ	Ζελατινοποίηση
Πανεπιστήμιο	Σφαιροποίηση
Μεταπτυχιακές σπουδές	Σφαιροποίηση
Πανεπιστήμιο	Σφαιροποίηση
Μεταπτυχιακές σπουδές	Σφαιροποίηση
Μεταπτυχιακές σπουδές	Σφαιροποίηση
Μεταπτυχιακές σπουδές	Σφαιροποίηση
Μεταπτυχιακές σπουδές	Ζελατινοποίηση
Μεταπτυχιακές σπουδές	Σφαιροποίηση
Μεταπτυχιακές σπουδές	Ζελατινοποίηση
Μεταπτυχιακές σπουδές	Σφαιροποίηση
Πανεπιστήμιο	Σφαιροποίηση
Μεταπτυχιακές σπουδές	Σφαιροποίηση
Μεταπτυχιακές σπουδές	Σφαιροποίηση
Πανεπιστήμιο	Σφαιροποίηση
Μεταπτυχιακές σπουδές	Ζελατινοποίηση
Μεταπτυχιακές σπουδές	Ζελατινοποίηση
Μεταπτυχιακές σπουδές	Σφαιροποίηση
Γυμνάσιο / Λύκειο, ΠανεπιστιΑφυσάτωση	

8. Ποιο συστατικό χρησιμοποιείται συχνά στη c 7. Ποια τεχνική χρησιμοποιείται για να μετατρα

Γλυκόζη	Καραμελοποίηση
Αλγινικό νάτριο	Χρήση μαλτοδεξτρίνης
Γλυκόζη	Χρήση μαλτοδεξτρίνης
Αλγινικό νάτριο	Ζελατινοποίηση
Ζελατίνη	Χρήση μαλτοδεξτρίνης
Αλγινικό νάτριο	Χρήση μαλτοδεξτρίνης
Αλγινικό νάτριο	Χρήση μαλτοδεξτρίνης
Αλγινικό νάτριο	Χρήση μαλτοδεξτρίνης
Αλγινικό νάτριο	Χρήση μαλτοδεξτρίνης
Αλγινικό νάτριο	Αφυδάτωση
Αλγινικό νάτριο	Χρήση μαλτοδεξτρίνης
Ζελατίνη	Χρήση μαλτοδεξτρίνης
Αλγινικό νάτριο	Αφυδάτωση
Γλυκόζη	Χρήση μαλτοδεξτρίνης
Ζελατίνη	Καραμελοποίηση
Αλγινικό νάτριο	Χρήση μαλτοδεξτρίνης
Αλγινικό νάτριο	Χρήση μαλτοδεξτρίνης
Ζελατίνη	Αφυδάτωση
Αλγινικό νάτριο	Αφυδάτωση
Αλγινικό νάτριο	Χρήση μαλτοδεξτρίνης
Αλγινικό νάτριο	Χρήση μαλτοδεξτρίνης
Αλγινικό νάτριο	Χρήση μαλτοδεξτρίνης
Ζελατίνη	Χρήση μαλτοδεξτρίνης
Αλγινικό νάτριο	Χρήση μαλτοδεξτρίνης
Αλγινικό νάτριο	Αφυδάτωση
Αλγινικό νάτριο	Αφυδάτωση
Αλγινικό νάτριο	Χρήση μαλτοδεξτρίνης
Αλγινικό νάτριο	Χρήση μαλτοδεξτρίνης
Αλγινικό νάτριο	Χρήση μαλτοδεξτρίνης
Αλγινικό νάτριο	Αφυδάτωση
Αλγινικό νάτριο	Χρήση μαλτοδεξτρίνης
Γλυκόζη	Χρήση μαλτοδεξτρίνης
Αλγινικό νάτριο	Αφυδάτωση
Αλγινικό νάτριο	Χρήση μαλτοδεξτρίνης
Αλγινικό νάτριο	Χρήση μαλτοδεξτρίνης
Ζελατίνη	Αφυδάτωση
Αλγινικό νάτριο	Χρήση μαλτοδεξτρίνης
Ζελατίνη	Αφυδάτωση
Ζελατίνη	Καραμελοποίηση
Αλγινικό νάτριο	Χρήση μαλτοδεξτρίνης
Αλάτι	Καραμελοποίηση

8. Ποια είναι η χημική αντίδραση πίσω από τη 9. Ποιο περιβαλλοντικό όφελος έχει η χρήση φ

