



Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής  
Σχολή Επιστημών Τροφίμων  
Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Τεχνολογία Τροφίμων και Γαστρονομική Καινοτομία:  
Μελέτη της εφαρμογής σύγχρονων τεχνικών στη μαγειρική τέχνη

English Title

Food Technology and Culinary Innovation:  
Application of Modern Techniques in Culinary Art



ΟΝΟΜΑ ΦΟΙΤΗΤΗ/NAME OF STUDENT

**ΣΑΜΑΡΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ/SAMARAS GEORGIOS, 71614386**

ΟΝΟΜΑ ΕΙΣΗΓΗΤΗ/NAME OF SUPERVISOR

**ΚΡΙΤΣΗ ΕΥΤΥΧΙΑ/EFTICHIA KRITSI**

ΑΘΗΝΑ, ΙΟΥΛΙΟΣ 2024



Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής  
Σχολή Επιστημών Τροφίμων  
Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων

**Τεχνολογία Τροφίμων και Γαστρονομική Καινοτομία:  
Μελέτη της εφαρμογής σύγχρονων τεχνικών στη μαγειρική τέχνη**

**Μέλη Εξεταστικής Επιτροπής συμπεριλαμβανομένου και του Εισηγητή  
Η πτυχιακή εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την κάτωθι Εξεταστική Επιτροπή:**

| <b>Α/α</b> | <b>ΟΝΟΜΑ ΕΠΩΝΥΜΟ</b> | <b>ΒΑΘΜΙΔΑ/ΙΔΙΟΤΗΤΑ</b>              | <b>ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ</b> |
|------------|----------------------|--------------------------------------|-------------------------|
| 1          | ΕΥΤΥΧΙΑ ΚΡΙΤΣΗ       | Επίκουρη Καθηγήτρια /<br>Επιβλέπουσα |                         |
| 2          | ΘΑΛΕΙΑ ΤΣΙΑΚΑ        | Επίκουρη Καθηγήτρια /<br>Μέλος       |                         |
| 3          | ΣΩΤΗΡΙΟΣ ΜΠΡΑΤΑΚΟΣ   | Ε.Δι.Π. / Μέλος                      |                         |

## ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος **Γεώργιος Σαμαράς** του Αθανάσιου, με αριθμό μητρώου **71614386** φοιτητής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Επιστημών Τροφίμων του Τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από εμένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος. Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Ο Δηλών  
Σαμαράς Γεώργιος



## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Η παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματοποιήθηκε στο Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, στο τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων, το έτος 2024. Ολοκληρώνοντας αυτή την εργασία, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την επιβλέπουσα καθηγήτρια Κρίση Ευτυχία, για τη συνεχή καθοδήγησή της, την άμεση ανταπόκριση, την κατανόηση και τον χρόνο που αφιέρωσε, για να μου παρέχει γνώσεις, συμβουλές και πολύτιμη βοήθεια για την περάτωση της εργασίας μου. Ευχαριστώ, επίσης, τους καθηγητές του τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων για τις γνώσεις που μου παρείχαν και συνέβαλαν στην επιστημονική μου κατάρτιση. Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω τα υπόλοιπα μέλη της εξεταστικής επιτροπής, την Δρ. Τσιάκα Θάλεια και τον Δρ. Μπρατάκο Σωτήριο.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου, για την υπομονή, τη βοήθεια και τη συνεχή υποστήριξη σε όλα τα χρόνια της φοίτησής μου.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

|  |    |
|--|----|
| Κατάλογος εικόνων .....  | 7  |
| Κατάλογος Πινάκων .....  | 8  |
| ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....   | 9  |
| ABSTRACT .....   | 10 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Επισκόπηση της εξέλιξης της μαγειρικής τέχνης .....    | 11 |
| 1.1. Εισαγωγή .....  | 11 |
| 1.2. Παραδοσιακές πρακτικές μαγειρικής .....                       | 12 |
| 1.3. Ενσωμάτωση σύγχρονων τεχνικών .....                           | 13 |
| 1.4. Σκοπός εργασίας .....   | 14 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Επισκόπηση της εξέλιξης της μαγειρικής τέχνης .....    | 15 |
| 2.1. <i>Sous-vide</i> .....  | 15 |
| 2.2. Μοριακή Γαστρονομία .....                                     | 19 |
| 2.3. Υδροκολλοειδή .....   | 23 |
| 2.4. Σφαιροποίηση .....  | 25 |
| 2.5. Γαλακτωματοποίηση .....                                       | 28 |
| 2.6. Βρώσιμοι αφροί .....  | 29 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Εφαρμογές Σύγχρονων Τεχνικών στη Μαγειρική Τέχνη ..... | 32 |
| 3.1. Εφαρμογές Τεχνικών Μοριακής Γαστρονομίας .....                | 32 |
| 3.1.1. Χρήση υγρού αζώτου .....                                    | 33 |
| 3.1.2. Χρήση υπερήχων κατά την προετοιμασία τροφίμων .....         | 34 |
| 3.1.3. Χρήση εξοπλισμού .....                                      | 35 |
| 3.1.4. Αναλυτικές μέθοδοι για τη μοριακή γαστρονομία .....         | 38 |
| 3.1.5. Περαιτέρω εφαρμογές της Μοριακής Γαστρονομίας .....         | 38 |
| 3.2. Εφαρμογές της τεχνικής <i>sous-vide</i> .....                 | 40 |
| 3.3. Υδροκολλοειδή .....   | 44 |
| 3.4. Σφαιροποίηση .....  | 47 |
| 3.5. Εφαρμογές γαλακτοματοποίησης .....                            | 50 |
| 3.6. Εφαρμογές βρώσιμων αφρών .....                                | 57 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Μελλοντικές κατευθύνσεις .....                         | 61 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Γενικά Συμπεράσματα .....                              | 65 |

**ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ..... 66**

## Κατάλογος εικόνων

**Εικόνα 1:** Μαγείρεμα κρέατος με την τεχνική sous-vide

**Εικόνα 2:** Συσκευασία τροφίμου υπό κενό

**Εικόνα 3:** Παρουσίαση πιάτου μοριακής γαστρονομίας

**Εικόνα 4:** Λίστα υδροκολλοειδών που χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία τροφίμων

**Εικόνα 5:** Σφαιροποίηση

**Εικόνα 6:** Παρουσίαση πιάτου με βρώσιμο αφρό

**Εικόνα 7:** Δημιουργία παγωτού με τη χρήση υγρού αζώτου

**Εικόνα 8:** Bubble tea με πέρλες χυμού

**Εικόνα 9:** Σφαίρες ελιάς (a), πέρλες κρασιού (b) και πέρλες ξυδιού (c)

**Εικόνα 10:** Δομές ειδών γαλακτωμάτων

## **Κατάλογος Πινάκων**

**Πίνακας 1:** Τύποι αλγινικών αλάτων και εφαρμογές τους

**Πίνακας 2:** Εξοπλισμός που χρησιμοποιείται στη Μοριακή Γαστρονομία

**Πίνακας 3:** Τρόφιμα με τύπους αφρών, τις μεθόδους ενσωμάτωσης αέρα και του μηχανισμού σταθεροποίησής τους



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία εξετάζει τη συμβολή της τεχνολογίας τροφίμων στη γαστρονομική καινοτομία, με επίκεντρο τη χρήση και την εφαρμογή σύγχρονων τεχνικών στη μαγειρική τέχνη. Στόχος της εργασίας είναι να διερευνήσει την επίδραση των σύγχρονων τεχνικών που εφαρμόζονται στη μαγειρική τέχνη, να αναφέρει τα οφέλη και τις προκλήσεις που δημιουργούν, όπως και να εξηγήσει τις σπουδαιότερες τεχνικές. Επιπλέον, αναλύονται βασικές έννοιες για την κατανόηση των όρων και των τεχνικών που χρησιμοποιούνται σήμερα στη μοντέρνα γαστρονομία. Γίνεται αναφορά σε βασικές σύγχρονες τεχνικές της μαγειρικής τέχνης, όπως είναι το sous-vide, η μοριακή γαστρονομία, η σφαιροποίηση, κ.ά. Ακολουθεί ανάλυση των εφαρμογών της κάθε σύγχρονης τεχνικής, επίσης αναφέρονται παραδείγματα τροφίμων από την καθημερινή ζωή. Οι μελλοντικές κατευθύνσεις της γαστρονομικής καινοτομίας διευρύνουν τους ορίζοντες σχετικά με την έννοια της γαστρονομίας και προσφέρουν τη δυνατότητα στους σεφ και τους ερασιτέχνες μάγειρες να σχεδιάσουν ασφαλή πιάτα, γεμάτα δημιουργικότητα στα οποία η καινοτομία κατέχει βασικό ρόλο.

**Λέξεις Κλειδιά:** τεχνολογία τροφίμων, γαστρονομική καινοτομία, μοριακή γαστρονομία, sous-vide, σύγχρονες τεχνικές μαγειρικής

## **ABSTRACT**

This thesis examines the contribution of food technology to culinary innovation, focusing on the use and application of modern techniques in the culinary arts. The aim of this work is to explore the impact of modern techniques applied in the culinary arts, report the benefits and challenges they create, and analyze the most significant techniques. Basic concepts are analyzed for understanding the terms and techniques used today in modern gastronomy. Reference is made to basic modern culinary techniques, such as sous-vide, molecular gastronomy, spherification, etc. An analysis of the applications of each modern technique follows, and examples of foods commonly encountered in our daily lives are also provided. The future directions of culinary innovation broaden the horizons regarding the concept of gastronomy and give chefs and amateur cooks the ability to design dishes full of creativity, where safety is guaranteed and innovation plays a key role.

**Keywords:** food technology, culinary innovation, molecular gastronomy, sous-vide, modern cooking techniques

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Επισκόπηση της εξέλιξης της μαγειρικής τέχνης

### 1.1. Εισαγωγή

Η μαγειρική τέχνη αποτελεί ένα από τα αρχαιότερα και βασικότερα στοιχεία της ανθρώπινης κουλτούρας. Εξελίσσεται και προσαρμόζεται διαρκώς στις νέες συνθήκες και τεχνολογίες ανά τις εποχές. Οι παραδοσιακές πρακτικές μαγειρικής, που έχουν αναπτυχθεί και τελειοποιηθεί μέσα από αιώνες εμπειρίας και γνώσης, αποτελούν τη βάση πάνω στην οποία στηρίζεται η γαστρονομία, όπως είναι γνωστή σήμερα. Αυτές οι πρακτικές διατηρούν την παράδοση και την κουλτούρα του κάθε πληθυσμού και προσφέρουν μοναδική ταυτότητα σε κάθε κουζίνα. Ωστόσο, η ανάγκη για τον εκσυγχρονισμό της μαγειρικής τέχνης έχει αναθεωρήσει τον ορισμό της γαστρονομίας και έχει ανοίξει νέους ορίζοντες για τη δημιουργικότητα στην κουζίνα.

Η ενσωμάτωση σύγχρονων τεχνικών δεν αποσκοπεί στην αντικατάσταση των παραδοσιακών πρακτικών, αλλά στην ενίσχυσή τους και στη δημιουργία νέων εμπειριών γεύσης. Αναλύοντας τις παραδοσιακές πρακτικές της μαγειρικής αναγνωρίζονται και εκτιμώνται οι μέθοδοι που έχουν διατηρηθεί και εξελιχθεί με την πάροδο του χρόνου. Οι νέες, όμως, τεχνολογίες, όπως η μοριακή γαστρονομία, το sous-vide και η σφαιροποίηση επιτρέπουν στους σεφ να πειραματίζονται και να δημιουργούν πρωτότυπα πιάτα που συνδυάζουν την παράδοση με την καινοτομία. Αυτός ο συνδυασμός παραδοσιακών και σύγχρονων τεχνικών προσφέρει πλεονεκτήματα τόσο στους επαγγελματίες της μαγειρικής, όσο και στους καταναλωτές. Οι σεφ έχουν τη δυνατότητα να αξιοποιήσουν την πλούσια κληρονομιά της παράδοσης, ενώ χρησιμοποιούν καινοτομίες για να βελτιώσουν την ποιότητα και την παρουσίαση των πιάτων τους. Παράλληλα, οι καταναλωτές απολαμβάνουν μοναδικές εμπειρίες γεύσεων που συνδέουν την αυθεντικότητα της παράδοσης με τη δημιουργικότητα της σύγχρονης γαστρονομίας.

Η τεχνολογία τροφίμων και η γαστρονομική καινοτομία αποτελούν δύο βασικούς πυλώνες της σύγχρονης μαγειρικής τέχνης. Σήμερα, η σχέση μεταξύ της τεχνολογίας και της μαγειρικής έχει εξελιχθεί ραγδαία. Διερευνώντας τον τρόπο με τον οποίο αυτές οι νέες τεχνολογίες επηρεάζουν τη μαγειρική διαδικασία, γίνεται κατανοητός ο τρόπος με τον οποίο αυτές οι τεχνικές μπορούν να εφαρμοστούν,

ώστε να ενισχυθεί η μαγειρική εμπειρία, τόσο των επαγγελματιών σεφ, όσο και των ερασιτεχνών.

## 1.2. Παραδοσιακές πρακτικές μαγειρικής

Οι παραδοσιακές πρακτικές αφορούν τις τεχνικές που χρησιμοποιούνται συνήθως παραδοσιακά στη γαστρονομία. Οι τεχνικές αυτές δεν είναι αυστηρά καθορισμένες, αλλά προέρχονται από αρχαίες και βαθιά ριζωμένες συνήθειες (Lobefaro et al., 2021).

Μερικές από τις πιο συνήθειες παραδοσιακές τεχνικές μαγειρέματος είναι οι εξής (Culinary Institute of America, 2024):

### ➤ Ψήσιμο στα κάρβουνα (grilling)

Τα κάρβουνα ψήνουν το τρόφιμο με θερμότητα που πηγάζει από τη βάση τους. Μερικοί από τους χυμούς που παράγονται εξατμίζονται από την επιφάνεια του τροφίμου, ενώ οι υπόλοιποι ρέουν προς τα κάτω. Τα τρόφιμα που έχουν ψηθεί στα κάρβουνα έχουν ελαφριά γεύση καπνού, η οποία προέρχεται από τους χυμούς και τα λίπη που έχουν καεί ελαφρώς όσο αυτά ψήνονται, αλλά και από την άμεση επαφή που έχει το τρόφιμο με τη σχάρα.

Παρόμοια τεχνική είναι και το broiling, κατά το οποίο η πηγή θερμότητας βρίσκεται πάνω από το τρόφιμο, όπως, για παράδειγμα, συμβαίνει κατά το ψήσιμο με αντιστάσεις σε έναν συμβατικό φούρνο.

### ➤ Ψήσιμο σε φούρνο

Το ψήσιμο στον φούρνο αποτελεί τρόπο μαγειρέματος με έμμεση θερμότητα εντός του φούρνου. Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας αυτής, το τρόφιμο είναι έγκλειστο μέσα στον φούρνο και περιβάλλεται από θερμότητα. Το ψήσιμο στον φούρνο βασίζεται στην ισορροπία χρόνου, θερμότητας και διαχείρισης υγρασίας. Η τεχνική αυτή έχει ως στόχο να αφήσει τον χρόνο και τη θερμότητα να ρυθμίσουν τον τρόπο μαγειρέματος, ενώ η υγρασία το χρυσάφισμα (browning).

### ➤ Κάπνισμα

Το κάπνισμα είναι η διαδικασία ψησίματος τροφίμων, κατά την οποία προκύπτει ομοιόμορφο χρώμα και έντονη γεύση καπνού μέσω της έκθεσής τους σε καπνό από καύση ξύλου. Μεγάλη σημασία έχει η επιλογή ξύλου για τη διαδικασία, καθώς διαφορετικά είδη ξύλου προσδίδουν διαφορετικά γευστικά προφίλ.

### ➤ Σοτάρισμα

Το σοτάρισμα είναι μια τεχνική, κατά την οποία το τρόφιμο μαγειρεύεται σε ταχύτερους χρόνους, συγκριτικά με άλλες τεχνικές, με τη χρήση μικρής ποσότητας λίπους σε σχετικά υψηλή θερμοκρασία. Ο στόχος της τεχνικής του σοταρίσματος είναι η επίτευξη του χαρακτηριστικού χρυσαφίσματος στην εξωτερική επιφάνεια του τροφίμου, το οποίο προσδίδει πλουσιότερη γεύση.

### ➤ Τηγάνισμα

Το τηγάνισμα αποτελεί τεχνική ψησίματος ενός τροφίμου σε λίπος ή έλαιο. Υπάρχουν δύο είδη τηγανίσματος, το shallow frying που είναι το τηγάνισμα ενός τροφίμου σε μικρή ποσότητα λίπους, και το deep frying που είναι διαδικασία τηγανίσματος κατά την οποία πραγματοποιείται βύθιση ολόκληρου του τροφίμου σε μεγάλη ποσότητα καυτού λίπους.

## 1.3. Ενσωμάτωση σύγχρονων τεχνικών

Ο κόσμος των τροφίμων έχει εξελιχθεί ταχύτατα τις τελευταίες δεκαετίες. Ανάμεσα σε πολλές άλλες εξελίξεις, νέες προσεγγίσεις έχουν αναπτυχθεί σχετικά με τους τρόπους που οι σεφ μαγειρεύουν στις κουζίνες και οι τεχνολόγοι τροφίμων εκπονούν έρευνες σε τρόφιμα στα εργαστήριά τους. Αυτή η εξέλιξη έρχεται ως αποτέλεσμα της χρήσης υλικών και συσκευών που χρησιμοποιούνται στην *haute cuisine*, αλλά και της αυξανόμενης περιέργειας των επιστημόνων τροφίμων για τα διάφορα φαινόμενα που λαμβάνουν μέρος στις διαδικασίες μαγειρέματος των τροφίμων, αποτελεί σημείο καμπής στην ιστορία της μαγειρικής και είναι ένα βασικό κριτήριο στην ανάπτυξη και ενσωμάτωση σύγχρονων τεχνικών στη μαγειρική τέχνη. (Vega et al., 2008)

Ορόσημο στην επιστημονική κατανόηση της μαγειρικής υπήρξε το βιβλίο «On Food and Cooking» του Harold McGee το 1984, που εισήγαγε την πρόταση ότι η επιστήμη μπορεί να κάνει τη μαγειρική πιο ενδιαφέρουσα μέσω της σύνδεσής της με τις βασικές λειτουργίες του φυσικού κόσμου. Αυτή η δημοσίευση αποτέλεσε αφορμή για την εφαρμογή της τεχνολογίας τροφίμων στη μαγειρική και παρακίνησε πολλούς σεφ να εξερευνήσουν συστηματικά τον τρόπο με τον οποίο μαγειρεύουν. Η γαστρονομία θα μπορούσε να οριστεί ως η πρακτική ή η τέχνη της επιλογής, μαγειρικής και κατανάλωσης ποιοτικού φαγητού. Συσχετίζεται, επίσης, με πολλές

επιστήμες, συμπεριλαμβανομένης της βιολογίας, της χημείας και της φυσικής (Vega et al., 2008). Ως αποτέλεσμα, προέκυψε η ανάπτυξη επιστημών, όπως η μοριακή γαστρονομία, και καινοτόμων τεχνικών, όπως το *sous-vide*, η σφαιροποίηση, η γαλακτωματοποίηση, κ.ά..

#### **1.4. Σκοπός εργασίας**

Ο σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι να διερευνήσει τη χρήση και την επίδραση των σύγχρονων τεχνικών στη μαγειρική τέχνη μέσα από μια εκτενή βιβλιογραφική ανασκόπηση. Η εργασία θα εστιάσει σε συγκεκριμένες σύγχρονες μαγειρικές τεχνικές, όπως είναι η μοριακή γαστρονομία, η τεχνική *sous-vide* κ.α., εξετάζοντας τα οφέλη, αλλά και τα εμπόδια που παρουσιάζονται. Μέσω αυτής της διερεύνησης, θα αναλυθεί ο τρόπος που αυτές οι τεχνικές μπορούν να βελτιώσουν την ποιότητα, τη γεύση και την παρουσίαση των πιάτων, ενώ παράλληλα θα αναδειχθούν οι προκλήσεις που αντιμετωπίζουν, τόσο οι επαγγελματίες της μαγειρικής, όσο και οι ερασιτέχνες μάγειρες κατά την εφαρμογή τους. Η εργασία επιδιώκει να προσφέρει ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο κατανόησης των σύγχρονων τεχνικών και τον τρόπο με τον οποίο συμβάλλουν στη γαστρονομική καινοτομία.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Επισκόπηση της εξέλιξης της μαγειρικής τέχνης

### 2.1. *Sous-vide*

Το *sous-vide* (Εικόνα 1) είναι μια τεχνική μαγειρέματος ενός τροφίμου σε συνθήκες χαμηλής θερμοκρασίας και μεγάλου χρονικού διαστήματος, το οποίο έχει συσκευαστεί υπό κενό. Η ελληνική μετάφραση της λέξης “*sous*” είναι “υπό” και της λέξης “*vide*” είναι “κενό”. Χρησιμοποιείται για το μαγείρεμα διαφόρων



Εικόνα 1 Τεχνική *sous-vide*

τροφίμων όπως τα φρούτα, τα λαχανικά, το κρέας, τα θαλασσινά, κ.α.. Το *sous-vide* ανέπτυξε πρώτος ο γάλλος σεφ Georges Pralus. Εκτενέστερα, αυτή η μέθοδος προϋποθέτει μαγείρεμα τροφίμων εντός ερμητικά κλειστών και ανθεκτικών στη θερμότητα σάκων υπό ελεγχόμενες συνθήκες θερμοκρασίας (65-95°C) και χρόνου (1-7h). Σε αυτή την τεχνική μαγειρικής, η θερμότητα μεταφέρεται από το θερμαινόμενο νερό στο τρόφιμο. Η ποιότητα του τροφίμου που έρχεται ως αποτέλεσμα της τεχνικής *sous-vide*, επηρεάζεται από τη θερμοκρασία, τον χρόνο και την πίεση που εφαρμόζεται κατά τη διάρκεια του μαγειρέματος (Kathuria et al., 2022). Οι επιστήμονες τροφίμων ερευνούν το *sous-vide* από τη δεκαετία του 1990 και το κυριότερό τους ενδιαφέρον εστιάζει στη χρήση της τεχνικής αυτής, με στόχο την επέκταση της διάρκειας ζωής των τροφίμων με την ελάχιστη δυνατή επεξεργασία (Baldwin, 2012). Έχει παρατηρηθεί ότι μέθοδοι μαγειρέματος που χαρακτηρίζονται από χαμηλές θερμοκρασίες για μεγάλα χρονικά διαστήματα σε τρόφιμα χωρίς μικροβιακή ανάπτυξη και χωρίς τη χρήση συντηρητικών, διατηρούν τη διάρκεια ζωής του τροφίμου κατά την αποθήκευση. Για τον λόγο αυτό, το *sous-vide* έχει προσφέρει ένα από τα σημαντικότερα προνόμια στη βιομηχανία των τροφίμων (Kathuria et al., 2022). Παράλληλα, οι επαγγελματίες σεφ σε πολλά από τα κορυφαία εστιατόρια του κόσμου είχαν ξεκινήσει τη χρήση του *sous-vide* από τη δεκαετία του 1970, αλλά έγινε ευρέως γνωστό στις αρχές του 2000, με μεγάλη

αύξηση της χρήσης της τεχνικής αυτής σε εστιατόρια, αλλά και σπίτια. (Baldwin, 2012)

Το *sous-vide* διαφέρει από τις παραδοσιακές τεχνικές τροφίμων για δύο βασικούς λόγους: Πρώτον, το ωμό τρόφιμο σφραγίζεται υπό κενό σε σακούλες ανθεκτικές στη θερμοκρασία και ασφαλείς για χρήση με τρόφιμα, και, δεύτερον, το τρόφιμο μαγειρεύεται σε ελεγχόμενη σταθερή θερμοκρασία. Η σφράγιση του τροφίμου υπό κενό έχει πολλά προτερήματα. Επιτρέπει στη θερμότητα να μεταφερθεί αποτελεσματικά από το νερό (ή τον ατμό) στο τρόφιμο, αυξάνει τη διάρκεια ζωής του, καταστέλλει την εμφάνιση δυσάρεστων γεύσεων από πιθανή οξείδωση και αποτρέπει την απώλεια πτητικών ουσιών και υγρασίας κατά το μαγείρεμα. Επιπροσθέτως, μειώνει την ανάπτυξη αερόβιων βακτηρίων. Όλα αυτά συμβάλλουν αποτελεσματικά στο μαγείρεμα ενός νόστιμου και θρεπτικού φαγητού. (Pandita et al., 2023)

Επίσης, η δυνατότητα ελέγχου της ακριβούς θερμοκρασίας έχει περισσότερα οφέλη για τους σεφ από,τι η συσκευασία του τροφίμου υπό κενό. Επιτρέπει σχεδόν τέλεια αναπαραγωγιμότητα και καλύτερο έλεγχο στις προτιμήσεις μαγειρέματος (doneness) σε σχέση με τις παραδοσιακές μεθόδους μαγειρέματος. Το τρόφιμο μπορεί να παστεριωθεί και καθίσταται απολύτως ασφαλές σε χαμηλότερες θερμοκρασίες, έτσι ώστε να μην χρειαστεί να μαγειρευτεί υπερβολικά και επιπλέον προσφέρει τη δυνατότητα μαγειρέματος σκληρών κομματιών κρέατος. (Pandita et al., 2023)

Ανάλογα με την τεχνική που ακολουθείται, οι διαδικασίες του *sous-vide* διακρίνονται σε δύο κατηγορίες, την cook-serve και την cook-hold. Η διαδικασία cook-serve περιλαμβάνει την προετοιμασία της συσκευασίας (μείωση 12D των σπόρων *C. Botulinum*), συσκευασία υπό κενό, θέρμανση ή παστερίωση, τελείωμα και σερβίρισμα. Αυτή η διαδικασία προτιμάται όταν ο στόχος είναι το άμεσο σερβίρισμα και η κατανάλωση και όχι η αποθήκευση. Η δεύτερη κατηγορία *sous-vide* που ονομάζεται cook-chill ή cook-freeze, περιλαμβάνει και την αποθήκευση σε χαμηλές θερμοκρασίες για να κατασταλεί η μικροβιακή ανάπτυξη και να εξασφαλιστεί η αυτοσυντήρηση. (Pandita et al., 2023)



Παρακάτω αναλύονται λεπτομερώς οι διαδικασίες του *sous-vide*, ανάλογα με τον τύπο τροφίμου που μαγειρεύεται, π.χ. κρέας, πουλερικό, θαλασσινό, φρούτο, λαχανικό.

