



ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ & ΔΙΑΙΤΟΛΟΓΙΑΣ

Πτυχιακή Εργασία

**«ΜΕΘΟΔΟΣ ΜΑΓΕΙΡΕΜΑΤΟΣ SOUS VIDE ΚΑΙ
ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟ ΨΑΡΙ-ΛΑΧΑΝΙΚΑ»**

Επιμέλεια:

Βλαχάκος Γεώργιος ΑΜ: ΥΔ 2064

Γεωργιακάκης Μιχαήλ ΑΜ: ΥΔ 1964

Επιβλέπων Καθηγητής:

Κος Τσαγκαράκης Κωνσταντίνος

ΣΗΤΕΙΑ, Ιούνιος, 2020



HELLENIC MEDITERRANEAN UNIVERSITY
SCHOOL OF HEALTH SCIENCE
DEPARTMENT OF NUTRITION AND DIETETICS SCIENCES

THESIS
for the Undergraduate Degree
**«SOUS VIDE COOKING METHOD AND ORGANOLEPTIC
CHARACTERISTICS IN FISH AND VEGETABLES»**

Editors:

Georgios Vlachakos YD: 2064

Michail Georgiakakis YD: 1964

Supervisor:

Tsangarakis Constantinos

SITIA, June, 2020



«Βλαχάκος Γ. & Γεωργιακάκης Μ.», «Μέθοδος μαγειρέματος sous vide και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στο ψάρι-λαχανικά.»

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Λόγω της κοινωνικοοικονομικής εξέλιξης και του τρόπου ζωής, έχουν μεταβληθεί και οι απαιτήσεις των καταναλωτών όσον αφορά τα διατροφικά χαρακτηριστικά των τροφίμων που καταναλώνουν. Ένας ολοένα αυξανόμενος αριθμός μικρών και μεμονωμένων νοικοκυριών άλλα και μεγαλύτερων υπηρεσιών τροφίμων έχει ενισχύσει τη ζήτηση για ευκολία στην προετοιμασία γευμάτων. Αν και η θερμική επεξεργασία εξακολουθεί να είναι μία από τις πιο συνηθισμένες μεθόδους που χρησιμοποιούνται για την απόκτηση ασφαλών μικροβιολογικά τροφίμων με παρατεταμένη διάρκεια ζωής, έχει αρκετά μειονεκτήματα γιατί μπορεί να προκληθούν ανεπιθύμητες ποιοτικές μεταβολές στα κλάσματα λιπιδίων και πρωτεϊνών. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα και διατροφικά αλλά και οργανοληπτικά να μεταβληθεί η ποιότητα του τροφίμου. Τα τελευταία χρόνια έχει αρχίσει να χρησιμοποιείται και σε μεγάλο βαθμό η μέθοδος sousvide. Αφορά τη θερμική επεξεργασία τροφίμων που είναι τοποθετημένα σε ειδική πλαστική σακούλα από την οποία έχει αφαιρεθεί ο αέρας. Από τα έως τώρα δεδομένα φαίνεται να αποτελεί μια πολύ καλή τεχνική μιας και συγκρίσεις με τις παραδοσιακές τεχνικές μαγειρέματος δείχνουν ότι διατηρεί τα θρεπτικά συστατικά του τροφίμου και σε γενικά πλαίσια και τα οργανοληπτικά. Από τα πιο ευαίσθητα στις μεταβολές φαίνεται να είναι τα λαχανικά και το κρέας, ωστόσο από τα διάφορα πειράματα που έχουν διεξαχθεί κατά καιρούς γίνεται κατανοητό πως ποικίλοι παράγοντες όπως η θερμοκρασία ή ο χρόνος μαγειρέματος είναι σημαντικά. Βέβαια στις περισσότερες περιπτώσεις απαιτούνται επιπρόσθετα πειράματα ώστε να βελτιστοποιηθούν τα αποτελέσματα.

Λέξεις – Κλειδιά

Sous-vide μέθοδος μαγειρέματος, οργανοληπτικά χαρακτηριστικά, κρέας, ψάρι, λαχανικά



«Βλαχάκος Γ. & Γεωργιακάκης Μ.», «Μέθοδος μαγειρέματος sous vide και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στο ψάρι-λαχανικά.»

ABSTRACT

Due to the socio-economic development and lifestyle changes, consumer demands on the nutritional characteristics of the foods they eat have also changed. An ever-increasing number of small and individual households and more and more food service providers has increased the demand for convenience in meal preparation. Although heat treatment is still one of the most common methods used to obtain safe microbiological foods with a long shelf life, it has several disadvantages because it can cause undesirable quality changes in lipid and protein fractions. This results in both nutritional and organoleptic changes in the quality of the food. The sous vide method has been widely used in recent years. It refers to the heat treatment of foods that are placed in a special plastic bag from which the air has been removed. The data so far seems to be a very good technique since comparisons with traditional cooking techniques show that it retains nutrients in the food and generally the organoleptic characteristics. The most sensitive to changes appear to be vegetables and meat, however, from the various experiments that have been carried out from time to time it is understood that various factors such as temperature or cooking time are important. Of course, in most cases additional experiments are needed to optimize the results.

Keywords:

Sous-vide cooking method, organoleptic characteristics, meat, vegetables, fish



«Βλαχάκος Γ. & Γεωργιακάκης Μ.», «Μέθοδος μαγειρέματος sous vide και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στο ψάρι-λαχανικά.»

ΣΚΟΠΟΣ

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να μελετήσει τον τρόπο με τον οποίο επηρεάζονται τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των τροφίμων από την εφαρμογή της μεθόδου sous-vide. Αρχικά, στο πρώτο κεφάλαιο θα αναφερθούν τα βασικά χαρακτηριστικά, οι χρήσεις της μεθόδου και τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζει συγκριτικά με άλλες μεθόδους. Στο δεύτερο κεφάλαιο θα αναφερθεί ο τρόπος που επιδρά η μέθοδος στα ψάρια και στα κρέατα. Στο τρίτο κεφάλαιο θα αναφερθεί ο τρόπος που επιδρά η μέθοδος στα φρούτα και στα λαχανικά. Κυρίως θα εστιάσουμε στις επιδράσεις στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στο ψάρι και στα λαχανικά και θα αναφερθούν και κάποια παραδείγματα.



«Βλαχάκος Γ. & Γεωργιακάκης Μ.», «Μέθοδος μαγειρέματος sous vide και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στο ψάρι-λαχανικά.»

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	iii
ABSTRACT.....	iv
ΣΚΟΠΟΣ	v
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	vi
ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	1
Εισαγωγή	1
Μεθοδολογία.....	2
1. Κεφάλαιο 1 ^ο : Μέθοδος Sous-Vide	4
1.1. Αρχή της μεθόδου.....	5
1.1.1. Τύποι συσκευών.....	6
1.2. Παράγοντες που επηρεάζουν τη μέθοδο.....	8
1.3. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της μεθόδου.....	13
1.4. Εφαρμογές της μεθόδου.....	16
1.5. Τεχνικές για την αξιολόγηση της αισθητικής ποιότητας των τροφίμων	18
1.5.1. Αξιολογήσεις της διατροφικής ποιότητας των ψυγμένων τροφίμων	23
2. Κεφάλαιο 2 ^ο : Μέθοδος sous-vide σε ψάρι και κρέας.....	25
2.1. Εφαρμογή στα ψάρια	25
2.1.1. Ψάρια μεσαίου μεγέθους	26
2.1.2. Φιλέτα ψαριών	30
2.1.3. Οστρακοειδή και καρκινοειδή	33
2.2. Εφαρμογή στο κρέας	35
2.2.1. Κρέας	35



«Βλαχάκος Γ. & Γεωργιακάκης Μ.», «Μέθοδος μαγειρέματος sous vide και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στο ψάρι-λαχανικά.»

2.2.2. Προϊόντα κρέατος	37
3. Κεφάλαιο 3 ^ο : Μέθοδος sous-vide σε λαχανικά και φρούτα	41
3.1. Λαχανικά.....	41
3.1.1. Επίδραση στα αντιοξειδωτικά	43
3.1.2. Επίδραση σε ανόργανα ιόντα και άλλα θρεπτικά.....	49
3.2. Φρούτα.....	51
4. Κεφάλαιο 4 ^ο : Νομοθεσία	53
4.1. Μέτρα ασφάλειας και νομοθεσία	53
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	58
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	60



«Βλαχάκος Γ. & Γεωργιακάκης Μ.», «Μέθοδος μαγειρέματος sous vide και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στο ψάρι-λαχανικά.»

ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια στον μαγειρικό χάρτη έχει επικρατήσει μια νέα μέθοδος μαγειρέματος η sous-vide. Αποτελεί μια μέθοδο μαγειρέματος στην οποία το τρόφιμο τοποθετείται σε μια πλαστική σακούλα ή ένα γυάλινο βάζο υπό κενό αέρος και μαγειρεύεται σε υδατόλουτρο. Πολλοί θεωρούν ότι είναι μέθοδος που εισήχθη τα τελευταία χρόνια, ωστόσο η ιστορία της είναι παλιά.

Όταν η sous-vide έφτασε στον κόσμο των τροφίμων, η τεχνική χρησιμοποιήθηκε αρχικά για να βελτιώσει την γεύση των τροφίμων. Στα τέλη της δεκαετίας του '60, όταν οι πλαστικές μεμβράνες τροφίμων και η συσκευασία σε κενό κατακτήθηκαν από Γάλλους και Αμερικανούς μηχανικούς, η sous-vide χρησιμοποιήθηκε ως μέτρο ασφάλειας. Ουσιαστικά θεωρούσαν ότι με το μαγείρεμα σε υδατόλουτρο τα συσκευασμένα τρόφιμα παστεριώνονται και αποστειρώνονται και μπορούν να διατηρηθούν και να διανεμηθούν ασφαλέστερα με μεγαλύτερη διάρκεια ζωής.

Όμως, το 1974, η sous-vide εμφανίστηκε και στα εστιατόρια. Ο γάλλος chef Pierre Troisgros ήθελε να αναπτύξει έναν νέο τρόπο μαγειρέματος του foie gras (έδεσμα από συκώτι χήνας ή πάπιας) και προσέλαβε τον Georges Pralus, έναν άλλο σεφ, για να βοηθήσει. Ο στόχος τους ήταν να χάσει όσο το δυνατόν λιγότερο λίπος κατά το μαγείρεμα, γιατί το λίπος δίνει γεύση και διαφορετική υφή.

Ο Pralus διαπίστωσε ότι το ήπαρ έχασε τη λιγότερη ποσότητα λίπους όταν βυθίστηκε σε μια ακριβή θερμοκρασία, σφραγισμένο υπό κενό αέρος στη πλαστική σακούλα, οπότε και η τεχνική άρχισε να δοκιμάζεται περαιτέρω. (Sousvidetools)

Την ίδια εποχή, ο Bruno Goussault - οικονομολόγος, εφευρέτης και σεφ, έκανε παρόμοιες ανακαλύψεις για εμπορικές επιχειρήσεις τροφίμων και νοσοκομεία. Στη δεκαετία του 1980, συνεργάστηκε με τον σεφ Joël Robuchon για να δημιουργήσει ένα μενού δείπνου με βάση το sous-vide για τον Γαλλικό σιδηρόδρομο. Αυτό άνοιξε το δρόμο για την επόμενη κίνηση της καριέρας του Goussault: Είναι ο επικεφαλής



«Βλαχάκος Γ. & Γεωργιακάκης Μ.», «Μέθοδος μαγειρέματος sous vide και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στο ψάρι-λαχανικά.»

επιστήμονας της Cuisine Solutions, μιας αμερικανικής εταιρείας που ειδικεύεται στην παρασκευή και συσκευασία τροφίμων sous-vide από το 1989. (Cooksillustrated)

Η τεχνική αργά εξαπλώθηκε σε σεφ στις ΗΠΑ. Οι σεφ άρχισαν να αγοράζουν κυκλοφορητές sous-vide για τις κουζίνες τους στις αρχές της δεκαετίας του 2000. Το μόνο πρόβλημα ήταν ότι κανείς δεν ήξερε πώς να τις χρησιμοποιήσει. Ως αποτέλεσμα και άλλοι σεφ άρχισαν να πειραματίζονται με το χρόνο και τη θερμοκρασία.

Το 2005, η sous-vide άρχισε να λαμβάνει την πραγματική μορφή της. Ο Joan Roca, ένας σεφ στην Ισπανία, έγραψε ένα βιβλίο για τη sous-vide που έφτασε στις Η.Π.Α. εκείνο το έτος. Το εστιατόριο του σεφ Grant Achatz, Alinea, που άνοιξε το ίδιο έτος περιλάμβανε συσκευές sous-vide. Ο σεφ και ο εφευρέτης Dave Arnold άρχισαν να διδάσκουν μαθήματα μαγειρέματος χαμηλών θερμοκρασιών στο Γαλλικό Ινστιτούτο Γαστρονομίας. Το 2006, ο Dufresne πολέμουσε τον Mario Batali στο Iron Chef America και ήταν η πρώτη φορά που είδατε κυκλοφορητές στην τηλεόραση. Η ζήτηση αυξήθηκε μόνο από εκεί. Έκτοτε η πορεία της στις διεθνείς κουζίνες ήταν ανοδική.

Η πορεία στις οικιακές κουζίνες ήταν επίσης αργή και αυτό οφείλεται στο μεγάλο κόστος, καθώς οι επαγγελματικές συσκευές κοστίζουν πάνω από 1.000 δολάρια. Το 2009, το SousVide Supreme κυκλοφόρησε ο πρώτος κυκλοφορητής για λιγότερο από \$500. Το 2012, ξεκίνησε μια άλλη εταιρεία sousvide συσκευών που ονομάζεται Nomiku και άρχισαν να πωλούν μηχανές για \$ 359. Το 2016, το ChefSteps κυκλοφόρησε την δική του συσκευή, που ονομάζεται Joule, για μόλις \$ 199. (Sousvidetools)

Μεθοδολογία

Η παρούσα εργασία είναι μια βιβλιογραφική ανασκόπηση. Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την συγγραφή της εργασίας βασίστηκε στην εύρεση αναφορών σε ηλεκτρονικές βάσεις δεδομένων από το διαδίκτυο. Έγινε χρήση των επιστημονικών



«Βλαχάκος Γ. & Γεωργιακάκης Μ.», «Μέθοδος μαγειρέματος sous vide και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στο ψάρι-λαχανικά.»

μηχανών αναζήτησης Google Scholar, ScienceDirect και Scopus με τα κατάλληλα κλειδιά αναζήτησης. Συμπεριλήφθηκαν μελέτες περίπτωσης και άρθρα που αφορούσαν την εφαρμογή της μεθόδου σε συγκεκριμένα προϊόντα.



«Βλαχάκος Γ. & Γεωργιακάκης Μ.», «Μέθοδος μαγειρέματος sous vide και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στο ψάρι-λαχανικά.»

Κεφάλαιο 1^ο: Μέθοδος Sous-Vide

Τα τελευταία χρόνια φαίνεται πως η μέθοδος έχει επεκτείνει τις χρήσεις της. Η μέθοδος sousvide μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παρασκευή τροφίμων με παρατεταμένη διάρκεια ζωής για λιανική πώληση ή χρήση σε υπηρεσίες τροφίμων. Στα παραδείγματα αυτά, το "διακεκομμένο σύστημα εστίασης" είναι το σχετικό χαρακτηριστικό γνώρισμα. Ωστόσο, το μαγείρεμα sousvide μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την παρασκευή τροφίμων με ιδιότητες που δεν μπορούν να επιτευχθούν όταν χρησιμοποιούνται παραδοσιακές τεχνικές μαγειρέματος. Στην περίπτωση αυτή, το μαγείρεμα κάτω από ακριβείς και συχνά ευαίσθητες συνθήκες παρέχει τα επιθυμητά χαρακτηριστικά και η αποθήκευση σε ψύξη ή κατάψυξη ενδέχεται να μην αποτελούν μέρος της διαδικασίας.

Το ευρύ φάσμα των προϊόντων που ονομάζονται sousvide μπορεί να χωριστεί σε τέσσερις ευρείες αλλά βασικές κατηγορίες:

- Επεξεργασμένο 90/10. Θέρμανση για να μειωθεί ο αριθμός των μη πρωτεολυτικών *Clostridium botulinum* κατά 99,9999%. Αυτή η διαδικασία είναι πιθανό να χρησιμοποιηθεί για τα έτοιμα γεύματα στο λιανικό εμπόριο ή για τρόφιμα με παρατεταμένη διάρκεια ζωής μαγειρέματος. Η διαδικασία που ακολουθείται είναι η έκθεση του τροφίμου στους 90 °C για 10 λεπτά. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν και χαμηλότερες θερμοκρασίες αλλά οι χρόνοι έκθεσης σε αυτή την περίπτωση αυξάνονται σημαντικά.
- Επεξεργασμένο 70/2. Θέρμανση για τη μείωση του αριθμού των *Listeria monocytogenes* κατά 99,9999%. Αυτό είναι κοινώς γνωστό ως παστερίωση τροφίμων και θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί στα εστιατόρια, στις ταβέρνες και σε ορισμένους κατασκευαστές τροφίμων μεγάλης διάρκειας ζωής. Και αυτή απαιτεί μια συμβατική διαδικασία που περιλαμβάνει το πιο αργό μέρος θέρμανσης του φαγητού, (κέντρο τροφίμου), την έκθεση σε θερμοκρασία και χρόνου που ισοδυναμεί με 70 °C για 2 λεπτά. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν και πιο χαμηλές θερμοκρασίες, αλλά οι χρόνοι έκθεσης και σε αυτή την περίπτωση αυξάνονται σημαντικά.



«Βλαχάκος Γ. & Γεωργιακάκης Μ.», «Μέθοδος μαγειρέματος sous vide και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στο ψάρι-λαχανικά.»

- Μαγειρεμένο. Αυτός ο όρος αναφέρεται κυρίως στη γεύση, την υφή και την εμφάνιση αλλά είναι επίσης συνδεδεμένος με ορισμένες ελάχιστες θερμαντικές διαδικασίες για τα κρέατα. Μαγειρεμένα αλλά όχι απαραίτητα παστεριωμένα τρόφιμα μπορούν να συναντηθούν στα εστιατόρια ακόμη και στο σπίτι. Μια διαδικασία που καθορίζεται από την Υπηρεσία Ελέγχου Ασφάλειας Τροφίμων των ΗΠΑ (FSIS, 2011) απαιτεί το βραδύτερο μέρος θέρμανσης του φαγητού να γίνει στους 63 °C ακολουθούμενο από ένα 3-λεπτό χρόνο διατήρησης στον πάγκο. Οι χαμηλότερες θερμοκρασίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παρασκευή εκλεκτών κομματιών κρεάτων αλλά οι χρόνοι έκθεσης αυξάνονται σημαντικά.

Προβλέπονται υψηλότερες θερμοκρασίες για τα πουλερικά και για τα μηχανικά μαλακωμένα, τεμαχισμένα ή παραγεμισμένα κρέατα. Εκτεταμένες ώρες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την διάθεση φθηνότερων τεμαχίων κρέατος.

- Ελαφρώς επεξεργασμένο. Μερικές συνταγές sousvide δεν οδηγούν σε μαγειρεμένα φαγητά. Ως αποτέλεσμα τα μολυσματικά βακτήρια ή τα παράσιτα που ενδέχεται να υπάρχουν είναι πιθανό να επιβιώσουν. (foodauthority.nsw.gov)

1.1. Αρχή της μεθόδου

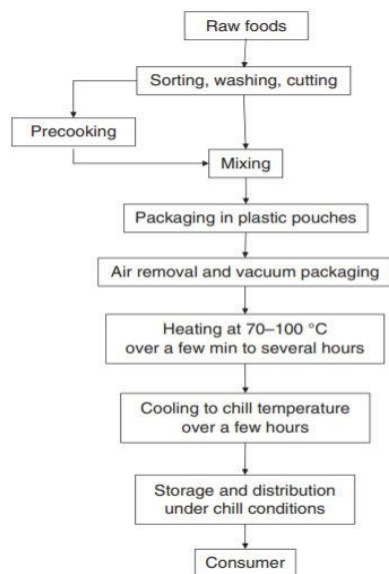
Η λέξη sousvide είναι γαλλική και σημαίνει "υπό κενό" και το μαγείρεμα sousvide ορίζεται ως "πρώτες ύλες-τρόφιμα που μαγειρεύονται υπό ελεγχόμενες συνθήκες θερμοκρασίας και χρόνου μέσα σε θερμικά σταθερές σακούλες κενού". Το μαγείρεμα sousvide διαφέρει από τις παραδοσιακές μεθόδους μαγειρέματος με δύο θεμελιώδεις τρόπους: η ωμή τροφή σφραγίζεται υπό κενό σε θερμοσκληρυντικές, πλαστικές σακούλες τροφίμων και το φαγητό μαγειρεύεται σε επακριβώς ελεγχόμενη θερμοκρασία για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα σύμφωνα με τις υπάρχουσες συνταγές.