Ιοντική διασταύρωση	Είναι μη βιοδιασπώμενα
Ιοντική διασταύρωση	Προέρχονται από ανανεώσιμες πηγές
Οξείδωση	Προέρχονται από ανανεώσιμες πηγές
Οξείδωση	Προέρχονται από ανανεώσιμες πηγές
Εστεροποίηση	Προέρχονται από ανανεώσιμες πηγές
Υδρόλυση	Είναι μη βιοδιασπώμενα
Ιοντική διασταύρωση	Προέρχονται από ανανεώσιμες πηγές
Εστεροποίηση	Είναι μη βιοδιασπώμενα
Εστεροποίηση	Προέρχονται από ανανεώσιμες πηγές
Υδρόλυση	
Εστεροποίηση	Προέρχονται από ανανεώσιμες πηγές
Εστεροποίηση	Προέρχονται από ανανεώσιμες πηγές
Ιοντική διασταύρωση	Προέρχονται από ανανεώσιμες πηγές
Υδρόλυση	Είναι μη βιοδιασπώμενα
Ιοντική διασταύρωση	Προέρχονται από ανανεώσιμες πηγές
Ιοντική διασταύρωση	Προέρχονται από ανανεώσιμες πηγές
Υδρόλυση	Είναι μη βιοδιασπώμενα
Υδρόλυση	Προέρχονται από ανανεώσιμες πηγές
Ιοντική διασταύρωση	Προέρχονται από ανανεώσιμες πηγές
Οξείδωση	Είναι μη βιοδιασπώμενα
Εστεροποίηση	Προέρχονται από ανανεώσιμες πηγές
Εστεροποίηση	Προέρχονται από ανανεώσιμες πηγές
Υδρόλυση	Προέρχονται από ανανεώσιμες πηγές
Ιοντική διασταύρωση	Προέρχονται από ανανεώσιμες πηγές
Ιοντική διασταύρωση	Προέρχονται από ανανεώσιμες πηγές
Ιοντική διασταύρωση	Αυξάνουν την κατανάλωση ενέργειας
Ιοντική διασταύρωση	Προέρχονται από ανανεώσιμες πηγές
Ιοντική διασταύρωση	Προέρχονται από ανανεώσιμες πηγές
Ιοντική διασταύρωση	Είναι μη βιοδιασπώμενα
Υδρόλυση	Προέρχονται από ανανεώσιμες πηγές
Υδρόλυση	Προέρχονται από ανανεώσιμες πηγές
Ιοντική διασταύρωση	Προέρχονται από ανανεώσιμες πηγές

Εστεροποίηση	Προέρχονται από ανανεώσιμες πηγές
Ιοντική διασταύρωση	Προέρχονται από ανανεώσιμες πηγές
Εστεροποίηση	Προέρχονται από ανανεώσιμες πηγές
Εστεροποίηση	Είναι μη βιοδιασπώμενα
Υδρόλυση	Παράγονται από πετρέλαιο
Υδρόλυση	Προέρχονται από ανανεώσιμες πηγές
Ιοντική διασταύρωση	Προέρχονται από ανανεώσιμες πηγές
Εστεροποίηση	Αυξάνουν την κατανάλωση ενέργειας

10. Γνωρίζετε τι είναι η μαλτοδεξτρίνη:	11. Αν ΝΑΙ, ποια είναι η λειτουργία της μαλτοδεξτρίνης:
ΝΑΙ	Συμμετέχει στη χημική αντίδραση
ΝΑΙ	Ρυθμίζει την υφή και σταθεροποιεί το υγρό
ΟΧΙ	
ΟΧΙ	
ΟΧΙ	Συμμετέχει στη χημική αντίδραση
ΟΧΙ	
ΝΑΙ	Δημιουργεί γέλη στην επιφάνεια
ΟΧΙ	
ΝΑΙ	Δημιουργεί γέλη στην επιφάνεια
ΟΧΙ	
ΝΑΙ	Ρυθμίζει την υφή και σταθεροποιεί το υγρό
ΟΧΙ	Συμμετέχει στη χημική αντίδραση
ΟΧΙ	
ΟΧΙ	
ΟΧΙ	Απορροφά νερό και στερεοποιεί το μείγμα
ΝΑΙ	Απορροφά νερό και στερεοποιεί το μείγμα
ΟΧΙ	
ΟΧΙ	Δημιουργεί γέλη στην επιφάνεια
ΟΧΙ	
ΟΧΙ	Δημιουργεί γέλη στην επιφάνεια
ΟΧΙ	Απορροφά νερό και στερεοποιεί το μείγμα
ΟΧΙ	
ΟΧΙ	Συμμετέχει στη χημική αντίδραση
ΟΧΙ	
ΟΧΙ	
ΝΑΙ	Απορροφά νερό και στερεοποιεί το μείγμα
ΟΧΙ	
ΝΑΙ	Απορροφά νερό και στερεοποιεί το μείγμα
ΟΧΙ	
ΟΧΙ	Απορροφά νερό και στερεοποιεί το μείγμα
ΟΧΙ	
ΟΧΙ	
ΟΧΙ	
ΟΧΙ	Απορροφά νερό και στερεοποιεί το μείγμα
ΝΑΙ	Ρυθμίζει την υφή και σταθεροποιεί το υγρό
ΟΧΙ	
ΟΧΙ	Απορροφά νερό και στερεοποιεί το μείγμα
ΟΧΙ	Ρυθμίζει την υφή και σταθεροποιεί το υγρό
ΟΧΙ	
ΟΧΙ	Απορροφά νερό και στερεοποιεί το μείγμα
ΟΧΙ	