#### ➤ Προετοιμασία πριν τη σφράγιση υπό κενό

Τα τρόφιμα προετοιμάζονται κατάλληλα έτσι ώστε το αποτέλεσμα να έχει μαλακή υφή. Αυτή η διαδικασία περιλαμβάνει το μαρινάρισμα κρεάτων και λαχανικών. Για να επιτευχθεί το αποτέλεσμα του μαλακού κρέατος και να αποδυναμωθεί το κολλαγόνο, προτιμούνται μαρινάδες που περιέχουν ξύδι, όξινους χυμούς από φρούτα, γιαούρτι ή κρασί, λόγω της μείωσης του pH που προκαλούν. Μετά τη χρήση λεπίδων για το κόψιμο του κρέατος, οι επιφανειακοί παθογόνοι μικροοργανισμοί μπορούν να διεισδύσουν στην εσωτερική επιφάνεια και η διασταυρούμενη μόλυνση επιβάλλει κινδύνους για την ασφάλεια των τροφίμων, καθιστώντας απαραίτητη την παστερίωση του κρέατος για λόγους ασφαλείας. Από την άλλη πλευρά, οι ωσμωτικές αλλαγές κατά το αλάτισμα και το μαρινάρισμα αυξάνουν το pH, το οποίο διαλύει μερικά από τα μυοϊνιδικά συστατικά, οδηγώντας σε τρυφεροποίηση. Το αλάτισμα διαλύει τις δομικές ίνες των μυών. Με την αδυναμία τους να σχηματίσουν πυκνά συγκροτήματα, το κρέας απορροφά το 10%-25% του βάρους του σε νερό. Η μεγάλη εισροή νερού διευκολύνει την αποτελεσματική απορρόφηση των ουσιών γεύσης, προάγοντας έτσι καλύτερη γευστικότητα. (Pandita et al., 2023)

Επομένως, με τη μείωση της προσκόλλησης των κυττάρων, η αποδυνάμωση των δομικών ινών, τόσο στους φυτικούς, όσο και στους ζωικούς ιστούς μέσω αλλαγών στο pH και η αυξημένη ενυδάτωση διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στην επίτευξη της τρυφερότητας. Συνολικά, αυτό συμβάλλει στο μαγείρεμα *sous-vide* των τροφίμων σε μικρότερο χρονικό διάστημα, με τη χρήση λιγότερων πτητικών ενώσεων, αποθαρρύνοντας έτσι το φούσκωμα των σακουλών κενού αέρος. (Pandita et al., 2023)

#### ➤ Συσκευασία υπό κενό

Η συσκευασία υπό κενό είναι χαρακτηριστική διαδικασία για την τεχνική *sous-vide* και κρίσιμη για την ορθή λειτουργία της (Εικόνα 2). Αφαιρεί το οξυγόνο και μειώνει ή αναστέλλει την ανάπτυξη ανεπιθύμητων γεύσεων, ενώ περιορίζει τους αερόβιους μικροοργανισμούς και αποτρέπει το φούσκωμα των σακουλών. Το κρέας, με ή

χωρίς άλμη, μαρινάδες και μπαχαρικά, συσκευάζεται σε ανθεκτικές στη θερμότητα πλαστικές σακούλες με χρήση θαλάμου κενού, εξασφαλίζοντας σωστή σφράγιση και αφαίρεση του αέρα. Συνιστάται η χρήση μηχανημάτων διπλών και μονών θαλάμων ανάλογα με την ποσότητα των τροφίμων που πρόκειται να μαγειρευτούν. Επίσης, συνιστάται



Εικόνα 2 Συσκευασία τροφίμου υπό κενό

η συσκευασία υπό κενό με 30-50mbar για να διατηρείται η υφή και να μην επιπλέουν οι σακούλες κατά το μαγείρεμα. (Pandita et al., 2023)

### ➔ Μαγείρεμα

Η θερμική επεξεργασία βασίζεται στην επίτευξη καθορισμένης μείωσης μικροβίων, έτσι ώστε να καθίσταται εφικτή χρήση του τροφίμου μετά το μαγείρεμα, είτε αυτό προορίζεται για απευθείας σερβίρισμα, είτε για αποθήκευση και συντήρηση. Για ομοιόμορφη διάχυση της θερμότητας, χρησιμοποιείται συναγωγή (ατμός ή νερό). Η διόγκωση των σακουλών συμβαίνει λόγω εξάτμισης του νερού σε πίεση πάνω από 1.25 kPa και θερμοκρασία 90 °C, μειώνοντας την επαφή και οδηγώντας σε ανομοιόμορφη θέρμανση. Για την αντιμετώπιση αυτού, χρησιμοποιούνται συστήματα για να διατηρούν τις σακούλες υποβρύχιες. Τα λουτρά νερού και οι φούρνοι ατμού χρησιμοποιούνται για αποτελεσματική μεταφορά θερμότητας. Ο χρόνος και η θερμοκρασία ρυθμίζονται σύμφωνα με την αρχική κατάσταση του κρέατος (σκληρό, μεσαίο, μαλακό). Η επίτευξη της επιθυμητής θερμοκρασίας στο κέντρο του τροφίμου απαιτεί σωστή ρύθμιση της θερμοκρασίας του μέσου θέρμανσης και χρήση θερμομέτρων για παρακολούθηση. Η σωστή θερμική αγωγιμότητα εγγυάται την ασφάλεια των τροφίμων και την παράταση της διάρκειας ζωής τους. (Pandita et al., 2023)

### ➔ Ψύξη και κατάψυξη

Μετά τη θερμική επεξεργασία, τα τρόφιμα εκτίθενται άμεσα σε χαμηλές θερμοκρασίες για να αποτραπούν ανεπιθύμητες αντιδράσεις που οδηγούν σε υποβάθμιση του οργανοληπτικού και θρεπτικού προφίλ τους. Η ψύξη κρίνεται αναγκαίο να ξεκινά εντός 30 λεπτών από την ολοκλήρωση του μαγειρέματος, καθώς οι περισσότεροι παθογόνοι μικροοργανισμοί αναπτύσσονται σε θερμοκρασίες άνω

των 10 °C (π.χ. *Clostridium botulinum*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella sp.*). Τα τρόφιμα δεν πρέπει να παραμένουν σε αυτή τη θερμοκρασία για παρατεταμένο χρονικό διάστημα, ούτε να ψύχονται για μεγάλες περιόδους, καθώς διευκολύνεται ο πολλαπλασιασμός των παθογόνων σπορίων. Διαφορετικές μειώσεις λογαριθμικής κλίμακας επιτρέπουν την αποθήκευση σε διαφορετικές θερμοκρασίες (π.χ. μείωση 12D για *Clostridium botulinum* καθιστά το προϊόν σταθερό, χωρίς ψύξη). Η ψύξη πραγματοποιείται συνήθως σε καταψύκτες με φυσητήρα αέρα, συστήματα κατάψυξης πλακών ή σπειροειδείς καταψύκτες, με στόχο να επιτευχθεί η θερμοκρασία πυρήνα σύμφωνα με τις οδηγίες ψύξης μαγειρεμένων τροφίμων σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, για να αποφευχθεί η έκθεση σε επικίνδυνες θερμοκρασίες (5°–10 °C). Η βιομηχανική πρακτική απαιτεί συνήθως μείωση της θερμοκρασίας του πυρήνα στους 3 °C σε 1,5 ώρες. (Pandita et al., 2023)

#### ➤ Ξαναζέσταμα και τελείωμα για σερβίρισμα

Η ελάχιστη θερμοκρασία για το ξαναζέσταμα είναι 70 °C για 2 λεπτά ή συνδυασμός χρόνου-θερμοκρασίας με παρόμοια θνησιμότητα παθογόνων οργανισμών, ανάλογα με το είδος τροφίμου, τις συνθήκες αποθήκευσής του και το επιθυμητό αποτέλεσμα. Σε οικιακό επίπεδο, χρησιμοποιούνται μικροκύματα, ενώ σε μεγαλύτερη κλίμακα, χρησιμοποιούνται λουτρά νερού σε διαφορετικές θερμοκρασίες. Η αναθέρμανση συνδυάζεται με σοτάρισμα για την ανάπτυξη της αντίδρασης Maillard και τη χαρακτηριστική γεύση κρέατος. Η προσθήκη αναγωγικών σακχάρων, όπως η γλυκόζη, ενισχύει τη γεύση και το χρώμα. (Pandita et al., 2023)

## 2.2. Μοριακή Γαστρονομία

Σε αντίθεση με το παρελθόν, η μαγειρική, τόσο στα εστιατόρια, όσο και στο σπίτι, έχει αυξήσει τα επίπεδα επιστημονικότητας της, λόγω της ανάπτυξης της μοριακής γαστρονομίας (Sivakuraman et al., 2018). Στον κόσμο της επιστήμης τροφίμων, η Μοριακή Γαστρονομία είναι ένας όρος που είναι σχετικά καινούργιος, αλλά περιγράφει τον συνδυασμό δυο βασικών αρχών στα τρόφιμα, την τεχνολογία τροφίμων και την τέχνη του σεφ. Προτυποποιήθηκε σαν έννοια από τον ούγγρο φυσικό Nicholas Kurti και τον γάλλο χημικό Herve This, και εξερευνά τα φαινόμενα

που συμβαίνουν κατά την προετοιμασία ενός πιάτου, όπως και κατά την κατανάλωση του (Burke et al., 2016). Το 1988, αυτοί οι δύο επιστήμονες αναφέρθηκαν στη μοριακή γαστρονομία ως την επιστημονική αρχή ή γνώση του οτιδήποτε σχετίζεται με τη διατροφή του ανθρώπου (Sivakuraman et al, 2018). Σε αντίθεση με τις περισσότερο επισημοποιημένες διαδικασίες που ακολουθούνται στη βιομηχανία των τροφίμων, υπάρχουν πολλά βήματα προετοιμασίας φαγητού τα οποία ακολουθεί ένας επαγγελματίας σεφ ή ένας μάγειρας στο σπίτι που δεν έχουν διερευνηθεί επιστημονικά. Αυτός είναι ο κύριος λόγος που η Μοριακή Γαστρονομία αναπτύχθηκε σαν επιστημονικό πεδίο (Burke et al., 2016).

Η μοριακή γαστρονομία αρχικά ορίστηκε ως η επιστημονική αρχή που έχει ως σκοπό να «αναζητά τους μηχανισμούς των φαινομένων που συμβαίνουν κατά τις διαδικασίες του μαγειρέματος». Το αρχικό της όνομα «Μοριακή και φυσική γαστρονομία» αργότερα άλλαξε σε αυτό που είναι γνωστό σήμερα, αλλά οι αρχές της έμειναν αμετάβλητες. Παρά τον ακριβή ορισμό της από τους δημιουργούς της, η μοριακή γαστρονομία έχει κατονομαστεί από πολλούς με πολλούς διαφορετικούς όρους ανά τα χρόνια, όπως «Μοριακή Κουζίνα», «Μοντέρνα Κουζίνα» και «Επιστημονική Μαγειρική». Επομένως, έχει δημιουργηθεί σύγχυση γύρω από την ονομασία της, καθώς η λέξη «γαστρονομία» έχει συνδεθεί με την *haute cuisine* ή το *fine dining*. (Lavelle et al., 2021)

Μετά από χρόνιες προσπάθειες ώστε να εξηγηθούν οι διαφορές, δεν είναι ακόμα σαφής η διαφορά ανάμεσα στη μοριακή γαστρονομία και την επιστήμη και τεχνολογία τροφίμων, όπως επίσης και τη μοριακή μαγειρική. Όσον αφορά την επιστήμη και τεχνολογία τροφίμων, η μοριακή γαστρονομία δεν περιλαμβάνει όλες τις επιστήμες τροφίμων, παρά μόνο ένα μέρος τους. Αρχικά, προτάθηκε ως επιστημονική δραστηριότητα, αλλά παράλληλα υπήρχε και ο στόχος να εκσυγχρονιστούν οι γαστρονομικές διαδικασίες, ειδικά με εργαστηριακά εργαλεία με βάση τη χημεία και τη φυσική. Η έκφραση «μοριακή μαγειρική» παρουσιάστηκε, ώστε να περιγράψει αυτές τις νέες τεχνικές που χρησιμοποιούν τα εν λόγω εργαλεία. (Lavelle et al., 2021)

Η μοριακή γαστρονομία συμπεριλαμβάνει τους εξής βασικούς τομείς δράσης:

- Επιστημονική εξερεύνηση των «γαστρονομικών ορισμών», όπως τα λιγότερο τεχνικά κομμάτια των συνταγών.

- Αυστηρό έλεγχο των «γαστρονομικών ακριβειών», όπως τεχνικές προσθήκες στις συνταγές.
- Επιστημονική εξερεύνηση της μαγειρικής από καλλιτεχνική και κοινωνική άποψη. (Burke et al., 2016)

Η μοριακή γαστρονομία από την αρχή της ανάπτυξης της, βρίσκει πολλές εφαρμογές. Για παράδειγμα, ένα παραγωγό της είναι ένα αλγεβρικό σύστημα εν ονόματι Dispensed Food Formalism (DSF), που έχει σαν στόχο να ορίσει περίπλοκα τροφικά συστήματα όπως τα κολλοειδή, με νέους τρόπους, περιγράφοντας τη δομή και την οργάνωση διάχυτων συστημάτων. Ένα παράδειγμα χρήσης του DSF είναι να προβλέψει τη βιοδραστικότητα ή τη χημική μεταμόρφωση διαφόρων οργανικών ενώσεων, οι οποίες είναι παρούσες σε τρόφιμα κατά τη διάρκεια του μαγειρέματος. Γράμματα χρησιμοποιούνται για τις διαφορές φάσεις [G (gas) για τα αέρια, L (liquid) για τα υγρά και S (solid) για τα στερεά, ενώ δίνονται νούμερα για τις διαφορετικές διαστάσεις των αντικειμένων (0 έως 3). (Burke et al., 2016)

Το 1990, η όροι «Μοριακή μαγειρική» ή «Μοριακή κουζίνα» (πρώτη αναφορά το 1999) αναπτύχθηκαν και αποτέλεσαν πρόγονο αυτού που αργότερα θα ονομαζόταν Μοριακή Γαστρονομία, που μπορεί να οριστεί ως παραγωγή τροφίμων χρησιμοποιώντας «νέα» εργαλεία, συστατικά και μεθόδους. Άλλη μια τεχνική εφαρμογή της Μοριακής γαστρονομίας είναι η μαγειρική “*note-by-note*”, η οποία προτάθηκε πρώτη φορά το 1994, και δεν χρησιμοποιεί κρέας, ψαρί, λαχανικά ή φρούτα για να δημιουργήσει πιάτα, αλλά χρησιμοποιεί ενώσεις, είτε αμιγείς είτε ως μείγματα. Σε μεγάλο κομμάτι της *note-by-note* μαγειρικής, ο μάγειρας πρέπει να σχεδιάσει τα σχήματα, τις υφές, τα χρώματα, τις οσμές, τις θερμοκρασίες, τα θρεπτικά χαρακτηριστικά και πολλά άλλα. (Burke et al., 2016)

Η «μοριακή μαγειρική», που είναι η εφαρμογή των αρχών της μοριακής γαστρονομίας στο μαγείρεμα, μπορεί να διακριθεί από τις παραδοσιακές μεθόδους μαγειρέματος μέσω της χρήσης εργαλείων προσαρμοσμένων από επιστημονικά εργαστήρια, όπως περιστροφικοί εξατμιστήρες, φίλτρα από συντηγμένο γυαλί, υπέρηχοι κ.λπ. Συστατικά που δεν χρησιμοποιούνται συνήθως στην κουζίνα, αλλά εφαρμόζονται συχνά στη βιομηχανία τροφίμων, όπως αλγινικό νάτριο, γαλακτικό ασβέστιο, φαινόλες που εξάγονται από χυμό σταφυλιών, αρωματικές ενώσεις,

ασκορβικό οξύ κ.λπ., χρησιμοποιούνται επίσης στη μοριακή μαγειρική. (Caroraso et al, 2016)

Ο σκοπός των σεφ και των εστιατόρων που εφαρμόζουν τη μοριακή γαστρονομία είναι να δημιουργούν τρόφιμα υψηλής ποιότητας με εξαιρετικές αισθητηριακές ιδιότητες και υψηλή αποδοχή και ικανοποίηση από τους καταναλωτές. Στην εικόνα 3 απεικονίζονται οι διαφορετικές



Εικόνα 3 Παρουσίαση πιάτου μοριακής γαστρονομίας παρασκευές ενός πιάτου, χρησιμοποιώντας τις τεχνικές που προσφέρει η μοριακή γαστρονομία. Οι επιστημονικοί ερευνητές και οι σεφ που εργάζονται στον τομέα της μοριακής γαστρονομίας έχουν τους εξής στόχους: να ερευνούν και να μελετούν τις παροιμίες, τα ρητά και τη λαϊκή μαγειρική γνώση, να επεκτείνουν τις κλασικές συνταγές και να εφευρίσκουν νέες και να εισάγουν νέα συστατικά, μεθόδους, εξοπλισμό και διαδικασίες στην κουζίνα. Αυτοί οι συγκεκριμένοι στόχοι μπορούν να μελετηθούν από την οπτική γωνία των επιστημόνων ή των σεφ. Η πρώτη ομάδα ενδιαφέρεται περισσότερο για την επιστήμη πίσω από τα γαστρονομικά φαινόμενα, ενώ οι σεφ επικεντρώνονται περισσότερο στις εφαρμογές τους (π.χ. μοριακή μαγειρική) για να καινοτομήσουν στον τρόπο που δημιουργούν τα πιάτα τους. Οι αρχές της μοριακής γαστρονομίας έχουν οδηγήσει στην εφεύρεση και δοκιμή νέων μεθόδων προετοιμασίας, μαγειρέματος, παρουσίασης και συνδυασμού τροφίμων, όπως η ταχεία κατάψυξη με υγρό άζωτο, η χρήση καπνού ως τρόφιμο, η χρήση κενού για την προετοιμασία μους και μαρεγκών κ.λπ. (Caroraso et al., 2016)

Η μοριακή γαστρονομία έχει μεγάλο εύρος και περιλαμβάνει δραστηριότητες όπως η περιγραφή και η αυστηρή αξιολόγηση παραδοσιακών τεχνικών μαγειρικής και διαδικασιών προετοιμασίας φαγητού και την εφαρμογή επιστημονικών αρχών για τον σχεδιασμό πρωτοποριακών πιάτων και προϊόντων τροφίμων. Ως παράδειγμα αναφέρεται η εφαρμογή επιστήμης υλικών για την ανάπτυξη αφρών, γελών και άλλων ειδών υφών τροφίμων. Οι τεχνικές της μοριακής γαστρονομίας περιλαμβάνουν τη σφαιροποίηση, την ταχεία κατάψυξη, τη χρήση

κολλαγόνου κρέατος (meat glue), τον αφρό, τα αρωματικά συστατικά, τη χρήση γαλακτωματοποιητών, το ιδιόμορφο ή πρωτοποριακό στυλ παρουσίασης, τους διαφορετικούς συνδυασμούς γεύσεων, τις νέες υφές τροφίμων (τζελ, αφροί, τρόφιμα που μοιάζουν με γυαλί), το μαγείρεμα σε φούρνο μικροκυμάτων, το μαγείρεμα υπό υψηλή πίεση, τον βελτιωμένο έλεγχο θερμοκρασίας, τα ισχυρά μηχανήματα ανάμειξης και κοπής όπως η ανάδευση με υπερήχους για τη δημιουργία γαλακτωμάτων. (Caroñas et al., 2016)