Μετά από αυτό, είναι δυνατό να τελειοποιηθεί το τρόφιμο και να σερβιριστεί ή να ψυχθεί ώστε να διατηρηθεί και να καταναλωθεί άλλη χρονική στιγμή. Στην τελευταία



«Βλαχάκος Γ. & Γεωργιακάκης Μ.», «Μέθοδος μαγειρέματος sous vide και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στο ψάρι-λαχανικά.»

περίπτωση, θα πρέπει να αναθερμανθεί το προϊόν πριν από το σερβίρισμα. Στο συγκεκριμένο τρόπο μαγειρέματος τα τρόφιμα μπορεί να είναι είτε ωμά είτε μπορεί να έχουν λάβει μια προηγούμενη προετοιμασία (μαρινάρισμα, μαγείρεμα, ή ακόμη και ψήσιμο στη σχάρα). Μετά αναμιγνύονται, συσκευάζονται σε πλαστικές σακούλες, συνήθως χωρίς πρόσθετα ή συντηρητικά. (Baldwin, 2010). Βέβαια αυτό εξαρτάται και από την εικόνα τους δηλαδή τη φρεσκάδα και την ελάχιστη επεξεργασία που έχουν υποστεί προηγουμένως. Ο αέρας εξάγεται από τη συσκευασία μηχανικά, αμέσως πριν τη σφράγιση και το πακέτο στη συνέχεια επεξεργάζεται με θερμότητα (sous-vide cooking). Το τελικό προϊόν φαίνεται να είναι επικαλυμμένο με πλαστική μεμβράνη, η οποία έχει το ίδιο σχήμα με εκείνη του προϊόντος. Παρακάτω θα αναφερθούν περαιτέρω λεπτομέρειες για αυτά τα βήματα. Ένα συνοπτικό διάγραμμα ροής φαίνεται στην παρακάτω εικόνα. Αφού πλυθούν και κοπούν οι πρώτες ύλες συσκευάζονται στις σακούλες, αφαιρείται ο αέρας, θερμαίνονται σε συγκεκριμένη θερμοκρασία και αφού ψυχθούν μεταφέρονται.



Εικόνα 1. Διάγραμμα ροής της επεξεργασίας sous vide.

1.1.1. Τύποι συσκευών



«Βλαχάκος Γ. & Γεωργιακάκης Μ.», «Μέθοδος μαγειρέματος sous vide και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στο ψάρι-λαχανικά.»

Στο εμπόριο κυκλοφορεί μια τεράστια ποικιλία συσκευών που είναι τόσο για οικιακή όσο και για επαγγελματική χρήση. Ποια συσκευή θα επιλεγεί εξαρτάται και από τις απαιτήσεις του αγοραστή. Κάθε μια από τις κατηγορίες που θα αναφερθούν παρουσιάζει τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά της. Γενικά, στην αγορά των ηλεκτρικών μηχανών για την εφαρμογή της μεθόδου sousvide υπάρχουν δύο κύριοι τύποι μηχανών: φορητός ψηφιακός κυκλοφορητής (με αναδευτήρα) και λουτρό νερού (χωρίς αναδευτήρα). Οι συσκευαστές κενού θαλάμου έχουν συνήθως ένα μετρητή για την παροχή πίεσης και ένα δεύτερο μετρητή για τον έλεγχο της διάρκειας της διεργασίας. Επειδή οι μηχανές συσκευασίας κενού ποικίλλουν, συνιστώνται γενικές ρυθμίσεις. Πολλοί παράγοντες είναι αυτοί που καθορίζουν την κατάλληλη πίεση. Ο χρόνος σφράγισης καθορίζεται από το πάχος της σακούλας όπως και τη θερμότητα. Για παράδειγμα οι παχύτερες σακούλες χρειάζονται περισσότερη θερμότητα για να απολυμανθούν πλήρως.

Στην πρώτη περίπτωση, πρόκειται για φορητές συσκευές που είναι προσαρτημένες σε οποιοδήποτε δοχείο που πληροί τις ελάχιστες απαιτήσεις όσον αφορά την ικανότητα και το βάθος. Όντας φορητός, είναι εύκολο να μεταφερθεί και να λάβει πολύ λίγο χώρο αποθήκευσης. Αυτού του τύπου οι συσκευές είναι εξοπλισμένες με ένα αναδευτήρα που κινεί το νερό ανά πάσα στιγμή, εξασφαλίζοντας ομοιόμορφη θερμοκρασία σε όλο το δοχείο μαγειρέματος.

Τα λουτρά νερού είναι δοχεία με σταθερή χωρητικότητα και αντίσταση σε ολόκληρη την επιφάνειά τους, έτσι ώστε να μπορεί να γίνει ομοιόμορφη μαγειρική. Με σταθερή χωρητικότητα, δεν είναι τόσο ευέλικτα όσο τα φορητά μοντέλα. Τείνουν να καταλαμβάνουν ένα σταθερό χώρο στην κουζίνα, δεδομένου ότι ο όγκος τους δεν είναι εύκολος στην αποθήκευση. Το πλεονέκτημα αυτών των συσκευών είναι η αυτάρκεια τους, υπό την έννοια ότι δεν χρειάζονται κανένα εξωτερικό δοχείο για τη χρήση του. Εκτός από αυτά όλες οι συσκευές έχουν θερμοστάτες ώστε να μπορεί να ρυθμίζεται η θερμοκρασία και ο χρόνος μαγειρέματος του τροφίμου. Οι πιο εξελιγμένες είναι ακόμη πιο αυτοματοποιημένες και απλά ρυθμίζονται οι παράμετροι και το τρόφιμο είναι έτοιμο μετά το πέρας της διαδικασίας χωρίς να απαιτείται η παρουσία κάποιου από την κουζίνα. (Sous-vide.cooking)



«Βλαχάκος Γ. & Γεωργιακάκης Μ.», «Μέθοδος μαγειρέματος sous vide και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στο ψάρι-λαχανικά.»

1.2. Παράγοντες που επηρεάζουν τη μέθοδο

Όπως όλες οι μέθοδοι έτσι και η συγκεκριμένη μέθοδος μαγειρέματος επηρεάζεται από ποικίλους παράγοντες που πρέπει κάθε φορά να λαμβάνονται υπόψη. Αυτοί έχουν αντίκτυπο στη μεταβολή των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών. Πριν αναφερθούμε σε αυτά θα αναφερθούμε πρώτα στα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά. Γενικά, τα τρόφιμα sous-vide συνήθως παρασκευάζονται χωρίς τα πρόσθετα και τα συντηρητικά που χρησιμοποιούνται στην παραδοσιακή επεξεργασία τροφίμων. Το pH και η υδατική δραστηριότητα των sous-vide τροφίμων είναι επομένως κοντά σε εκείνες των πρώτων υλών. Το pH του ωμού κρέατος, του ψαριού, του γάλακτος και των περισσότερων λαχανικών κυμαίνεται μεταξύ 5,0 και 7,0 και συχνά μεταξύ 6,0 και 7,0 με μοναδικές εξαιρέσεις ορισμένα φρούτα και λαχανικά, όπως η ντομάτα. Το αλάτι προστίθεται για τη βελτίωση της γεύσης, αλλά σε συγκεντρώσεις που δεν θα επηρεάσουν σημαντικά τη δραστηριότητα του νερού. Στο τελικό προϊόν, αυτό είναι γενικά $>0,98$ και συχνά $>0,99$. Οι συγκεντρώσεις του οξυγόνου και το σχετικό δυναμικό οξειδοαναγωγής αυτών των τροφίμων έχουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Τα sous-vide τρόφιμα θεωρούνται είτε ως αυστηρά αναερόβια, λόγω του γεγονότος ότι ο αέρας και συνεπώς το οξυγόνο είναι αποκλεισμένα από τη συσκευασία υπό κενό, εναλλακτικά μπορεί να περιέχουν, παρά τη συσκευασία σε κενό, μια μικρή ποσότητα οξυγόνου που μπορεί να αποτρέπει την ανάπτυξη αυστηρώς αναερόβιων βακτηρίων.

Όσον αφορά τη διάρκεια ζωής των τροφίμων που μαγειρεύονται με τη μέθοδο sousvide και αυτή εξαρτάται από ποικίλους παράγοντες. Είναι παραδεκτό γενικά ότι η διάρκεια ζωής τους κυμαίνεται από 5 έως 42 ημέρες ανάλογα με το τρόφιμο. Από τους πρωταρχικούς παράγοντες που λαμβάνονται υπόψη είναι το ίδιο το τρόφιμο. Η μικροβιολογική του κατάσταση, η ωριμότητα του, ο τρόπος με τον οποίο χειρίζεται και επεξεργάζεται είναι κρίσιμα για την περαιτέρω ασφάλεια και την ποιότητα του τροφίμου. Ειδικότερα οι συνθήκες συντήρησης του θα πρέπει να ελέγχονται προσεκτικά. Και η σύσταση του τροφίμου επηρεάζει τη μέθοδο. Για παράδειγμα αν



«Βλαχάκος Γ. & Γεωργιακάκης Μ.», «Μέθοδος μαγειρέματος sous vide και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στο ψάρι-λαχανικά.»

το τρόφιμο έχει χαμηλό pH ή υψηλή συγκέντρωση αλάτων τότε δεν αναπτύσσονται εύκολα μικροοργανισμοί και το τρόφιμο έχει μεγαλύτερη διάρκεια ζωής. Μάλιστα αυτά τα χαρακτηριστικά επηρεάζουν και τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του τροφίμου. (Carlin, F., 2014)

Οι παράγοντες που επηρεάζουν τη μέθοδο είναι πολλοί, όπως για παράδειγμα ο χρόνος εφαρμογής, η θερμοκρασία, το υλικό, η ποιότητα της πρώτης ύλης. Οι σημαντικότεροι όμως είναι ο χρόνος και η θερμοκρασία για αυτό θα αναφερθούμε αναλυτικότερα σε αυτούς.

Ο χρόνος μαγειρέματος sousvide επηρεάζεται κυρίως από τρεις παράγοντες: (1) τη θερμοκρασία του πυρήνα που πρέπει να επιλεγεί για το μαγείρεμα (2) τα χαρακτηριστικά μεταφοράς θερμότητας του τροφίμου και (3) την ποσότητα του τροφίμων που θα μαγειρευτούν ταυτόχρονα.

Για παράδειγμα, τα κρέατα θα απαιτούν μεγαλύτερο χρόνο μαγειρέματος από τα τρόφιμα όπως τα λαχανικά που είναι πολύ λιγότερο πυκνά και προσφέρουν μεγαλύτερες σχετικές επιφάνειες. Επίσης, όσο μεγαλύτερη είναι η αναλογία του υγρού στο τρόφιμο, τόσο πιο γρήγορα θα φτάσει η κατάλληλη θερμοκρασία στον πυρήνα. Αυτό συμβαίνει γιατί θα πρέπει πρώτα να φτάσει όλη η ποσότητα του υγρού στην κατάλληλη θερμοκρασία και μετά να αρχίσει να μαγειρεύεται και το τρόφιμο. Παρακάτω θα αναφερθούν οι χαρακτηριστικοί χρόνοι και θερμοκρασίες που χρησιμοποιούνται για τα πιο κοινά χρησιμοποιούμενα τρόφιμα. (Baldwin, 2012). Για το συμβατικό μαγείρεμα, ο συγχρονισμός μπορεί να θεωρηθεί ότι δεν αφορά το τρόφιμο και το πιο σημαντικό είναι όχι το πόσο χρόνο πρέπει να μαγειρευτεί, αλλά πόσο χρόνο πριν να σταματήσετε το μαγείρεμα. Και αυτό είναι δύσκολο στη συμβατική μαγειρική, επειδή συνήθως χρησιμοποιούνται θερμοκρασίες πολύ υψηλότερες από αυτές που απαιτούνται για το τρόφιμο. Αν για παράδειγμα, μαγειρεύεται βόειο κρέας, μπορεί να θέλετε να φτάσει η εσωτερική θερμοκρασία μόνο στους 54,4 °C, αλλά το ψήνετε στους 200 °C. Αυτό σημαίνει ότι μόλις το βόειο κρέας βρεθεί στη σωστή θερμοκρασία, ο χρόνος που έχουμε για να βγει από τη φωτιά είναι πολύ μικρός. Περαιτέρω η θερμοκρασία του φαγητού θα αυξηθεί τουλάχιστον σε λίγους βαθμούς μετά από την έξοδό του από τη συσκευή μαγειρέματος, ένα



«Βλαχάκος Γ. & Γεωργιακάκης Μ.», «Μέθοδος μαγειρέματος sous vide και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στο ψάρι-λαχανικά.»

φαινόμενο που ονομάζεται μεταφερόμενο μαγείρεμα. Τέτοια γεγονότα αποφεύγονται με τη μέθοδο sousvide που ασχολείται και με το χρόνο αλλά και με τη θερμοκρασία. (Carlin, F., 2014)

Ένας ακόμη παράγοντας που πρέπει να ληφθεί υπόψη είναι και η πίεση. Η πίεση καθορίζεται από τη δύναμη του μηχανήματος συσκευασίας κενού. Ο συσκευαστής κενού εκχυλίζει τον αέρα από τη σακούλα, πιέζοντας την σφιχτά πάνω στο φαγητό, μερικές φορές ακόμη και συμπιέζοντας το φαγητό. Σύμφωνα με τους ερευνητές, οι ερωτήσεις που πρέπει να απαντηθούν κάθε φορά για να προσδιοριστεί η επιθυμητή πίεση είναι οι εξής: Είναι επιθυμητό το στοιχείο να σφραγίζεται πολύ, πολύ σφιχτά ή ακόμα και συμπιεσμένο; Ή μήπως το στοιχείο είναι τόσο ευαίσθητο που θα συνθλίβεται από υπερβολική πίεση; Υπάρχει ένα οστό που μπορεί να τρυπήσει την τσάντα αν χρησιμοποιηθεί μεγάλη πίεση; (Tiampro., 2008). Για σκληρά τρόφιμα όπως για παράδειγμα τα καρότα, θέλουμε υψηλή πίεση έτσι ώστε το οξυγόνο να απομακρύνεται και το πλαστικό να είναι όσο το δυνατόν σφιχτό έναντι του λαχανικού, με αποτέλεσμα η μέγιστη επιφάνεια να έρχεται σε επαφή με τη θερμότητα του νερού.

Η ανάγκη για μέγιστο εμβαδόν επιφάνειας ισχύει και για το κρέας, αλλά η πίεση στεγανοποίησης μπορεί να ποικίλει ανάλογα με το πόσο λεπτή είναι η τομή. Για τα τρόφιμα που απαιτείται συμπίεση, όπως τα πορώδη φρούτα και τα λαχανικά, χρησιμοποιείται επίσης υψηλή πίεση. Για παράδειγμα συμπιέζεται το πεπόνι για να μεταποιηθεί η υφή του και να ενταθεί το χρώμα του. Για τρόφιμα όπως ένα λεπτό κομμάτι ψαριού, χρησιμοποιούμε λιγότερη πίεση για να μην διαλυθεί κατά το μαγείρεμα. (Baldwin, 2012)

Όσον αφορά το σημαντικότερο παράγοντα, τις θερμοκρασίες, αυτές εξαρτώνται αποκλειστικά από το τρόφιμο. Οι θερμοκρασίες που χρησιμοποιούνται για το μαγείρεμα είναι πάντοτε χαμηλότερες από εκείνες του ύδατος που σιγοβράζει, το οποίο είναι περίπου 87 ° έως 93 °C. Η υψηλότερη θερμοκρασία που χρησιμοποιείται, σχεδόν χωρίς εξαίρεση, είναι 85°C και αυτό είναι αποκλειστικά για τα λαχανικά. Τα τοιχώματα των φυτικών κυττάρων εξασθενούν σε αυτή τη θερμοκρασία και έτσι το



«Βλαχάκος Γ. & Γεωργιακάκης Μ.», «Μέθοδος μαγειρέματος sous vide και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στο ψάρι-λαχανικά.»

λαχανικό γίνεται τρυφερό. Οι θερμοκρασίες μαγειρέματος κρέατος και ψαριών είναι ποικίλες. (Tiampro., 2008)

Οι πρωτεΐνες ψαριών γενικά είναι ευαίσθητες και μετουσιώνονται και θρομβώνονται κατά το μαγείρεμα δηλαδή περίπου 6,6°C χαμηλότερες από τις πρωτεΐνες κρέατος. Για το κρέας, τα κύτταρα αρχίζουν να συστέλλονται και συνεπώς πιέζουν το νερό και γίνονται σκληρά στους 60 °C περίπου. Στους 70 °C περίπου, το κρέας θα έχει αποσπάσει μεγάλο μέρος της υγρασίας του, αλλά τα κύτταρα είναι πιο εύκολο να τραβηχτούν και το κολλαγόνο θα έχει αρχίσει να λιώνει σε ζελατίνη. Για τα στήθη κοτόπουλου, χρησιμοποιούνται 62 °C, αλλά μαγειρεύουμε τους μηρούς στους 64 °C. Εντούτοις, όταν το φαγητό φτάσει στην επιθυμητή εσωτερική θερμοκρασία, παραμένει εκεί, ακόμη και όταν μένει στο νερό. Και δεν συνεχίζεται το μαγείρεμα όταν το φαγητό αφαιρείται από το νερό. (Tiampro., 2008, Baldwin, 2012)

Επίσης, και το μέγεθος και το σχήμα του τροφίμου επηρεάζουν την εφαρμογή της μεθόδου. Για παράδειγμα ένα μεγάλο κομμάτι κρέας θα χρειαστεί περισσότερο χρόνο μαγειρέματος 65,5 °C για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, ωστόσο, χρησιμεύει για να σπάσει το κολλαγόνο χωρίς να χάσει όλους τους χυμούς του, με αποτέλεσμα το κρέας να είναι τρυφερό, αλλά περισσότερο γευστικό. Αυτό δεν σημαίνει, ωστόσο, ότι ο χρόνος για τέλεια μαγειρεμένο φαγητό είναι απεριόριστος. Εάν το κρέας παραμείνει για πάρα πολύ χρόνο στο υδατόλουτρο, το χρώμα δεν θα αλλάξει, αλλά η υφή και η αίσθηση θα μεταβληθούν. (Chefsteps.com). Τέλος, ένας ακόμη σημαντικός παράγοντας είναι και η εφαρμογή του κενού. Πρέπει να εξασφαλιστεί υψηλό επίπεδο κενού ώστε να μην μπορέσουν να αναπτυχθούν αερόβια βακτήρια. Βέβαια κάποιες φορές αυτό αποτυγχάνει γιατί οι εταιρίες προσπαθούν να διατηρήσουν τη δομή του τροφίμου ή εφαρμόζουν υψηλές θερμοκρασίες που μεταβάλλουν το μέγεθος του πακέτου.

Είναι επίσης σημαντικό οι ειδικοί να λαμβάνουν υπόψη και το γεγονός ότι το φαγητό πρέπει να είναι κρύο όταν είναι συσκευασμένο και σφραγισμένο. Αυτό είναι πολύ πιο σημαντικό από ό,τι συνειδητοποιούν οι περισσότεροι. Στην πραγματικότητα, ο Bruno Goussault λέει ότι όταν εκπαιδεύει σεφς σε sousvide τεχνική, το νούμερο ένα λάθος που κάνουν είναι το ψήσιμο του φαγητού σωστά πριν να είναι σφραγισμένο. Το



«Βλαχάκος Γ. & Γεωργιακάκης Μ.», «Μέθοδος μαγειρέματος sous vide και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στο ψάρι-λαχανικά.»