Β. Παράγεται από πετρέλαιο	Επταχύνει την αλλοίωση των τροφίμων
Α. Προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές (φύκια) Μετατρέπει υγρά σε σκόνη, επιπλέοντας καλύ	
Γ. Είναι μη βιοδιασπώμενο	Χρησιμοποιείται μόνο σε φρέσκα προϊόντα
Α. Προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές (φύκια) Μετατρέπει υγρά σε σκόνη, επιπλέοντας καλύ	
Α. Προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές (φύκια) Μετατρέπει υγρά σε σκόνη, επιπλέοντας καλύ	
Α. Προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές (φύκια) Μετατρέπει υγρά σε σκόνη, επιπλέοντας καλύ	
Α. Προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές (φύκια) Μετατρέπει υγρά σε σκόνη, επιπλέοντας καλύ	
Γ. Είναι μη βιοδιασπώμενο	Μετατρέπει υγρά σε σκόνη, επιπλέοντας καλύ
Α. Προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές (φύκια) Μετατρέπει υγρά σε σκόνη, επιπλέοντας καλύ	
	Μετατρέπει υγρά σε σκόνη, επιπλέοντας καλύ
Α. Προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές (φύκια) Μετατρέπει υγρά σε σκόνη, επιπλέοντας καλύ	
Α. Προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές (φύκια) Μετατρέπει υγρά σε σκόνη, επιπλέοντας καλύ	
Α. Προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές (φύκια) Δεν έχει καμία επίδραση	
Α. Προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές (φύκια) Επταχύνει την αλλοίωση των τροφίμων	
Α. Προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές (φύκια) Μετατρέπει υγρά σε σκόνη, επιπλέοντας καλύ	
Α. Προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές (φύκια) Μετατρέπει υγρά σε σκόνη, επιπλέοντας καλύ	
Γ. Είναι μη βιοδιασπώμενο	Δεν έχει καμία επίδραση
Α. Προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές (φύκια) Επταχύνει την αλλοίωση των τροφίμων	
Α. Προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές (φύκια)	
Α. Προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές (φύκια) Μετατρέπει υγρά σε σκόνη, επιπλέοντας καλύ	
Α. Προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές (φύκια) Μετατρέπει υγρά σε σκόνη, επιπλέοντας καλύ	
Δ. Απαιτεί υψηλή ενέργεια για παραγωγή	Μετατρέπει υγρά σε σκόνη, επιπλέοντας καλύ
Α. Προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές (φύκια) Επταχύνει την αλλοίωση των τροφίμων	
Α. Προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές (φύκια) Δεν έχει καμία επίδραση	
Α. Προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές (φύκια) Επταχύνει την αλλοίωση των τροφίμων	
Α. Προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές (φύκια) Επταχύνει την αλλοίωση των τροφίμων	
Α. Προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές (φύκια) Μετατρέπει υγρά σε σκόνη, επιπλέοντας καλύ	
Α. Προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές (φύκια) Μετατρέπει υγρά σε σκόνη, επιπλέοντας καλύ	
Γ. Είναι μη βιοδιασπώμενο	Μετατρέπει υγρά σε σκόνη, επιπλέοντας καλύ
Α. Προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές (φύκια) Μετατρέπει υγρά σε σκόνη, επιπλέοντας καλύ	
Α. Προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές (φύκια) Χρησιμοποιείται μόνο σε φρέσκα προϊόντα	
Α. Προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές (φύκια)	

A. Χρήση φυσικών υλικών όπως το αλγινικό	Επιτρέπει ακριβή δόσολογία και μειώνει την υπ
A. Χρήση φυσικών υλικών όπως το αλγινικό	Επιτρέπει ακριβή δόσολογία και μειώνει την υπ
A. Χρήση φυσικών υλικών όπως το αλγινικό	Επιτρέπει ακριβή δόσολογία και μειώνει την υπ
A. Χρήση φυσικών υλικών όπως το αλγινικό	Δεν έχει καμία επίδραση
A. Χρήση φυσικών υλικών όπως το αλγινικό	Απαιτεί σπάνια υλικά
B. Υπερκατανάλωση ενέργειας	Απαιτεί σπάνια υλικά
A. Χρήση φυσικών υλικών όπως το αλγινικό	Επιτρέπει ακριβή δόσολογία και μειώνει την υπ
A. Χρήση φυσικών υλικών όπως το αλγινικό	Απαιτεί σπάνια υλικά

III) Σημειωματάριο για ενημέρωση για τη Βιώσιμη Γαστρονομία