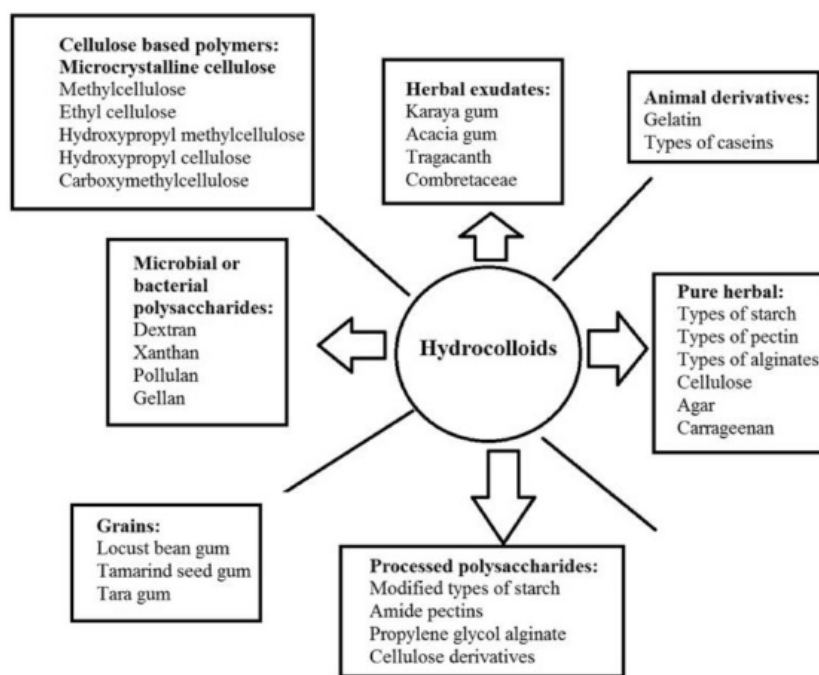
### 2.3. Υδροκολλοειδή

Τα τελευταία χρόνια, τα φυσικά υδροκολλοειδή έχουν αρχίσει να χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο στη βιομηχανία των τροφίμων για να βελτιώσουν τη σταθεροποίηση, τις λειτουργικές ιδιότητες, την ποιότητα και την ασφάλεια, τα διατροφικά πλεονεκτήματα και τα πλεονεκτήματα στην υγεία διάφορων προϊόντων τροφίμων όπως είναι τα ροφήματα, τα είδη αρτοποιίας και ζαχαροπλαστικής, σαλτσών, κρεάτων και πουλερικών. Επομένως, υπάρχει μεγάλη ανάγκη για βελτίωση της παραγωγικότητας των σύγχρονων πηγών υδροκολλοειδών (Yemenicioglu et al., 2020). Τα υδροκολλοειδή ή κόμμεα ανήκουν σε μια μεγάλη ομάδα πολυμερών με μεγάλες αλυσίδες που χαρακτηρίζονται από τις ιδιότητες που τα καθιστούν ειδικά για τη δημιουργία παχύρρευστων διασπορών ή γελών όταν αναμιχθούν με νερό. Αυτά τα υλικά βρεθήκαν αρχικά σε εκκρίσεις δέντρων ή θάμνων, εκχυλίσματα φυτών ή φυκιών, αλεύρια από σπόρους, κολλώδεις βλέννες ως αποτέλεσμα διαδικασιών ζύμωσης, και πολλά άλλα φυσικά προϊόντα. Η παρουσία μεγάλου αριθμού υδροξυλομάδων αυξάνει την ικανότητά τους να δεσμεύουν μόρια νερού, καθιστώντας τα υδρόφιλα. Επίσης, η ανάμιξη τους με το νερό αποδίδει μια διασπορά που βρίσκεται ανάμεσα σε πραγματικό διάλυμα και αιώρημα, και παρουσιάζει ιδιότητες κολλοειδούς. Επομένως, αυτές οι δυο τους ιδιότητες έπαιξαν σημαντικό ρόλο στην ονομασία τους ως υδροφυλικά κολλοειδή ή υδροκολλοειδή. (Milani et al, 2012)

Τα υδροκολλοειδή χαρακτηρίζονται από μια ευρεία σειρά λειτουργικών ιδιοτήτων στα τρόφιμα, όπως είναι η πύκνωση, η ζελατινοποίηση, η σταθεροποίηση, η επικάλυψη κ.α.. Τα υδροκολλοειδή έχουν μεγάλη επίδραση στις ιδιότητες των τροφίμων όταν χρησιμοποιούνται είτε σε χαμηλά επίπεδα, όπως τα

λίγα μέρη ανά εκατομμύριο για την καραγενάνη σε θερμαινόμενα/γαλακτοκομικά προϊόντα, είτε σε υψηλά επίπεδα, όπως στην περίπτωση της ακακίας, αμύλου ή ζελατίνης σε ζελέ. Ένας από τους κυριότερους λόγους που δικαιολογούν τη χρήση τους στα τρόφιμα είναι η επίδραση που έχουν στη ρεολογία των τροφικών συστημάτων. Αυτή η ιδιότητα επηρεάζει τόσο το ιξώδες των τροφίμων, όσο και την υφή τους. Τα καθιστά σημαντικά πρόσθετα στα τρόφιμα, καθώς η δυνατότητα τους να τροποποιούν τη ροή και την υφή των τροφίμων βοηθάει στην τροποποίηση των αισθητηριακών ιδιοτήτων τους. (Milani et al, 2012)

Τα υδροκολλοειδή χρησιμοποιούνται ως πρόσθετα σε πολλά προϊόντα τροφίμων, όπως σούπες, σάλτσες, dressing και γαρνιτούρες, για την επίτευξη του προτιμώμενου ιξώδους και της επιθυμητής υφής. Χρησιμοποιούνται επίσης και σε πολλά προϊόντα τροφίμων, όπως παγωτά, ζελέ, ζελεδένια επιδόρπια, κέικ και καραμέλες για τη δημιουργία της επιθυμητής υφής (Milani et al, 2012).



Εικόνα 4 Λίστα υδροκολλοειδών που χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία τροφίμων

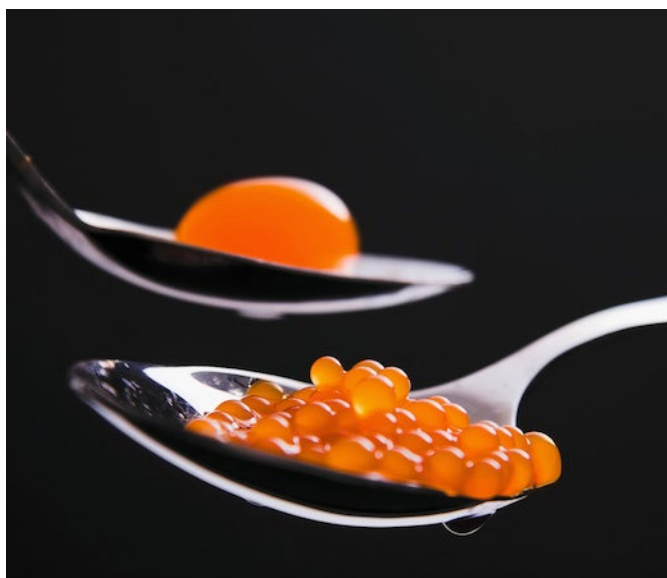
Τα υδροκολλοειδή έχουν πολλές πηγές από τις οποίες τα παραλαμβάνουμε, όπως φυτικές πηγές, πηγές από άλγες, μικροβιακές και ζωικές πηγές. Από φυτική προέλευση εξάγονται η κυτταρίνη, το αραβικό κόμμι, το κόμμι καράγια, άμυλο, πηκτίνη κ.α., ενώ από φύκη εξάγονται το άγαρ και το άλας αλγινικού οξέος. Μικροβιακή προέλευση έχουν το κόμμι ξανθάνης και η δεξτράνη,



και αντίστοιχα ζωική προέλευση έχουν η ζελατίνη, η πρωτεΐνη ορού γάλακτος, η πρωτεΐνη σόγιας, το ασπράδι αυγού κ.α. (Phillips et al., 2009)

## 2.4. Σφαιροποίηση

Η σφαιροποίηση (Εικόνα 5) είναι μια πρωτοποριακή τεχνική της μοριακής γαστρονομίας και μπορεί να εφαρμοστεί ώστε να δημιουργηθούν υψηλής ποιότητας πιάτα που έχουν υψηλές αισθητηριακές ιδιότητες και χαίρουν της αποδοχής και ευχαρίστησης του καταναλωτή. Είναι μια



Εικόνα 5 Σφαιροποίηση

ιδανική τεχνική που αποδίδει ημιστερεές σφαίρες με πολύ λεπτό περίβλημα μεμβράνης που είναι σχεδόν ανεπαίσθητο στο στόμα (Kulthe et al., 2019). Σφαιροποίηση ορίζεται ο σχηματισμός ενός υγρού σε μικρές εδώδιμες σφαίρες εντός καψουλών αλγινικού ασβεστίου, εφαρμόζοντας την τεχνική της αντίστροφης ζελατινοποίησης. Οι σφαίρες έχουν υγρό πυρήνα και ομοιάζουν με χαβιάρι. Αποτελεί τη βασική τεχνική για τη δημιουργία εικονικού χαβιαριού, αυγών, gnocchi και ravioli. Έχει επίσης χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία σκευασμάτων νέων προϊόντων τροφίμων ή λειτουργικών τροφίμων, αλλά και για να βελτιωθεί η αισθητηριακή άποψη ενός πιάτου με την προσθήκη νέων αρωμάτων και γεύσεων. (Sivakumaran et al., 2018)

Οι σεφ έχουν υιοθετήσει τόσο την άμεση, όσο και την αντίστροφη σφαιροποίηση. Για την άμεση σφαιροποίηση, το υδατοδιάλυμα που περιέχει το τρόφιμο ή το άρωμα και τον παράγοντα ζελατινοποίησης, συνήθως αλγινικό νάτριο, προστίθεται αργά σε ένα δεύτερο λουτρό που περιέχει ιόντα, όπως χλωριούχο ασβέστιο. Όταν οι σταγόνες εισέρχονται στο διάλυμα, η διαδικασία

ζελατινοποίησης ξεκινάει και, παράγεται μια μικρή κάψουλα γέλης με υγρό πυρήνα ή σε μορφή μαστιχωτής σφαίρας. Στην αντίστροφη σφαιροποίηση, το γαλακτικό ασβέστιο, ή άλλη πηγή ιόντων ασβεστίου, προστίθεται στο εδώδιμο διάλυμα. Το λουτρό περιέχει γέλη που δεν έχει ακόμα πήξει, η οποία δημιουργείται με χρήση απιονισμένου ή απεσταγμένου νερού. Όταν το εδώδιμο διάλυμα προστίθεται, η ίδια η γέλη δημιουργεί ένα λεπτό στρώμα γύρω από τη σταγόνα. Το ασβέστιο λειτουργεί σαν γέφυρα μεταξύ των αλγινικών αλυσίδων, βοηθώντας την αντίδραση τους και ευνοώντας τη ζελατινοποίηση. (Sivakumaran et al., 2018)

Τα αλγινικά διαλύματα προκύπτουν από τη διάλυση άλατος αλγινικού οξέος σε νερό. Το αλγινικό οξύ είναι ένα φυσικό πολυμερές του ουρονικού οξέος που εξάγεται από καφέ θαλάσσιες άλγες και από βακτήρια όπως το *Pseudomonas aeruginosa*. Το άλας αλγινικού οξέος είναι γενικώς αναγνωρισμένο ως ασφαλές (Generally Recognised As Safe), όντας μη τοξικό και επαρκώς βιοδιασπώμενο (Bennacef et al., 2021) και καθίσταται κατάλληλο για τη σφαιροποίηση λόγω της ήπιας ζελατινοποίησης του με την προσθήκη δισθενών κατιόντων όπως το  $\text{Ca}^{2+}$ . Το αλγινικό νάτριο είναι ένας γραμμικός πολυσακχαρίτης που αποτελείται από κατάλοιπα  $\beta$ -(1-4)-D-μανουρονικού οξέος και (1,4)  $\alpha$ -L-γουλουρονικού οξέος. Τα αλγινικά άλατα έχουν την τάση να αντιδρούν με αλκαλικά μέταλλα και η τάση αυτή αυξάνεται με τη σειρά  $\text{Mg}^{2+} < \text{Ca}^{2+} < \text{Sr}^{2+} < \text{Ba}^{2+}$ . Με την απουσία των δισθενών κατιόντων, τα αλγινικά άλατα βελτιώνουν το ιξώδες, όμως με την παρουσία τους δημιουργούν ισχυρές γέλες (Kulthe et al., 2019).

Οι παράγοντες πήξης που χρησιμοποιούνται στη σφαιροποίηση δημιουργούν γέλη μόνο με την παρουσία ορισμένων ιόντων, όπως το ασβέστιο και το κάλιο. Οι μερικώς πηγμένες σφαίρες που χρησιμοποιούν αλγινικά και μια πηγή ασβεστίου, εισήχθησαν το 2003, όμως η τεχνολογία αυτή προϋπήρχε εδώ και δεκαετίες στη βιομηχανία τροφίμων, η οποία χρησιμοποίησε τα αλγινικά για την αναδόμηση κόκκινων πιπεριών που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή ελιών rimento. Σε αντίθεση με τα περισσότερα βρώσιμα ζελέ, που είναι στερεά σε όλη την έκτασή τους, οι σφαίρες αυτές περιέχουν μια εξωτερική μεμβράνη γέλης με υγρό πυρήνα. Διαφορά άλατα ασβεστίου όπως τα χλωρίδια, γαλακτικά, γλυκονικά κ.α.

χρησιμοποιούνται για τη διαδικασία της ζελατινοποίησης. Συνήθως, το χλωριούχο ασβέστιο χρησιμοποιείται πιο συχνά επειδή αντιδρά ταχέως με το αλγινικό, σχηματίζοντας δισθενείς αλατούχες γέφυρες και γέλες. Το χλωριούχο ασβέστιο διασπάται γρήγορα όταν προστίθεται στο διάλυμα, λόγω της υψηλής διαλυτότητάς του, καθιστώντας το μια ελκυστική πηγή ασβεστίου για τη διαδικασία σφαιροποίησης. (Kulthe et al., 2019)

Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται οι τύποι των αλγινικών αλάτων και ορισμένα παραδείγματα εφαρμογών τους.

**Πίνακας 1: Τύποι αλγινικών αλάτων και εφαρμογές τους (Bennacef et al., 2021)**

| <b>Κωδικός</b> | <b>Τύπος alginate</b>      | <b>Εφαρμογή</b>                                    |
|----------------|----------------------------|--|
| <b>E400</b>    | Αλγινικό οξύ               | Συστατικά μηδενικών θερμίδων για διαιτητικά φαγητά |
| <b>E401</b>    | Αλγινικό νάτριο            | Σταθεροποιητής και πηκτικός παράγοντας             |
| <b>E402</b>    | Αλγινικό κάλιο             | Σταθεροποιητής και πηκτικός παράγοντας             |
| <b>E403</b>    | Αλγινικό αμμώνιο           | Ενθυλάκωση πτητικών συστατικών                     |
| <b>E404</b>    | Αλγινικό ασβέστιο          | Διαδικασία σφαιροποίησης                           |
| <b>E405</b>    | Αλγινική προπανο-1,2-διόλη | Σταθεροποιητής γαλακτωμάτων σε όξινο περιβάλλον    |

Η σφαιροποίηση μπορεί να θεωρηθεί σαν μια μέθοδος ενθυλάκωσης. Το ιξώδες του χλωριούχου ασβεστίου και των αλγινικών διαλυμάτων αυξάνεται με την αντίστοιχη αύξηση της συγκέντρωσης των αλγινικών διαλυμάτων. Προκύπτουν προκλήσεις σχετικές με την επιλογή σωστής οξύτητας και συγκέντρωσης ασβεστίου

και της κατάλληλης πυκνότητας και συγκέντρωσης των διαλυμάτων των αρωματικών παραγόντων (Sivakumaran et al., 2018).

## 2.5. Γαλακτωματοποίηση

Τα γαλακτώματα είναι διασπορές που αποτελούνται από δύο ασύμβατες υγρές φάσεις, οι οποίες αναμειγνύονται χρησιμοποιώντας μηχανική διάτμηση και επιφανειοδραστικές ενώσεις (Kale et al., 2017). Επιφανειοδραστικές είναι οι ενώσεις που συναντώνται στη φύση αλλά και οι συνθετικές, οι οποίες χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία τροφίμων όταν πρέπει να μειωθεί η επιφανειακή τάση, όπως προκύπτει κατά την παρασκευή και σταθεροποίηση όλων των ειδών διασποράς, συμπεριλαμβανομένων των γαλακτωμάτων, των αφρών, των αερολυμάτων και των αιωρημάτων (Belitz et al., 1990).

Τα γαλακτώματα είναι συνήθως διασπαρμένα συστήματα δύο μη αναμίξιμων υγρών. Χωρίζονται σε δύο φάσεις, την εσωτερική και την εξωτερική. Όταν η εξωτερική φάση αποτελείται από νερό και η εσωτερική από έλαιο, ονομάζεται γαλάκτωμα «έλαιο σε νερό» (ε/ν), ενώ, όταν ισχύει το αντίστροφο, ονομάζεται γαλάκτωμα «νερό σε έλαιο» (ν/ε). Παραδείγματα γαλακτωμάτων στα τρόφιμα αποτελούν το γάλα (ε/ν), το βούτυρο (ν/ε), η μαγιονέζα (ε/ν) και το παγωτό (ε/ν) (Belitz et al., 1990).

Η εμφάνιση του γαλακτώματος εξαρτάται από τη διάμετρο της σταγόνας εσωτερικής φάσης. Αν η διάμετρος της είναι μεταξύ 0,15 και 100 μm, τότε το γαλάκτωμα έχει θολή ή γαλακτώδη εμφάνιση. Σε αντίθεση, τα μικρογαλακτώματα, οι σταγόνες των οποίων έχουν διάμετρο 0,0015-0,15 μm, είναι διαυγή και πολύ πιο σταθερά, διότι ο ρυθμός κατακάθισης εξαρτάται από τη διάμετρο της σταγόνας (Belitz et al., 1990). Το μέγεθος της σταγόνας ενός κλασικού γαλακτώματος μεγαλώνει συνεχώς με την πάροδο του χρόνου και γι' αυτό τελικά συμβαίνει διαχωρισμός ανάμεσα στις δύο φάσεις. Επομένως, το γαλάκτωμα καθίσταται θερμοδυναμικά ασταθές (Kale et al., 2017).

Τα γαλακτώματα παρασκευάζονται και σταθεροποιούνται με τη βοήθεια κατάλληλης επιφανειοδραστικής ένωσης, η οποία ονομάζεται

γαλακτωματοποιητής. Κάθε γαλακτωματοποιητής μπορεί να διασπείρει μια συγκεκριμένη ποσότητα εσωτερικής φάσης, δηλαδή έχει συγκεκριμένη δυναμικότητα (capacity). Επομένως, η προσθήκη παραπάνω ποσότητας εξωτερικής φάσης στο γαλάκτωμα κατά την ανάμιξη, μπορεί να το καταστρέψει. Η δραστηριότητα ενός γαλακτωματοποιητή εξαρτάται από τη μοριακή δομή του. Κάθε γαλακτωματοποιητής φέρει ένα λιπόφιλο ή υδρόφοβο τμήμα με καλή διαλυτότητα σε μη υδατικές φάσεις, όπως το έλαιο και το λίπος, αλλά και ένα υδρόφιλο ή πολικό τμήμα. Σε ένα σύστημα που αποτελείται από δύο μη αναμίξιμα υγρά, όπως το έλαιο/νερό, ο γαλακτωματοποιητής εντοπίζεται στη διεπιφάνεια, όπου και μειώνει την επιφανειακή τάση, έτσι ώστε ακόμα και σε χαμηλότερες συγκεντρώσεις να εξασφαλίζει μια ομοιόμορφη κατανομή της μιας φάσης στην άλλη. Επίσης, αποτρέπει την ένωση των σταγονιδίων της μιας φάσης σε μια μεγαλύτερη σταγόνα, εξασφαλίζοντας τη σταθεροποίηση του γαλακτώματος. (Belitz et al., 1990)

## 2.6. Βρώσιμοι αφροί

Οι βρώσιμοι αφροί αποτελούν πολύπλοκες πολυφασικές διασπορές που αποτελούνται από εκατομμύρια φυσαλίδες διασκορπισμένες σε μια συνεχή υγρή ή στερεή φάση. Οι αφροί έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως στη βιομηχανία των τροφίμων. Η χρήση τους είναι συχνή στη δημιουργία ποτών και γλυκών όπως η σαντιγύ, η μους, η μαρέγκα και το παγωτό. Οι αφροί είναι δημοφιλείς τα τελευταία χρόνια για τα πολλά πλεονεκτήματα που προσφέρουν στα τρόφιμα, όπως το γεγονός ότι προσδίδουν μοναδική γεύση, εμφάνιση, υφή στα τρόφιμα και προσφέρουν μια ολοκληρωμένη οπτική εμπειρία στους καταναλωτές (Εικόνα 6). Ένα επιπλέον πλεονέκτημα είναι η



Εικόνα 6 Παρουσίαση πιάτου με βρώσιμο αφρό

χρήση του καθαρού αέρα ως συστατικό των αφρών, καθώς είναι χαμηλού κόστους, υποαλλεργικό και μηδενικών θερμίδων συστατικό. (Hu et al., 2023)

Ωστόσο, οι αφροί αποτελούν θερμοδυναμικά ασταθή συστήματα. Οι υγροί αφροί τείνουν να καταρρέουν σταδιακά με την πάροδο του χρόνου και τελικά να εξαφανίζονται. Αμέσως μετά τον σχηματισμό της φυσαλίδας στον αφρό, λαμβάνουν μέρος μηχανισμοί αποσταθεροποίησης που επιταχύνουν την κατάρρευσή της. Τα τελευταία χρόνια, επίκεντρο των ερευνών για τους αφρούς αποτελεί η ενίσχυση της σταθερότητάς τους για παράταση της διάρκειας ζωής τους. Σε αυτό τον τομέα έχουν βοηθήσει πολύ σταθεροποιητές που μειώνουν την επιφανειακή τάση και παράλληλα σχηματίζουν επιφανειακή μεμβράνη, ώστε να βελτιωθεί η σταθερότητα των αφρών. (Hu et al., 2023)

Υπάρχουν πολλά τρόφιμα που βασίζονται στη χρήση βρώσιμων αφρών, είτε πρόκειται για βιομηχανοποιημένα τρόφιμα (π.χ. ψωμί, παγωτό και μπύρα), έτοιμα γλυκά (π.χ. κέικ, μαρέγκες, μους), έτοιμα ποτά (π.χ. καφές με αφρόγαλα), είτε σούπες ή σάλτσες σε μορφή αφρού που χρησιμοποιούν οι σεφ για γαρνιτούρα. Οι βρώσιμοι αφροί χωρίζονται σε τρεις διαφορετικές κατηγορίες:

#### ➡ Υγροί αφροί (liquid foams)

Ένας υγρός αφρός είναι ελαφρύς με πολύ σύντομη διάρκεια ζωής (μικρότερη της μιας ώρας). Η χρήση των υγρών αφρών είναι σχετικά σπάνια σε προϊόντα τροφίμων, λόγω της λεπτής τους υφής και της χαμηλής σταθερότητάς τους. Ωστόσο, αποτελεί σημαντικό στοιχείο στις μοντέρνες κουζίνες. Μικρές ποσότητες τασιενεργών συστατικών, όπως η λεκιθίνη και το ασπράδι αυγού, προστίθενται σε φιλτραρισμένες σούπες, χυμούς ή σάλτσες και, έπειτα, το μείγμα αναδεύεται έντονα έως ότου να σχηματιστεί αφρός. (Hu et al., 2023)