πρόβλημα σχετίζεται με το γεγονός ότι σε καταστάσεις πολύ χαμηλής πίεσης το νερό εξατμίζεται σε χαμηλότερη θερμοκρασία. (Tiampo, 2008)

Για να αποδείξει, ο Goussault έβαλε ένα τηγάνι κρύου νερού και ένα άλλο με ζεστό νερό σε ένα θάλαμο κενού. Όταν ο θάλαμος ήταν κλειδωμένος και το κενό ενεργοποιημένο, το ζεστό νερό άρχισε να βράζει έντονα σχεδόν αμέσως, καθώς το νερό εξατμιζόταν. Όταν το ζεστό φαγητό τοποθετείται σε κενό, η ίδια εξατμηση συνέβη, ωστόσο είχε σαν αποτέλεσμα να στεγνώσει και να μεταβληθεί η υφή του. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο, εκτός από τα θέματα ασφάλειας, όταν μία από αυτές τις συνταγές απαιτεί ένα κομμάτι κρέατος να προμαγειρευτεί, πρέπει να ψύχεται σχολαστικά για αρκετές ώρες ή για μια νύχτα, προτού σφραγιστεί.

Από τους σημαντικότερους παράγοντες που επηρεάζουν τη μέθοδο είναι η ανάπτυξη βακτηρίων και μικροοργανισμών, τα οποία προκαλούν αλλοιώσεις στο τρόφιμο και μπορεί να βλάψουν ακόμη και την υγεία. Η ανάπτυξη εργαλείων μοριακής ταυτοποίησης και αλληλούχησης έχει συμβάλει σε μεγάλο βαθμό στον εντοπισμό των οδών μόλυνσης με βακτήρια και μύκητες. Όλα τα συστατικά είναι πιθανές πηγές μικροβιακών μολυσματικών ουσιών που ανιχνεύονται στα αποθηκευμένα τρόφιμα. Επιπλέον, το περιβάλλον της παραγωγής συστατικών, όπως το έδαφος των λαχανικών, έχει αναγνωριστεί ως πρωταρχική πηγή μόλυνσης.

Γενικά, τα βακτήρια που προκαλούν ανησυχία σχετικά με την αλλοίωση ή την παθογένεια των sous-vide τροφίμων έχει τα ακόλουθα γενικά χαρακτηριστικά:

1. Είναι κοινά στα παραδοσιακά ακατέργαστα και τα επεξεργασμένα τρόφιμα.
2. Μπορούν να αντισταθούν στην επεξεργασία θερμότητας σε κάποιο βαθμό.
3. Είναι σε θέση να αναπτυχθούν στις συνθήκες που υπάρχουν στα sous-vide τρόφιμα. Αυτά τα τρόφιμα πρέπει να διατηρούνται σε θερμοκρασίες ψύξης και έτσι τα βακτήρια που προκαλούν ανησυχία να αναπτύσσονται σε <math><10\text{ }^\circ\text{C}</math>.
4. Είναι σε θέση να αναπτυχθούν σε μικροαερόφιλα / αναερόβια περιβάλλοντα.

Τα φυτικά βακτήρια, όπως τα βακτήρια γαλακτικού οξέος, έχουν ανιχνευθεί ως παράγοντες αλλοίωσης στα sous-vide τρόφιμα. Αυτό δείχνει είτε μια μόλυνση μετά



«Βλαχάκος Γ. & Γεωργιακάκης Μ.», «Μέθοδος μαγειρέματος sous vide και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στο ψάρι-λαχανικά.»

την επεξεργασία είτε μια χαμηλή θερμική επεξεργασία, γιατί τα βλαστικά κύτταρα είναι πολύ πιο ευαίσθητα στη θερμότητα από τα σπόρια των βακτηρίων. Κατά συνέπεια, μια μεγάλη ποικιλία βακτηρίων σήμερα έχουν αναγνωριστεί ως παθογόνα για τα sousvide τρόφιμα. Περιλαμβάνουν είδη του γένους *Bacillus* όπως *Bacillus Licheniformis*, *Bacillus Subtilis*, *Bacillus Pumilus* ή *Paenibacillus Polymyxa*. Αυτά τα βακτηριακά είδη παρουσιάζουν διαφορετικές ικανότητες ανάπτυξης στο αναερόβιο περιβάλλον και σε χαμηλή θερμοκρασία. Επομένως η ανίχνευσή τους μπορεί να αποκαλύψει διαφορές στις συνθήκες αποθήκευσης. Σταθερά αναερόβια, συμπεριλαμβανομένου τα *Clostridium* sp., είναι συνήθως σε σημαντικά χαμηλότερες συγκεντρώσεις σε sous-vide τρόφιμα. (Carlin F., 2014)

Τα παθογόνα βακτήρια κύριας ανησυχίας είναι τα *Listeria monocytogenes*, *Bacillus cereus* και *C. botulinum*. Η *Listeria monocytogenes* είναι ένας συχνός μολυσματικός παράγοντας των τροφίμων και συνδυάζει σχετικά υψηλή αντοχή στη θερμότητα σε σύγκριση με άλλους μικροοργανισμούς που σχηματίζουν σπόρια με δυνατότητα ανάπτυξης σε χαμηλές θερμοκρασίες και μεγαλύτερη αντοχή στη χαμηλή ενεργότητα του νερού και υψηλή οξύτητα σε σχέση με άλλα παθογόνα.

Ο *Bacillus cereus* και το *C. botulinum* θεωρούνται επίσης ως κύρια παθογόνα που σχετίζονται με θερμικά επεξεργασμένα τρόφιμα, λόγω της παραγωγής σπορίων και τοξινών. Στελέχη του *C. botulinum* Ομάδα II και ορισμένων φυλογενετικών ομάδων του *Bacillus cereus sensu lato* είναι σε θέση να αναπτυχθούν σε χαμηλές θερμοκρασίες.

Άλλα παθογόνα βακτήρια είναι λιγότερο καλά προσαρμοσμένα στις συνθήκες που επικρατούν στα sousvide τρόφιμα ή είναι λιγότερο ανεκτικά σε ακραίες συνθήκες. Μπορούμε να υποθέσουμε ότι ο έλεγχος του *C. botulinum*, *B. cereus* και *L. monocytogenes* συνεπώς θα έχουν το αποτέλεσμα του ελέγχου των άλλων παθογόνων παραγόντων. (Hoeche U., 2010)

1.3. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της μεθόδου



«Βλαχάκος Γ. & Γεωργιακάκης Μ.», «Μέθοδος μαγειρέματος sous vide και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στο ψάρι-λαχανικά.»

Σαν μέθοδος παρουσιάζει πολλά πλεονεκτήματα σε σχέση με το παραδοσιακό μαγείρεμα. Μάλιστα προτιμάται σε νοσοκομεία, σχολεία, εργοστάσια και εστιατόρια λόγω της διατήρησης της θρεπτικής σύνθεσης των τροφίμων και της γρήγορης και εύκολης συντήρησής τους. Χάρη στο γεγονός ότι εφαρμόζεται σε ψάρια, πουλερικά καθώς και σε πολλά άλλα τρόφιμα, είναι δυνατό να παρέχει ένα ευρύ φάσμα εναλλακτικών μενού για τις προαναφερθέντες τοποθεσίες.

Δίνει τη δυνατότητα εφαρμογής σε τρόφιμα που αποθηκεύονται στο κρύο για μεγάλα χρονικά διαστήματα και είναι ευαίσθητα σε υποβάθμιση, όπως για παράδειγμα τα πουλερικά και τα ψάρια. Επίσης, αποτρέπει τον σχηματισμό υγρασίας στη συσκευασία που αποτελεί ένα βασικό μέσο ανάπτυξης μικροοργανισμών και διασφαλίζεται ότι το προϊόν θα παραμείνει νωπό και θα διατηρήσει για περισσότερο καιρό τα πτητικά αρωματικά συστατικά. (Yikmis et al., 2018).

Είναι δυνατόν να γίνει πιο ελκυστικό το φαγητό προσθέτοντας διάφορα συστατικά όπως το σκόρδο και το λάδι, τα οποία θα ενισχύσουν την αρχική του γεύση. Η μεταφορά της θερμότητας από το νερό στο προϊόν γίνεται αποτελεσματικά όταν το προϊόν εκτίθεται σε ομοιογενή θερμότητα, έτσι ώστε να βρίσκεται στην ίδια θερμοκρασία σε όλη του την έκταση και θα διατηρήσει έτσι τα περισσότερα από τα χαρακτηριστικά του φρέσκου προϊόντος ώστε να μείνει πιο ζουμερό και ταυτόχρονα τραγανό. (Yikmis, et al., 2018).

Είναι σημαντικό το πλεονέκτημα της απουσίας οξυγόνου το οποίο όταν υπάρχει ευνοεί τις οξειδωτικές αντιδράσεις που οδηγούν σε κακή οσμή και γεύση στο φαγητό. Ως αποτέλεσμα μέσω συσκευασίας κενού, είναι δυνατόν να αποτραπούν οι δραστηριότητες αερόβιων μικροοργανισμών. Η στεγανοποίηση υπό κενό έχει πολλά πλεονεκτήματα: επιτρέπει την αποτελεσματική μεταφορά της θερμότητας από το νερό (ή τον ατμό) στο τρόφιμο αυξάνει τη διάρκεια ζωής του φαγητού, εξαλείφοντας τον κίνδυνο επαναμόλυνσης κατά την αποθήκευση, αναστέλλει την καταστροφή των αρωμάτων από την οξείδωση και εμποδίζει τις απώλειες λόγω εξατμίσεων των πτητικών ενώσεων και της υγρασίας κατά τη διάρκεια του μαγειρέματος. Τέλος, μειώνει την αερόβια βακτηριακή ανάπτυξη - αυτό έχει σαν αποτέλεσμα ιδιαίτερα



«Βλαχάκος Γ. & Γεωργιακάκης Μ.», «Μέθοδος μαγειρέματος sous vide και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στο ψάρι-λαχανικά.»

γευστικά και θρεπτικά οφέλη. Για τα βακτήρια που μπορούν να αναπτυχθούν στο τρόφιμο θα αναφερθούν σε άλλη παράγραφο αναλυτικές πληροφορίες.

Όσον αφορά την εφαρμογή της μεθόδου, είναι μια μέθοδος που μπορεί να εφαρμοστεί σε σύντομο χρονικό διάστημα με λίγη εργατική δύναμη μιας και όπως φάνηκε παραπάνω τα βήματα της διαδικασίας είναι πρακτικά και εύκολα στην εφαρμογή. Το τρόφιμο είναι σχεδόν έτοιμο για σερβίρισμα σε σύντομο χρονικό διάστημα και μπορεί να ετοιμαστεί εύκολα όταν ζητηθεί. Είναι δυνατή η αποθήκευση των τροφίμων για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα βέβαια σε κατάλληλες συνθήκες, εξοικονομώντας χρήματα από την επιχείρηση και το εργατικό δυναμικό. Τέλος, το sous-vide προσφέρει μεγαλύτερα πλεονεκτήματα μεταξύ των μεθόδων μαγειρέματος στα οποία μπορούν να εκτίθενται τα λαχανικά, συμπεριλαμβανομένης της διατήρησης των θρεπτικών αξιών, της ποιότητας και της ασφάλειας των τροφίμων και μιας πιο ελκυστικής γεύσης. (Baldwin., 2012)

Ωστόσο σαν μέθοδος έχει και μειονεκτήματα, τα οποία δεν μπορούν να παραλειφθούν. Ο χρόνος προεπεξεργασίας είναι μεγάλος. Υπάρχει ένα πρόσθετο κόστος λειτουργίας του εξοπλισμού και των μεμβρανών συσκευασίας που χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές συσκευασίας σε κενό και κατά την παστερίωση. Η ανάπτυξη μικροβίων μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι η παραγωγή γίνεται χωρίς κάποια πρόσθετη ουσία σε ορισμένα προϊόντα ακόμη και με τη χρήση του ελάχιστου πρόσθετου υλικού. Στις περισσότερες των περιπτώσεων αποφεύγεται η χρήση συντηρητικών. Μάλιστα ορισμένοι τύποι προϊόντων sousvide δεν χρησιμοποιούν ούτε αλάτι. (Yikmis et al, 2018).

Το προϊόν μπορεί να μολυνθεί κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας, ή να παρατηρηθεί απώλεια της ποιότητας ως αποτέλεσμα της προστασίας της ψυχρής αλυσίδας που πρέπει να δημιουργηθεί. Πολλές φορές υπάρχει αδυναμία παροχής των κατάλληλων συνθηκών παστερίωσης εάν η θερμοκρασία που πρέπει να εφαρμοστεί είναι ανεπαρκής με αποτέλεσμα να μην υπάρχει πρόληψη της τοξικής επίδρασης του *C.Botulinum*.



«Βλαχάκος Γ. & Γεωργιακάκης Μ.», «Μέθοδος μαγειρέματος sous vide και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στο ψάρι-λαχανικά.»

Γενικά κάθε φορά υπάρχουν κάποιοι παράγοντες που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη. Οι συνθήκες παστερίωσης είναι απαραίτητο να καθορίζονται και να εφαρμόζονται από εκπαιδευμένο προσωπικό. Επιπλέον, πριν την εφαρμογή της μεθόδου είναι καλό να πραγματοποιηθεί διεύρυνση του χρόνου αποθήκευσης για την παραγωγή προϊόντων τόσο από την πλευρά των παραγωγών όσο και από αυτή και των πωλητών. (Baldwin., 2012)

1.4. Εφαρμογές της μεθόδου

Η μέθοδος sousvide τα τελευταία χρόνια παρουσιάζει όλο και περισσότερες εφαρμογές. Έχει εφαρμοστεί σχεδόν σε όλα τα είδη κρέατος, δηλαδή βοδινό, χοιρινό, κοτόπουλο ακόμη και σε προϊόντα τους όπως τα λουκάνικα. Επίσης, εφαρμόζεται και σε ψάρια και θαλασσινά γενικότερα όπως τα μύδια. Τέλος, αρκετά αποτελεσματική είναι και στα λαχανικά και στα φρούτα. Βέβαια, στις τελευταίες περιπτώσεις είναι πιο περιορισμένη όσον αφορά το πλήθος των τροφίμων που χρησιμοποιούνται. Περισσότερες λεπτομέρειες για αυτά θα αναφερθούν στα επόμενα κεφάλαια.

Ένα από τα μεγαλύτερα οφέλη που προσφέρει η συγκεκριμένη μέθοδος μαγειρέματος είναι στις επιχειρήσεις εστιατορίων μέσω της αποδοτικής λειτουργίας. Η αποθήκευση υπό κενό και η προετοιμασία πλήρων μεμονωμένων γευμάτων μία ή δύο ημέρες εκ των προτέρων μπορεί να μειώσει το κόστος των τροφίμων και να εξομαλύνει τις λειτουργίες της κουζίνας, ειδικά κατά τη διάρκεια των πολυάσχολων περιόδων υπηρεσίας. Οι κατάλληλα επισημασμένες μερίδες μπορούν εύκολα να ανακτηθούν από ψυχρή αποθήκευση και μπορούν να αναθερμανθούν γρήγορα αν εμφανιστούν περισσότεροι επισκέπτες. Εναλλακτικά μπορούν να διατηρηθούν αποτελεσματικά εάν φθάνουν λιγότεροι πελάτες. Στην περίπτωση των γαμήλιων δεξιώσεων αυτό είναι πολύ βολικό, γιατί ο όγκος των καλεσμένων δεν επιτρέπει στους σεφ να φροντίσουν για τόσα πολλά πιάτα. (Baldwin, 2012)



«Βλαχάκος Γ. & Γεωργιακάκης Μ.», «Μέθοδος μαγειρέματος sous vide και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στο ψάρι-λαχανικά.»

Μπορούν να χρησιμοποιηθούν τυποποιημένες συνταγές, βελτιώνοντας τη συνοχή και παρέχοντας στους επισκέπτες ένα άριστης ποιότητας γεύμα, ανεξάρτητα από την ικανότητα μαγειρέματος. Δεδομένου ότι πολλά γεύματα μπορεί να είναι παστεριωμένα ή αναγεννημένα στο ίδιο λουτρό, μειώνεται ο καθαρισμός και η χρήση του εξοπλισμού. Η πιθανότητα πυρκαγιάς εξαλείφεται, μειώνοντας τη θερμοκρασία του αέρα της κουζίνας και μειώνοντας το κόστος ψύξης.

Λόγω των αυξημένων απαιτήσεων των καταναλωτών στην ποιότητα και στην ασφάλεια των τροφίμων σε εγκαταστάσεις μαζικής εστίασης η μέθοδος έχει κριθεί κατάλληλη και σε υπηρεσίες τροφοδοσίας (catering). Ως εκ τούτου, οι εγκαταστάσεις τροφοδοσίας, προκειμένου να ανταποκριθούν πλήρως στις προσδοκίες και τις ανάγκες των καταναλωτών εφαρμόζουν νέες τεχνολογίες. Με αυτή τη μέθοδο εξοικονομούν χρόνο και κόστος. Τα γεύματα με πολύ λίγη επιπρόσθετη κατεργασία είναι έτοιμα να σερβιριστούν και να καταναλωθούν. Αυτό μπορεί να εφαρμοστεί για πολλές εγκαταστάσεις όπως νοσοκομεία, σχολεία, ξενοδοχεία κ.λ.π. (Edwards & Hartwell, 2006, Grzesińska et al, 2018)

Μάλιστα πολλοί είναι αυτοί που υποστηρίζουν ότι είναι και μια κατάλληλη τεχνική ακόμη και για το σπίτι. Είναι γρήγορη και ο καταναλωτής δεν ασχολείται με την ασφάλεια του τροφίμου, ενέχει λιγότερο κίνδυνο και καθαρίσμα από ότι άλλες τεχνικές. Εκτός από τις προαναφερθείσες εφαρμογές, η μέθοδος μπορεί να χρησιμοποιηθεί ακόμη και στα ζαχαροπλαστεία. Χρησιμοποιώντας τη μέθοδο sous-vide για την προετοιμασία της κρέμας anglaise, είναι δυνατή η τυρόπηξη, επίσης μπορούν να παρασκευαστούν και οι βάσεις παγωτού, οι βάσεις κρέμας, οι sabayons και η dulce de leche. Η τεχνική προσφέρει μεγαλύτερη συνέπεια και περισσότερο έλεγχο της υφής, η οποία μπορεί να κυμαίνεται από ευάερα, τυπικά sabayons, έως πυκνά, όπως σε μια γεύση. Για τις κρέμες, τα αυγά πρέπει να μαγειρευτούν σωστά στους 82 °C, οπότε αν το λουτρό νερού έχει ρυθμιστεί σε αυτή τη θερμοκρασία, δεν μπορεί να γίνει υπερβολικό ψήσιμο. Μια σταθερά μεταξύ των διαφορετικών ποικιλιών κρέμας είναι η χρήση άφθονου λίπους, το οποίο όχι μόνο παρέχει τη χαρακτηριστική αίσθηση στο στόμα, αλλά και καθιστά την κρέμα άριστο φορέα διαλυτών σε λιπαρά αρώματα και χρωστικές. Οι ελαφρύτερες ποικιλίες κρέμας, που



«Βλαχάκος Γ. & Γεωργιακάκης Μ.», «Μέθοδος μαγειρέματος sous vide και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στο ψάρι-λαχανικά.»

παρασκευάζονται με μέθοδο sous-vide και ψύχονται, μπορούν να διογκωθούν σε ένα ειδικό σιφόνιο σε ομαλούς, κρεμώδεις αφρούς. (Balwin et al, 2012)

Τα φρούτα και τα λαχανικά με συμπίεση υπό κενό είναι μια δημοφιλής σύγχρονη τεχνική που μπορεί να δώσει σε πολλές φυτικές τροφές μια ελκυστική εμφάνιση και μια ευχάριστη, εκπληκτική υφή. Αυτή η τεχνική εκμεταλλεύεται την ικανότητα ενός θαλάμου κενού να μειώνει τη περιβάλλουσα πίεση, η οποία προκαλεί τον αέρα και την υγρασία μέσα στον φυτικό ιστό να διαστέλλεται γρήγορα και να διασπά τις δομές μέσα στα τρόφιμα.

Η πρόκληση της κατάρρευσης της πορώδους δομής μιας φυτικής τροφής προσδίδει επίσης μια κάπως πυκνή, οδοντωτή υφή που μπορεί να δώσει ένα οικείο συστατικό, όπως το καρπούζι. Όταν προστίθενται υγρά (όπως για παράδειγμα λικέρ), η διαδικασία σφράγισης υπό κενό δημιουργεί μια γρήγορη έγχυση - ειδικά όταν έχουμε πιο πορώδη τρόφιμα (όπως η προσθήκη μπαχαρικών σε κρέμα ή βότανα στο πεπόνι). Αυτό μπορεί να προσθέσει γεύση και υφή σε μικρότερο χρόνο από τις παραδοσιακές εγχύσεις. (The BC Cook Articulation Committee, 2015)

1.5. Τεχνικές για την αξιολόγηση της αισθητικής ποιότητας των τροφίμων

Η αισθητική ανάλυση παλαιότερα βασιζόταν σε αξιολόγηση από κοινό ή από ειδικούς και ήταν πιο υποκειμενική. Πλέον, θεωρείται ως μια αντικειμενική επιστήμη λόγω των βελτιωμένων προγραμμάτων κατάρτισης για τους αισθητήριους αξιολογητές, μιας ευρύτερης σειράς αισθητήριων δοκιμών και στατιστικών τεχνικών για την ανάλυση δεδομένων και της εισαγωγής εξελιγμένων πακέτων λογισμικού υπολογιστών, ιδιαίτερα σε γραφικά για βελτιωμένη ερμηνεία και παρουσίαση των αποτελεσμάτων. Ο αισθητήριος αναλυτής μπορεί να κατασκευάσει μοντέλα ή εικόνες προϊόντων, να συσχετίσει τα αποτελέσματα των εργαστηριακών δοκιμών με τα κριτήρια αποδοχής από μελέτες καταναλωτών και να προβλέψει την επίδραση των



«Βλαχάκος Γ. & Γεωργιακάκης Μ.», «Μέθοδος μαγειρέματος sous vide και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στο ψάρι-λαχανικά.»

αλλαγών στο αισθητήριο προφίλ ενός προϊόντος και στην αποδοχή του καταναλωτή. Οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενες διαθέσιμες μέθοδοι είναι η κατάταξη, η ομαδοποίηση, το τεστ ελεύθερης επιλογής, η αξιολόγηση ζευγών, μετρήσεις έντασης χρόνου. Πολλές πηγές έδωσαν περιγραφές για το πώς και πότε πρέπει να χρησιμοποιηθούν οι διάφορες δοκιμασίες καθώς και ενημερώσεις στον τομέα της αισθητηριακής ανάλυσης. Οι στόχοι αυτών των δοκιμών μπορούν να συνοψιστούν ως εξής: (Creed, 1998)

- Χρήση ποικίλων δοκιμών για τον εντοπισμό και την αξιολόγηση διαφορών μεταξύ προϊόντων.
- Εφαρμογή περιγραφικής ανάλυσης για την ποσοτική περιγραφή των προϊόντων από την άποψη των αισθητηριακών τους χαρακτηριστικών και την εμφάνιση των αποτελεσμάτων γραφικά σε μοντέλα δύο και τριών διαστάσεων.
- Χρήση δοκιμών προτίμησης / αποδεκτικότητας για τον εντοπισμό και την ποσοτικοποίηση της αποδοχής των προϊόντων από τους καταναλωτές
- Συσχετισμός αποτελεσμάτων από περιγραφικές αναλύσεις και δοκιμές αποδεκτικότητας για την πρόβλεψη των απαντήσεων του καταναλωτή σε αλλαγές στα προϊόντα, προσδιορίζοντας εκείνα τα αισθητήρια χαρακτηριστικά που συμβάλλουν στην κατεύθυνση και το μέγεθος της αντίδρασης.
- Εφαρμογή χρονοεξαρτώμενων μετρήσεων της έντασης για να ερευνηθούν την εμφάνιση, τη διάρκεια, την εξαφάνιση και την παραμονή των αισθητήριων χαρακτηριστικών, εκτιμώντας έτσι τη σχετική συμβολή τους στην γενικότερη εμπειρία του φαγητού. Οι δοκιμές αυτές είναι κατάλληλες για να διαπιστωθεί αν ένα πιάτο μαγειρεμένο παραδοσιακά μπορεί να διακριθεί από το ίδιο πιάτο μαγειρεμένο με τη μέθοδο sousvide. Ωστόσο, δεν επιτρέπουν στον ερευνητή να γνωρίζει ποιες είναι οι διαφορές αυτές ή το μέγεθος τους σε απόλυτη και ακριβή κλίμακα.

Στην κατηγορία των τεχνικών αξιολόγησης ανήκει και η ποσοτική περιγραφική ανάλυση (QDA, quantitative descriptive analysis). Ουσιαστικά πρόκειται για την ανάπτυξη μιας λίστας περιγραφικών όρων, αξιολόγησης πιθανών μελών μιας επιτροπής, ομάδες κατάρτισης, χρησιμοποιώντας επαρκή αναπαραγωγή ώστε να



«Βλαχάκος Γ. & Γεωργιακάκης Μ.», «Μέθοδος μαγειρέματος sous vide και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στο ψάρι-λαχανικά.»

απομονωθεί και να αξιολογηθεί η απόδοση των αξιολογητών, η αποτελεσματικότητα των περιγραφικών όρων, οι διαφορές των προϊόντων και οι πιθανές αλληλεπιδράσεις με τη στατιστική ανάλυση και την έκφραση των αποτελεσμάτων τόσο γραφικά όσο και αριθμητικά. (Creed, 1998)

Όσον αφορά την αξιολόγηση και την ποσοτικοποίηση του θρεπτικού περιεχομένου των τροφίμων από δεκαετίες ενδιαφέρει τους επιστήμονες των τροφίμων. Οι βιταμίνες που ενδιαφέρουν στην περίπτωση αυτή θα είναι αυτές που είναι πιθανόν να μειωθούν κατά τη διάρκεια της μεθόδου επεξεργασίας sousvide, δηλαδή εκείνες που είναι ευαίσθητες σε θερμική επεξεργασία και πιο συγκεκριμένα η θειαμίνη (βιταμίνη B1), η ριβοφλαβίνη (βιταμίνη B2) και το ασκορβικό οξύ (βιταμίνη C). Οι απώλειες σε μέταλλα και ιχνοστοιχεία δεν οφείλονται στη θερμότητα αλλά μπορούν να συμβούν με την έκπλυση στο νερό μαγειρέματος. Στην περίπτωση της μεθόδου sousvide, η περιεκτικότητα σε ανόργανα συστατικά του νεπού φαγητού πιθανώς θα διατηρηθεί. Οι κυριότερες μέθοδοι για την αξιολόγηση των διατροφικών συστατικών περιλαμβάνουν:

- θειοχρώμιο για θειαμίνη
- μικροβιολογικές μεθόδους μέτρησης της απόκρισης δόσης μικροοργανισμών της μεθόδου ραδιοανοσοποίησης (ELISA)
- βιολογικές μέθοδοι που βασίζονται στην απόκριση ανάπτυξης σε αρουραίους και νεοσσούς.
- υγρή χρωματογραφία υψηλής πίεσης (HPLC).

Από αυτές τις μεθόδους, η HPLC φαίνεται να είναι η πιο εξελιγμένη και προχωρημένη μέθοδος, αν και η Spreirs (1996) αναπτύσσει μικροβιολογική μέθοδο ειδικά για την ανίχνευση της θειαμίνης, της λιγότερο σταθερής υδατοδιαλυτής βιταμίνης, στα sousvide τρόφιμα. Έχουν επινοηθεί πολλές μέθοδοι HPLC για τον προσδιορισμό της ποσότητας βιταμινών και άλλων ουσιών που υπάρχουν στα τρόφιμα. Μια πολύ μεγάλη ποικιλία τροφίμων έχει αναλυθεί χρησιμοποιώντας διαφορετικές διαδικασίες εκχύλισης για τον προσδιορισμό διαφόρων συνδυασμών βιταμινών.



«Βλαχάκος Γ. & Γεωργιακάκης Μ.», «Μέθοδος μαγειρέματος sous vide και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στο ψάρι-λαχανικά.»

Οι περισσότεροι προσδιορισμοί βιταμινών που χρησιμοποιούν HPLC έχουν αναλύσει συστατικά γεύματος με λίγες αναλύσεις παρασκευασμένων πιάτων όπως αυτές που παρέχονται με τη μέθοδο sousvide. Ο Hare (1996) ανέφερε μία ταχεία μέθοδο που χρησιμοποιεί HPLC για την ανίχνευση του φυλλικού οξέος και των παραγώγων του σε υγιεινά τρόφιμα έτσι ώστε οι μεταβολές στη θρεπτική κατάσταση των προϊόντων που προκαλούνται από διαφορετικές θερμικές επεξεργασίες να μπορούν να μετρηθούν ευκολότερα.

Μια τεχνική που μελετήθηκε πρόσφατα από τους Croprotova et al., (2018) είναι η απεικόνιση μέσω φθορισμού. Βασικός σκοπός της μελέτης ήταν η διερεύνηση των δυνατοτήτων της μικροσκοπίας φθορισμού σε συνδυασμό με χημικές, φυσικές και μεθόδους ανάλυσης δεδομένων για αξιόπιστη και μη επεμβατική ανίχνευση των αλλαγών στις παραμέτρους υφής κατά την ψύξη του σκουμπριού που ήταν μαγειρεμένο με τη μέθοδο sousvide. Ελήφθησαν μικρογραφίες φθορισμού απώλειας μαγειρέματος και συνδετικού ιστού των δειγμάτων ψαριών μετά από την επεξεργασία sous-vide στους 60 °C και στους 75 °C για 10, 15 και 20 λεπτά μετά από 1η, 3η και 7η ημέρα αποθήκευσης με ψύξη. Οι εικόνες που ελήφθησαν υποβλήθηκαν σε αριθμητική επεξεργασία και τα προκύπτοντα δεδομένα συσχετίστηκαν άμεσα ($R = 0,960$) με την συνολική περιεκτικότητα σε κολλαγόνο το οποίο προσδιορίστηκε και με χημική μέθοδο ώστε να υπάρξει και συσχέτιση μεταξύ των αποτελεσμάτων.

Χρησιμοποιήθηκαν και μαθηματικά μοντέλα και πιο συγκεκριμένα ανάλυση μερικών τετραγώνων για την παραγωγή στατιστικώς σημαντικών μοντέλων παλινδρόμησης που αποκάλυψαν την επίδραση κάθε παραμέτρου του μαγειρέματος sous-vide στις μεταβολές της συνολικής περιεκτικότητας σε κολλαγόνο και των παραμέτρων υφής του σκουμπριού του Ατλαντικού κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης με ψύξη. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τόσο η ακεραιότητα του κολλαγόνου όσο και η σφριγηλότητα της σάρκας σκουμπριού ήταν τα πιο σημαντικά ($p < 0,05$) που επηρεάστηκαν από τη θερμοκρασία της επεξεργασίας sous-vide και τη διάρκεια της αποθήκευσης με ψύξη, οδηγώντας σε βαθμιαίο μαλάκωμα του ιστού των ψαριών λόγω της αποικοδόμησης του κολλαγόνου ιστού. Επίσης, αποκάλυψαν ότι η



«Βλαχάκος Γ. & Γεωργιακάκης Μ.», «Μέθοδος μαγειρέματος sous vide και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στο ψάρι-λαχανικά.»

μικροσκοπία φθορισμού θα μπορούσε να αποτελέσει μια καλή μέθοδο για την παρακολούθηση των μεταβολών στην υφή των ψαριών. (Croppotona, et al. 2018)

Ενώ οι περισσότερες μελέτες ασχολούνται με το πως θα αξιολογηθεί γενικά το προϊόν καμία δεν έχει ασχοληθεί με το πως μπορεί να αναπτυχθεί μια τεχνική που να ασχολείται με την αξιολόγηση του προϊόντος από τους καταναλωτές. Ένας τρόπος πρόσβασης στις απόψεις και τις σκέψεις των καταναλωτών είναι μέσω της εφαρμογής ποιοτικών τεχνικών, όπως οι ομάδες εστίασης. (Croppotona, J., et al. 2018). Οι ομάδες εστίασης αποτελούνται από προγραμματισμένες συζητήσεις για τον εντοπισμό των απαντήσεων σε έναν επιλεγμένο αριθμό συμμετεχόντων σε ένα θέμα ενδιαφέροντος, το οποίο διεξάγεται σε ένα μη απειλητικό και επιτρεπτό περιβάλλον. Τα πλεονεκτήματα αυτής της τεχνικής είναι πολυάριθμα: είναι μια γρήγορη, οικονομική και αποδοτική μέθοδος για την αξιολόγηση των απόψεων πολλών συμμετεχόντων, εκτός από την ύπαρξη κοινωνικά προσανατολισμένων ατόμων. Οι συμμετέχοντες είναι πιο πρόθυμοι να εκφράσουν τις ιδέες τους όταν αποτελούν μέρος μιας ομάδας παρά όταν είναι μόνοι τους. Αυτή η τεχνική μπορεί εύκολα να εφαρμοστεί για να συγκεντρώσει τις αντιλήψεις των καταναλωτών από πολλές πλευρές και για μια ευρεία ποικιλία τροφίμων. Επίσης, είναι ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο κατά την ανάπτυξη ενός προϊόντος δεδομένου ότι μπορεί να εξετάσει και να ενσωματώσει ιδέες των καταναλωτών στα πρώιμα στάδια της ανάπτυξης που επιτρέπουν την πρόβλεψη της αντίδρασης των καταναλωτών, εκτός από τον τρόπο με τον οποίο θα γίνει αντιληπτό ένα προϊόν μόλις ξεκινήσει η εφαρμογή του. (Roascio - Albistur, & Gámbaro, 2018).

Επιπλέον, είναι μια ευέλικτη τεχνική δεδομένου ότι επιτρέπει, μέσα στην ομαδική συνεδρίαση, τη συμπερίληψη διαφόρων εργαλείων όπως η χρήση τεχνικών προβολής, προκειμένου να επεκταθεί η ομάδα και η συζήτηση ή να εισαγάγει τους συμμετέχοντες στο θέμα της συζήτησης. Η χρήση τεχνικών προβολής επιτρέπει την ανακάλυψη, μέσα από ένα αδόμητο ερέθισμα, των ασυνείδητων αντιλήψεων των καταναλωτών. Αυτό έχει εφαρμοστεί σε προγράμματα ψυχολογίας, μάρκετινγκ και καινοτομίας. Μια τέτοια ομάδα αναπτύχθηκε από τους Roascioetal. για την αξιολόγηση sousvide φαγητού. (Croppotona, J., et al. 2018).



«Βλαχάκος Γ. & Γεωργιακάκης Μ.», «Μέθοδος μαγειρέματος sous vide και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στο ψάρι-λαχανικά.»

Η τεχνική της ομάδας εστίασης έδωσε τη δυνατότητα να διαπιστωθεί η αντίληψη των καταναλωτών σχετικά με ένα πιάτο που παρασκευάστηκε με sousvide μαγείρεμα, σε μια αγορά όπου τα προϊόντα ευκολίας που παρασκευάζονται χρησιμοποιώντας αυτή τη μέθοδο μαγειρέματος δεν έχουν ακόμη εισαχθεί. Η τεχνική αυτή είναι άγνωστη από τους καταναλωτές και, ως εκ τούτου, έχει αρκετά πλεονεκτήματα γιατί δεν είναι προετοιμασμένοι. Συσχετίστηκε με έτοιμα για κατανάλωση προϊόντα ανώτερης ποιότητας ή "premium", τα οποία κατευθύνονται στη γκουρμέ ποιότητα. Κατά την ανάπτυξη ενός προϊόντος sousvide μαγειρέματος για να εισαχθεί σε μια μη παραδοσιακή αγορά αυτού του τύπου προϊόντων, είναι απαραίτητο να ληφθούν υπόψη οι αρνητικές απόψεις που έχουν οι καταναλωτές σε σχέση με τη χρήση των πλαστικών σακουλών, και έτσι να αντισταθμιστεί αυτό με ένα κατάλληλο σχέδιο συσκευασίας που τονίζει τα θετικά οφέλη ενός προϊόντος που λαμβάνεται με αυτήν την τεχνική μαγειρέματος, την απουσία πρόσθετων ουσιών και υψηλής ποιότητας τελικού προϊόντος. Τα ευρήματα αυτής της μελέτης συμβάλλουν στην υπάρχουσα βιβλιογραφία των προϊόντων sousvide και παρέχουν γνώση σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο οι καταναλωτές αντιλαμβάνονται αυτά τα προϊόντα ώστε να βελτιστοποιηθούν οι αρνητικές πτυχές τους. Ωστόσο, απαιτούνται περαιτέρω έρευνες για την αξιολόγηση τους και την αποδοχή των προϊόντων αυτών, κατά προτίμηση με την παρουσίαση έτοιμων πιάτων στους καταναλωτές σε διαφορετικές ηλικιακές ομάδες. (Roascio - Albistur, A., & Gámbaro, A. 2018).

1.5.1. Αξιολογήσεις της διατροφικής ποιότητας των ψυγμένων τροφίμων

Λίγα διατροφικά δεδομένα διατίθενται για ψυγμένα τρόφιμα που παρασκευάζονται με τη μέθοδο sousvide, αλλά υπάρχουν πολλές πληροφορίες σχετικά με τις μεταβολές που εμφανίζονται κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας των τροφίμων που παρασκευάζονται σε συστήματα ψύξης-ψησίματος των οποίων η μέθοδος sousvide είναι μια παραλλαγή. Ο Bognar (1980) μελέτησε την περιεκτικότητα σε βιταμίνη Α, Β1, Β2 σε ψυγμένα γεύματα που παρασκευάζονται συμβατικά ή με μεθόδους ψύξης, ή αποστείρωσης και τις συνέπειες των συνθηκών ψύξης, αποθήκευσης και επαναθέρμανσης. Ο Hunt (1984) εξέτασε τις απώλειες θρεπτικών ουσιών στα συστήματα ψύξης-ψησίματος καταλήγοντας στο συμπέρασμα ότι οδηγούν σε



«Βλαχάκος Γ. & Γεωργιακάκης Μ.», «Μέθοδος μαγειρέματος sous vide και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στο ψάρι-λαχανικά.»

καλύτερη κατακράτηση βιταμίνης C από τα συμβατικά συστήματα με σημαντικές περιόδους θέρμανσης. Αργότερα, στα συστήματα ψύξης-ψησίματος βρέθηκαν αλλαγές στην περιεκτικότητα σε βιταμίνες αλλά όχι σε πρωτεΐνες, λιπαρά, υδατάνθρακες ή μεταλλικά συστατικά σε ψυγμένα και παστεριωμένα γεύματα μετά από αποθήκευση 10 και 28 ημερών στους 2 °C, ακολουθούμενη από επαναθέρμανση. Τα δεδομένα είναι διαθέσιμα για πολλούς τύπους προϊόντων σε διαφορετικές χρονικές στιγμές, από τις πρώτες ώρες μέχρι το σημείο της υπηρεσίας, σημειώνοντας ότι οι βιταμίνες C και B1 είναι οι πιο ασταθείς στη μεταποίηση τροφίμων και είναι ευκολότερο να ποσοτικοποιηθούν. Η βιταμίνη C χρησιμοποιείται συχνά ως δείκτης της κατακράτησης βιταμινών επειδή, αν μειωθεί το περιεχόμενό της, άλλες βιταμίνες μπορεί επίσης να έχουν καταστραφεί. Ο Bognar (1990) παρείχε επίσης στοιχεία για την απώλεια βιταμινών κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης φρούτων και λαχανικών υπό ψύξη και την επίδραση των συνθηκών ψύξης, αποθήκευσης και επαναθέρμανσης στα παρασκευασμένα τρόφιμα. Στα παρακάτω κεφάλαια που θα αναφερθούν πιο συγκεκριμένες μελέτες περίπτωσης θα δοθούν και τα χαρακτηριστικότερα παραδείγματα περιπτώσεων μελέτης σε κρέατα και λαχανικά.



«Βλαχάκος Γ. & Γεωργιακάκης Μ.», «Μέθοδος μαγειρέματος sous vide και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στο ψάρι-λαχανικά.»