#### ➡ Ημιστερεοί αφροί (semisolid foams)

Οι ημιστερεοί αφροί είναι παχύρρευστοι αφροί με ιξωδοελαστικότητα. Χαρακτηριστικά παραδείγματα βρώσιμων ημιστερεών αφρών αποτελούν το παγωτό και η σαντιγύ. Το παγωτό αποτελεί αφρό με βάση ένα γαλάκτωμα που περιέχει μεγάλο ποσοστό αέρα (με εύρος από 25% έως και 150%), ο όγκος του οποίου βασίζεται κυρίως στη δομή του αφρού που σταθεροποιείται με τη χρήση γαλακτωματοποιητών, σταθεροποιητών, συσσωματωμάτων σφαιριδίων λίπους και δικτύου κρυστάλλων πάγου. (Hu et al., 2023)

### ➡ Στερεοί αφροί (solid foams)

Στερεός αφρός, ή ξηρός αφρός, είναι μια πορώδης δομή, η οποία σχηματίζεται από φυσαλίδες αέρα διασκορπισμένες σε μια στερεή και συνεχή φάση. Χωρίζεται σε δύο τύπους: στους αφρούς δομής ανοιχτών κυττάρων, στους οποίους οι φυσαλίδες αέρα συνδέονται μεταξύ τους, και στους αφρούς δομής κλειστών κυττάρων, όπου οι φυσαλίδες είναι περιτριγυρισμένες από τη στερεή φάση. Παράδειγμα βρώσιμου στερεού αφρού αποτελεί η μαρέγκα. (Hu et al., 2023)

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Εφαρμογές Σύγχρονων Τεχνικών στη Μαγειρική Τέχνη

### 3.1. Εφαρμογές Τεχνικών Μοριακής Γαστρονομίας

Στις απαρχές της μοριακής γαστρονομίας, ο Herve This ανέφερε ότι ο ίδιος και ο Kurti επιθυμούσαν να αξιοποιήσουν επιστήμες, όπως είναι η χημεία, η φυσική και η βιολογία, για να εκσυγχρονίσουν τις μαγειρικές πρακτικές. Ωστόσο, το 1969 ο Kurti ανέφερε μόνο τη χρήση φυσικών τεχνικών, ενώ αργότερα, στην αρχή της δεκαετίας του 1980, οι δύο επιστήμονες άρχισαν να χρησιμοποιούν και χημικές ουσίες. Επίσης, αναφέρουν ότι τα νέα εργαλεία, τα συστατικά και οι μέθοδοι αποτελούν τον ορισμό της μοριακής γαστρονομίας. Πίστευαν ότι ο εξοπλισμός του εργαστηρίου μπορεί να χρησιμοποιηθεί και να εφαρμοστεί στην κουζίνα. Για παράδειγμα, η χρήση σιφωνίων για την παρασκευή αφρών, ο κυκλοφορητής για μαγείρεμα σε χαμηλότερες θερμοκρασίες και το υγρό άζωτο για την παρασκευή παγωτού. Άλλα παραδείγματα εφαρμογών της μοριακής γαστρονομίας αποτελούν η σφαιροποίηση για τη δημιουργία εικονικού χαβιαριού και διαφανών ραβιόλιων, η χρήση του άγαρ στη διαδικασία ζελατινοποίησης, η χρήση σιφωνίων με αμπούλες διοξειδίου του άνθρακα για παρασκευή σαντιγύ ή άλλων αφρών με ασυνήθιστα συστατικά, όπως λαχανικά και φρούτα (Faat et al., 2022).

Μία από τις μεγαλύτερες πρακτικές εφαρμογές της μοριακής γαστρονομίας ήταν η «επιστημονική μαγειρική» ή αλλιώς «μαγειρική ακριβείας». Ένα παράδειγμα είναι η χρήση ακριβούς ελέγχου θερμοκρασίας για την προετοιμασία φαγητού. Οι επιστήμονες και οι χημικοί τροφίμων γνωρίζουν καλά ότι πολλές αντιδράσεις εξαρτώνται στενά από τη θερμοκρασία και γι' αυτό το λόγο η επίδρασή της είναι σημαντική. Άξια αναφοράς είναι η επίδρασή της στην οξείδωση, σε ενζυματικές αντιδράσεις, όπως η αντίδραση Maillard, και σε πολλές άλλες αντιδράσεις όπου οι επαγγελματίες σεφ συνήθως ελέγχουν τη θερμοκρασία εμπειρικά κι όχι με ακριβείς τρόπους (Carogaso, 2021).



### 3.1.1. Χρήση υγρού αζώτου

Νέες συνταγές που χρησιμοποιούν χαμηλές θερμοκρασίες έχουν αναφερθεί στις μαγειρικές εφαρμογές τα τελευταία χρόνια, συμπεριλαμβανομένης της χρήσης υγρού αζώτου (Caroraso, 2021). Το υγρό άζωτο είναι ιδιαίτερα χρήσιμο



Εικόνα 7 Δημιουργία παγωτού με τη χρήση υγρού αζώτου

στη μοριακή γαστρονομία, καθώς είναι ένας γρήγορος και εύκολος τρόπος να μειώνεται η θερμοκρασία των τροφίμων, αποτρέποντας την ανάπτυξη κρυστάλλων πάγου (Sivakumaran et al, 2018). Το υγρό άζωτο με θερμοκρασία  $-196^{\circ}\text{C}$  έχει χρησιμοποιηθεί για διάφορους βιομηχανικούς σκοπούς (Faat et al., 2022). Είναι γνωστό ότι οι μεγάλοι κρύσταλλοι νερού μειώνουν σημαντικά την ποιότητα των τροφίμων όταν σχηματίζονται κατά την κατάψυξή τους. Μια γνωστή εφαρμογή αυτής της τεχνικής είναι η άλεση βοτάνων, κατά την οποία τα βότανα αναμειγνύονται με υγρό άζωτο σε ένα γουδί και η γρήγορη κατάψυξή τους τα μετατρέπει σε εύθραυστα στερεά. Με αυτόν τον τρόπο, μπορεί να αποφευχθεί η οξείδωση των βοτάνων, αλλά και να διατηρηθούν τα χρώματά τους, καθώς και οι αρωματικές τους ενώσεις. Εξίσου γνωστή είναι και η χρήση υγρού αζώτου για την παρασκευή παγωτού (Εικόνα 7). Σε αυτή την περίπτωση, το άζωτο επιτρέπει τη δημιουργία ενός «στιγμιαίου» παγωτού με ομαλή υφή λόγω του μικρού μεγέθους κρυστάλλων πάγου που δημιουργούνται. Παρόλο που το υγρό άζωτο δεν έχει αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία του καταναλωτή, απαιτείται μεγάλη προσοχή κατά τη χρήση του. Η κατάποση του υγρού αζώτου είναι σπάνια, αλλά μπορεί να προκαλέσει καταστροφικές επιπλοκές που σχετίζονται με τον τραυματισμό της γαστρεντερικής οδού λόγω αυξημένης πίεσης (Sivakumaran et al., 2018). Πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι υπάρχουν ορισμένοι πρακτικοί περιορισμοί στη χρήση υγρού αζώτου, καθώς απαιτεί ειδικά δοχεία αποθήκευσης και μεταφοράς, τα οποία δεν είναι διαθέσιμα στις τυπικές κουζίνες εστιατορίων (Caroraso, 2021).

### 3.1.2. Χρήση υπερήχων κατά την προετοιμασία τροφίμων

Η τεχνική της επεξεργασίας με υπερήχους εφαρμόζεται στην τεχνολογία τροφίμων για να βελτιώσει την τελική ποιότητα των προϊόντων, αλλά εφαρμόζεται και στη χημεία τροφίμων κατά τη διάρκεια της ανάλυσης για πολλές εφαρμογές. Οι υπέρηχοι χρησιμοποιούνται για την επεξεργασία προϊόντων τροφίμων σε μια ευρεία έκταση. Ειδικότερα, χρησιμοποιούνται ευρέως για να επιτευχθούν καλύτερα γαλακτώματα, νανογαλακτώματα, ομογενοποίηση γάλακτος, ενθυλάκωση αρωμάτων σε τυρί, για σταθεροποίηση γαλακτωμάτων. Ωστόσο, τέτοιου είδους εφαρμογές συνήθως περιλαμβάνονται στα πεδία της επιστήμης και τεχνολογίας τροφίμων, οπότε είναι δύσκολο να ληφθούν υπόψη ως αποτελέσματα της μοριακής γαστρονομίας. Ένα παράδειγμα εφαρμογής των υπερήχων σε γαστρονομικό επίπεδο είναι η χρήση τους για τον έλεγχο του ιξώδους. (Caroñas, 2021)

Μια ενδιαφέρουσα χρήση των υπερήχων σε εστιατόρια αποτελεί η τρυφεροποίηση του κρέατος. Εφαρμόζεται επεξεργασία υπερήχων επεξεργασία για τη βελτίωση της υφής του κρέατος, χρησιμοποιώντας υπερήχους χαμηλής έντασης ( $12 \text{ W/cm}^2$ ) για διάρκεια 30-240 δευτερολέπτων. Υπάρχουν έρευνες που αναφέρουν ότι δεν υπήρξε διαφορά στην υφή του κρέατος χρησιμοποιώντας υψηλότερη ένταση για λιγότερο χρονικό διάστημα. Άλλοι περιγράφουν άνοδο στη θερμοκρασία του κρέατος, γύρω στους  $15\text{-}30^\circ\text{C}$ , ανάλογα με τη διάρκεια της επεξεργασίας. Αυτή η αλλαγή θερμοκρασίας οδηγεί στην αύξηση δραστηριότητας της πρωτεάσης στον μυ, που με τη σειρά της προκαλεί αλλαγές στο χρώμα του κρέατος. (Caroñas, 2021)

Μια από τις πρώτες προσπάθειες που μπορεί να χαρακτηριστεί ευθέως ως μελέτη μοριακής γαστρονομίας για την επίδραση των υπερήχων ήταν η σύγκριση πιάτων που προετοιμάστηκαν με συμβατικές μεθόδους άλλα και με επεξεργασία υπερήχων. Ένα σοκολατένιο κέικ Genoise, ένα τυπικό sponge cake και μια σοκολατένια μους αξιολογήθηκαν μέσω χρήσης οργανοληπτικών και φυσικοχημικών αναλύσεων. Το Genoise που παρασκευάστηκε με επεξεργασία υπερήχων είχε χαμηλότερες βαθμολογίες λόγω σκληρότητας, προβλημάτων συνοχής και υψηλότερες τιμές ελαστικότητας και προσκόλλησης σε σύγκριση με το κέικ που είχε ψηθεί με παραδοσιακό τρόπο. Υπήρξε διαφορά στο χρώμα και τη

σπογγώδη δομή του προϊόντος, καθώς η επεξεργασία υπερήχων προάγει καλύτερη ομογενοποίηση και κατανομή του μεγέθους φυσαλίδων και το οργανοληπτικό του προφίλ βελτιώθηκε, κρίνοντας το πιο γλυκό, απαλό και με πιο έντονη τη γεύση του κακάο. Το τυπικό sponge cake, που μαγειρεύτηκε παραδοσιακά, είχε υψηλότερες βαθμολογίες για σκληρότητα και χαμηλότερες για ελαστικότητα και συνοχή, σε σύγκριση με το αντίστοιχο δείγμα στο οποίο χρησιμοποιήθηκαν υπέρηχοι. Η σοκολατένια μους με χρήση υπερήχων, αντιθέτως, ήταν πιο σκληρή, λιγότερο ελαστική και περισσότερο κολλώδης. Επίσης, είχε πιο λεία υφή και πιο σκούρο χρώμα. Η επεξεργασία με υπερήχους προκάλεσε μείωση της τιμής του ιξώδους, ενώ τα παραδοσιακά μαγειρεμένα δείγματα ήταν πιο κρεμώδη και γευστικά. Μια σύντομη επεξεργασία υπερήχων στη σοκολατένια μους ήταν αρκετή για να δημιουργήσει σημαντική κακοσμία, ειδικά «μεταλλική» και «ταγγισμένη» οσμή. Πολλοί ερευνητές έχουν αναφέρει ότι μπορεί να εμφανιστούν κακοσμίες σε τρόφιμα παρασκευασμένα με τη χρήση υπερήχων, λόγω των ταχύτερων φαινομένων οξειδωσης των λιπιδίων. Επομένως, οι μάγειρες πρέπει να δώσουν περισσότερη προσοχή σε αυτά τα ζητήματα, εκτός από τις αλλαγές στο χρώμα και στο ιξώδες, όταν προετοιμάζουν τρόφιμα στο σπίτι ή στην κουζίνα του εστιατορίου χρησιμοποιώντας επεξεργασία υπερήχων (Caroñas, 2021).

### 3.1.3. Χρήση εξοπλισμού

Ο ρόλος του εξοπλισμού στη νέα γαστρονομική τέχνη και επιστήμη της μοριακής γαστρονομίας είναι τόσο σημαντικός όσο και των συστατικών που χρησιμοποιούνται. Παρακάτω (Πίνακας 2) αναγράφονται μερικές από τις συσκευές που χρησιμοποιούνται στις τεχνικές αυτές. (Sivakumaran et al., 2018)

**Πίνακας 2: Εξοπλισμός που χρησιμοποιείται στη Μοριακή Γαστρονομία (Sivakumaran et al., 2018)**

| Εξοπλισμός | Περιγραφή |
|------------|-----------|
|            |           |

|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| Τυπικός Ψηφιακός Κυκλοφορητής    | Μαγειρεύει το φαγητό σε χαμηλές θερμοκρασίες μέσα σε υγρό. Το τρόφιμο τοποθετείται σε σακούλα, συσκευασμένο υπό πίεση σε στυλ sous-vide. Η αντλία κυκλοφορεί το ζεσταμένο υγρό ώστε να διατηρήσει τη σωστή θερμοκρασία.  |
| Επαγωγικές εστίες                | Οι επαγωγικές εστίες είναι πολύ ισχυρές και χρησιμοποιούν πολύ λιγότερη ενέργεια από τις συνηθισμένες εστίες.  |
| Αποξηραντήρας τροφίμων Excalibur | Διάφορα τρόφιμα αποξηραίνονται. Κάποια σερβίρονται κρύα, ενώ άλλα ζεστά, κατευθείαν από τον αποξηραντήρα, ενώ άλλα μπορούν να ψηθούν περαιτέρω ή να τηγανιστούν για να δημιουργήσουν ένα τραγανότερο αποτέλεσμα.   |
| Μίξερ υψηλής ταχύτητας Racojet   | Είναι αποτελεσματικό στο να δημιουργεί παγωτά και σορμπέ. Τα μείγματα τοποθετούνται στα κουτιά, καταψύχονται και μετά τοποθετούνται στο μίξερ για να μετατραπούν σε παγωμένα επιδόρπια με τέλεια υφή.  |
| Thermomix                        | Το Thermomix έχει την απίστευτη δυνατότητα να ψιλοκόβει, να κτυπάει, να αναμιγνύει, να ζυμώνει, να θερμαίνει και να ανακατεύει, να μαγειρεύει στον ατμό και να ζυγίζει τρόφιμα, μεταξύ άλλων. Είναι ιδανικό για περίπλοκες συνταγές όπου κολλοειδή πρέπει να αναμιχτούν και θερμανθούν προσεκτικά. |
| Μηχανές κενού                    | Χρησιμοποιούνται για την ασφαλή αποθήκευση των τροφίμων, αλλά και για διαδικασίες όπως το sous-vide. Τα τρόφιμα μπορούν να τοποθετηθούν σε σακούλες μαζί με την ανάλογη μαρινάδα της κάθε συνταγής έτσι ώστε με την βοήθεια του κενού, να είναι πιο εύκολη η εισχώρηση της μαρινάδας στο τρόφιμο.  |
| Μηχανές καπνίσματος              | Χρησιμοποιούνται για να αντλούν καπνό σε δοχεία σερβιρίσματος, έτσι ώστε να αρωματίζουν τα τρόφιμα με τον καπνό.   |

|                            |   |
|----------------------------|---|
| Σιφόνι σόδας και Αμπούλες  | Οι αμπούλες περιέχουν 8 γραμμάρια διοξειδίου του άνθρακα (CO <sub>2</sub> ). Χρησιμοποιείται μια αμπούλα για κάθε φιάλη. Δεν έχουν ημερομηνία λήξης και είναι κατασκευασμένες από 100% ανακυκλωμένο ατσάλι.   |
| Gastrovac                  | Είναι συσκευή για μαγείρεμα και εμποτισμό υπό κενό. Λειτουργεί δημιουργώντας μια τεχνητή ατμόσφαιρα χαμηλής πίεσης και ελεύθερης από οξυγόνο, χαμηλώνοντας έτσι δραστικά τις θερμοκρασίες μαγειρέματος και διατηρώντας την υφή, το χρώμα και τα θρεπτικά συστατικά των τροφίμων.                            |
| Nitral                     | Προτείνεται η χρήση του για παρασκευές που χρησιμοποιούν υγρά σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες, όπως το υγρό άζωτο. Είναι φτιαγμένο από 100% ανοξείδωτο ατσάλι και το εσωτερικό του είναι φτιαγμένο από καουτσούκ και Teflon για να ελαχιστοποιήσει την εξάτμιση του αζώτου αλλά και την μεταφορά θερμότητας.   |
| Εργαλειοθήκη σφαιροποίησης | Σύριγγες χρησιμοποιούνται για την ομοιόμορφη προσθήκη του γευστικού μείγματος σε λουτρό ασβεστίου ή αλγινικού οξέος για τη δημιουργία μικρών σφαιρών, που αποκαλούνται και «χαβιάρι». Μεγαλύτερες σφαίρες, έως και το μέγεθος ενός κρόκου αυγού, σχηματίζονται με τη βοήθεια ειδικών κουταλιών demi-sphere. |
| Ζυγαριά κοσμημάτων         | Διάφορα συστατικά, κόμμεα και κολλοειδή πρέπει να ζυγίζονται με τεράστια ακρίβεια για την κάθε συνταγή για να έχουμε τα καλύτερα αποτελέσματα. Τέτοιου είδους μικρές αλλά πολύ ακριβείς ζυγαριές είναι πολύτιμες για τη ζύγιση των συστατικών.  |

#### **3.1.4. Αναλυτικές μέθοδοι για τη μοριακή γαστρονομία**

Το μαγείρεμα κάθε τροφίμου προκαλεί φυσικές τροποποιήσεις στη μικροδομή του πιάτου, καθώς και αλλαγές στη χημική σύνθεση των διάφορων τμημάτων που συνθέτουν το πιάτο, έτσι ώστε να απαιτούνται χημικές και φυσικές αναλυτικές μέθοδοι. Τέτοιες μέθοδοι περιλαμβάνουν την υπεριώδη, την υπέρυθη και τη φασματοσκοπία μάζας. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να επιτευχθεί μια λεπτομερέστερη περιγραφή των αλλαγών που συντελούνται στο πιάτο. (Sivakumaran et al, 2018)

Για τη διεύρυνση των μικροχημικών τροποποιήσεων που καθορίζουν τις βιοδραστικότητες των μορίων του τροφίμου, είναι σημαντικό να ληφθεί υπόψη ότι τα περισσότερα συστατικά του πιάτου αποτελούν κολλοειδή συστήματα, οπότε δημιουργείται η ανάγκη αναλυτικών μεθόδων για τη μελέτη αυτών των φυσικοχημικών συστημάτων. Πρέπει να χρησιμοποιούνται μέθοδοι που παρέχουν πληροφορίες απευθείας και χωρίς την ανάγκη για προετοιμασία δείγματος, όπως είναι οι δέσμες νετρονίων, οι ακτίνες Χ, μικροσκοπία, αλλά και ανάλυση εικόνας με συνεστιακό φωτισμό ή απεικόνιση με πυρηνικό μαγνητικό συντονισμό (NMR). (Sivakumaran et al, 2018)

Στην πράξη, τα σύνθετα τζέλ αποδεικνύεται ότι βρίσκονται στο επίκεντρο της δραστηριότητας στις αναλύσεις αυτές, καθώς οι φυτικοί και οι ζωικοί ιστοί είναι τυπικά τζελ, με μια υγρή φάση να διασπείρεται σε μια στερεή και συνεχόμενη φάση. Άλλες αναλυτικές μέθοδοι, όπως το NMR, διάφορες μικροσκοπίες (οπτική, φθορισμού, UV, IR, συνεστίαση κ.λπ.) καθώς και διάφορες μέθοδοι διαχωρισμού και αναγνώρισης (φασματοφωτομετρία μάζας) μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να επιτευχθεί η λεπτομερής περιγραφή των αλλαγών. Η ερμηνεία τέτοιων αναλύσεων που περιλαμβάνουν μεγάλο όγκο δεδομένων, απαιτεί τη χρήση χημειομετρικών μεθόδων. (Sivakumaran et al, 2018)

#### **3.1.5. Περαιτέρω εφαρμογές της Μοριακής Γαστρονομίας**

Η βιομηχανία επεξεργασίας τροφίμων και τα επιστημονικά εργαστήρια, έχουν δανείσει τις τεχνικές τους στους σεφ, οι οποίοι μπορούν να δημιουργήσουν

καινοτόμα πιάτα που δεν έχουμε ξαναδεί, καθώς μπορούν να προσθέσουν νέες γεύσεις και να τους χαρίσουν ενδιαφέρουσα εμφάνιση. Δεν πρέπει να αγνοούμε άλλο ένα πλεονέκτημα που παρέχει η μοριακή γαστρονομία, το οποίο είναι η εκπαίδευση του κοινού σχετικά με τα τρόφιμα, τη μαγειρική, αλλά και τις επιστήμες, συμπεριλαμβανομένης της χημείας, με τρόπο κατανοητό και εισαγωγή των εννοιών με γαστρονομικά παραδείγματα. (Caroñas, 2021)

Πρόσφατα εξερευνήθηκαν και τα πιθανά οφέλη της χρήσης της μοριακής γαστρονομίας στην εκπαίδευση, ιδιαίτερα όσον αφορά τη διδασκαλία των χημικών εννοιών στους μαθητές, προκειμένου να ενισχυθεί το ενδιαφέρον τους και να εκπαιδευτούν σχετικά με τις εφαρμογές των χημικών φαινομένων στην πραγματική ζωή. Παραδείγματα εφαρμογών αποτελούν οξεοβασικές αντιδράσεις, η επίδραση του pH στο χρώμα των τροφίμων, αντιδράσεις οξείδωσης-αναγωγής και επιδείξεις για τη δομή και τη σταθερότητα των πρωτεϊνών, χρησιμοποιώντας τη γλουτένη του σίτου ή τα αυγά. Μια μελέτη εφαρμογής της μοριακής γαστρονομίας και της κουζίνας «*note-by-note*» σε πανεπιστημιακό επίπεδο παρουσίασε τα αποτελέσματα εκπαιδευτικών προγραμμάτων που δημιουργήθηκαν στο Dublin Institute of Technology (Δουβλίνο, Ιρλανδία) και ορισμένα παραδείγματα καινοτόμων πιάτων που θυμίζουν παραδοσιακές και γνωστές γεύσεις. (Caroñas, 2021)

Η νέα τάση του «συνθετικού φαγητού», που μερικές φορές ονομάζεται «*note-by-note cooking*» βασίζεται στη χρήση καθαρών ενώσεων για την αναδημιουργία της γεύσης, της υφής και (μερικές φορές) της εμφάνισης των «πραγματικών τροφίμων». Αναφέρονται πολλά παραδείγματα συνταγών αυτής της τεχνικής και βασίζονται κυρίως στην ανάμιξη πρωτεϊνών, όπως είναι οι πρωτεΐνες του ασπραδιού αυγού με νερό, και η προσθήκη ζάχαρης, χρωστικής ουσίας, οξικού οξέος και αλατιού. Άλλες συνταγές είναι βασισμένες σε γαλακτώματα, που περιλαμβάνουν τη γαλακτωματοποίηση με λάδι, ακολουθούμενη από την προσθήκη αλατιού, γλυκόζης, χρωστικών και γλουταμινικού μονονάτριου με τη συμμετοχή άλλων ενώσεων για να προσθέσουν γεύση. Το μαγείρεμα του μίγματος, του διαλύματος ή του γαλακτώματος γίνεται συνήθως με τη χρήση φούρνου μικροκυμάτων. Υπάρχει μεγάλο ενδιαφέρον για αυτή την προσέγγιση, η οποία μπορεί να χρησιμεύσει σε επιδείξεις και σε δόκιμες των αισθητηριακών επιδράσεων της αλληλεπίδρασης των συστατικών. Ωστόσο, έχει προταθεί από τον

Herve This ότι αυτή η προσέγγιση μπορεί, επίσης, να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή προϊόντος που ομοιάζει με κρέας, με τη χρήση κυτταρικών καλλιιεργειών ως πιθανού μελλοντικού μέσου παραγωγής κρέατος με λιγότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις. (Caroraso, 2021).