2. Κεφάλαιο 2^ο: Μέθοδος sous-vide σε ψάρι και κρέας

Στο κρέας και στα ψάρια η μέθοδος sousvide είναι κοινή τα τελευταία χρόνια και μάλιστα εφαρμόζεται πολύ συχνά. Αυτά τα τρόφιμα είναι και αρκετά ευαίσθητα μιας και αναπτύσσονται ευκολότερα μικρόβια από ότι στα λαχανικά και στα φρούτα. Παρακάτω θα εστιάσουμε κυρίως στον τρόπο με τον οποίο επηρεάζει τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του κρέατος και ειδικότερα των ψαριών. Θα αναφερθούν ωστόσο και κάποιες μελέτες που αφορούν τα προϊόντα κρέατος.

2.1. Εφαρμογή στα ψάρια

Τα ψάρια αποτελούν μια μεγάλη πρώτη ύλη για την εφαρμογή αυτής της τεχνικής, εφ' όσον είναι φρέσκα και έχουν καλή ποιότητα, χωρίς αγκάθια. Στην περίπτωση των προϊόντων με βάση το κρέας ψαριού, η υφή είναι μια πολύ σημαντική παράμετρος και η θερμοκρασία μαγειρέματος είναι καθοριστική για την διατήρηση της. Ωστόσο, ενώ το μαγείρεμα στους 70 °C είναι κατάλληλο για τη βελτίωση της υφής των ψαριών που είναι πλούσια σε κολλαγόνο αυτή η θερμοκρασία μπορεί να μην είναι επαρκής για να εξασφαλίσει την ασφάλεια των μαγειρεμένων ψαριών για μεγάλο χρονικό διάστημα, στα οποία οι μικροβιακές αλλοιώσεις είναι κοινές. (Roca & Brugments, 2004)

Τα ψάρια είναι ένα από τα πιο φθαρτά τρόφιμα ειδικότερα κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης μιας και παρατηρούνται ενδογενείς χημικές και ενζυματικές αντιδράσεις στα λιπίδια και στις πρωτεΐνες, οι οποίες οδηγούν στην εμφάνιση ανεπιθύμητων οσμών και επιγεύσεων. Αυτές οι αλλαγές είναι η κύρια αιτία της αλλοίωσης στα sousvide μαγειρεμένα έτοιμα ψάρια, όταν η θερμική επεξεργασία έχει εξαλείψει αποτελεσματικά την αλλαγή της μικροχλωρίδας. (Diaz et al., 2007). Η αισθητική αλλοίωση των ψαριών εκδηλώνεται από τις αλλαγές στο χρώμα, την οσμή, τη γεύση και την υφή ως αποτέλεσμα της αφυδάτωσης και της ανάπτυξης οσμών από



«Βλαχάκος Γ. & Γεωργιακάκης Μ.», «Μέθοδος μαγειρέματος sous vide και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στο ψάρι-λαχανικά.»

τους οφθαλμούς και την τάγγιση και τον σχηματισμό τριμεθυλαμίνης και ολικού πτητικού βασικού αζώτου κατά την ψυκτική αποθήκευση. Η εφαρμογή υψηλών θερμοκρασιών μαγειρέματος μειώνει την αισθητική ποιότητα των ψαριών και η χαμηλή θερμοκρασία που εφαρμόζεται με τη μέθοδο sousvide είναι ένα βασικό πλεονέκτημα. Συνήθως η αξιολόγηση της επεξεργασίας περιλαμβάνει τη μελέτη των μικροβιακών χαρακτηριστικών και των αισθητικών μιας και αυτά είναι τα πρώτα που αξιολογούνται από τους καταναλωτές. (Sallamet et al., 2007)

Τα ψάρια μαγειρεύονται για να αλλάξει η υφή τους, να αναπτύξουν γεύση και να καταστρέψουν τους παθογόνους παράγοντες των τροφίμων. Παραδοσιακά, τα ψάρια θεωρούνται μαγειρεμένα όταν σχηματίζουν δομές σαν νιφάδες. Αυτές σχηματίζονται όταν το κολλαγόνο των ιστών μετατρέπεται σε ζελατίνη σε περίπου 46-49 ° C / 115-120 ° F (Belitzetal., 2004). Αυτή η θερμοκρασία είναι πολύ χαμηλή, και δεν επαρκεί για να καταστρέψει όλα τα παθογόνα βακτήρια των τροφίμων. Πολλοί σεφ μαγειρεύουν σολομό και αντίστοιχα ψάρια στους 42 ° C / 108 ° F και τα περισσότερα άλλα οστρακοειδή σε μέτρια θερμοκρασία στους 49° C / 120 ° F για 15-20 λεπτά (Νόρεν και Άρνολντ, 2009). Ενώ ο FDA (2011) συστήνει γενικά την παστερίωση ψαριών η οποία θα μειώσει όλα τα παθογόνα και τα παράσιτα που δεν σχηματίζουν σπόρια σε ένα ασφαλές επίπεδο, δεν θα μειώσει τον κίνδυνο μόλυνσης από ιό της ηπατίτιδας Α (HAV) ή νοροϊού από οστρακοειδή. Δεδομένου ότι η μείωση του HAV στα οστρακόδερμα και στα μαλάκια απαιτεί τη διατήρηση σε εσωτερική θερμοκρασία 90 °C / 194°F για 90 δευτερόλεπτα, ο κίνδυνος μόλυνσης από τον ιό ελέγχεται καλύτερα μέσω κατάλληλης υγιεινής (Εθνική Συμβουλευτική Επιτροπή για τα Μικροβιολογικά Κριτήρια για τα Τρόφιμα, 2008). Δεδομένου ότι τα σπόρια του μη πρωτεολυτικού *Clostridium botulinum* δεν απενεργοποιούνται με παστερίωση, τα ψάρια πρέπει να φυλάσσονται σε θερμοκρασία μικρότερη των 3,3 °C / 38 °F για λιγότερο από 4 εβδομάδες.

2.1.1. Ψάρια μεσαίου μεγέθους

Από τα παλαιότερα πειράματα που πραγματοποιήθηκαν ήταν από τους Choain και Noel (1989) που συνέκριναν τις παραδοσιακά μαγειρεμένες και sousvide πέστροφες. Διαπίστωσαν ότι η πέστροφα sousvide είχε περισσότερο άρωμα και έντονη γεύση σε



«Βλαχάκος Γ. & Γεωργιακάκης Μ.», «Μέθοδος μαγειρέματος sous vide και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στο ψάρι-λαχανικά.»

σύγκριση με την παραδοσιακή. Οι González-Fandos et al. (2005) κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η επεξεργασία στους 90°C για 33 λεπτά εντός του προϊόντος είναι η πλέον αποτελεσματική για να εξασφαλίσει την ασφάλεια και να παρατείνει τη διάρκεια ζωής της πέστροφας (*Oncorhynchus mykiss*) με τη μέθοδο sousvide διατηρώντας τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά της. Ο Nyati (2000), μελετώντας τις επιδράσεις θερμοκρασιών 3 και 8°C στα μικροβιολογικά και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης, βρήκε υψηλότερη συχνότητα εμφάνισης μικροοργανισμών και απώλεια ποιότητας σε υψηλότερες θερμοκρασίες.

Υπάρχουν λίγα δεδομένα που έχουν δημοσιευτεί μέχρι σήμερα σχετικά με τις διατροφικές πτυχές των μαγειρεμένων ψαριών με τη μέθοδο sousvide και είναι προφανώς πιο ακριβή τα δεδομένα σχετικά με την αποδοχή των καταναλωτών από τα ελάχιστα επεξεργασμένα τρόφιμα. Μόνο οι Ghazala et al. (1996) έχουν αναλύσει την εγγύς σύνθεση και σταθερότητα των λιπαρών οξέων που εξάγονται από το ψάρι υπό κενό αέρος και έχουν συγκριθεί με τη μαγειρική sousvide (65°C και 85°C) και με το συμβατικό μαγείρεμα (100°C). Με τη σειρά του, ο Watier (1988) μελέτησε τη σταθερότητα των βιταμινών Β στο sousvide σολομό. Ο σολομός είναι ένα προϊόν με σχετικά χαμηλές τιμές και χρησιμοποιείται πολύ στη sous-vide κουζίνα για τα αξιοσημείωτα αισθητικά αποτελέσματα. Στο sous-vide σολομό, τα διαφορετικά στρώματα του κρέατος διατηρούν τη δομή, και το κομμάτι του ψαριού κόβεται με κουτάλι, δημιουργεί μια ελαφρά αποδόμηση στο κρέας χωρίς τροποποίηση του κύριου σώματος των φετών. Γενικά αρκετές μελέτες δείχνουν αποτελέσματα σχετικά με τη διάρκεια ζωής και τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά.

Οι Gracias-Linares et al., (2004) πραγματοποίησαν μια μελέτη με σκοπό την αξιολόγηση της μικροβιολογικής ποιότητας, της εγγύτητας και της σύνθεσης των λιπαρών οξέων και της πιθανής συσχέτισης μεταξύ της περιεκτικότητας σε λιπαρά και της μικροβιακής ανάπτυξης των μεταποιημένων ψαριών (σολομός και πέστροφα) με παραδοσιακές μεθόδους μαγειρέματος και ψύξη για 3, 20 και 45 ημέρες και με τη μέθοδο sousvide. Τα αποτελέσματα της έρευνας τους έδειξαν ότι η πέστροφα που ήταν μαγειρεμένη με τη μέθοδο sousvide και αποθηκεύτηκε για 20 και 45 ημέρες



«Βλαχάκος Γ. & Γεωργιακάκης Μ.», «Μέθοδος μαγειρέματος sous vide και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στο ψάρι-λαχανικά.»

κράτησε την αρχική λιπιδική περιεκτικότητα. Ωστόσο, όταν μαγειρεύτηκε με την παραδοσιακή μέθοδο, η περιεκτικότητα σε λιπαρά έπεσε δραματικά.

Όσον αφορά τις μικροβιακές αναλύσεις, φάνηκε ότι η εγγύς σύνθεση των ψαριών και ιδιαίτερα η συνολική περιεκτικότητά τους σε λίπος και λιπαρά οξέα έχουν σημαντική επίδραση στη μικροβιακή επιβίωση και στην ανάπτυξη δεικτών υγιεινής ποιότητας κατά την αποθήκευση ψύξης (μεσόφιλα, ψυχροτροφικά και εντεροβακτηριοειδή) που εξετάζονται σύμφωνα με τους μικροβιολογικούς κανόνες για τα προϊόντα sousvide που θεσπίζει ο γαλλικός νόμος περί υγείας. Και οι δύο τρόποι επεξεργασίας μείωσαν σημαντικά ($P < 0,05$) τη μικροβιακή μόλυνση, πράγμα που αναμενόταν δεδομένου ότι αυτοί οι τύποι διεργασιών περιλαμβάνουν μια καθιερωμένη θερμική επεξεργασία που καταστρέφει τη μολυσματική χλωρίδα. Οι μικροβιακές μειώσεις σε όλους τους δείκτες που αξιολογήθηκαν, εκτός από τα εντεροβακτηριοειδή, ήταν πάντοτε σημαντικά υψηλότερες ($P < 0,05$) σε sousvide ψάρια ($0,5-1 \log_{cfu} / g$) από τα παραδοσιακά ψάρια και ήταν σημαντικά υψηλότερες ($P < 0,05$) στα ψάρια με υψηλή περιεκτικότητα σε λιπαρά, δηλαδή στο σολομό.

Στο σολομό έχουν επικεντρωθεί και άλλες μελέτες. Σε μια μελέτη της αλλοίωσης του μαγειρεμένου σολομού από τους Diaz et al. (2011) το ψάρι αποθηκεύτηκε υπό ψύξη, συσκευάστηκε, μαγειρεύτηκε σε χρόνο ψησίματος $80^{\circ}\text{C} / 45$ λεπτά, και έπειτα ψύχθηκε γρήγορα στους 3°C και στους 2°C για 0,5 ή 10 εβδομάδες αντίστοιχα πριν τη χρήση στην τροφοδοσία.

Τα αποτελέσματα της μελέτης τους έδειξαν ότι το ψάρι που αποθηκεύεται μετά την επεξεργασία με τη μέθοδο sousvide εμποδίζει την ανάπτυξη αερόβιων και αναερόβιων ψυχρότροφων μικροοργανισμών, γαλακτικά βακτήρια, ζυμομύκητες και εντεροβακτηριοειδή. Ένα άλλο είδος ψαριού που μελετήθηκε είναι το Tambaqui (*Colossomatacropsomum*). Πρόκειται για ένα αυτόχθονο είδος από την περιοχή του Αμαζονίου και θεωρείται εξαιρετικό για καλλιέργεια δεδομένου ότι έχει ζωοτεχνικές και χειριστικές ιδιότητες που καθιστούν δυνατή την καλή απόδοση. Η υψηλή διατροφική αξία αυτού του είδους και η μεγάλη οικονομική και κοινωνική σημασία στη Λατινική Αμερική μπορεί να αποτελέσουν εναλλακτική λύση για την παροχή νέων θέσεων αγοράς με όλο και πιο απαιτητικούς καταναλωτές. Τα sousvide ψάρια



«Βλαχάκος Γ. & Γεωργιακάκης Μ.», «Μέθοδος μαγειρέματος sous vide και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στο ψάρι-λαχανικά.»

που παρασκευάστηκαν στους 65°C για 12,5 λεπτά έδειξαν τα καλύτερα αποτελέσματα για τη διατήρηση της ζουμερής υφής (WHC) και υφές κοντά στη χαρακτηριστική συνοχή του φρέσκου ψαριού. Ωστόσο δεν ήταν αρκετά κοντά στη συνοχή ώστε να είναι αποδεκτό αυτό το χαρακτηριστικό από τους καταναλωτές. Η θερμοκρασία ήταν ο σημαντικότερος παράγοντας στη διαδικασία παστερίωσης, συμβάλλοντας σημαντικά στην ποιότητα του τελικού προϊόντος. Τα αποτελέσματα των μικροβιολογικών αναλύσεων έδειξαν ότι η επεξεργασία έγινε σε επαρκείς συνθήκες υγιεινής και η ανάπτυξη μικροοργανισμών ήταν εντός των ορίων της νομοθεσίας. (Díaz et al., 2009).

Σε μια μελέτη από τους Mol et al. (2012) όπου ερεύνησαν την επίδραση της αποθήκευσης σε διαφορετικές θερμοκρασίες (4 °C και 12 °C) στη διάρκεια ζωής του Ατλαντικού ψαριού *Sarda Sarda* που μαγειρεύτηκε ως sousvide για 10 λεπτά στους 70 °C βρέθηκε ότι οι περιεκτικότητες λιπιδίων, πρωτεϊνών και υγρασίας των ψαριών ήταν στατιστικά διαφορετικά μετά το μαγείρεμα και η ίδια τάση δεν παρατηρήθηκε στο περιεχόμενο της τέφρας και των υδατανθράκων. Επιπλέον, η τιμή TVB-N των ωμών ψαριών είχε 11,64 mg / 100 g και μειώθηκε σε τιμή 9,62 mg / 100 μετά το μαγείρεμα sousvide. Ωστόσο, η οριακή τιμή των 30 mg / 100 g παρατηρήθηκε στους 12 °C και 4 °C στις 18 και 42 ημέρες, αντίστοιχα. Η διάρκεια ζωής του ψαριού και ο χρόνος αποθήκευσης αυξήθηκαν και στις δύο θερμοκρασίες αποθήκευσης κατά 10 λεπτά με το μαγείρεμα στους 70 °C.

Για την βελτίωση της μεθόδου έχει ερευνηθεί από επιστήμονες και η εφαρμογή της υψηλής πίεσης ώστε να βελτιωθούν τα τελικά χαρακτηριστικά του τροφίμου. Ερευνήθηκε από τους Espinosa et al., (2015) η επίδραση της υψηλής πίεσης (HP) κατεργασίας στα 300 και στα 600 MPa κατά τη διάρκεια 5 λεπτών σε 5 °C, στην ποιότητα της sousvide έτοιμης για κατανάλωση τσιπούρας (*Sparusaurata*). Μικροβιολογικές αναλύσεις (συνολικές βιώσιμες μετρήσεις, Enterobacteriaceae, βακτηρίδια γαλακτικού οξέος, αναερόβια ψυχρότροφα βακτήρια και ζυμομύκητες, *Salmonella* και *Listeria monocytogenes*) πραγματοποιήθηκαν χημικές και αισθητικές αναλύσεις στις 0, 7, 17, 34, 48 και 62 ημέρες μετά το μαγείρεμα. Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές ($P > 0,05$) στις τιμές TVC μεταξύ επεξεργασιών μη



«Βλαχάκος Γ. & Γεωργιακάκης Μ.», «Μέθοδος μαγειρέματος sous vide και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στο ψάρι-λαχανικά.»

συμπιεσμένων δειγμάτων (C), HP300 και HP600 και κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης.

Η επεξεργασία με υψηλή πίεση δεν εξάλειψε το σύνολο των βιώσιμων βακτηρίων του sous vide έτοιμου για κατανάλωση ψαριού. Σε όλες τις άλλες μικροβιακές ομάδες, οι αριθμοί δεν ήταν ανιχνεύσιμοι και τα παθογόνα βακτήρια (*Salmonella* και *L. monocytogenes*) απουσίαζαν. Η επεξεργασία υψηλής πίεσης δεν είχε ένα προ-οξειδωτικό αποτέλεσμα στο sousvide έτοιμο φαγητό. Αναφορικά με την αισθητική ποιότητα, τα δείγματα έγιναν λιγότερο σταθερά καθώς ο χρόνος αποθήκευσης αυξήθηκε, αλλά όχι τα επεξεργασμένα δείγματα. Από την έρευνα φάνηκε ότι η εφαρμογή επεξεργασίας υψηλής πίεσης στα 600 MPa δεν είχε αρνητικές επιδράσεις στο φαγητό και μάλιστα σε αυτές τις συνθήκες επιτεύχθηκε και υψηλός βαθμός αισθητικής ποιότητάς στο προϊόν.

2.1.2. Φιλέτα ψαριών

Για να εξασφαλιστεί η βέλτιστη υφή και οι γεύσεις στα φιλέτα σολομού, οι σεφ εστιατορίων προτείνουν να χρησιμοποιήσετε μια μέγιστη θερμοκρασία πυρήνα γύρω στους 40 °C, γεγονός που σημαίνει άμεση κατανάλωση ώστε να αποφευχθεί πιθανή μικροβιολογική ανάπτυξη. Οι Picouet et al. (2011) εφάρμοσαν την επεξεργασία υψηλής πίεσης (HPP) σε παρασκευή σολομού με τρεις διαφορετικές πιέσεις (210, 310 και 400 MPa) για 5 λεπτά στους 10°C και κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι, χρησιμοποιώντας πίεση άνω των 310 MPa, το προϊόν παραμένει μικροβιολογικά σταθερό για διάστημα έξι έως οκτώ ημερών. Η επεξεργασία υψηλής πίεσης (HPP) είναι μια γνωστή τεχνολογία για την απολύμανση των παρασκευασμένων τροφίμων και χρησιμοποιείται εδώ και αρκετά χρόνια. Η μελέτη αυτή προτείνει να αξιολογηθεί η εφαρμογή της HPP στο να βελτιώσει τη διάρκεια ζωής αυτών των ευαίσθητων προϊόντων όπως είναι οι φέτες σολομού. Πιο συγκεκριμένα τα δείγματα σολομού sous-vide όπως προαναφέρθηκε υποβλήθηκαν σε επεξεργασία σε 3 διαφορετικές πιέσεις (210, 310 και 400 MPa) για 5 λεπτά στους 10 °C και αξιολογήθηκε η μικροβιολογική τους σταθερότητα λαμβάνοντας συνολικές βιώσιμες μετρήσεις βακτηρίων και εντεροβακτηρίων στα προϊόντα κατά τη διάρκεια περιόδου αποθήκευσης 13 ημερών στους 4°C. Επιπλέον, διεξήχθησαν μετρήσεις που



«Βλαχάκος Γ. & Γεωργιακάκης Μ.», «Μέθοδος μαγειρέματος sous vide και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στο ψάρι-λαχανικά.»

αφορούσαν αισθητικά χαρακτηριστικά όπως η υφή, το χρώμα, το pH και η γεύση κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου αποθήκευσης.