### 3.2. Εφαρμογές της τεχνικής *sous-vide*

Η μέθοδος *sous-vide* (SV) είναι μια τεχνική ελάχιστης επεξεργασίας που χρησιμοποιείται για να μαγειρεύει διαφορετικούς τύπους τροφίμων, συμπεριλαμβανομένων του βοδινού, του χοιρινού, του κοτόπουλου, του ψαριού, καθώς και ορισμένων φρούτων και λαχανικών όπως η πατάτα, η ντομάτα, τα φασόλια, κ.λπ.. Σε αντίθεση με άλλες παραδοσιακές μεθόδους μαγειρέματος, η SV διατηρεί υψηλότερα τα θρεπτικά και αισθητικά χαρακτηριστικά του τροφίμου, καθώς επίσης το προστατεύει από την άμεση επαφή με το οξυγόνο. Το μαγείρεμα με τη μέθοδο *sous-vide* γενικά εφαρμόζεται σε μια ποικιλία θερμοκρασιών, ανάλογα με τον τύπο του τροφίμου. Για παράδειγμα, τα λαχανικά μαγειρεύονται γύρω στους 95 °C, ενώ τα προϊόντα κρέατος κάτω από 70 °C. Η αρκετά υψηλότερη θερμοκρασία για το μαγείρεμα των λαχανικών οφείλεται στη θερμική διάχυση που προκύπτει περίπου στους 100 °C, αδρανοποιώντας τα παθογόνα που μεταφέρονται μέσω των τροφίμων. Επιπλέον, ο χρόνος που απαιτείται για το μαγείρεμα και την ψύξη των προϊόντων είναι ουσιώδης για τη διατήρηση της ποιότητας (Kathuria et al., 2022).

Ο ακριβής έλεγχος της θερμοκρασίας επιτρέπει την εφαρμογή πολλών τρόπων μαγειρέματος που δεν επιτυγχάνονται με άλλες τεχνικές. Τα αυγά χρησιμοποιούνται συχνά ως χαρακτηριστικό παράδειγμα τροφίμου για να καταδειχθεί ο καταλυτικός ρόλος της θερμοκρασίας μαγειρέματος, καθώς το βράσιμό τους σε νερό στους 52°C επιτρέπει την πήξη της αλβουμίνης (ασπράδι), ενώ ο κρόκος παραμένει υγρός. Ένα άλλο παράδειγμα είναι το μαγείρεμα κρέατος σε πολύ χαμηλότερη θερμοκρασία, και για περισσότερο χρόνο, σε σχέση με παραδοσιακές τεχνικές. Σήμερα, αποτελεί σχεδόν κοινή πρακτική στις κουζίνες εστιατορίων υψηλού επιπέδου η χρήση της μεθόδου *sous-vide*. Η διάδοση αυτής της τεχνικής σχετίζεται επίσης με την απλότητα εφαρμογής της και τη συνέπεια των αποτελεσμάτων που επιτυγχάνονται. Η παρακολούθηση του χρόνου μαγειρέματος



και η ρύθμιση συγκεκριμένης θερμοκρασίας ακόμα και με αυτόματο τρόπο, ενώ το φαγητό είναι σφραγισμένο σε πλαστικές σακούλες, είναι ευκολότερη σε σύγκριση με τις συμβατικές μεθόδους στις οποίες ο σεφ πρέπει να ελέγχει αρκετές φορές και να κρίνει εμπειρικά αν το αποτέλεσμα είναι το επιθυμητό. Συνοπτικά, η ακριβής παρακολούθηση της θερμοκρασίας και του χρόνου επιτρέπει καλύτερα αποτελέσματα. Οι σεφ εστιατορίων τείνουν να μαγειρεύουν το κρέας σε χαμηλότερες θερμοκρασίες σε σύγκριση με τους μάγειρες της οικιακής κουζίνας. Η θερμοκρασία που επιλέγουν οι σεφ για το μαγείρεμα του χοιρινού είναι περίπου 60°C-63°C. Η θερμοκρασία 56,5°C έχει αναφερθεί ως η βέλτιστη, όσον αφορά το μαγείρεμα βόειου κρέατος. Ψάρια ή θαλασσινά όπως ο αστακός και τα χτένια θα μπορούσαν επίσης να μαγειρευτούν σε αυτή τη θερμοκρασία, ενώ το χοιρινό ρολό και τα παϊδάκια χρειάζονται υψηλότερες θερμοκρασίες, στην περιοχή των 71°C-80°C. Η αύξηση της θερμοκρασίας επηρεάζει ανάλογα τη σκληρότητα του κρέατος. Η θερμοκρασία 63,5°C προτείνεται για το στήθος κοτόπουλου, 71°C προτείνεται για τα μπούτια κοτόπουλου και 80°C για τα μπούτια γαλοπούλας ή πάπιας. Η χαμηλότερη θερμοκρασία είναι ιδανική για τα ψάρια, δηλαδή 52°C, αλλά υπάρχουν εξαιρέσεις, όπως οι γαρίδες που μαγειρεύονται στους 60°C. Η θερμοκρασία μαγειρέματος για τα λαχανικά και τα φρούτα μπορεί να ποικίλλει σε πιο περιορισμένο βαθμό, με τους 84°C να θεωρείται ως η βέλτιστη θερμοκρασία και με τους χρόνους μαγειρέματος να κυμαίνονται συνήθως από 30 λεπτά έως 4 ώρες (Caporaso, 2021).

Οι κύριες αλλαγές στο κρέας που υποβάλλεται σε παρατεταμένο μαγείρεμα σε μέτριες θερμοκρασίες αφορούν κυρίως την υφή του. Οι μεγαλύτεροι χρόνοι μαγειρέματος επηρεάζουν τη διάλυση του κολλαγόνου και το διαλυμένο κολλαγόνο οδηγεί σε σχηματισμό μεγαλύτερης ποσότητας ζελατίνης και μείωση της σκληρότητας του κρέατος. Αυτή η επίδραση προκύπτει όταν η θερμοκρασία ανέλθει τους 65°C στον συνδετικό ιστό των θηλαστικών. Επιπλέον, το μαγείρεμα του κρέατος σε μέτριες θερμοκρασίες οδηγεί στην πήξη της μυοϊνιδιακής πρωτεΐνης. Η πήξη για τις περισσότερες πρωτεΐνες αυτού του τύπου προκύπτει σε θερμοκρασίες πάνω από 70°C-80°C. Επιπλέον, η χρήση σάκων υπό κενό επιτρέπει την αφαίρεση του αέρα, εξασφαλίζοντας τη μεταφορά της θερμότητας ομοιόμορφα, ενώ παράλληλα αποφεύγεται ο σχηματισμός ανεπιθύμητων γεύσεων, η δημιουργία των

οποίων προκύπτει με την παρουσία οξυγόνου. Η αφαίρεση του οξυγόνου από το φαγητό μπορεί να βελτιώσει το προϊόν από την άποψη της οξειδωσης, καθώς και να εξασφαλίζει την αποδοχή από τον καταναλωτή, ακόμα και στην περίπτωση των λαχανικών που μαγειρεύονται με την τεχνική *sous-vide*. Ένα μειονέκτημα μπορεί να είναι το κόστος του εξοπλισμού, ιδιαίτερα για εφαρμογές στον τομέα της εστίασης με περιορισμένο αριθμό αιτημάτων ή χρηστικότητα. Επιπλέον, η μορφή των προϊόντων τροφίμων μπορεί να αλλοιωθεί, ειδικά όταν το επίπεδο κενού που έχει οριστεί από την αντλία είναι υπερβολικό, λόγω της συμπίεσης του φαγητού από τη χρησιμοποιούμενη πλαστική σακούλα. (Pandita et al., 2023)

Έχει, επίσης, αναλυθεί η επίδραση του χρόνου και της θερμοκρασίας κατά το μαγείρεμα μάγουλων χοιρινού χρησιμοποιώντας συσκευασία κενού, με διαφορετικές συνθέσεις. Στη μελέτη των del Pulgar et al. (2012) χρησιμοποιήθηκαν οκτώ συνδυασμοί χρόνου (μεταξύ 5 και 12 ωρών) και θερμοκρασιών (που κυμαίνονται από 60°C έως 80°C) με την τεχνική *sous-vide*. Οι επιστήμονες συνέκριναν τα αποτελέσματα με το τυπικό μαγείρεμα κρέατος, εφαρμόζοντας την τεχνική του παραδοσιακού βρασίματος σε κατσαρόλα για 30 λεπτά. Ο χρόνος και η θερμοκρασία μαγειρέματος, όπως ήταν αναμενόμενο, επηρέασαν την υφή του κρέατος με στατιστικά σημαντικό τρόπο. Οι συγγραφείς της μελέτης ανέφεραν ότι το κρέας που βράστηκε για 30 λεπτά σε παραδοσιακή κατσαρόλα είχε απώλεια νερού, παρόμοια με το κρέας που μαγειρεύτηκε στους 80°C με τη χρήση *sous-vide*. Διεξήχθη το συμπέρασμα ότι το μαγείρεμα *sous-vide* του κρέατος οδηγεί σε πιο ζουμερό κρέας καθώς και σε μεγαλύτερη διατήρηση θρεπτικών συστατικών του κρέατος. Επίσης, ο χρόνος μαγειρέματος φάνηκε να ασκεί περιορισμένη ή καμία επιρροή στο χρώμα του μαγειρεμένου κρέατος, όταν η θερμοκρασία δεν είναι υπερβολική, ακόμα και αν ο χρόνος μαγειρέματος παρατείνεται. Ωστόσο, αναφέρθηκε μια τάση για πιο έντονο κόκκινο χρώμα στο κρέας που μαγειρεύτηκε με *sous-vide* στους 60°C για 12 ώρες. Είναι σαφές ότι ο έλεγχος της θερμοκρασίας είναι καθοριστικός στο μαγείρεμα *sous-vide* των μάγουλων χοιρινού λόγω της επίδρασής του στην απώλεια νερού, με άλλα λόγια στο περιεχόμενο υγρασίας του μαγειρεμένου κρέατος, καθώς και στο χρώμα και την υφή του κρέατος. Τα αποτελέσματα υποδηλώνουν ότι η συσκευασία κενού από μόνη της δεν φέρνει σημαντική βελτίωση των φυσικοχημικών παραμέτρων (Carroaso, 2021). Η πιο

σημαντική αντίδραση που υφίστανται οι πρωτεΐνες κατά τη θερμική επεξεργασία είναι η αντίδραση Maillard, η οποία δεν είναι εφικτή στις χαμηλές θερμοκρασίες του *sous-vide*, οπότε το κρέας που μαγειρεύεται με αυτόν τον τρόπο, φαίνεται βρασμένο. Επομένως, το γρήγορο σοτάρισμα για μικρό χρονικό διάστημα (5–30 δευτερόλεπτα) προσδίδει μια έντονη γεύση στο κρέας μέσω της αντίδρασης αυτής (Pandita et al., 2023).

Βιοχημικές και φυσικές αλλαγές προκύπτουν κατά τη διάρκεια της διαδικασίας μαγειρέματος και επηρεάζουν τη μικροβιολογική ποιότητα και τα αισθητηριακά χαρακτηριστικά. Πολλές έρευνες δείχνουν ότι παρατηρήθηκαν καλύτερα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά σε βοδινό, χοιρινό και πουλερικό κρέας μετά από διαδικασία *sous-vide*. Ο παράγοντας που καθορίζει αυτά τα χαρακτηριστικά είναι ο σωστός συνδυασμός χρόνου και θερμοκρασίας. Όσον αφορά το χρώμα, τα κρέατα που έχουν δεχτεί μαγείρεμα *sous-vide* έχουν πιο έντονο κόκκινο χρώμα απ' ό,τι αυτά που έχουν μαγειρευτεί παραδοσιακά, λόγω των αλλαγών της μυοσφαιρίνης κατά τη διάρκεια του μαγειρέματος. Το άρωμα και η γεύση τους παρατηρήθηκε να είναι λιγότερο έντονα σε σχέση με αυτά που παρατηρούνται στα αντίστοιχα παραδοσιακά μαγειρεμένα κρέατα. Η υφή τους, με τη χρήση της συγκεκριμένης τεχνικής, παρατηρήθηκε πως έχει βελτιωθεί και τα κρέατα είναι πιο ζουμερά και τρυφερά (Latoch et al., 2023).

Όσον αφορά τα λαχανικά που μαγειρεύονται με τη μέθοδο του *sous-vide*, απαιτούν την εφαρμογή σχετικά υψηλών θερμοκρασιών, γύρω στους 80-90 °C, για την επίτευξη παραγωγής ενός ποιοτικά αρτιότερου αποτελέσματος σε σύντομο χρονικό διάστημα, σχετικά με τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά όπως η σκληρότητα, η γεύση κ.λπ.. Το χρονικό διάστημα και η θερμοκρασία του μαγειρέματος επηρεάζονται από πολλούς παράγοντες, όπως είναι το περιεχόμενο πηκτικών ουσιών και η περιεκτικότητα άμυλου. Η προετοιμασία πριν τη συσκευασία τους υπό κενό μπορεί να περιλαμβάνει φυσικές τροποποιήσεις για την βελτίωση του μαγειρέματός τους, όπως ξεφλούδισμα, κόψιμο, πλύσιμο, μπλαντάρισμα ή ακόμα και μαγείρεμα αν αυτό θεωρηθεί αναγκαίο. Τα λαχανικά, έπειτα, συσκευάζονται υπό κενό, έτσι ώστε να αποφευχθούν φυσαλίδες αέρα. Η αφαίρεση του οξυγόνου από τη συσκευασία προστατεύει αντιοξειδωτικά όπως το ασκορβικό οξύ, οι ανθοκυανίνες και άλλες φυτοχημικές ενώσεις που είναι

υπεύθυνες για τις λειτουργικές ιδιότητες των λαχανικών. Τα λαχανικά δεν έρχονται σε επαφή με το υγρό μαγειρέματος, επομένως τα κυτταρικά τους τοιχώματα είναι σχετικά άθικτα, κάτι που βοηθάει στη διατήρηση της συμπαγούς υφής τους, ενώ παράλληλα οι πηκτικές ενώσεις τους δέχονται μερική διάλυση, κάτι που συμβάλλει στην τρυφερότητα μετά το μαγείρεμα. Αυτές οι ιδιότητες τα καθιστούν διαφορετικά από τα παραδοσιακά μαγειρεμένα λαχανικά (Pandita et al, 2023).

Οι γευστικές και θρεπτικές ποιότητες των θαλασσινών, με παράλληλη τη διατήρηση της ασφάλειας προς κατανάλωσή τους, είναι τα κύρια χαρακτηριστικά που αναζητά ο καταναλωτής από το μαγείρεμά τους. Η υφή των μαγειρεμένων θαλασσινών είναι αποτέλεσμα της μετατροπής του κολλαγόνου σε ζελατίνη κατά το μαγείρεμα, όμως η θερμοκρασία που απαιτείται για αυτή την αντίδραση είναι σχετικά χαμηλή (46-49 °C), πράγμα που οδηγεί στην ανάπτυξη μικροοργανισμών. Επομένως, οι θερμοκρασίες που χρησιμοποιούνται για το μαγείρεμα *sous-vide* των θαλασσινών είναι 55-60 °C, που θεωρούνται ασφαλείς και θερμοκρασίες ιδανικές για παστερίωση. Τα θαλασσινά που έχουν υποστεί μαγείρεμα *sous-vide* έχει παρατηρηθεί πως έχουν υψηλότερη περιεκτικότητα σε λιπαρά οξέα ωμεγα-3 και θρεπτικά συστατικά. (Pandita et al, 2023)

### 3.3. Υδροκολλοειδή

Τα υδροκολλοειδή είναι γνωστά για τη λειτουργία τους ως πηκτικοί και πηκτωματογόνοι παράγοντες, σταθεροποιητές για γαλακτώματα και αφρούς, αλλά και ως μεταφορείς για βιοενεργά συστατικά. Έχουν, επίσης, τη δυνατότητα να μετατρέπονται σε προηγμένα νανοϋλικά για διάφορες ειδικές εφαρμογές, τόσο στα τρόφιμα, όσο και στη βιοϊατρική βιομηχανία. Τα υδροκολλοειδή και τα παράγωγά τους εμφανίζουν πολλά πλεονεκτήματα για την υγεία. (Fang et al, 2021).

Επιπλέον, τα υδροκολλοειδή έχουν χρησιμοποιηθεί σε μια ποικιλία τροφίμων για να βελτιώσουν την ποιότητα και τη διάρκεια ζωής τους. Οι δυο κυριότερες εφαρμογές τους είναι οι πηκτικοί και οι πηκτωματογόνοι παράγοντες. Ως πηκτικοί παράγοντες αποτελούν συστατικό σε πολλά συστήματα τροφίμων, όπως οι σάλτσες, οι σούπες, τα dressing σαλάτας κ.ά.. Ως πηκτωματογόνοι παράγοντες, τα υδροκολλοειδή έχουν χρησιμοποιηθεί σε προϊόντα όπως η μαρμελάδα, το ζελέ χαμηλών θερμίδων, κ.ά. (Fang et al, 2021).

Κατά τη διαδικασία της πήξεως, πραγματοποιείται η πλέξη των αλυσίδων πολυμερών, που οδηγεί σε σημαντική αύξηση του ιξώδους του διαλύματος. Η πήξη προκύπτει όταν η συγκέντρωση πολυμερών υπερβαίνει το όριο της διάλυσής τους στο μείγμα, έτσι ώστε τα μόρια να συνωσιάζονται, ευνοώντας την πλέξη των αλυσίδων τους. Το ιξώδες του διαλύματος εξαρτάται από τη μοριακή μάζα των πολυμερών που περιέχονται. Εξίσου σημαντικό ρόλο για το ιξώδες του διαλύματος παίζει και το υδροδυναμικό μέγεθος των πολυμερών, το οποίο επηρεάζεται από τη δομή τους. Ένα γραμμικό και άκαμπτο μόριο έχει μεγαλύτερο υδροδυναμικό μέγεθος από ένα διακλαδωμένο και εύκαμπτο μόριο, κάτι που οδηγεί σε υψηλότερο ιξώδες. Τα υδροκολλοειδή που έχουν χρησιμοποιηθεί σαν πηκτικοί παράγοντες περιλαμβάνουν το άμυλο, το αραβικό κόμμι ή το κόμμι ακακίας, το τροποποιημένο άμυλο, το κόμμι ξανθάνης, το κόμμι καράγια, κ.ά.. Το πηκτικό αποτέλεσμα των υδροκολλοειδών επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες, όπως τον τύπο υδροκολλοειδούς, τη συγκέντρωση, το pH, τη θερμοκρασία και το τροφικό σύστημα στο οποίο χρησιμοποιούνται. (Fang et al, 2021)

Τα πηκτώματα, ή αλλιώς γέλες, είναι μια μορφή ύλης ανάμεσα σε στερεή και υγρή φάση, αναδεικνύοντας ελαστικές ιδιότητες αλλά και ιδιότητες ροής. Ζελατινοποίηση είναι η διαδικασία όπου αλυσίδες πολυμερών μπλέκονται μεταξύ τους σε ένα τρισδιάστατο δίκτυο που εγκλωβίζει νερό στο εσωτερικό του. Τα υδροκολλοειδή χρησιμοποιούνται ευρέως σαν πηκτωματογόνοι παράγοντες με ιδανικές ιδιότητες, και ειδικότερα τις ιδιότητες που αφορούν την υφή. Τα πηκτώματα είναι δομές τρισδιάστατων δικτύων υψηλής υγρασίας. Μπορούν να διατηρήσουν το σχήμα τους μετά από έκθεση σε συνθήκες πίεσης. Τα πηκτώματα μπορούν να δημιουργηθούν από φυσικές (θερμότητα ή πίεση), χημικές (pH), ή βιολογικές μεθόδους (ένζυμα). Για παράδειγμα, τα πηκτώματα γάλακτος μπορούν να δημιουργηθούν με την προσθήκη οξέος ή πυτιάς, ενώ η ζελατινοποίηση KGM προκαλείται από βασικές αλκαλικές ενώσεις. Ωστόσο, πολλά πηκτώματα που έχουν παραχθεί με φυσικό τρόπο, όπως συμβαίνει με τη θερμότητα, μπορούν να σχηματίσουν ομοιοπολικούς δεσμούς, δημιουργώντας, έτσι, χημικά πηκτώματα. Ο σχηματισμός πηκτωμάτων βασίζεται πάντα σε ποικίλους φυσικοχημικούς παράγοντες, συμπεριλαμβανομένης της θερμοκρασίας, της πίεσης, του pH, της

παρουσίας ενζύμων, της συγκέντρωσης των πηκτωματογόνων παραγόντων, της επιλογής διαφορετικών πολυμερών και της μοριακής τους μάζας. Η επιλογή και ο έλεγχος αυτών των παραγόντων οδηγεί στο σχηματισμό διαφορετικών πηκτωμάτων, όπως υδρογέλες, οργανογέλες, αερογέλες, τζελ γαλακτωμάτων, κ.ά.. Μερικά υδροκολλοειδή, που χρησιμοποιούνται ως πηκτωματογόνοι παράγοντες, είναι το άγαρ, το τροποποιημένο άμυλο, η πηκτίνη, το κόμμι Gellan, κ.ά., και χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία ζελέ, πουτίγκας, μαρμελάδας, γαλακτοκομικών επιδόρπιων και προϊόντων αρτοποιίας. (Fang et al, 2021)