Με τη διαδικασία HPP πάνω από 310 MPa ήταν δυνατή η μείωση των αρχικών μετρήσεων της TVC και Eb του sous-vide μαγειρεμένου σολομού και η διατήρηση της μικροβιολογικής σταθερότητας τέτοιων προϊόντων για έως και 6 ημέρες για τις συνολικές βιώσιμες μετρήσεις και 8 ημέρες για τα Enterobacteriaceae. Σχετικά με τα αισθητικά αποτελέσματα στα δείγματα που εφαρμόστηκε πίεση παρουσίασαν αύξηση της φωτεινότητας του χρώματος αλλά και των υπόλοιπων παραμέτρων (pH, υφή, γεύση) μετά την 6^η ημέρα ενώ έως τότε δεν παρουσίασαν σημαντική τροποποίηση. Ως συνέπεια με την παρούσα μελέτη έχει επιτευχθεί αύξηση της διάρκειας ζωής του μαγειρεμένου σολομού με τη διαδικασία της HPP, η οποία επεκτείνει τη δυνατότητα των εστιατορίων να εξυπηρετούν αυτό το γεύμα με ασφάλεια διευκολύνοντας το mise-en-place.

Για μια πιο εμπορική εφαρμογή του προϊόντος, περαιτέρω εργασία θα πρέπει να επικεντρωθεί σε δοκιμασία πρόκλησης και πολλαπλασιασμού της *Listeria monocytogenes* σε συνδυασμό με μια ποσοτική περιγραφική αισθητική ανάλυση όπου οι μάγειρες πρέπει να εμπλέκονται και να εκπαιδεύονται ως μέλη του πάνελ. Να αναφερθεί ότι η *Listeria monocytogenes* είναι από τα σημαντικότερα βακτήρια που μπορούν να αναπτυχθούν στα τρόφιμα αυτού του είδους και να απειλήσουν την ανθρώπινη υγεία. (Picouet et al., 2011).

Ο γαλέος θεωρείται ως ένα από τα υψηλά διατροφικά σημαντικά ψάρια. Τις περισσότερες φορές τα ψάρια πωλούνται στην τοπική αγορά σε παγωμένη κατάσταση που έχει περιορισμένη διάρκεια ζωής. Η μέθοδος sousvide μπορεί να αποτελέσει καλή εναλλακτική λύση στην αποθήκευση του γαλέου αντί για πάγο. Δεδομένου ότι δεν υπάρχει τυποποιημένος συνδυασμός χρόνου-θερμοκρασίας για το μαγείρεμα sousvide του γαλέου, οι Singh et al., (2016) πραγματοποίησαν μια μελέτη που αποσκοπούσε στην ανάπτυξη του προϊόντος sousvide επεξεργασμένου γαλέου και της διαδικασίας βελτιστοποίησης και αξιολόγησης της ποιότητας κατά την αποθήκευση στο ψυγείο. Οι ερευνητές έδειξαν ότι οι συνθήκες ψύξης μαγειρέματος της διαδικασίας sousvide θα μπορούσαν να βελτιστοποιηθούν και υπό βέλτιστες



«Βλαχάκος Γ. & Γεωργιακάκης Μ.», «Μέθοδος μαγειρέματος sous vide και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στο ψάρι-λαχανικά.»

συνθήκες, η διάρκεια ζωής των ψαριών θα μπορούσε να παραταθεί για 65 ημέρες σε συνθήκες ψύξης.

Η εκτεταμένη διάρκεια ζωής που επιτυγχάνεται με τη μέθοδο sousvide μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την επέκταση του δυναμικού της αγοράς και την προώθηση της κατανάλωσης ψαριών σε απομακρυσμένες περιοχές από τους τόπους παραγωγής. Επιπρόσθετα, η χρήση του μείγματος μπαχαρικών στο προϊόν έδειξε αντιοξειδωτικές ιδιότητες με αποτέλεσμα την βελτιωμένη ποιότητα του προϊόντος, ωστόσο δεν είχε τόση μεγάλη διάρκεια ζωής. Επιπλέον, στην οργανοληπτική αξιολόγηση, το προϊόν που παρασκευάστηκε με μίγμα μπαχαρικών πήρε υψηλότερη βαθμολογία από το προϊόν χωρίς μπαχαρικά γεγονός που σημαίνει ότι θα έχει μεγαλύτερη ζήτηση μεταξύ των καταναλωτών σε σύγκριση με το ψάρι χωρίς μίγμα μπαχαρικών. (Kato et al, . 2017).

Ένα άλλο ψάρι που κυκλοφορεί στο εμπόριο με τη μορφή φιλέτου είναι το Tambaqui (*Colossomatacropsomum*). Θεωρείται ένα εξαιρετικό ψάρι για καλλιέργειες γλυκού νερού, δεδομένου ότι έχει ιδιότητες κτηνοτροφίας και διαχείρισης που επιτρέπουν ένα καλό εισόδημα στην ενασχόληση με αυτά τα συστήματα. Η βελτίωση της γεωργίας πρέπει να συνοδεύεται από πρόοδο στον τομέα της αγροτοβιομηχανίας, προσφέροντας στους καταναλωτές ένα ευρύ φάσμα προϊόντων, το οποίο προσθέτει επίσης αξία στο σύνολο. Η ανάπτυξη του sousvide φιλέτου από το tambaqui είναι μια εναλλακτική λύση ενός προϊόντος προστιθέμενης αξίας για την προμήθεια νέων θέσεων αγοράς. Τα προϊόντα που υποβλήθηκαν σε επεξεργασία sousvide στους 65 °C για 12,5 λεπτά και αναθερμάνθηκαν στους 45 °C έδειξαν μικροβιολογική, φυσικοχημική και αισθητική σταθερότητα κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης, υποδεικνύοντας έτσι ότι αυτή η διαδικασία παρασκευής που χρησιμοποιείται μπορεί να θεωρηθεί ασφαλής και κατάλληλη. Το φιλέτο είχε διάρκεια ζωής 42 ημέρες. Η αισθητική ανάλυση ήταν το εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε για τον καθορισμό αυτών των ορίων λόγω της κακής ανίχνευσης των αλλαγών σε άλλες μικροβιολογικές και φυσικοχημικές παραμέτρους που μελετήθηκαν. Τα προϊόντα έγιναν αποδεκτά από τους καταναλωτές που τα δοκίμασαν και παρουσίασαν μια πιθανή εισαγωγή ενός ιχθυαποθέματος στην αγορά προϊόντων. (Kato, H. et al, . 2017).



«Βλαχάκος Γ. & Γεωργιακάκης Μ.», «Μέθοδος μαγειρέματος sous vide και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στο ψάρι-λαχανικά.»

2.1.3. Οστρακοειδή και καρκίνοειδή

Από τους Bongiorno *et al.*, (2018) μελετήθηκαν οι μεταβολές στις χημικές, φυσικές, μικροβιολογικές και αισθητικές ιδιότητες των μεταποιημένων μυδιών που είχαν μαγειρευτεί με τη μέθοδο sousvide και έγινε σύγκριση με τα συμβατικά μαγειρεμένα μύδια (90 °C - 10 λεπτά). Οι μεταβολές παρακολούθηθηκαν κατά την αποθήκευση σε ψυκτικούς θαλάμους, (3,0 ± 1 ° C), με άλατα ή αλμυρό νερό για 10 λεπτά στους 85 ° C και κατά την ψύξη για τη διατήρηση της ποιότητας των μυδιών. Επίσης έγινε αξιολόγηση των χαρακτηριστικών μετά από 21 ημέρες αποθήκευσης. Επιπλέον, με την προσθήκη αλατούχου διαλύματος, ήταν δυνατή η παράταση ζωής έως και 30 ημέρες σε σύγκριση με τα μύδια που εκτέθηκαν στο συμβατικό μαγείρεμα. Οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η τεχνολογία sous-vide υπόσχεται να βελτιώσει τη διάρκεια ζωής και της ποιότητας των μυδιών.

Σε μια μελέτη μιας πιο εξελιγμένης τεχνικής sousvide από τους Bongiorno *et al.*, (2018) σε μύδια έδειξε ότι η εφαρμογή ήπιων θερμικών επεξεργασιών και η αποθήκευση με απλή ψύξη είναι απαραίτητες για τη διατήρηση των διατροφικών και αισθητικών ιδιοτήτων των μυδιών. Η νέες επεξεργασίες Sous-vide Cook & Chill και Brine Sous-Vide Cook & Chill (SVCC και BSVCC) εφαρμόστηκαν στο συγκεκριμένο δείγμα και ήταν σε θέση να διατηρήσουν την ποιότητα του προϊόντος και αύξησαν την διάρκειας ζωής και την ασφάλεια των προϊόντων. Στο τέλος των 50 ημερών αποθήκευσης, τα μεσόφιλα έφθασαν σε πληθυσμό > 5log CFU/g, TVB-N <35 mg / 100 g και τα μύδια έλαβαν βαθμολογίες κάτω από 7. Υπολογίστηκε ότι τα μύδια που έχουν μαγειρευτεί παραδοσιακά (90 ° C για 10 λεπτά) έχουν διάρκεια ζωής περίπου 14 ημέρες, ενώ σύμφωνα με τις συνθήκες που εφαρμόστηκαν στο πείραμα των ερευνητών (85 ° C για 10 λεπτά), τα μύδια που είχαν μαγειρευτεί με αυτές τις μεθόδους είχαν διάρκεια ζωής, περίπου 21 ημέρες, η οποία αυξήθηκε στις 30 ημέρες όταν προστέθηκε άλμη. Η απουσία συνθηκών κενού είχε ως αποτέλεσμα την ετερογενή γέυση των μυδιών, ενώ η συμπερίληψη άλμης είχε ως αποτέλεσμα οφέλη μεταξύ του περιεχομένου υγρασίας, του TVB-N και των αισθητικών ιδιοτήτων. Επιπλέον, η μείωση της ενεργότητας του νερού λόγω του αλατιού επανέφερε ένα ακόμη εμπόδιο στον πολλαπλασιασμό των βακτηρίων και θα μπορούσε να οφείλεται



«Βλαχάκος Γ. & Γεωργιακάκης Μ.», «Μέθοδος μαγειρέματος sous vide και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στο ψάρι-λαχανικά.»

στην ύπαρξη των αρωματικών ενώσεων. Επίσης, η εισαγωγή αλατιού εμπόδισε την άμεση επαφή μεταξύ των περιθωρίων κοπής των κελυφών και της συσκευασίας έτσι, αποτρέποντας τις μικρό-ρωγμές της συσκευασίας.

Από τους Mohan et al., (2016) διεξήχθη συγκριτική μελέτη για την εκτίμηση της επίδρασης της επεξεργασίας του sousvide και της συνηθισμένης συσκευασίας αέρα σχετικά με την ποιότητα και τη διάρκεια ζωής των ινδικών λευκών γαρίδων (*Fenneropenaeus indicus*) κατά τη διάρκεια της ψύξης. Καθώς οι γαρίδες είναι πολύ πλούσιες σε πρωτεΐνες και ελεύθερα αμινοξέα, είναι εξαιρετικά φθαρτές. Οι γαρίδες καταστρέφονται ταχύτερα από τα ψάρια λόγω του μικρότερου μεγέθους τους, του εντέρου τους που παραμένει άθικτο, και τη χημική τους σύνθεση, η οποία περιέχει πολλές μη πρωτεϊνικές αζωτούχες ενώσεις. Μαύρες κηλίδες ή σημεία μελάνωσης, ή ένας αποχρωματισμός ενδεικτικός της αλλοίωσης, εμφανίζονται σε γαρίδες στις οποίες δεν έχουν πραγματοποιηθεί σωστοί χειρισμοί κατά τη διάρκεια του χειρισμού και αποθήκευσης. Ως εκ τούτου, είναι σημαντικό για τη βιομηχανία μεταποίησης γαρίδας να αναπτύξει μια μέθοδο αποθήκευσης για τη διατήρηση της υψηλής της ποιότητας και της φρεσκάδας. Αν και είναι διαθέσιμη μια μεγάλη ποικιλία επιλογών διατήρησης, η βιομηχανία θαλασσινών έχει υιοθετήσει μαγειρεμένες και κατεψυγμένες μορφές για να εμπορευματοποιήσει τις γαρίδες. Ωστόσο έχει μελετηθεί και η μέθοδος sousvide.

Στη μελέτη από τους Mohan et al., (2016) η τιμή της παστερίωσης για τις γαρίδες που επεξεργάστηκαν ήταν 4,02 λεπτά στους 90 °C. Η αρχική τιμή K της γαρίδας (2,17%) αυξήθηκε σε 5,26% με την επεξεργασία sousvide και αυξήθηκε περαιτέρω στο 46,9% την ημέρα της αισθητικής απόρριψης, σε σύγκριση με 64,3 και 62,7% για δείγματα υπό κενό και αέρα, αντίστοιχα. Επιπλέον, παρατηρήθηκε μείωση σχεδόν 3 καταγραφών στη συνολική μεσοφιλική ανάπτυξη για τις γαρίδες. Η δημιουργία των πτητικών ενώσεων, της ινδόλης (τα οποία είναι προϊόντα της μικροβιακής ανάπτυξης) και η οξείδωση των λιπιδίων ήταν σημαντικά μειωμένες ($P < 0,05$) στις γαρίδες με επεξεργασία sousvide. Επίσης αυτά τα δείγματα παρουσίασαν εκτεταμένη διάρκεια ζωής μέχρι 28 ημέρες, σε σύγκριση με μόλις 15 και 8 ημέρες για το κενό και τα συσκευασμένα σε αέρα δείγματα. Φαίνεται ότι η sousvide επεξεργασία επεκτείνει τη



«Βλαχάκος Γ. & Γεωργιακάκης Μ.», «Μέθοδος μαγειρέματος sous vide και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στο ψάρι-λαχανικά.»

διάρκεια ζωής χωρίς όμως να συμβάλλει στην ολοκληρωτική ασφάλεια και την ποιότητα, και μπορεί εύκολα να υιοθετηθεί από τη βιομηχανία. Ωστόσο, η θερμοκρασία αποθήκευσης πρέπει να ελέγχεται αυστηρά.

2.2. Εφαρμογή στο κρέας

Το κρέας αποτελεί το κατεξοχήν τρόφιμο στο οποίο εφαρμόζεται η μέθοδος sousvide και μάλιστα είναι και από τα πρώτα που δοκιμάζονται κάθε φορά. Χρησιμοποιώντας οκτώ διαφορετικούς συνδυασμούς (μεταξύ 5 και 12 ωρών) και θερμοκρασίες (μεταξύ 60 και 80 °C), οι διάφορες ιστικές και φυσικοχημικές ιδιότητες των ιβηριανών χοίρων, καθώς και το αποτέλεσμα της συσκευασίας σε κενό, αναλύθηκαν σε σύγκριση με το βρασμό για 30 λεπτά από τους Sánchez del Pulgar, et al. (2012). Ως αποτέλεσμα αυτών των αναλύσεων, φάνηκε ότι ο χρόνος μαγειρέματος και η θερμοκρασία επηρέασε σημαντικά την υφή του κρέατος. Οι ερευνητές ανακάλυψαν ότι το κρέας που μαγειρεύεται με την τεχνική sousvide στους 80 °C έχει παρόμοιες απώλειες νερού με αυτό που μαγειρεύτηκε για 30 λεπτά με την παραδοσιακή μέθοδο. Ένα από τα γενικά αναφερόμενα πλεονεκτήματα του κρέατος μαγειρεμένου με τη sousvide είναι ότι είναι περισσότερο χυμώδες και έχει την υψηλότερη θρεπτική αξία λόγω των πιο συμπυκνωμένων θρεπτικών ουσιών.

2.2.1. Κρέας

Σε μια μελέτη στην οποία παρακολούθηθηκε η διάρκεια ζωής του παραδοσιακού και του sousvide μαγειρεμένου και διαφορετικά αποθηκευμένου βοείου κρέατος, ο χρόνος ζωής του παραδοσιακού μαγειρεμένου κρέατος βρέθηκε να είναι 7, 11 και 26 ημέρες στους 20, 10 και 3 °C, αντίστοιχα. Σχετικά με την μικροβιακή ανάπτυξη τα προϊόντα Sousvide, που είχαν φυλαχθεί στους 3 και 10 °C είχαν και μεγαλύτερη διάρκεια ζωής που έφτανε τις 40 ημέρες, ενώ στα παραδοσιακά μαγειρεμένα προϊόντα αποθηκευμένα στους 20 °C είχε αρχίσει μικροβιακή ανάπτυξη την ημέρα 9. Από την άποψη της αισθητικής ποιότητας στα παραδοσιακά μαγειρεμένα δείγματα, η διάρκεια ζωής ήταν 7 και 3 ημέρες στους 3 και 10 °C, αντίστοιχα, και 12 ημέρες σε



«Βλαχάκος Γ. & Γεωργιακάκης Μ.», «Μέθοδος μαγειρέματος sous vide και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στο ψάρι-λαχανικά.»

δείγματα μαγειρεμένα με τη μέθοδο sousvide. Ως εκ τούτου, έχει αναφερθεί ότι η sousvide είναι μια αποτελεσματική μέθοδος για την προστασία του προϊόντος από την άποψη της μικροβιακής, φυσικής και αισθητικής αποικοδόμησης στις εκτιμώμενες θερμοκρασίες αποθήκευσης. (Jang & Lee, 2005).

Σε μια μελέτη για το βόειο κρέας, ο σχηματισμός της ετεροκυκλικής αρωματικής αμίνης (HCA) παρατηρήθηκε σε 10 διαφορετικές μεθόδους με διαφορετικές θερμοκρασίες και χρόνους μαγειρέματος με μεθόδους όπως το απλό μαγείρεμα, ο βρασμός και το τηγάνισμα. Ενώ η ποσότητα HCA στο τηγάνι ήταν υψηλότερη, η χαμηλότερη τιμή HCA παρατηρήθηκε στα 120 λεπτά εφαρμογής της μεθόδου sousvide στους 75-85 °C και στη μέθοδο βρασμού (<100 °C για 42 λεπτά). Η αύξηση του χρόνου μαγειρέματος χωρίς μεταβολή της θερμοκρασίας αύξησε την ποσότητα του HCA με τη μέθοδο sousvide. Το βόειο κρέας που μαγειρεύτηκε με τη sousvide εμφάνισε και υψηλότερη περιεκτικότητα σε βιταμίνη B3 σε σύγκριση με το βρασμό. (Sánchez del Pulgar et al., 2012)

Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, η μέθοδος χρησιμοποιείται και σε προϊόντα κρέατος, όπως τα λουκάνικα και το σαλάμι. Σε μια μελέτη, ελέγχθηκε αν η sousvide και η επεξεργασία υψηλής πίεσης (HPP) μπορούν να συνδυαστούν για την παραγωγή ασφαλών και δυνητικά αποδεκτών προϊόντων κρέατος. Οι βασικές ιδιότητες του αποξηραμένου βοείου μπριζόλας (χρώμα και περιεκτικότητα σε υγρασία εκπεφρασμένη σε γραμμάρια νερού) δεν επηρεάστηκαν σημαντικά από την HPP. Ο συνδυασμός και των δύο μεθόδων σε δείγματα μπριζόλας δεν άλλαξε την ποιότητα τους, εκτός από τα βαρύτερα επεξεργασμένα δείγματα. (Jang & Lee, 2005).

Οι ερευνητές ανέφεραν ότι σχηματίστηκαν διάφορα επίπεδα ετεροκυκλικής αρωματικής αμίνης (HCA) σε δείγματα κρέατος μαγειρεμένα με διαφορετικές μεθόδους μαγειρέματος (απλό τηγάνισμα, βαθύ τηγάνισμα, σχάρα, φούρνος). Διαπίστωσαν ότι η υψηλότερη συνολική ποσότητα HCA στη μελέτη (112ng / g) βρέθηκε στο κρέας κοτόπουλου που μαγειρεύτηκε στο μπάρμπεκιου. Επιπλέον, η συνολική περιεκτικότητα σε HCA ήταν 27,40 ng / g στο στήθος τηγανισμένου



«Βλαχάκος Γ. & Γεωργιακάκης Μ.», «Μέθοδος μαγειρέματος sous vide και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στο ψάρι-λαχανικά.»