Τα υδροκολλοειδή, επίσης, φημίζονται για τη χρήση τους ως σταθεροποιητές σε γαλακτώματα και βρώσιμους αφρούς, που χρησιμεύουν στη δημιουργία μιας ποικιλίας τροφίμων με τις επιθυμητές ιδιότητες όσον αφορά την υφή, τη σταθερότητα, τη γεύση και τη θρεπτική αξία. Οι γαλακτοματοποιητές που βασίζονται σε υδροκολλοειδή μπορούν να εντοπιστούν σε προϊόντα τροφίμων, όπως ανθρακούχα ποτά και σάλτσες. Πολλά υδροκολλοειδή μπορούν να λειτουργήσουν ως σταθεροποιητές σε γαλακτώματα ελαίου σε νερό (O/W), ενώ ελάχιστα από αυτά μπορούν να λειτουργήσουν ως γαλακτωματοποιητές. Οι κυριότεροι γαλακτωματοποιητές, με βάση τους πολυσακχαρίτες, είναι το αραβικό κόμμι, η πηκτίνη ζαχαρότευτλου, τα τροποποιημένα άμυλα και οι τροποποιημένες κυτταρίνες. Τελευταία, η ανάπτυξη γαλακτωματοποιητών με βάση την πρωτεΐνη, που προέρχονται από φυτικές πηγές, κερδίζει όλο και περισσότερη προσοχή. Αυτό οφείλεται στην ανάγκη πολλών καταναλωτών για αντικατάσταση των ζωικών προϊόντων με φυτικά, σε μια προσπάθειά να μειώσουν την κατανάλωση των ζωικών προϊόντων και να προάγουν τη βιωσιμότητα και την ασφάλεια στα τρόφιμα. Μερικοί φυτικοί γαλακτοματοποιητές, που θεωρούνται πολλά υποσχόμενοι, είναι οι πρωτεΐνες λούπινου, οι πρωτεΐνες μπιζελιού, οι πρωτεΐνες φύτρου καλαμποκιού και οι πρωτεΐνες σόγιας. (Fang et al, 2021)

Οι βρώσιμοι αφροί αποτελούν διασπορές όπου μεγάλος όγκος αερίου είναι διασκορπισμένος σε υγρό. Η σταθεροποίηση των αφρών απαιτεί ένα διεπιφανειακό φράγμα για την εμπόδιση της ένωσης γειτονικών φυσαλίδων αέρα. Οι ιδιότητες του αφρού αναφέρονται γενικά στην ικανότητα αφρισμού και στη σταθερότητά του. Η ικανότητα αφρισμού (foamability) είναι η ικανότητα της συνεχούς φάσης να

ενσωματώσει αέριο στο εσωτερικό της, ενώ η σταθερότητα ορίζεται ως η ικανότητα να διατηρήσει την ενσωμάτωση του αερίου αυτού, για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Πολλά υδροκολλοειδή που προέρχονται από τρόφιμα έχουν χρησιμοποιηθεί σαν σταθεροποιητές αφρών, όπως οι κασεΐνη, οι πρωτεΐνες ορού γάλακτος, η ζελατίνη, η πηκτίνη, η κυτταρίνη, κ.ά. (Fang et al, 2021)

### 3.4. Σφαιροποίηση

Η σφαιροποίηση εφευρέθηκε περίπου 70 χρόνια πριν, από τον Peschardt, όσο αυτός έφτιαχνε σφαιρικές σταγόνες που έμοιαζαν με φρέσκα κεράσια. Παρά την ύπαρξη αυτής της τεχνικής για πολλές δεκαετίες, η σφαιροποίηση χρησιμοποιήθηκε στην *avant-garde* κουζίνα πολύ πιο πρόσφατα. Μια από τις πρώτες εφαρμογές της σφαιροποίησης ήταν το εικονικό χαβιάρι με γεύση πεπόνι, δηλαδή μια μεμβράνη από αλγινικό ασβέστιο που σχημάτιζε κάψα γύρω από χυμό πεπονιού, κάτι που τελικά αποδείχθηκε μεγάλη επιτυχία. Η επίμονη και προσεκτική τροποποίηση και ανάπτυξη της τεχνικής αυτής διεύρυνε τη δυνατότητα της για συμπερίληψη μεγαλύτερης ποικιλίας συστατικών. Σύντομα, μεμβράνες αλγινικού ασβεστίου μπορούσαν να «περιτυλίζουν» μεγάλο εύρος υγρών διαλυμάτων, όπως για παράδειγμα τη μετατροπή του κοινού ελαιόλαδου σε χρυσές σφαιρικές χάντρες ομοιομόρφου μεγέθους (Fu et al, 2014). Η σφαιροποίηση χρησιμοποιείται από σεφ για το σχηματισμό ενός υγρού διαλύματος σε μικρές βρώσιμες σφαίρες σε περίβλημα αλγινικού ασβεστίου εφαρμόζοντας την τεχνική της ζελατινοποίησης. Αυτή η μέθοδος αποτελεί τη βάση για τον σχηματισμό εικονικού χαβιαριού, αυγών, gnocchi και ravioli (Nicholas et al.,2022).

Πρόσφατα, εισήλθε στην καθημερινότητα του καταναλωτή ένα ρόφημα γνωστό ως bubble tea, ένα ταιβανέζικο ρόφημα με βάση το τσάι που έκανε την εμφάνισή του τη δεκαετία του 1990 και αναγνωρίστηκε παγκοσμίως στη δεκαετία του 2000. Το αυθεντικό bubble tea περιέχει πέρλες από ταπιόκα. Τα τελευταία χρόνια, όμως, έχουν εμφανιστεί οι πέρλες χυμού (popring boba) ως η νέα αγαπημένη γαρνιτούρα του bubble tea (Εικόνα 8), χάρη στη μοναδική αίσθηση έκρηξης χυμού στο στόμα μόλις δαγκωθούν. Αυτές οι πέρλες έχουν δημιουργηθεί με τη χρήση της τεχνικής της σφαιροποίησης. Παρόλο που η διαδικασία της

σφαιροποίησης φαίνεται απλή, μπορεί να επηρεαστεί εύκολα από παράγοντες όπως η επιφανειακή τάση και η χημική αντίδραση που, είτε θα προκαλέσουν τη διάλυση των περλών, είτε την αποτυχία σχηματισμού τους. Η προσπάθεια τελειοποίησης των συνθηκών οξύτητας, αναλογίας αλγινικού άλατος και ασβεστίου, της πυκνότητας και του ιξώδους του διαλύματος, μπορεί να είναι χρονοβόρα και περίπλοκη. (Nicholas et al., 2022)



Εικόνα 8 Bubble tea με πέρλες χυμού

Γι' αυτό τον λόγο, οι Nicholas et al. (2022) πραγματοποίησαν έρευνα για την ανάπτυξη μιας εργαλειοθήκης σφαιροποίησης που θα ήταν εύκολη στη χρήση, θα περιείχε τα απαραίτητα αναμειγμένα συστατικά και τον βασικό εξοπλισμό, η χρήση του οποίου βοηθάει στο να δημιουργηθούν πέρλες χυμού από κάθε είδους υγρό διάλυμα. Για την εν λόγω έρευνα, χρησιμοποιήθηκαν δυο συστατικά, το αλγινικό άλας και το άλας ασβεστίου. Τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν ήταν μια σύριγγα, ένα μπουκάλι, δίσκοι σχηματισμού, ένα σουρωτήρι και μια μεζούρα μαγειρικής. Ο σχηματισμός μεγαλύτερων σφαιριδίων επιτεύχθηκε με τη χρήση κουταλιού. Η διαδικασία προετοιμασίας των περλών χωρίστηκε σε τρία μέρη, την προετοιμασία του μείγματος αλγινικού άλατος, την προετοιμασία μείγματος άλατος ασβεστίου και, τέλος, τον σχηματισμό των περλών. Το αλγινικό άλας διαλύθηκε σε νερό, ενώ το άλας ασβεστίου διαλύθηκε σε ροφήματα, όπως αναψυκτικό, γάλα, σιρόπι, μέλι ή χυμό, και ζεστάθηκε σε μέτρια θερμοκρασία μέχρι να ομογενοποιηθεί. Έπειτα, το διάλυμα αλγινικού άλατος προστέθηκε στο δίσκο, μέσα στον οποίο προστέθηκαν σταγόνες από το διάλυμα άλατος ασβεστίου και ροφήματος, με τη χρήση της σύριγγας. Οι πέρλες αφέθηκαν στο διάλυμα αλγινικού άλατος για 2 λεπτά και αφαιρέθηκαν με τη βοήθεια του σουρωτηριού για να ξεπλυθούν σε λουτρό καθαρού νερού. Στην έρευνα αυτή, χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της αντίστροφης σφαιροποίησης, καθώς η εφαρμογή της είναι ευρύτερη και μπορεί να χρησιμοποιηθεί με σχεδόν κάθε είδους υγρό διάλυμα, όπως χυμοί, σόδες, σάλτσες και σούπες. (Nicholas et al., 2022)

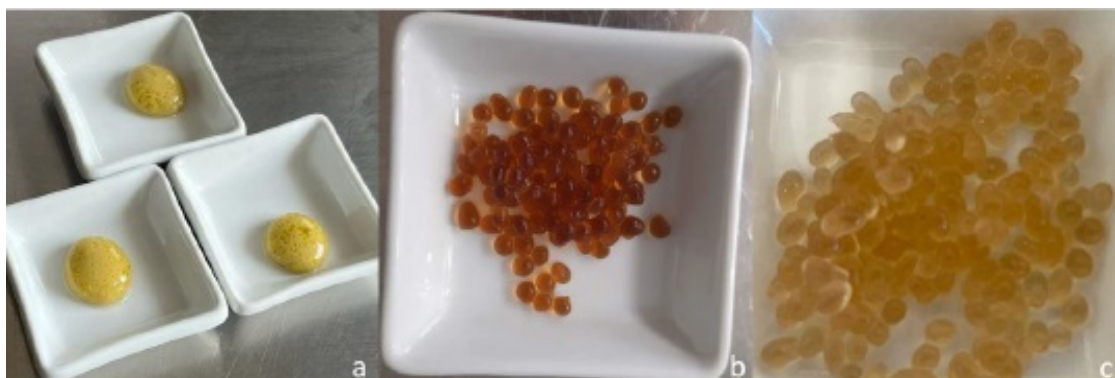


Στη μελέτη των Silva et al. (2023) για την εξερεύνηση της μεθόδου της σφαιροποίησης, χρησιμοποιήθηκαν τρόφιμα από τη μεσογειακή διατροφή. Πιο συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκαν πράσινες ελιές από περιοχές της Πορτογαλίας, κρασί, ξύδι σύκου και ξύδι σταφυλιού για τον σχηματισμό σφαιριδίων υδρογέλης ελιάς και πέρλες κρασιού και ξυδιών. Οι χημικές ενώσεις που χρησιμοποιήθηκαν ήταν αλγινικό νάτριο και γλυκονογαλακτικό ασβέστιο. Το αλγινικό νάτριο προστέθηκε σε νερό και θερμάνθηκε με συνεχή ανάδευση στους 65 °C. Στη συνέχεια τοποθετήθηκε σε ψυγείο για 30 λεπτά. Για τη δημιουργία του μείγματος ελιάς, οι εκπυρωμένες ελιές τοποθετήθηκαν σε μπλέντερ μέχρι να πολτοποιηθούν. Μετέπειτα, φιλτραρίστηκαν και η πούλπα διαχωρίστηκε από τον χυμό τους. Στον χυμό τους προστέθηκε το γλυκονογαλακτικό ασβέστιο, έπειτα, το μείγμα τοποθετήθηκε σε φόρμες και καταψύχτηκε για 90 λεπτά. Για τον σχηματισμό των σφαιρών υδρογέλης ελιάς με υγρό κέντρο, οι σφαίρες του μείγματος ελιάς ξεφορμαρίστηκαν και τοποθετηθήκαν παγωμένες στο διάλυμα αλγινικού νατρίου για 10 λεπτά. Έπειτα, πλύθηκαν σε λουτρό νερού για να αφαιρεθούν τα υπολείμματα του αλγινικού άλατος. (Silva et al., 2023)

Για τις πέρλες κρασιού, το κρασί αναμείχθηκε με το αλγινικό νάτριο μέχρι να διαλυθεί, και παράλληλα προστέθηκε και το διάλυμα γλυκονογαλακτικού ασβεστίου. Με τη βοήθεια μιας πλαστικής πιπέτας, σταγόνες διαλύματος κρασιού τοποθετηθήκαν στο διάλυμα του ασβεστίου, όσο αυτό αναδευόταν συνεχόμενα, για τον σωστό σχηματισμό των σφαιριδίων. Μετά το τέλος της αντίδρασης, οι πέρλες κρασιού τοποθετηθήκαν σε λουτρό απιονισμένου νερού και έπειτα βυθίστηκαν σε διάλυμα κρασιού μέχρι το σερβίρισμα. Παρόμοια διαδικασία ακολουθήθηκε και για τον σχηματισμό των περλών των δυο ειδών κρασιού. (Silva et al., 2023)

Τα αποτελέσματα της μελέτης (Εικόνα 9) έδειξαν ότι η σφαιροποίηση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παράγωγη διάφορων προϊόντων εγκλεισμένων σε μεμβράνη αλγινικού άλατος που, κατά την κατανάλωση, «σπάνε» στο στόμα και απελευθερώνονται οι γεύσεις από το εσωτερικό τους. Η αντίστροφη σφαιροποίηση για τη δημιουργία των σφαιρών ελιάς με υγρό κέντρο και η σφαιροποίηση για το σχηματισμό περλών κρασιού και ξυδιού αποδείχθηκε πως μπορούν να

χρησιμοποιηθούν για εμπλουτίσουν διαφορά πιάτα με νέες γεύσεις και υφές (Silva et al., 2023).



Εικόνα 9 Σφαίρες ελιάς (a), πέρλες κρασιού (b) και πέρλες ξυδιού (c)

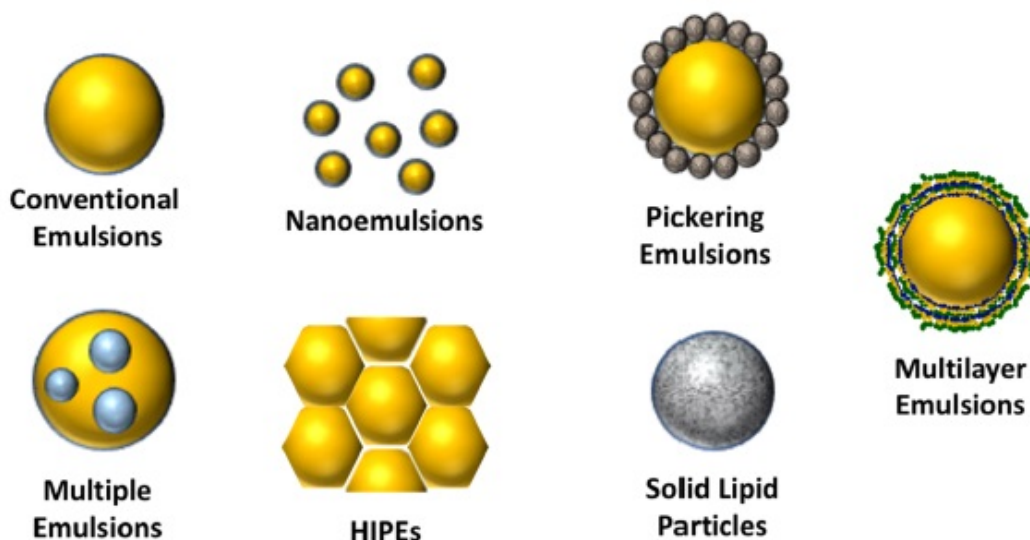
Μελέτες έχουν διεξαχθεί με το επίκεντρο τους να είναι η παρατήρηση των αποτελεσμάτων της αλλαγής διάφορων παραμέτρων στη διαδικασία της σφαιροποίησης. Αυτή η τροποποίηση των παραμέτρων πραγματοποιήθηκε για την ευκολότερη κατανόηση των επιδράσεων που έχουν οι συγκεκριμένες παράμετροι στο σχηματισμό της κάψουλας αλγινικού άλατος κατά τη σφαιροποίηση. Το ιξώδες και η δύναμη της επιφανειακής τάσης των σταγόνων πρέπει να είναι μεγαλύτερα από τις δυνάμεις που χρειάζονται για την εξισορρόπηση της αντίστασης πρόσκρουσης, έτσι ώστε να αποφευχθεί ο αποσχηματισμός των σταγόνων όταν εισέρχονται στο αντίστοιχο διάλυμα, κι ειδικότερα όταν ακουμπούν την επιφάνεια του διαλύματος (Carroaso, 2021).

### 3.5. Εφαρμογές γαλακτοματοποίησης

Τα γαλακτώματα είναι κολλοειδικές διασπορές που απαρτίζονται από τουλάχιστον δυο μη αναμίξιμα υγρά, συνήθως νερό και έλαιο, με το ένα να είναι διεσπαρμένο εντός του άλλου με τη μορφή μικρών σταγονιδίων. Η θεμελιώδης αρχή της επιστήμης και τεχνολογίας της γαλακτοματοποίησης εφαρμόζεται στη βιομηχανία τροφίμων για να δημιουργήσει μια ευρεία ποικιλία γαλακτοματοποιημένων προϊόντων, όπως είναι τα γαλακτοκομικά, οι κρέμες, οι σάλτσες, τα επιδόρπια, η μαγιονέζα, η μαργαρίνη και το βούτυρο. Η φύση αυτών των προϊόντων τα καθιστά πλούσια σε ιδιαίτερες λειτουργικές ιδιότητες, όπως η επιθυμητή εμφάνιση, η υφή και το γευστικό προφίλ. Οι διεσπαρμένες σταγόνες εντός ενός γαλακτώματος έχουν

διάμετρο μεταξύ 200nm και 100μm. Υπάρχει μεγάλο εύρος ιδιοτήτων των γαλακτωμάτων, όπως είναι η επιλογή διαφορετικών ειδών ελαίων ή τύπων γαλακτωματοποιητών, η ενσωμάτωση επιπρόσθετων ουσιών (πηκτικών ή πηκτωματογόνων παραγόντων), η διακύμανση του μεγέθους των σταγονιδίων που διασπείρονται στη συνεχή φάση και η τροποποίηση της αναλογίας ελαίου και νερού. Ως αποτέλεσμα, λαμβάνονται διαφορετικές φυσικοχημικές, αισθητηριακές και θρεπτικές ιδιότητες. Ωστόσο, τα συνηθισμένα γαλακτώματα έχουν κάποιους περιορισμούς σε συγκεκριμένες εφαρμογές τους στη βιομηχανία τροφίμων. Για παράδειγμα, είναι ευαίσθητα στη διάσπαση μέσω μηχανισμών φυσικής αστάθειας, όπως ο διαχωρισμός λόγω βαρύτητας και η συσσωμάτωση των σταγονιδίων. Επιπρόσθετα, υψηλές περιεκτικότητες σε λίπος συχνά απαιτούνται για τη δημιουργία γαλακτωμάτων ελαίου σε νερό με ιξώδη ή ημιστερεά υφή, το οποίο αποτελεί μειονέκτημα για τη δημιουργία εκδοχών με μειωμένες θερμίδες ορισμένων προϊόντων. Πρόσφατα, υπάρχει αυξανόμενο ενδιαφέρον για τη βελτίωση της υγιεινής, της βιωσιμότητας και της ασφάλειας των τροφίμων, με σκοπό την αντιμετώπιση ορισμένων αρνητικών επιπτώσεων που σχετίζονται με τη σύγχρονη βιομηχανία τροφίμων, όπως είναι η αύξηση των χρόνιων ασθενειών, η περιβαλλοντική καταστροφή και οι ανησυχίες για την ασφάλεια των τροφίμων. Σε αυτό το πλαίσιο, υπάρχει μια τάση προς την εξερεύνηση προηγμένων συστημάτων γαλακτωμάτων που διαθέτουν νέες ή βελτιωμένες λειτουργικές ιδιότητες, όπως μειωμένες θερμίδες, ελεγχόμενη συμπεριφορά πέψης και αυξημένη βιοδιαθεσιμότητα βιοδραστικών συστατικών. Τα προηγμένα γαλακτώματα περιλαμβάνουν ένα ευρύ φάσμα σύνθετων υλικών, όπως νανογαλακτώματα, γαλακτώματα υψηλής εσωτερικής φάσης (HIPEs), γαλακτώματα Pickering, πολυστρωματικά γαλακτώματα, νανοσωματίδια στερεού λίπους και πολλαπλά γαλακτώματα. Τα ευρέως διαδεδομένα γαλακτώματα στη βιομηχανία τροφίμων είναι αυτά τα οποία έχουν ως συνεχή φάση το νερό και οι εφαρμογές του αποτελούν το επίκεντρο των ερευνών. (Tan et al., 2021).

Στην εικόνα 10 απεικονίζονται σχεδιαγράμματα των δομών των διαφορετικών ειδών γαλακτωμάτων.



Εικόνα 10 Δομές ειδών γαλακτωμάτων

#### ➔ Macro γαλάκτωμα

Έτσι ονομάζονται τα γαλακτώματα που έχουν τυπικές διαμέτρους σταγονιδίων, μεταξύ 100nm και 100μm. Τα macro γαλακτώματα αποτελούν τον πιο συνήθη τύπο γαλακτωμάτων και χρησιμοποιούνται σε πολλές διαφορετικές μορφές, όπως το γάλα, τα ροφήματα, τη μαγιονέζα, τις σάλτσες και τα επιδόρπια. Αυτά τα γαλακτώματα τείνουν να είναι φυσικά πιο ασταθή όταν υφίστανται περιβαλλοντικό στρες, όπως, για παράδειγμα, βαρύτιμο διαχωρισμό, συσσωμάτωση, πήξη και ωρίμανση Ostwald (Serदारoğlu et al., 2015).

#### ➔ Micro γαλάκτωμα

Micro γαλακτώματα είναι γαλακτώματα θερμοδυναμικά σταθερά και αυθόρμητα σχηματισμένα, με διαμέτρους από 5 έως 100nm. Γενικά, οι ερευνητές θεωρούν ότι τα νανογαλακτώματα είναι παρόμοια με τα micro γαλακτώματα, εφόσον και τα δυο συμπεριλαμβάνουν τυπικά νερό, έλαιο και τασιενεργά συστατικά, κι έχουν επίσης παρόμοιο μέγεθος σταγονιδίων. Ωστόσο, τα νανογαλακτώματα σχηματίζονται με μηχανική βοήθεια, ενώ τα micro γαλακτώματα αυτοσχηματίζονται. Κοινώς, ένα διάλυμα που περιέχει κατάλληλες ποσότητες νερού, ελαίου και τασιενεργών συστατικών μπορεί να δημιουργήσει micro γαλάκτωμα με φυσικό τρόπο. Επομένως, η κύρια διαφορά ανάμεσα στα γαλακτώματα αυτά με άλλα είδη γαλακτωμάτων (με μικρό μέγεθος σταγονιδίων) είναι τα θερμοδυναμικά τους χαρακτηριστικά, παρά η σύνθεση τους (Serदारoğlu et al., 2015).