κοτόπουλου, 21,30 ng / g στο στήθος κοτόπουλου βαθύ τηγανίσματος και 4 ng / g σε κοτόπουλο στήθος φούρνου.

Οι ίδιοι ερευνητές πραγματοποίησαν πειράματα και σε 31 μπριζόλες βόειου κρέατος. Τα αποτελέσματα αφορούσαν την επεξεργασία υψηλής πίεσης (HPP, 450 MPa για 15 λεπτά και 600 MPa για 30 λεπτά) και το χρόνο μαγειρέματος sousvide για την υφή, το χρώμα και τα αισθητικά χαρακτηριστικά του κρέατος. (Jang & Lee, 2005).

Οι επεξεργασίες ελέγχου χωρίς HPP έγιναν μόνο σε sousvide μαγειρεμένες μπριζόλες για 180 λεπτά ενώ οι 31 μπριζόλες που είχαν υποστεί επεξεργασία με HPP (450 MPa ή 600 MPa) ανεστράφησαν για 45 λεπτά ή 120 λεπτά. Το μαγείρεμα sousvide δεν άλλαξε ($P > 0,05$) την ερυθρότητα των δειγμάτων HPP σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου. Υπήρχαν σημαντικές ($P < 0,05$) διαφορές μεταξύ των δειγμάτων sousvide ελέγχου και sousvide HPP όσον αφορά την τρυφερότητα. Οι μπριζόλες ελέγχου sousvide βαθμολογήθηκαν υψηλότερα ($P < 0,05$) για την ευαισθησία τρυφερότητας και τις γενικές προτιμήσεις σε σχέση με αυτές που είχαν υποστεί επεξεργασία με υψηλή πίεση. Τα αποτελέσματα για τις δύο ομάδες δειγμάτων δεν ήταν διαφορετικά ($P > 0,05$) για την γεύση και όσον αφορά την επίγευση φαίνεται να ήταν προτιμότερη σε αυτά που μαγειρεύτηκαν με υψηλή πίεση 450 MPa. Αυτά τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι η επεξεργασία HPP με βραχύτερους χρόνους μαγειρέματος μπορεί να έχει κάποια αρνητική επίδραση στα ποιοτικά και στα αισθητικά χαρακτηριστικά των μπριζόλων, αλλά εξακολουθούν να είναι δυνητικά αποδεκτά από τους καταναλωτές με βελτιστοποιημένη πίεση και χρόνο. (Oz & Zikirov, 2015).

2.2.2. Προϊόντα κρέατος

Σε μια μελέτη από τους Jeong et al (2018), ελέγχθηκαν δείγματα χοιρινού ζαμπόν που είχαν παρασκευαστεί με τη μέθοδο sousvide. Όλα τα δείγματα που ελέγχθηκαν ήταν ασφαλή από τη μικροβιακή μόλυνση και η θερμοκρασία είχε μεγάλη επίδραση στο μαγείρεμα. Από τα αποτελέσματα της μελέτης φάνηκε ότι η περιεκτικότητα σε υγρασία, το ποσοστό απώλειας μαγειρέματος, το χρώμα του κρέατος, το ροζ χρώμα του χυμού κρέατος, το πτητικό βασικό άζωτο, η διατμητική δύναμη, η υφή και η μικροδομή του μαγειρεμένου χοιρινού ζαμπόν διατηρήθηκαν επιθυμητά και οι



«Βλαχάκος Γ. & Γεωργιακάκης Μ.», «Μέθοδος μαγειρέματος sous vide και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στο ψάρι-λαχανικά.»

καταναλωτές δεν είχαν καμία αντίρρηση με την κατανάλωση τους. (Sun et al., 2018). Επιπλέον, φάνηκε ότι το κενό που εφαρμόστηκε και ο χρόνος μαγειρέματος είχαν επίσης μικρή επίδραση σχετικά με τα χαρακτηριστικά ποιότητας, συμπεριλαμβανομένου του χρώματος του χυμού κρέατος, του πτητικού βασικού αζώτου, της διατμητικής δύναμης, της υφής και τη μικροδομής. Αυτό βέβαια μπορεί να οφείλεται και στο είδος του παρασκευάσματος. Από όλες τις δοκιμές που έκαναν εξάχθηκε το συμπέρασμα ότι το χοιρινό χοιρομέρι μαγειρεμένο σε 98,81% κενό παρουσιάζει τα καλύτερα αποτελέσματα. (Jeong et al, 2018).

Στη συγκεκριμένη περίπτωση απαιτούνται και περαιτέρω μελέτες που θα πρέπει να επικεντρώνονται στις επιδράσεις της μεθόδου sous-vide (συνδυασμός θερμοκρασίας-χρόνου) στις ιδιότητες ποιότητας, συμπεριλαμβανομένης της αισθητικής αξιολόγησης. (Jeong et al, 2018).

Η επεξεργασία των λουκάνικων από κοτόπουλο που μαγειρεύτηκαν με Sousvide βελτιώθηκε σε συνθήκες συσκευασίας σε κενό στα 30 λεπτά, 60 λεπτά και 120 λεπτά και συγκρίθηκε με αυτά που μαγειρεύονται αερόβια στους 100 ° C για 30 λεπτά. Στο τέλος της μελέτης, η επεξεργασία sousvide είχε ως αποτέλεσμα λουκάνικα κοτόπουλου με βελτιωμένη ποιότητα προϊόντος και διάρκεια ζωής στα 4 ± 1 , χαμηλότερη οξείδωση λιπιδίων και μικροβιακή ανάπτυξη. (Gok et al., 2018)

Μια άλλη έρευνα από τους Gok et al., (2018) έδωσε διαφορετικά αποτελέσματα. Φάνηκε ότι η μικροβιακή σταθερότητα των προϊόντων με βάση το κρέας μπορεί να πραγματοποιηθεί από τη sous-vide σε τρόφιμα μακροχρόνιας ψύξης στη βιομηχανία τροφίμων. Το μαγείρεμα sous-vide του *gluteusmedius* (τμήμα κρέατος από τους γλουτούς) είχε ως αποτέλεσμα σημαντικά χαμηλότερη απώλεια μαγειρέματος και υψηλότερη ευαισθησία σε σύγκριση με τα δείγματα κρέατος που ψήθηκαν στο φούρνο. Το μαγείρεμα του φούρνου έδειξε τις υψηλότερες τιμές οξείδωσης λιπιδίων και μεταβολής χρώματος. Ο μικροβιακός αριθμός των δειγμάτων επηρέασε τις μεθόδους μαγειρέματος και το χρόνο αποθήκευσης. Όλοι οι μικροβιακοί αριθμοί των δειγμάτων ήταν χαμηλότεροι από το όριο του Codex για τα τρόφιμα. Το ψήσιμο στο φούρνο με μετατροπή ανέστειλε τα μεσοφιλικά αερόβια βακτήρια πιο



«Βλαχάκος Γ. & Γεωργιακάκης Μ.», «Μέθοδος μαγειρέματος sous vide και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στο ψάρι-λαχανικά.»

αποτελεσματικά από τη μέθοδο sous-vide. Γενικά, το μαγείρεμα του φούρνου είχε ως αποτέλεσμα καλύτερα αισθητικά χαρακτηριστικά από το μαγείρεμα sous-vide. (Naveena et al., 2017).

Η διάρκεια ζωής των εσωτερικών οργάνων των ζώων, όπως το συκώτι, είναι περιορισμένη λόγω της αλλοίωσης που αποδίδεται σε μικροβιακή δραστηριότητα, χημικές και βιοχημικές αλλαγές. Η μέθοδος sousvide έχει υιοθετηθεί εκτενώς από τις υπηρεσίες τροφοδοσίας και επεξεργασίας τροφίμων ανώτερης αισθητικής ποιότητας με μεγαλύτερη διάρκεια ζωής σε σύγκριση με τη συμβατική μαγειρική-ψύξη. (Belibagli et al., 2017)

Τα αποτελέσματα των πειραμάτων των Belibagli et al., (2017) σε ήπαρ αρνιού έδειξαν πώς η απώλεια βάρους ψησίματος (CWL) βελτιώθηκε με το μαγείρεμα υπό κενό μέσα σε πλαστικές σακούλες. Να αναφερθεί ότι η απώλεια βάρους ψησίματος είναι η διαφορά μεταξύ του βάρους του ήπατος πριν και μετά το μαγείρεμα με τεχνική sousvide στους 80 °C. Επίσης, βρέθηκε ότι η συνολική αισθητική ποιότητα του ήπατος δεν επηρεάστηκε μέχρι το τέλος της 8^{ης} εβδομάδας. Σε αυτά τα χαρακτηριστικά που αξιολογήθηκαν αισθητικά, ήταν και το χρώμα μιας και αυτό επηρεάζει την επιθυμία του καταναλωτή αλλά και αποτελεί δείκτη της τρυφερότητας του κρέατος. Φάνηκε ότι το χρώμα του κρέατος δεν επηρεάστηκε με την εφαρμογή της μεθόδου όπως και παράμετροι σαν το pH και οι απώλειες νερού στα δείγματα που είχαν υποστεί επεξεργασία με τη μέθοδο sousvide. Ωστόσο, αυτά που καταψύχθηκαν και μετά μαγειρεύτηκαν παρουσίασαν αρκετές μεταβολές στις προαναφερθείσες παραμέτρους. Τα αποτελέσματα της αισθητικής ανάλυσης υποδηλώνουν ότι τα δείγματα ήπατος ήταν μη αποδεκτά μετά από 8 εβδομάδες αποθήκευσης στους 3 °C. Αυτό το αποτέλεσμα υποστηρίχθηκε και από την ποιότητα των μικροβιακών αναλύσεων οι οποίες έδειξαν ότι δείγματα ήπατος στην προκειμένη περίπτωση ήταν εξαιρετικά υψηλά σε μικροβιακό φορτίο μετά από 8 εβδομάδες. (Belibagli et al., 2017)

Οι Karyotis et al., (2017) μελέτησαν την ανάπτυξη σαλμονέλας και λιστέριας σε μαριναρισμένα στήθη κοτόπουλο που είχαν μαγειρευτεί με τη μέθοδο sous-vide. Το



«Βλαχάκος Γ. & Γεωργιακάκης Μ.», «Μέθοδος μαγειρέματος sous vide και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στο ψάρι-λαχανικά.»

εμβολιασμένο με τα βακτήρια κρέας, συσκευασμένο σε σακούλες, ήταν πλήρως βυθισμένο σε ένα λουτρό νερού κυκλοφορίας και μαγειρεμένο σε τελική θερμοκρασία 55, 57,5 ή 60 °C για μία ώρα, και στη συνέχεια διατηρήθηκε για προκαθορισμένους χρόνους. Τα βακτήρια, *Salmonella* και *L. Monocytogenes* που επέζησαν απαριθμήθηκαν με επικάλυψη επιφανείας σε άγαρ XLD και άγαρ Palcam, αντίστοιχα. Το μαρινάρισμα πριν από τη θερμική θέρμανση φαίνεται να καθιστά τα βακτηριακά στελέχη *L. monocytogenes* και *Salmonella* που χρησιμοποιήθηκαν πιο ευάλωτα στη θερμική καταπόνηση, με αποτέλεσμα χαμηλότερες τιμές D στους 55, 57,5 και 60°C στο στήθος κοτόπουλου. Τα δεδομένα που παρουσιάστηκαν από τη μελέτη μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εκτίμηση του χρόνου σε ιδιαίτερη θερμοκρασία και για την επίτευξη ειδικής μείωσης της *Salmonella* ή του *L. monocytogenes* στο sous-vide μαγειρεμένο μαριναρμένο κοτόπουλο.

Οι θερμικές τιμές θανάτου που λήφθηκαν σε αυτή τη μελέτη θα βοηθήσουν τα καταστήματα λιανικής πώλησης τροφίμων στην εκτίμηση του χρόνου και της θερμοκρασίας που απαιτούνται κατά τη διάρκεια της χαμηλής ή μακράς διάρκειας μαγειρέματος για να εξασφαλιστεί η καταστροφή των μολυσμένων παθογόνων στο μαριναρμένο στήθος κοτόπουλου. Ο συνδυασμός μαγειρέματος "sous-vide" με άλλες ήπιες μη θερμικές επεξεργασίες όπως η ακτινοβόληση, η HHP, η προσθήκη φυσικών αντιμικροβιακών ουσιών, οι βακτηριοσίνες και οι βιοδραστικές ουσίες μπορούν να αποτελέσουν μια καλή εναλλακτική για τη μείωση των μικροβιακών μολύνσεων στο κρέας. (Karyotis, D., et al., 2017).



«Βλαχάκος Γ. & Γεωργιακάκης Μ.», «Μέθοδος μαγειρέματος sous vide και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στο ψάρι-λαχανικά.»

3. Κεφάλαιο 3^ο: Μέθοδος sous-vide σε λαχανικά και φρούτα

Η μέθοδος sousvide εκτός από το κρέας μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για τη διατήρηση των λαχανικών και των φρούτων. Αν και στα φρούτα δεν έχει εφαρμοστεί πάρα πολύ, στα λαχανικά έχει μελετηθεί εκτεταμένα.

3.1. Λαχανικά

Τα λαχανικά διαδραματίζουν ένα σημαντικό ρόλο στη διατροφή μας λόγω των θρεπτικών στοιχείων που περιέχουν όπως οι φυτικές ίνες, το νερό και τα φυτοχημικά συστατικά. Πολλά λαχανικά μπορούν να καταναλωθούν ωμά ή μαγειρεμένα. Βασικός στόχος των εταιρειών που ειδικεύονται στην παρασκευή έτοιμων προς κατανάλωση γευμάτων ή κονσερβοποιημένων προϊόντων είναι να διατηρηθεί η υφή και το χρώμα των λαχανικών. Βέβαια, το μαγείρεμα παρέχει μαλακότερα προϊόντα, ζελατινοποιεί το άμυλο και αυξάνει την αφομοιωσιμότητα των φυτικών ινών. Ωστόσο, οι θερμικές επεξεργασίες μειώνουν τη σταθερότητα, κυρίως με την αντίδραση β-αποκλεισμού των πηκτινικών ουσιών. Εκτός από τον αποπολυμερισμό και τη διαλυτοποίηση, οι φυτοχημικές ενώσεις θα μπορούσαν να καταστραφούν ή να απομακρυνθούν με το νερό κατά τη διάρκεια των μαγειρικών επεξεργασιών. Η θερμοκρασία φθάνει περίπου 100 °C και η παρουσία οξυγόνου κατά τη διάρκεια της παραδοσιακής μαγειρικής μειώνει την αντιοξειδωτική περιεκτικότητα στα λαχανικά. (Leskona E., 2006).

Επιπλέον, τα λαχανικά είναι πλούσια πηγή βιταμινών και μετάλλων, τα όποια κατά τον βρασμό χάνονται στο νερό μαγειρέματος. Τα sousvide μαγειρεμένα λαχανικά, σε σύγκριση με τα παραδοσιακά μαγειρεμένα λαχανικά διατηρούν σχεδόν όλη τη θρεπτική τους αξία. Αυτή η ανώτερη διατήρηση των θρεπτικών ουσιών επίσης εντείνει και τη γεύση που είναι εγγενής στο λαχανικό και μπορεί να δημιουργήσει σε κάποια λαχανικά, όπως τα γογγύλια και το rutabaga, μια γεύση που είναι πολύ έντονη



«Βλαχάκος Γ. & Γεωργιακάκης Μ.», «Μέθοδος μαγειρέματος sous vide και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στο ψάρι-λαχανικά.»

για μερικούς ανθρώπους. Τα λαχανικά που είναι βρασμένα, στον ατμό ή με φούρνο μικροκυμάτων χάνουν τα θρεπτικά τους συστατικά επειδή τα τοιχώματα των κυττάρων είναι κατεστραμμένα από τη θερμότητα και αφήνουν έτσι το νερό και τα θρεπτικά συστατικά των κυττάρων να εξέλθουν στο περιβάλλον νερό. Τα sousvide λαχανικά αφήνουν τα κυτταρικά τοιχώματα ως επί το πλείστον άθικτα και μάλιστα τα λαχανικά γίνονται πιο τρυφερά μιας και διαλύονται κάποιες πηκτίνες. Στα λαχανικά, η πηκτίνη αρχίζει να διαλύεται περίπου 82-85°C και μπορεί να ενισχυθεί με προ-μαγείρεμα στους 50 °C για 30 λεπτά. (Baldwin, 2010).

Τα αμυλώδη λαχανικά μπορούν να μαγειρευτούν σε ελαφρώς χαμηλότερη θερμοκρασία λόγω της υφής τους που επίσης μπορεί να είναι ζελατινώδης εξαιτίας της ύπαρξης κοκκίων αμύλου.

Τα όσπρια (φασόλια, μπιζέλια, φακές) μαγειρεύονται για να ζελατινοποιηθεί το άμυλο τους, να γίνουν πιο εύπεπτες οι πρωτεΐνες και να αποδυναμωθεί το υλικό συγκόλλησης που κρατά τα κύτταρα μαζί έτσι ώστε να μπορεί να καταστεί πιο εύκολη η μάσηση. Τα όσπρια που είναι μαγειρεμένα με τη μέθοδο sousvide δεν χρειάζεται να είναι μουλιασμένα, επειδή μπορούν να απορροφήσουν την ίδια ποσότητα νερού σε 50 λεπτά στους 90 °C όπως αυτά που εμποτίζονται για 16 ώρες σε θερμοκρασία δωματίου. Επιπλέον, δεδομένου ότι τα όσπρια είναι μαγειρεμένα στο δικό τους νερό, οι υδατοδιαλυτές βιταμίνες και τα ανόργανα άλατα διατηρούνται. (Baldwin, 2010).

Γενικά τα λαχανικά, τα φρούτα και τα όσπρια μαγειρεύονται σε 80-90°C ώστε να διατηρήσουν και κάποια από τα υγρά τους. Για παράδειγμα, ο Baldwin (2010) προτείνει ότι αν δεν είναι αμυλούχα τα λαχανικά να μαγειρεύονται sousvide στους 82-85°C για περίπου τρεις φορές περισσότερο από ότι το βρασμό, τα αμυλούχα λαχανικά στους 80°C για περίπου διπλάσιο χρόνο από το βρασμό και τα όσπρια στους 90 °C για 3-6 ώρες, ανάλογα με το είδος και τη συγκομιδή. Επομένως, μια πιθανή στρατηγική για την αύξηση της τελικής ποιότητας είναι η χρήση θερμοκρασιών κάτω από τους 100°C (μείωση της βλάβης των θερμοευαίσθητων ενώσεων) και μείωση της οξειδωτικής διαδικασίας με τη μείωση της παρουσίας οξυγόνου. Τα λαχανικά που



«Βλαχάκος Γ. & Γεωργιακάκης Μ.», «Μέθοδος μαγειρέματος sous vide και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στο ψάρι-λαχανικά.»

είναι καλύτερα όταν μαγειρεύονται sousvide περιλαμβάνουν ρίζες όπως τα τεύτλα, τα καρότα και οι πατάτες. Επίσης, άλλα λαχανικά που μπορούν να μαγειρευτούν με τη μέθοδο αυτή είναι οι αγκινάρες και τα σπαράγγια, τα πράσινα φασόλια, το μπρόκολο, τα κουνουπίδια, οι μελιτζάνες, τα λαχανάκια βρυξελλών, ο μάραθος, τα κρεμμύδια και τα πράσα.

3.1.1. Επίδραση στα αντιοξειδωτικά

Από τα σημαντικότερα στοιχεία των λαχανικών είναι τα αντιοξειδωτικά και είναι και ο βασικό λόγος που αποτελούν το σημαντικότερο κομμάτι μιας ισορροπημένης διατροφής. Παρακάτω θα αναφερθούν κάποια λαχανικά με σημαντικό αντιοξειδωτικό περιεχόμενο.