## ➤ Νανογαλακτώματα

Νανογαλακτώματα ορίζονται οι δομές που έχουν διαμέτρους σταγονιδίων ανάμεσα σε 20-200 nm. Τα νανογαλακτώματα είναι ανώτερης ποιότητας από τα παραδοσιακά, καθώς έχουν διαφανή και ημιδιάφανη σύνθεση, μικρότερο μέγεθος σταγονιδίων, είναι σταθερά όσον αφορά την ιζηματογένεση και τείνουν να αυξάνουν τη βιοδιαθεσιμότητα. Χρειάζονται λιγότερο από 10% τασιενεργών παραγόντων κατά τη διαδικασία προετοιμασίας, ενώ τα micro γαλακτώματα χρειάζονται 20% ή περισσότερο. Αντιθέτως, όμως, με τα micro γαλακτώματα, τα νανογαλακτώματα δεν είναι θερμοδυναμικά σταθερά. Η παράγωγή τους χρήζει εφαρμογής μεγάλων δυνάμεων διάτμησης ώστε να ανταπεξέλθουν της επιφανειακής τάσης των σταγονιδίων, και γι' αυτό τον λόγο χρησιμοποιούνται ομογενοποιητές υψηλής πίεσης, microfluidizers και σύστημα υπερήχων (Serdaroglu et al., 2015). Αυτές οι συσκευές χρησιμοποιούνται ήδη συχνά στη βιομηχανία τροφίμων, είναι σχετικά εύκολες στην εφαρμογή και έχουν υψηλή απόδοση, πράγμα που σημαίνει ότι είναι κατάλληλες για εφαρμογές μεγάλης κλίμακας εμπορικής παραγωγής. Οι μέθοδοι χαμηλής ενέργειας περιλαμβάνουν τη σπειροειδή γαλακτωματοποίηση, τη θερμοκρασία αντιστροφής φάσης και τις μεθόδους σύνθεσης αντιστροφής φάσης. Αυτές οι μέθοδοι προκαλούν αλλαγές στο χημικό δυναμικό των συστατικών όταν η σύνθεση ή η θερμοκρασία αλλάζει με συγκεκριμένο τρόπο. Παρόλο που οι μέθοδοι χαμηλής ενέργειας έχουν χαμηλά κόστη εξοπλισμού και λειτουργίας, απαιτούν σχετικά υψηλά επίπεδα συνθετικών επιφανειοδραστικών και είναι συχνά εξαιρετικά ευαίσθητες σε αλλαγές στις περιβαλλοντικές συνθήκες, γεγονός που περιορίζει την εφαρμογή τους (Tan et al., 2021).

Τα νανογαλακτώματα έχουν διερευνηθεί εκτενώς για την ικανότητά τους να εγκλωβίζουν, να προστατεύουν, και να μεταφέρουν υδρόφοβες βιοδραστικές ενώσεις σε τρόφιμα και ποτά. Για παράδειγμα, το πλήρες γάλα που είναι εμπλουτισμένο με νανογαλακτώματα βιταμίνης D ή νανογαλακτώματα κουρκουμίνης έχουν αποδειχθεί ότι διατηρούν καλή φυσική και χημική σταθερότητα, κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης. Η ενθυλάκωση της ρεσβερατρόλης σε νανογαλακτώματα έχει δείξει ότι βελτιώνει σημαντικά την ανθεκτικότητά της στη χημική υποβάθμιση, όταν εκτίθεται σε υπεριώδες φως. Τα

νανογαλακτώματα έχουν επίσης χρησιμοποιηθεί για την ενσωμάτωση δραστικών συστατικών σε βρώσιμες επικαλύψεις που έχουν σχεδιαστεί για να επεκτείνουν τη διάρκεια ζωής των τροφίμων. Για παράδειγμα, έχει αποδειχθεί ότι η ενίσχυση με βρώσιμες μεμβράνες που περιέχουν είτε νανογαλακτώματα με τζίντζερ, είτε νανογαλακτώματα κουρκουμίνης/ελαίου κανέλας, επεκτείνουν τη διάρκεια ζωής των φιλέτων κοτόπουλου. Ομοίως, οι βρώσιμες μεμβράνες που είναι φορτωμένες με νανογαλακτώματα εσπεριδοειδών, έχουν δείξει ότι αναστέλλουν την ανάπτυξη μικροοργανισμών σε ψάρια κατά την αποθήκευση σε ψυγείο (Tan et al., 2021).

### ➤ Γαλακτώματα Υψηλής Εσωτερικής Φάσης (HIPEs)

Τα γαλακτώματα υψηλής εσωτερικής φάσης (HIPEs) είναι συμπυκνωμένες εκδοχές των συμβατικών γαλακτωμάτων, που συνήθως έχουν ένα κλάσμα όγκου εσωτερικής φάσης ( $\phi$ ) που υπερβαίνει το 74%. Σε αυτές τις υψηλές συγκεντρώσεις, τα σταγονίδια ελαίου είναι σφιχτά συμπιεσμένα μεταξύ τους και μπορεί να έχουν μη σφαιρικά σχήματα. Ως αποτέλεσμα της στενής συμπίεσης των σταγονιδίων ελαίου, τα HIPEs έχουν συνήθως ημιστερεές υφές, κάτι που είναι χρήσιμο σε ορισμένες εφαρμογές. Τα HIPEs σταθεροποιούνται συνήθως σε υψηλά επίπεδα μοριακών γαλακτωματοποιητών ή κολλοειδών σωματιδίων. Λόγω της αυξανόμενης ανησυχίας των καταναλωτών για την παρουσία συνθετικών συστατικών στα τρόφιμά τους, υπάρχει μια τάση προς την ανάγκη ταυτοποίησης των συστατικών που χρησιμοποιούνται στα τρόφιμα και τη χρήση φυσικών γαλακτωματοποιητών για τη δημιουργία και τη σταθεροποίηση των HIPEs. Τα HIPEs που σταθεροποιούνται με κολλοειδή σωματίδια, επίσης γνωστά ως Pickering HIPEs, παρουσιάζουν συνήθως υψηλότερη αντίσταση στη συγχώνευση και την ωρίμανση Ostwald από αυτά που σταθεροποιούνται με μοριακούς γαλακτωματοποιητές, κάτι που μπορεί να αποδοθεί στην μη αναστρέψιμη προσρόφηση των κολλοειδών σωματιδίων στην επιφάνεια διαχωρισμού λαδιού-νερού. Πρόσφατα, μια ποικιλία κολλοειδών σωματιδίων κατάλληλων για τρόφιμα έχει διερευνηθεί για την προετοιμασία των Pickering HIPEs, συμπεριλαμβανομένων των νανοσωματιδίων σφαιρικών πρωτεϊνών, μικρογέλες πρωτεΐνης, σωματιδίων κυτταρίνης, ζελατίνης, μικρογελών χιτοζάνης, κόκκων αμύλου, νανοϊνιδίων χιτίνης και σύνθετων πρωτεΐνης-πολυσακχαρίτη. Οι σταθεροποιητικές επιδράσεις αυτών των σωματιδίων

επηρεάζονται από την υγροσκοπικότητά τους, το μέγεθος, το φορτίο και την ευκαμψία τους, καθώς και από την ιοντική δύναμη, το pH και τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος διαλύματος. (Tan et al., 2021).

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι πολλά κολλοειδή σωματίδια κατάλληλα για τρόφιμα παρουσιάζουν προκλήσεις για την εμπορική εφαρμογή τους. Για παράδειγμα, τα σωματίδια που βασίζονται σε πολυσακχαρίτες συχνά στερούνται επιφανειακής δραστηριότητας ενώ, αυτά που βασίζονται σε πρωτεΐνες, συχνά χαρακτηρίζονται από δομική αποσύνθεση στην επιφάνεια διαχωρισμού. Τα HIPEs που σταθεροποιούνται με επιφανειοδραστικά μπορούν να παρασκευαστούν με τη χρήση μεθόδων χαμηλής ενέργειας που περιλαμβάνουν την αργή προσθήκη της διασκορπισμένης φάσης (ελαιόλαδο) στη συνεχή φάση (επιφανειοδραστικό και νερό) υπό συνεχή ανάδευση, ώστε να αποφεύγεται η αντιστροφή της φάσης. Ωστόσο, αυτή η διαδικασία είναι χρονοβόρα και απαιτεί τη χρήση συνθετικών επιφανειοδραστικών, κάτι που περιορίζει σοβαρά την παραγωγή μεγάλης κλίμακας των HIPEs. Τα Pickering HIPEs μπορούν να σχηματιστούν με την άμεση ανάμιξη των φάσεων ελαίου και νερού με χειροκίνητη ανάδευση ή ανάδευση με δίνη. Πιο πρόσφατα, τα HIPEs που σταθεροποιούνται με πρωτεΐνες έχουν σχηματιστεί χρησιμοποιώντας μια μέθοδο ομογενοποίησης με ένα μόνο σκεύος, που περιλαμβάνει τη διάτμηση μιγμάτων ελαίου και υδατικού διαλύματος πρωτεΐνης μαζί για σύντομο χρόνο. Αξίζει να αναφερθεί ότι οι μέθοδοι γαλακτωματοποίησης χαμηλής ενέργειας συχνά δημιουργούν μεγάλες σταγόνες στην τάξη δεκάδων έως εκατοντάδων μικρομέτρων, κάτι που μπορεί να αυξήσει την πιθανότητα εκτεταμένης συγχώνευσης, συρρίκνωσης και κρέμασης. Σε επαρκώς υψηλές συγκεντρώσεις λαδιού, τα παραγόμενα HIPEs έχουν ιδιότητες που μοιάζουν με γέλη και μπορούν να υποστηρίξουν το δικό τους βάρος, ακόμη και όταν τα φιαλίδια είναι ανεστραμμένα. Λόγω της σχετικά υψηλής περιεκτικότητάς τους σε λίπος και της ρυθμιζόμενης ρεολογίας τους, τα HIPEs έχουν προκαλέσει μεγάλο ενδιαφέρον για εφαρμογές σε λειτουργικά τρόφιμα. Μία σημαντική εφαρμογή των HIPEs που έχει διερευνηθεί πρόσφατα, έρχεται ως εναλλακτική λύση για τα μερικώς υδρογονωμένα έλαια (PHOs). Η υδρογόνωση πραγματοποιείται συνήθως για τη μετατροπή βρώσιμων υγρών ελαίων σε στερεά λίπη· ωστόσο, οδηγεί στην παραγωγή trans-λιπαρών οξέων που είναι επιβλαβή για την υγεία. Για τον λόγο αυτό, τα HIPEs έχουν

διερευνηθεί ως εναλλακτική στρατηγική για τη δημιουργία υφών που μοιάζουν με στερεά εντός λιπαρών τροφίμων. Για παράδειγμα, τα Pickering HIPEs που σταθεροποιούνται από σωματίδια γλιαδίνης ή συμπλέγματα γλιαδίνης-χιτοζάνης έχουν εμφανίσει τη δυνατότητα να αντικαθιστούν τα PHOs με επεξεργασμένα τρόφιμα. Τα HIPEs έχουν επίσης αναπτυχθεί για εφαρμογή σε ημιστερεά καρυκεύματα, όπως είναι η μαγιονέζα και η σάλτσα σαλάτας. Τα HIPEs έχουν επίσης χρησιμοποιηθεί ως συστήματα μεταφοράς για τη βελτίωση της σταθερότητας και της βιοδιαθεσιμότητας των υδρόφοβων βιοδραστικών ενώσεων, λόγω της σχετικά υψηλής περιεκτικότητάς τους σε λάδι. (Tan et al., 2021).

Είναι δύσκολο να παρασκευαστούν HIPEs που περιέχουν μικρές σταγόνες ελαίου με την εφαρμογή των τρεχουσών διαδικασιών παρασκευής. Είναι σημαντικό να ταυτοποιηθούν γαλακτωματοποιητές κατάλληλοι για τρόφιμα που παρέχουν υψηλή αντοχή στη συγχώνευση των σταγονιδίων, επειδή τα σταγονίδια λαδιού είναι σφιχτά συσκευασμένα μεταξύ τους για παρατεταμένες περιόδους. Η εξαιρετικά υψηλή περιεκτικότητα σε λίπος των HIPEs ελαίου-σε-νερό δεν είναι κατάλληλη για την παρασκευή τροφίμων με μειωμένες θερμίδες. (Tan et al., 2021).

#### ➔ Πολυστρωματικά Γαλακτώματα

Τα πολυστρωματικά γαλακτώματα αποτελούνται από σταγονίδια ελαίου επικαλυμμένα με πολλαπλά στρώματα φορτισμένων πολυηλεκτρολυτών. Η κατασκευή των πολυστρωματικών γαλακτωμάτων βασίζεται συνήθως στη μέθοδο ηλεκτροστατικής απόθεσης στρώμα-προς-στρώμα (layer-by-layer, LBL). Αρχικά, σχηματίζεται ένα γαλάκτωμα έλαιο-σε-νερό με την ομογενοποίηση ελαίου, νερού και ενός φορτισμένου γαλακτωματοποιητή. Αυτό οδηγεί στον σχηματισμό ενός γαλακτώματος που περιέχει σταγονίδια ελαίου επικαλυμμένα με φορτισμένο γαλακτωματοποιητή. Αυτό το γαλάκτωμα αναμειγνύεται στη συνέχεια με ένα διάλυμα που περιέχει βιοπολυμερή με αντίθετο φορτίο, τα οποία προσροφώνται στις επιφάνειες των σταγονιδίων ελαίου και σχηματίζουν μια πρόσθετη επικάλυψη. Αυτή η διαδικασία μπορεί να επαναληφθεί αρκετές φορές με τη διαδοχική απόθεση βιοπολυμερών με αντίθετο φορτίο στις επιφάνειες των σταγονιδίων, οδηγώντας στον σχηματισμό σταγονιδίων ελαίου επικαλυμμένων με πολλαπλά στρώματα. Μια διαδικασία πλύσης είναι συχνά απαραίτητη μεταξύ κάθε βήματος απόθεσης για την



απομάκρυνση περίσσειας ποσότητας βιοπολυμερών από την υδατική φάση, διότι, διαφορετικά, θα αλληλεπιδρούσαν με το επόμενο βιοπολυμερές με αντίθετο φορτίο. Ωστόσο, αυτό το βήμα πλύσης μπορεί μερικές φορές να αποφευχθεί αν η συγκέντρωση των βιοπολυμερών ελέγχεται προσεκτικά και διασφαλίζεται ότι τα σταγονίδια ελαίου είναι πλήρως επικαλυμμένα, χωρίς να προωθείται η δημιουργία δεσμών γέφυρας. (Tan et al., 2021).

Η επιτυχής δημιουργία πολυστρωματικών γαλακτωμάτων εξαρτάται από τον συνδυασμό των βιοπολυμερών που χρησιμοποιούνται, καθώς και από τις συνθήκες του διαλύματος, όπως το pH και η ιονική δύναμη. Μια ποικιλία πρωτεϊνών και πολυσακχαριτών έχει χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία πολυστρωματικών γαλακτωμάτων. Συχνά, οι πρωτεΐνες χρησιμοποιούνται για τον σχηματισμό του πρώτου στρώματος, επειδή έχουν καλύτερη επιφανειοδραστικότητα από τους πολυσακχαρίτες. Τα πολυστρωματικά γαλακτώματα μπορούν επίσης να σταθεροποιηθούν με δύο ή περισσότερους πολυσακχαρίτες, ένας εκ των οποίων δρα ως γαλακτωματοποιητής και οι άλλοι σχηματίζουν πρόσθετα στρώματα.

Η συναρμολόγηση πολυστρωματικών επικαλύψεων γύρω από τα σταγονίδια ελαίου μπορεί να έχει διάφορα οφέλη, συμπεριλαμβανομένης της αύξησης της ηλεκτροστατικής και στερεοστατικής απώθησης μεταξύ των σταγονιδίων, του σχηματισμού ενός πυκνού δικτύου βιοπολυμερών γύρω από τα σταγονίδια ελαίου που ρυθμίζει τις διεργασίες διάχυσης, και της ενσωμάτωσης λειτουργικών βιοπολυμερών στην επιφάνεια των σταγονιδίων, όπως είναι τα αντιοξειδωτικά. Αυτά τα χαρακτηριστικά μπορούν να βελτιώσουν τη σταθερότητα των πολυστρωματικών γαλακτωμάτων σε καταπονήσεις που δέχονται απ' το περιβάλλον, καθώς και να είναι χρήσιμα για τη ρύθμιση της πέψης των λιπιδικών σταγονιδίων και την προστασία και μεταφορά των βιοδραστικών ουσιών. (Tan et al., 2021).

### **3.6. Εφαρμογές βρώσιμων αφρών**

Οι βρώσιμοι αφροί εμπλουτίζουν τα τροφικά συστήματα από άποψη υφής, γεύσης, αισθητικής εμπειρίας, καινοτομίας, και άλλων τομέων και δίνουν μοναδική απόλαυση και πλεονεκτήματα στους καταναλωτές. Ο ρόλος των αφρών στη

μοντέρνα μαγειρική μπορεί να προσδιοριστεί από την ανάλυση των τομέων στους οποίους αυτοί βοηθούν. (Hu et al., 2023)

#### ➔ Βελτίωση των οργανοληπτικών ιδιοτήτων των τροφίμων

Ένα πλεονέκτημα των αφρών είναι η ικανότητα τους να εμπλουτίζουν την υφή των προϊόντων μέσω της δομικής προσαρμογής τους, χωρίς την προσθήκη επιπλέον συστατικών. Το μέγεθος των φυσαλίδων και η κατανομή τους επηρεάζουν την υφή, την τραγανότητα, τη θερμοκρασία τήξεως, κ.ά.. Για παράδειγμα, εντός του παγωτού υπάρχουν κατανεμημένες φυσαλίδες που ποικίλλουν σε μέγεθος που όχι μόνο αυξάνουν τον όγκο του, αλλά συμβάλλουν σε μια πιο μαλακή και λεία υφή. Το παγωτό μπορεί να γίνει τόσο σκληρό όσο κι ο πάγος, με την έλλειψη φυσαλίδων αέρα. Επίσης, η προσθήκη φυσαλίδων αέρα βελτιώνει την αντίσταση του παγωτού στο λιώσιμο, λόγω της χαμηλής θερμικής αγωγιμότητας του αέρα. Παρόμοια, η σοκολάτα με φυσαλίδες αέρα δαθέτει μαλακότερη υφή, γρηγορότερη τήξη και κρεμώδη γεύση, χάρη στην κυψελοειδή δομή της. Τα κέικ έχουν μαλακή και σπογγώδη υφή και τα μπισκότα έχουν τραγανότητα, λόγω των φυσαλίδων αέρα που περιέχουν. (Hu et al., 2023)

#### ➔ Ενίσχυση της παρουσίασης και της καινοτομίας ενός προϊόντος

Οι σεφ συχνά χρησιμοποιούν αφρούς για να διακοσμήσουν τα πιάτα τους. Οι αφροί παίζουν σημαντικό ρόλο στην παρουσίαση ενός πιάτου. Πολλά φυσικά συστατικά χρησιμοποιούνται για την παραγωγή αφρών, όπως αφροί από ασπράδι, αφροί από παντζάρι, κίτρινος αφρός λεμονιού, ή πράσινος αφρός από λαχανικά, γεγονός που κάνει τα πιάτα να φαίνονται ελκυστικά και να είναι πιο νόστιμα. Το κατάλευκο αφρόγαλα στην επιφάνεια του καφέ κι ο αφρός της μπύρας αποτελούν παραδείγματα διακόσμησης που ελκύουν τον καταναλωτή. Η προσθήκη της τεχνολογίας των αφρών σε ένα πιάτο, επίσης, συμβάλλει στη δημιουργικότητα των πιάτων. Με άλλα λόγια, η χρήση αφρών μπορεί να μετατρέψει ένα κοινό πιάτο σε μια μοναδική εμπειρία. (Hu et al., 2023)

#### ➔ Μείωση θερμίδων και κόστους των τροφίμων

Η ανάγκη των καταναλωτών για θερμιδικά χαμηλά και υγιεινά προϊόντα τροφίμων αυξάνεται με την άνοδο ελαφρών διαιτών. Οι φυσαλίδες αέρα, και γενικά η χρήση αέριων, ως το φθηνότερο πρόσθετο μηδενικών θερμίδων, αντικαθιστούν άλλα συστατικά τροφίμων για να μειώσουν την πυκνότητα τους, αλλά και τις θερμίδες

τους, ενώ παράλληλα προσφέρουν ελαφριά και ευχάριστη υφή. Ο αυξημένος όγκος των αεριούχων τροφίμων μπορεί να βοηθήσει στον κορεσμό πριν την κατανάλωση, ώστε να μειώσει την πρόσληψη ενέργειας. Επίσης, το μηδενικό κόστος του αέρα μπορεί να πωληθεί στην ίδια τιμή με άλλα συστατικά τροφίμων, μειώνοντας έτσι το κόστος παραγωγής και αυξάνοντας το κέρδος. (Hu et al., 2023)

Στον παρακάτω Πίνακα (Πίνακας 3) δίνονται παραδείγματα βρωσίμων αφρών, της κατάταξής τους, του τρόπου ενσωμάτωσης αέρα και των μηχανισμών σταθεροποίησης τους.

**Πίνακας 3: Τρόφιμα με τύπους αφρών, τις μεθόδους ενσωμάτωσης αέρα και του μηχανισμού σταθεροποίησής τους (Hu et al., 2023)**

| Τρόφιμο                 | Τύπος αφρού               | Μέθοδος ενσωμάτωσης αέρα   | Μηχανισμός σταθεροποίησης  |
|-------------------------|---------------------------|--|--|
| Ρόφημα τύπου Carruccino | Υγρός αφρός<br>Αέρας/νερό | Χτύπημα αέρα στο υγρό<br>Χρήση μηχανής ατμού σε επαγγελματική μηχανή εσπρέσο | Οι πρωτεΐνες γάλακτος χρησιμοποιούνται ως σταθεροποιητές. Μπορούν να αντικατασταθούν από φυτικά προϊόντα, όπως ρόφημα σόγιας, αμύγδαλου, καρύδας, κ.ά. |
| Μπύρα                   | Υγρός αφρός<br>Αέρας/νερό | Δημιουργία αερίου λόγω διαφοράς στην πίεση                                   | Πρωτεΐνες ή πολυπεπτίδια λειτουργούν ως σταθεροποιητές   |

|   |   |  |  |
|---|---|--|--|
| Ποικιλία αφρών<br>μοντέρνας<br>κουζίνας | Υγρός αφρός<br><br>Αέρας/νερό           | Χτύπημα αέρα στο<br>υγρό                               | Λεκιθίνη, κόμμι<br>ξανθάνης, Άγαρ  |
| Παγωτό                                  | Ημιστερεός αφρός<br><br>Αέρας+λάδι/νερό | Ομογενοποίηση  | Σφαιρίδια λίπους.<br>Το δίκτυο πάγου<br>επίσης βοηθού στη<br>σταθεροποίηση<br>του                                    |
| Σαντιγύ                                 | Ημιστερεός αφρός<br><br>Αερας+λαδι/νερό | Χτύπημα αέρα στο<br>υγρό                               | Ο αέρας<br>παγιδεύεται σε<br>δίκτυο<br>υδροφυλικών<br>πηκτωματογόνων<br>παραγόντων (π.χ.<br>Άγαρ, ζελατίνη,<br>κ.ά.) |
| Μαρέγκα                                 | Στερεός αφρός<br><br>Αέρας/στερεό       | Χτύπημα και<br>ψήσιμο                                  | Οι φυσαλίδες<br>παγιδεύονται σε<br>δίκτυο πρωτεϊνών<br>και σακχάρων  |
| Προϊόντα<br>Αρτοποιίας                  | Στερεός αφρός<br><br>Αέρας/στερεό       | Παραγωγή αέρα<br>μέσω<br>ζύμωσης/χημικής<br>αντίδρασης | Οι φυσαλίδες<br>παγιδεύονται σε<br>στερεό δίκτυο<br>πρωτεϊνών και<br>αμύλων  |

#### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Μελλοντικές κατευθύνσεις

Οι δυνατότητες που έχει αναπτύξει ο άνθρωπος επιτρέπουν την καλλιέργεια και ανάπτυξη διάφορων τροφίμων. Τεχνικές, συνταγές, τεχνολογίες, πρότυπα και ωμά υλικά για την προετοιμασία τροφίμων αλλάζουν λόγω των κοινωνικών, πολιτισμικών, παγκόσμιων και οικονομικών παραγόντων. Στη σύγχρονη εποχή, η διατροφή επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες, με επιρροές από παραδόσεις και διάφορους πολιτισμούς, τις τάσεις της μόδας και την επιστημονική γνώση. Η ικανότητα αισθητηριακής αντίληψης του φαγητού είναι ο βασικός παράγοντας στην επιλογή και την εκτίμηση του. Τα τελευταία 30 χρόνια, έχουν υπάρξει ριζικές αλλαγές στον τομέα της γαστρονομίας, πολλές νέες τάσεις και νέες ιδέες έχουν κάνει την εμφάνισή τους. Η παραδοσιακή γαστρονομία συνδυάζεται πλέον με πολλά στοιχεία από όλο τον κόσμο. Νέες γαστρονομικές μέθοδοι και βελτιωμένες τεχνολογίες για την παραγωγή και τη συντήρηση φαγητών εμφανίζονται συνεχώς στο σημερινό περιβάλλον που κυριαρχείται από την τεχνολογία. Επίσης, ο σχεδιασμός και ο τρόπος παρουσίασης των πιάτων και των πότων έχει αλλάξει. Πλέον, η γαστρονομία και η ανάπτυξη της αποτελούν το επίκεντρο του ενδιαφέροντος. Οι σεφ και οι συνταγές τους αποτελούν αντικείμενο πολλών βιβλίων, εκπομπών και άρθρων (Buresova et al., 2020).

Ποικίλλες νέες ιδέες έχουν ενταχτεί στη βιομηχανία των τροφίμων, τόσο σε επαγγελματικό επίπεδο, όσο και σε οικιακό, όπως είναι η ευαισθητοποίηση για τη βιωσιμότητα, η γαστρονομική καινοτομία, άλλα και η εφαρμογή νέων γαστρονομικών τάσεων. Νέες μέθοδοι έχουν αρχίσει να υιοθετούνται, έτσι ώστε να μειωθεί η κατανάλωση ενέργειας, συγκεκριμένα με τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, μειώνοντας τα απόβλητα και την εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα, προωθώντας την υγιεινή διατροφή. Η καινοτομία στην κουζίνα μπορεί να επιτευχθεί με την εισαγωγή καινοτομιών γαστρονομίας και marketing, ενσωματώνοντας σύγχρονο εξοπλισμό, υπηρεσίες, προετοιμασία φαγητού, τεχνικές σερβιρίσματος, σχεδιασμού, τεχνολογίας και εναλλακτικής διαχείρισης. Οι μοντέρνες γαστρονομικές τάσεις είναι ποικίλλες και βασίζονται στη χρήση

συγκεκριμένων υλικών (όπως οι άλγες, οι φύτρες, τα μικρόβια, βρώσιμα λουλούδια, ακόμα και τα βρώσιμα έντομα), στην αποφυγή ορισμένων συστατικών (vegetarian φαγητά, φαγητά χωρίς γλουτένη ή λακτόζη, φαγητά χαμηλά σε λιπαρά, τρόφιμα με μειωμένη ή και καθόλου ζάχαρη), στην καλλιέργεια, συγκομιδή και αποθήκευση τροφίμων (οργανικά προϊόντα, τοπικά προϊόντα, φρέσκα φρούτα και λαχανικά) και στις μεθόδους προετοιμασίας και σεβρισίματος των τροφίμων (μοριακή γαστρονομία, *sous-vide*, κ.ά.) (Bozic et al., 2021).

Μεγάλες πρόοδοι έχουν καταγραφεί και στον τομέα της μοριακής γαστρονομίας. Η εμφάνιση της μοριακής γαστρονομίας οδήγησε στην ανάπτυξη μιας νέας τάσης που ονομάζεται «μοριακή μιξολογία». Εστιάζει στα ποτά, αντί για τα συνήθη πιάτα, και χρησιμοποιεί γνώσεις και τεχνικές που έχουν υιοθετηθεί από την επιστήμη και τη μοριακή γαστρονομία για την παρασκευή κοκτέιλ. Ο στόχος είναι η «τροποποίηση της κατάστασης συσσωμάτωσης των υγρών» για να δημιουργηθούν νέα αρώματα, γεύσεις, υφές και εμφάνιση. Το τελικό ζητούμενο είναι προφανώς η δημιουργία ελκυστικών ποτών που ο καταναλωτής μπορεί να απολαύσει, περισσότερο από τα παραδοσιακά. Η «μιξολογία» μπορεί να θεωρηθεί ως νέα τάση στον τομέα της μοριακής μαγειρικής. Μερικές από τις τεχνικές που εφαρμόζονται περιλαμβάνουν τη μετατροπή υγρών σε ζελέ, αφρούς και στερεά, και την προσθήκη επιπλέοντων σωματιδίων σε υγρά, για παράδειγμα μέσω σφαιροποίησης και άλλων τρόπων. Η μιξολογία χρησιμοποιείται επί του παρόντος σε αρκετά «μοδάτα» μπαρ που θα μπορούσαν να θεωρηθούν ως το ισοδύναμο των εστιατορίων υψηλής κουζίνας. (Caroñas, 2021)

Μια άλλη νέα τάση στον τομέα αυτό έχει αναφερθεί από τον This και έχει ονομαστεί «μαγείρεμα *note-by-note*». Αποτελείται από μαγείρεμα με αγνά υλικά που αντικαθιστούν τα καθημερινά τρόφιμα. Έτσι, λίγα χρόνια μετά την εμφάνιση της, η μοριακή μαγειρική έχει ήδη ανακηρυχθεί ως ξεπερασμένη και αντικαθίσταται από το μαγείρεμα *note-by-note*. Ωστόσο, δεν φαίνεται ότι αυτή η νέα τάση είναι δημοφιλής μεταξύ των σεφ ή του κοινού, ακόμα και αν κάποια εστιατόρια αναφέρουν θετικά αποτελέσματα. Ακόμη, από επιστημονική ή τεχνική άποψη, υπάρχουν κάποια επιχειρήματα υποστήριξης. Ένα απ' αυτά είναι η μείωση των ενεργειακών δαπανών που σχετίζονται με το μαγείρεμα και την παρασκευή φαγητού (συμπεριλαμβανομένης της μεταφοράς) όταν χρησιμοποιούνται αγνά

συστατικά αντί για συμβατικά τρόφιμα. Ωστόσο, αυτές οι δηλώσεις μπορούν εύκολα να αντικρουστούν, καθώς το ενεργειακό κόστος και η περιβαλλοντική επίπτωση της εξαγωγής αυτών των καθαρών συστατικών μπορεί να είναι υψηλότερα από τη χρήση των συμβατικών. Έτσι, αυτή η τάση παρουσιάζεται συχνότερα ως μια καινοτόμος προσέγγιση για παιχνίδι με γεύσεις, υφές και αρώματα, για να προκαλέσει και να διασκεδάσει τον καταναλωτή, παρά ως μια πραγματική πρόταση προς την επιστήμη και την τεχνολογία τροφίμων. (Caroraso, 2021)

Οι ανησυχίες για το μέλλον της μοριακής γαστρονομίας δεν έχουν σαφείς απαντήσεις. Σίγουρα έχει επηρεάσει ορισμένα σύγχρονα εστιατόρια στον τρόπο με τον οποίο παρουσιάζουν και περιγράφουν τα τρόφιμα, αλλά και την εμπειρία του καταναλωτή. Η εφαρμογή της μοριακής μαγειρικής στις κουζίνες των εστιατορίων πρέπει να συνδέεται με τον τρόπο προσέγγισης του πελάτη, τη γενική αλληλεπίδραση και εστίαση, τον αριθμό των μερίδων και τις ποσότητες σε κάθε πιάτο (που είναι περιορισμένες σε σχέση με αυτές ενός παραδοσιακού εστιατορίου), το καλλιτεχνικό στοιχείο που εφαρμόζεται στο πιάτο για την παρουσίασή του, την έννοια του μενού που συχνά εξαφανίζεται εντελώς (ο πελάτης δεν μπορεί συνήθως να επιλέξει τι να φάει, αλλά απλώς να αναφέρει την παρουσία δυσανεγιών ή αλλεργιών), και τη διάρκεια του γεύματος που είναι συχνά πολύ μεγάλη. Η μεγάλη διάρκεια δικαιολογείται από το γεγονός ότι ο καταναλωτής ζει μια εμπειρία και δεν καταναλώνει απλώς φαγητό. Άλλοι συγγραφείς αμφιβάλλουν σχετικά με το αν η μοριακή γαστρονομία μπορεί να έχει μακρύ μέλλον ή αν είναι απλώς μια προσωρινή τάση, αλλά δεν έχει ακόμα δοθεί σαφής απάντηση σε αυτή την ερώτηση. Ένας πολύ σημαντικός ρόλος της μοριακής γαστρονομίας είναι, ωστόσο, να εμβαθύνει στην έρευνα για την ευχαρίστηση της κατανάλωσης, από διαφορετικές γωνίες, και έτσι να κατανοήσει πότε και γιατί ένα πιάτο γίνεται «νόστιμο», ώστε να μπορεί κανείς να προβλέψει το τελικό αποτέλεσμα, δηλαδή αν ένα πιάτο εν τέλει θα εκτιμηθεί θετικά. (Caroraso, 2021)

Μια εξίσου ενδιαφέρουσα πτυχή της μελλοντικής κατεύθυνσης της γαστρονομίας αποτελεί ο συνδυασμός της τεχνολογίας και της μαγειρικής τέχνης, χρησιμοποιώντας νέα τεχνολογικά καινοτόμα εργαλεία. Με τη πάροδο των χρόνων, η σχέση της τεχνολογίας με τη γαστρονομία έρχονται όλο και πιο κοντά, με τη χρήση

συνταγών που έχουν αναπτυχθεί με τη χρήση τεχνητής νοημοσύνης (AI). Με την αυξανόμενη συχνότητα της χρήσης τεχνητής νοημοσύνης σε πολλούς τομείς και τη δημιουργία συνταγών, δημιουργείται η ανάγκη για περισσότερη εξερεύνηση των πιθανοτήτων και των περιορισμών που προσφέρουν στον τομέα της γαστρονομίας, να αναλυθούν τα δημιουργικά αποτελέσματα των AI-συνταγών και της αποδοχής τους από τους σεφ και το κοινό (Chauhan, 2023).



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Γενικά Συμπεράσματα

Ο κόσμος της γαστρονομίας αποτελεί ένα πολύπλευρο και συναρπαστικό πεδίο. Ο συνδυασμός καινοτομίας, παράδοσης, τεχνολογίας και αισθητηριακής εμπειρίας έχουν συμβάλει στην ανάπτυξη της τα τελευταία χρόνια. Σε αυτό έχουν διαδραματίσει σημαντικό ρόλο όλες οι τεχνικές που αναλύθηκαν στην παρούσα εργασία και η αναφορά καινοτομιών που ωθούν τους σεφ και τους μάγειρες να διευρύνουν τα όρια δημιουργικότητας τους. Η «συνάντηση» της τέχνης και της επιστήμης έχει αναδειχθεί μέσω ερευνών των τελευταίων χρόνων, ειδικά με την ανάπτυξη της μοριακής γαστρονομίας. Οι σεφ, πλέον, αξιοποιούν την επιστήμη για τη δημιουργία νέων και εντυπωσιακών υφών, γεύσεων και παρουσιάσεων, συνδυάζοντας έτσι τη μαγειρική τέχνη και τον εργαστηριακό πειραματισμό. Η γαστρονομική καινοτομία, με τη βοήθεια της τεχνολογίας τροφίμων, πλέον, αποτελεί την κύρια έμπνευση πίσω από τα νέα φαινόμενα στη γαστρονομία, καθώς τόσο οι επαγγελματίες, όσο και οι ερασιτέχνες μάγειρες ψάχνουν νέες μεθόδους, συστατικά και προσεγγίσεις για τη δημιουργία πιάτων.

Η τεχνολογία παίζει εξίσου σημαντικό ρόλο, παρέχει ακρίβεια και ασφάλεια στην προετοιμασία των πιάτων με τη χρήση των νέων τεχνικών που έχουν ως βάση τη χημεία, τη φυσική και τη βιολογία, καθιστώντας έτσι τον πειραματισμό στην κουζίνα πιο εύκολο και ακίνδυνο. Η είσοδος της τεχνολογίας στην κουζίνα και η χρήση των επιστημονικών γνώσεων πίσω από βασικές διαδικασίες μαγειρικής συνέβαλαν στη βελτίωση της μαγειρικής τέχνης και της δημιουργίας νέων συνταγών που χρησιμοποιούν αυτές τις αρχές, ανοίγοντας, έτσι, τις πόρτες σε ένα νέο κόσμο στον τομέα της γαστρονομίας.

Ένας κόσμος, λοιπόν, σε συνεχή κίνηση, με νέες τεχνολογίες και επιστημονικές ανακαλύψεις να ενισχύουν τη δημιουργικότητα και τη δυνατότητα πειραματισμού. Οι σεφ, επαγγελματίες και ερασιτέχνες, αντλούν έμπνευση από τις σύγχρονες τεχνικές και την πλούσια παράδοση, συνδυάζοντας την τέχνη και την επιστήμη για να προσφέρουν νέες, συναρπαστικές γευστικές εμπειρίες. Η γαστρονομία του μέλλοντος είναι μία διαρκής εξερεύνηση, όπου η τεχνολογία και η παράδοση συνεχίζουν να αλληλεπιδρούν, οδηγώντας μας σε νέες, αχαρτογράφητες γαστρονομικές περιοχές.

## BIBLIOΓΡΑΦΙΑ

1. Baldwin, D. E. (2012). Sous vide cooking: A review. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 1(1), 15–30. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2011.11.002>
2. Belitz, H., Grosch, W., & Schieberle, P. (2013). *Food chemistry*. Springer Science & Business Media. pp. 483-484.
3. Bennacef, C., Desobry-Banon, S., Probst, L., & Desobry, S. (2021). Advances on alginate use for spherification to encapsulate biomolecules. *Food Hydrocolloids*, 118, 106782. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2021.106782>
4. Božić, A., & Milošević, S. (2021). Contemporary trends in the restaurant industry and gastronomy. *Journal of Hospitality & Tourism Research*, 45(5), 905–907. <https://doi.org/10.1177/10963480211020559>
5. Burešová, P., Mrkvová, K., & Dudić, B. (2020). Changes in gastronomy. *Menadžment U Hotelijerstvu I Turizmu/Menadžment U Hotelijerstvu I Turizmu*, 8(1), 79–88. <https://doi.org/10.5937/menhottur2001079b>
6. Burke, R., This, H., & Kelly, A. (2016). Molecular gastronomy.
7. Caporaso, N. (2021). The impact of molecular gastronomy within the food science community. In *Elsevier eBooks* (pp. 1–18). <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-820057-5.00001-7>
8. Caporaso, N., & Formisano, D. (2016). Developments, applications, and trends of molecular gastronomy among food scientists and innovative chefs. *Food Reviews International*, 32(4), 417-435.
9. Chauhan, Y. (2023, October 28). Culinary Creativity Unleashed: A review of innovative techniques in food gastronomy. Retrieved from <https://chandigarhphilosophers.com/index.php/ijmrp/article/view/78>
10. D, N., Chua, H., AM, T., MH, H., & AR, Z. (2022). Transforming liquids into pops of flavours by using Juice Pearl Kit. *Food Research*, 6(Supplementary 2), 91–96. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.6\(s2\).014](https://doi.org/10.26656/fr.2017.6(s2).014)

11. Faat F., Selahi N., Ramli R., Tan Z., & FirmanshahFaat. (2022). Gastronomy: An Overview of Molecular Gastronomy Awareness. *INSIGHT Journal*. doi: <https://doi.org/10.24191/insightjournal.v0i1.17123>.
12. Fang, Y., Zhang, H., & Nishinari, K. (2021). Food hydrocolloids. *Springer eBooks*. <https://doi.org/10.1007/978-981-16-0320-4>
13. Fang, Y., Zhang, H., & Nishinari, K. (Eds.). (2021). *Food hydrocolloids: Functionalities and applications*. Springer Nature.
14. Fu, H., Liu, Y., Adrià, F., Shao, X., Cai, W., & Chipot, C. (2014). From Material Science to Avant-Garde Cuisine. The Art of Shaping Liquids into Spheres. *the Journal of Physical Chemistry. B*, 118(40), 11747–11756. <https://doi.org/10.1021/jp508841p>
15. Gaikwad, S. A., Kulthe, A. A., & Suthar, T. R. (2019). Characterization of flavored sweet water balls prepared by basic spherification technique. *International Journal of chemical studies*, 7(1), 1714-1718.
16. Hu, X., & Meng, Z. (2023). An overview of edible foams in food and modern cuisine: Destabilization and stabilization mechanisms and applications. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 23(1). <https://doi.org/10.1111/1541-4337.13284>
17. Kale, S. N., & Deore, S. L. (2016). Emulsion Micro emulsion and Nano emulsion: a review. *Systematic Reviews in Pharmacy*, 8(1), 39–47. <https://doi.org/10.5530/srp.2017.1.8>
18. Kathuria, D., Dhiman, A. K., & Attri, S. (2022). Sous vide, a culinary technique for improving quality of food products: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 119, 57–68. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.11.031>
19. Latoch, A., Głuchowski, A., & Czarniecka-Skubina, E. (2023). Sous-Vide as an alternative method of cooking to improve the quality of meat: a review. *Foods*, 12(16), 3110. <https://doi.org/10.3390/foods12163110>
20. Lavelle, C., This, H., Kelly, A. L., & Burke, R. (2021). *Handbook of Molecular Gastronomy: Scientific Foundations, Educational Practices, and Culinary Applications*. CRC Press.

21. Lobefaro, S., Piciocchi, C., Luisi, F., Miraglia, L., Romito, N., Luneia, R., . . . Donini, L. M. (2021). Cooking techniques and nutritional quality of food: A comparison between traditional and innovative ways of cooking. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, *25*, 100381. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2021.100381>
22. Milani, J., & Maleki, G. (2012). Hydrocolloids in food industry. *Food industrial processes—Methods and equipment*, *2*, 2-37.
23. Pandita, G., Bhosale, Y. K., & Choudhary, P. (2023). Sous vide: a proposition to nutritious and superior quality cooked food. *ACS Food Science & Technology*, *3*(4), 592–599. <https://doi.org/10.1021/acsfoodscitech.2c00393>
24. Phillips, G. O., & Williams, P. A. (Eds.). (2009). *Handbook of hydrocolloids*. Elsevier.
25. Serdaroğlu, M., Öztürk, B., & Kara, A. (2015). An Overview of Food Emulsions: Description, Classification and Recent Potential Applications. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, *3*(6), 430–438. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v3i6.430-438.336>
26. Silva, V., Quintas, C., Ratao, I., & Nunes, P. (2023). Exploring Spherification with Some Foods of the Mediterranean Diet. *Chemical Engineering Transactions*, *102*, 271-276. <https://doi.org/10.3303/CET23102046>
27. Sivakumaran, K., & Prabodhani, W. D. M. H. (2018). An overview of the applications molecular gastronomy in food industry. *International Journal of Food Science and Nutrition*, *3*(3), 35-40.
28. Tan, C., & McClements, D. J. (2021). Application of Advanced emulsion Technology in the food industry: A review and Critical evaluation. *Foods*, *10*(4), 812. <https://doi.org/10.3390/foods10040812>
29. The Culinary Institute of America (CIA). (2024). *The professional chef* (10th ed.). John Wiley & Sons.
30. Vega, C., & Ubbink, J. (2008). Molecular gastronomy: a food fad or science supporting innovative cuisine? *Trends in Food Science & Technology*, *19*(7), 372–382. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2008.01.006>

31. Yemenicioğlu, A., Farris, S., Turkyilmaz, M., & Gulec, S. (2020). A review of current and future food applications of natural hydrocolloids. *International Journal of Food Science & Technology*, 55(4), 1389-1406.

## ΠΗΓΕΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

1. [https://assets.bonappetit.com/photos/5a5908a94c8d2e4841a186f3/1:1/w\\_3240,h\\_3240,c\\_limit/SOUSVIDE\\_PROCESS\\_7.jpg](https://assets.bonappetit.com/photos/5a5908a94c8d2e4841a186f3/1:1/w_3240,h_3240,c_limit/SOUSVIDE_PROCESS_7.jpg)
2. [https://s3.amazonaws.com/com.niches.production/story\\_images/new\\_images/000/001/634/original/FoodSaver-Short-Ribs.jpg](https://s3.amazonaws.com/com.niches.production/story_images/new_images/000/001/634/original/FoodSaver-Short-Ribs.jpg)
3. <https://www.sundaytimes.lk/220424/uploads/PHOTO-2022-04-05-07-58-53.jpg>
4. Pirsá, S., & Hafezi, K. (2023). Hydrocolloids: Structure, preparation method, and application in food industry. *Food Chemistry*, 399, 133967. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.133967>
5. <https://cdn802.pressflex.net/images//119.photo.2.jpg?m=1612450470>
6. <https://cookinglovers.teka.com/wp-content/uploads/2021/09/Creating-foams.jpg>
7. [https://images.ctfassets.net/cnu0m8re1exe/4pcl9GjuTwOtZzyt138y4T/659e341487e2495d15348206407605e7/shutterstock\\_550050535.jpg?fm=jpg&fl=progressive&w=660&h=433&fit=fill](https://images.ctfassets.net/cnu0m8re1exe/4pcl9GjuTwOtZzyt138y4T/659e341487e2495d15348206407605e7/shutterstock_550050535.jpg?fm=jpg&fl=progressive&w=660&h=433&fit=fill)
8. <https://i.pinimg.com/564x/8e/91/1f/8e911f58d1926fe4c130d513dfb5bb4e.jpg>
9. Silva, V., Quintas, C., Ratao, I., & Nunes, P. (2023). Exploring Spherification with Some Foods of the Mediterranean Diet. *Chemical Engineering Transactions*, 102, 271-276. <https://doi.org/10.3303/CET23102046>
10. Tan, C., & McClements, D. J. (2021). Application of Advanced emulsion Technology in the food industry: A review and Critical evaluation. *Foods*, 10(4), 812. <https://doi.org/10.3390/foods10040812>
11. <https://npr.brightspotcdn.com/dims4/default/76ac471/2147483647/strip/true/crop/1200x899+0+0/resize/1760x1318!/format/webp/quality/90/?url=htt>

ps%3A%2F%2Fmedia.npr.org%2Fassets%2Fimg%2F2014%2F06%2F25%2Fkan  
dinsky-3x4-b9e12dc683aa7b04bc3749fd463098324298065e.jpg