Η πατάτα είναι βασική τροφή με μεγάλη ποικιλία ειδών και αποτελεί σημαντική πηγή αντιοξειδωτικών ενώσεων. Τα τελευταία χρόνια, το ενδιαφέρον για τα φυσικά χρώματα της πατάτας έχει αυξηθεί. Ως εκ τούτου, οι πατάτες χρωματισμένης σάρκας λαμβάνουν ιδιαίτερη σημασία λόγω της θετικής τους επιρροής στην ανθρώπινη υγεία. Η πατάτα της ποικιλίας *Solanumtuberosum L. var.Vitelotte* έχει βαθύ μπλε δέρμα και ιώδη σάρκα, η οποία καταναλώνεται ευρέως και εκτιμάται πολύ καλά για τα καλά αισθητικά χαρακτηριστικά της. Το χρώμα της οφείλεται στην υψηλή συγκέντρωση ανθοκυανών, ενώσεις γνωστές για την αντιοξειδωτική τους δράση. Αυτές οι ενώσεις ανήκουν στην οικογένεια των φυτικών φλαβονοειδών και έχει παρατηρηθεί η αντιμικροβιακή τους επίδραση έναντι διαφορετικών βακτηριακών στελεχών και αναστολή πολλαπλασιασμού σε διαφορετικά μοντέλα καρκινικών κυττάρων. (Baldwin, 2010).

Οι αλλαγές στην υφή, το χρώμα, τους δείκτες διατροφής και τη δομή που παρέχονται από 3 διαφορετικούς τρόπους μαγειρέματος, παραδοσιακή μαγειρική (νερό βρασμού στους 100 ° C), cookvide (στους 80 και 90 ° C) και sous-vide (στους 80 ° C και 90 ° C), μελετήθηκαν σε διάφορα λαχανικά από τους Iborra-Bernard et al, (2014). Η μελέτη έδειξε ότι η καταλληλότητα και η αποτελεσματικότητα στην επεξεργασία μαγειρέματος στα διαφορετικά λαχανικά ποικίλει ανάλογα με τα χαρακτηριστικά των θρεπτικών ενώσεων και τις δομικές ιδιότητες κάθε προϊόντος. Οι πατάτες με μωβ



«Βλαχάκος Γ. & Γεωργιακάκης Μ.», «Μέθοδος μαγειρέματος sous vide και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στο ψάρι-λαχανικά.»

σάρκα πρέπει να μαγειρεύονται με επεξεργασίες που απομονώνονται από το μαγείρεμα όπως η sous-vide, προκειμένου να μειωθεί η διαρροή της ανθοκυανίνης στα μέσα μαγειρέματος. ⁽¹⁾

Η σταθερότητα των ανθοκυανινών επηρεάζεται από τις εγγενείς ιδιότητες του προϊόντος και τις συνθήκες επεξεργασίας, όπως το pH, το φως, το οξυγόνο και η θερμοκρασία κατά τη διάρκεια της θερμικής επεξεργασίας. Η επαφή με οξυγόνο μπορεί να επιταχύνει την αποικοδόμηση των ανθοκυανινών είτε μέσω ενεργοποίησης ενζύμων που δρουν ή μέσω άμεσης οξείδωσης τους. Τα προβλήματα αυτά εξαλείφονται με το μαγείρεμα sousvide μιας και η θερμότητα απενεργοποιεί τα ένζυμα και το κενό αποτρέπει την παρουσία οξυγόνου. Τα αποτελέσματα της έρευνας των Iborra-Bernad et al., 2014 έδειξαν ότι οι επεξεργασίες κενού (cookvide και sousvide) παρείχαν δείγματα με παρόμοιες τιμές σκληρότητας μετρούμενες με TPa. Η επεξεργασία cookvide του εξωτερικού νερού κατά τη διάρκεια της διαδικασίας μαγειρέματος των δειγμάτων οδήγησε σε υψηλότερη διόγκωση του δείγματος λόγω του αμύλου, από ό,τι στις sousvide μαγειρευμένες πατάτες. (Iborra-Bernadetal. 2014)

Η μικροδομή των δειγμάτων έδειξε περισσότερα κυκλικά κύτταρα σε δείγματα cookvide από ό,τι σε sousvide. Αυτό μπορεί να σχετίζεται με επιπλέον ενυδάτωση από το μαγείρεμα που επέρχεται μέσα στα δείγματα cookvide και επηρεάζει περαιτέρω τη συνεκτικότητα και τη συγκολλητικότητα. Η έκπλυση στο νερό της ανθοκυανίνης, του αμύλου και πιθανώς των πτητικών και των αρωματικών ενώσεων καθιστούν τη μέθοδο cookvide πολύ αποτελεσματική στην παρασκευή νόστιμου ζωμού. Αντίθετα, η χρήση της επεξεργασίας sousvide διατήρησε το αρχικό χρώμα, την περιεκτικότητα σε ανθοκυάνες και τη συνοχή των δειγμάτων. Ως εκ τούτου, αυτή η επεξεργασία της πατάτας με μωβ σάρκα είναι κατάλληλη για την διατήρηση της υψηλής της περιεκτικότητας σε ανθοκυάνες όπως επίσης μπορεί και να αποδειχθεί αποτελεσματική και κατάλληλη και για άλλα λαχανικά με παρόμοια περιεκτικότητα στις συγκεκριμένες αντιοξειδωτικές ενώσεις. Επιπλέον, οι ερευνητές παρατήρησαν μια διαφορετική διόγκωση του αμύλου σε πατάτες που έχουν μαγειρευτεί με διαφορετικές επεξεργασίες παρά την ίδια σταθερότητα. (Iborra-Bernadetal. 2014)



«Βλαχάκος Γ. & Γεωργιακάκης Μ.», «Μέθοδος μαγειρέματος sous vide και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στο ψάρι-λαχανικά.»

Η επίδραση της θερμοκρασίας, ο ρόλος της επαφής του μέσου μαγειρέματος και η επίδραση της χαμηλής πίεσης στις βλάβες των κυτταρικών δομών είναι οι κύριοι παράγοντες που εξηγούν τη διαφορετική εξάπλωση του αμύλου στον κυτταρικό αυλό. Περαιτέρω μελέτες θα μπορούσαν να αποσαφηνίσουν το ρόλο μιας και καθένας από τους παράγοντες εμπλέκεται με διαφορετικό τρόπο στην τροποποίηση της υφής και της αισθητικής στα αμυλώδη λαχανικά.

Μια μελέτη από τους ίδιους ερευνητές Iborra-Bernad C., et al. (2013) στα πράσινα φασόλια (*P. vulgaris L. cv. Estefania*) επιβεβαίωσε ότι η υφή και το χρώμα τους είναι μια συνάρτηση του χρόνου και των συνθηκών θερμοκρασίας στο sous-vide και στο cook-vide μαγειρεμένο δείγμα. Σημαντικά μοντέλα παλινδρόμησης που περιγράφουν την μεταβολή του χρώματος και της υφής σε σχέση με τις ανεξάρτητες μεταβλητές (θερμοκρασία και χρόνο μαγειρέματος) έδειξαν ότι ο χρόνος μαγειρέματος ήταν η μεγαλύτερη σημαντική μεταβλητή που επηρεάζει το χρώμα στη διαδικασία sous-vide. Οι γραμμικοί συντελεστές του χρόνου μαγειρέματος και της θερμοκρασίας ήταν οι περισσότερο σημαντικοί συντελεστές των μεταβλητών που μελετήθηκαν. Η συνιστώμενη θερμική επεξεργασία φάνηκε να είναι 92 °C. Γενικά φάνηκε ότι η επεξεργασία sous-vide είναι προτιμώμενη από τους καταναλωτές λόγω της υφής που γίνεται αντιληπτή στο στόμα, της γεύσης και της οσμής. (Iborra-Bernard et al, 2013). Στη μελέτη με τα πράσινα φασόλια παρατηρήθηκε ότι η επαφή με τα μέσα μαγειρέματος φαίνεται να έχει μια σημαντική επίδραση στη σταθερότητα στην ίδια θερμοκρασία και χρόνο (cook-vide vs sous- vide). Το μαλάκωμα ήταν υψηλότερο όταν το νερό μαγειρέματος έρχονταν σε επαφή με τα δείγματα και ήταν σχετικά εξαρτημένο από τη θερμοκρασία. Οι μελέτες βέβαια επικεντρώθηκαν στην επίδραση της επαφής των μέσων μαγειρέματος και της πίεσης στους ιστούς των λαχανικών προκειμένου να διαμορφωθεί η σχέση μεταξύ των δύο παραγόντων. Ένα άλλο σημαντικό αποτέλεσμα που παρατηρήθηκε είναι ότι τα β-καροτένια είναι περισσότερο διαθέσιμα στο παραδοσιακό μαγείρεμα (βραστό νερό) και cookvide σε σύγκριση με το sous-vide λόγω των μεγαλύτερων ζημιών κυτταρικών τοιχωμάτων στα καρότα, παρά την ίδια σταθερότητα. (Iborra-Bernardetal. 2014)



«Βλαχάκος Γ. & Γεωργιακάκης Μ.», «Μέθοδος μαγειρέματος sous vide και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στο ψάρι-λαχανικά.»

Πολλές μελέτες στοχεύουν και στις χλωροφύλλες που κατά βάση καθορίζουν το χρώμα αλλά έχουν και αντιοξειδωτική δράση. Μελετώντας την ποιότητα των σπαραγγιών που παρασκευάζονται με τις παραδοσιακές μεθόδους μαγειρέματος και με τη μέθοδο sous-vide, ο φούρνος μικροκυμάτων προκάλεσε την υψηλότερη απώλεια βάρους ύδατος, ξηρού βάρους και τη συνολική διαφορά χρώματος. Ο ατμός προκάλεσε τόσο μείωση της χλωροφύλλης όσο και της νεοξανθίνης. Τα sousvide μαγειρεμένα ήταν καλύτερα διατηρημένα ή αύξησαν την ποιότητα των σπαραγγιών. (Ibora-Bernard et al, 2013).

Ανάλογα ήταν τα αποτελέσματα και σε κόκκινα λάχανα. Σε σύγκριση με την παραδοσιακή περιεκτικότητα σε ανθοκυανίνη του κόκκινου λάχανου που έχει μαγειρευτεί με παραδοσιακές μεθόδους sousvide, η απώλεια ανθοκυανίνης με την παραδοσιακή μέθοδος ήταν διπλάσια από την απώλεια με τη μέθοδο sousvide. (Ibora-Bernard et al, 2013).

Οι Florkiewicz et al., (2018) διεξήγαγαν μια μελέτη σε λαχανικά του γένους Brassica το οποίο περιλαμβάνει λαχανάκια Βρυξελλών. Σε αυτά μετρήθηκαν διαφορετικά διατροφικά χαρακτηριστικά και κυρίως τα επίπεδα αντιοξειδωτικών. Να αναφερθεί ότι τα επίπεδα καφεϊκού, ρ-κουμαρικού και γαλλικού οξέος ήταν τα πιο σταθερά στα λαχανικά που ήταν μαγειρεμένα με τη μέθοδο sous-vide. Αυτή η τεχνική φαίνεται να είναι η πλέον συμφέρουσα σε σχέση με τη διατήρηση της βιταμίνης C (και μετά την επεξεργασία και κατά την αποθήκευση των μεταποιημένων λαχανικών), γεγονός που την καθιστά ακόμη πιο σημαντική. Επιπλέον, παρατηρήθηκε σημαντική θετική συσχέτιση μεταξύ της αντιοξειδωτικής δράσης και της περιεκτικότητας σε βιταμίνη C και ολικών φαινολικών ενώσεων στα ωμά λαχανικά, καθώς και στα λαχανικά που υποβλήθηκαν σε θερμική επεξεργασία. Λαμβάνοντας υπόψη όλα τα αποτελέσματα, οι ερευνητές εξήγαγαν το συμπέρασμα ότι η μέθοδος sous-vide είναι μια βέλτιστη τεχνική για την επεξεργασία των λαχανικών Brassica. (Florkiewicz et al., 2018)

Η διατήρηση της αντιοξειδωτικής δράσης μελετήθηκε και σε καρότα και λαχανάκια Βρυξελλών που επεξεργάστηκαν και στη συνέχεια αποθηκεύτηκαν σε ψυγείο για 1, 5 και 10 ημέρες και συγκρίθηκαν με τα αντίστοιχα προϊόντα πρώτης ύλης που επεξεργάστηκαν με ατμό ή με φούρνο. Τα δεδομένα έδειξαν ότι τα καρότα που είχαν



«Βλαχάκος Γ. & Γεωργιακάκης Μ.», «Μέθοδος μαγειρέματος sous vide και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στο ψάρι-λαχανικά.»

μαγειρευτεί είχαν υψηλότερες ποσότητες καροτενοειδών, φαινολικών ενώσεων και ασκορβικού οξέος από τα προϊόντα με ατμό και καταγράφηκε μόνο μια ελαφρά μείωση των φαινολικών ενώσεων κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης. Παρατηρήθηκαν αντιφατικά αποτελέσματα στα λαχανάκια Βρυξελλών που μαγειρεύτηκαν με τη μέθοδο sousvide: υψηλότερες ποσότητες καροτενοειδών και τιμές αντιοξειδωτικής δυνατότητας και χαμηλότερες φαινολικές ενώσεις, ασκορβικό οξύ και τιμές FRAP εκδηλώθηκαν από τον sousvide σε σύγκριση με τα δείγματα στον ατμό. Τα φυτοχημικά προϊόντα μειώθηκαν επίσης κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης των λάχανων Βρυξελλών, με εξαίρεση τα καροτενοειδή. Τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης έδειξαν ότι η παρασκευή του sousvide μπορεί να διατηρήσει ή / και να ενισχύσει τη θρεπτική ποιότητα των καρότων, τα οποία παραμένουν καλή πηγή καροτενοειδών και μετά από μακρά αποθήκευση σε ψυγείο, ενώ η ίδια επεξεργασία θα μπορούσε να αποτελέσει μια εναλλακτική λύση στον ατμό για άλλα λαχανικά όπως τα λαχανάκια Βρυξελλών για βραχυπρόθεσμη συντήρηση για να αποφευχθεί η μεγάλη μείωση του ασκορβικού οξέος. (Chiavaro et al, 2012).

Έχουν αναλυθεί οι αλλαγές στο χρώμα των λαχανικών ως αποτέλεσμα διαφορετικών μεθόδων μαγειρέματος. Η συσκευασία υπό κενό πριν το μαγείρεμα προκαλεί σημαντική αλλαγή στο χρώμα των αγκινάρων, οι οποίες είναι πιο ζεστές και ελαφρύτερες από αυτές που μαγειρεύονται απευθείας με βύθιση στο νερό, είτε μαγειρεύονται στους 90 ° C είτε στους 100 °C. Αυτό σχετίζεται με την υψηλότερη κατακράτηση της χλωροφύλλης b στα δείγματα που είναι συσκευασμένα σε κενό. Για τα άλλα λαχανικά δεν βρέθηκαν σημαντικές διαφορές λόγω συσκευασίας κενού ($P > 0,05$). Ωστόσο, η μείωση της θερμοκρασίας μαγειρέματος κάτω από τους 100 ° C οδήγησε σε καλύτερη διατήρηση του χαρακτηριστικού χρώματος του ακατέργαστου λαχανικού (που χαρακτηρίζεται από χαμηλότερο χρώμα στα πράσινα λαχανικά και αύξηση των καροτενοειδών). Αυτές οι βελτιώσεις στη συντήρηση χρώματος που παράγονται με το μαγείρεμα σε θερμοκρασία μικρότερη των 100 ° C σχετίζονται με την μικρότερη αποικοδόμηση της χλωροφύλλης (ολική, a και b) και την υψηλότερη σταθερότητα των καροτενοειδών στην περίπτωση των καρότων. (Chiavaro et al, 2012).



«Βλαχάκος Γ. & Γεωργιακάκης Μ.», «Μέθοδος μαγειρέματος sous vide και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στο ψάρι-λαχανικά.»

Για όλα τα λαχανικά που εξετάστηκαν από τους Gulen et al. (μπρόκολο, πράσινα φασόλια, αγκινάρες και καρότα), το μαγείρεμα sous-vide οδήγησε σε βελτίωση των σχετικών με την υγεία ιδιοτήτων επειδή αύξησε τη φαινολική συγκράτηση καθώς και τη διατήρηση της αντιοξειδωτικής δραστηριότητας σε σύγκριση με τα βρασμένα προϊόντα. Ιδιαίτερα αξιοσημείωτες ήταν οι αυξήσεις της περιεκτικότητας σε φαινόλη στο μπρόκολο και η αντιοξειδωτική δράση στις αγκινάρες. Εκτός από τα πράσινα φασόλια, το μαγείρεμα με βύθιση στο νερό σε θερμοκρασία μεταξύ 85 και 90 ° C είχε παρόμοια οφέλη με εκείνα του sous-vide μαγειρέματος, αν και σε μικρότερο βαθμό. Η φαινολική κατακράτηση αυξήθηκε στο μπρόκολο από 42,0% στην περίπτωση του βρασμένου προϊόντος σε 75,5% και η αντιοξειδωτική ικανότητα αυξήθηκε από 17,0% σε 53,5% στις αγκινάρες και από 9,2 έως 34,6% στα καρότα. (Guillén et al, 2017)

Εκτός από τα κλασσικά λαχανικά έχουν γίνει μελέτες και σε πιο σπάνια λαχανικά. Το βοραγινό είναι ένα ετήσιο ποώδες φυτό του οποίου οι σπόροι έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε γ-λινολενικό οξύ. Επιπλέον, τα εκχυλίσματα του αποτελούν πολύ καλή πηγή αντιοξειδωτικών, όπως οι πολυφαινόλες. Τα στελέχη αποτελούν το κύριο μέρος του φυτού που χρησιμοποιείται για γαστρονομικούς σκοπούς. Η προετοιμασία είναι αρκετά επίπονη επειδή απαιτεί το διαχωρισμό του άνθους, αφήνει τα στελέχη, καθαρίζοντας τους μίσχους για να εξαλείψει την ίνα και έπειτα μαγειρεύετε για περίπου 15 λεπτά σε βρασμένο νερό. (Alcusion et al, 2017).

Η υψηλή θρεπτική αξία αυτού του προϊόντος σε συνδυασμό με την επίπονη προετοιμασία που απαιτείται για την κατανάλωσή του αλλά και για να το καταστήσουν κατάλληλο για εμπορευματοποίηση με ελάχιστη μεταποίηση νωπού έχουν οδηγήσει τους ερευνητές στην εφαρμογή της μεθόδου sousvide. Η επεξεργασία ως ένα προϊόν συσκευασμένο σε κενό, θερμικά κατεργασμένο στους 90 °C για περίπου 16 λεπτά, αποθηκευμένο σε 2 °C και αναθερμασμένο σε φούρνο μικροκυμάτων στα 700 W για 1,5 λεπτό διπλασιάζει την περιεκτικότητα των σπόρων σε φαινόλες και βελτιώνει την αντιοξειδωτική δράση του ακατέργαστου προϊόντος. Ορισμένες από τις οργανοληπτικές και θρεπτικές απώλειες που υπόκειται το βρασμένο προϊόν μειώνονται επίσης. Με το μαγείρεμα sousvide λαμβάνεται ένα πιο



«Βλαχάκος Γ. & Γεωργιακάκης Μ.», «Μέθοδος μαγειρέματος sous vide και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στο ψάρι-λαχανικά.»

φωτεινό προϊόν που διατηρεί καλύτερα το χαρακτηριστικό χρώμα του ακατέργαστου λαχανικού και παρουσιάζει χαμηλότερη αποικοδόμηση των χλωροφύλων (ολική, a και b) σε σύγκριση με το βρασμένο προϊόν. Επιπλέον, η υψηλή συνολική συγκέντρωση σε φαινόλες και η υψηλότερη αντιοξειδωτική δραστηριότητα σε σύγκριση με το βρασμένο προϊόν είναι ιδιαίτερα έντονες. Ανεξάρτητα από το χρόνο που πέρασε από την επεξεργασία, η αναθέρμανση με μικροκύματα δεν τροποποίησε σημαντικά ($P > 0,05$) τις ιδιότητες του προϊόντος που αναλύθηκε σε περίοδο 28 ημερών, με εξαίρεση τη μείωση της σκληρότητας του κριτηρίου της υψής σε τιμές παρόμοιες με εκείνες που λαμβάνονται για το βρασμένο προϊόν για 15 λεπτά. (Alcusion et al, 2017).

Η ποιότητα του sous-vide μαγειρεμένου σπόρου διατηρήθηκε για 14 ημέρες αποθήκευσης, ωστόσο το προϊόν κατά τη διάρκεια της πρώτης εβδομάδας έγινε πιο κιτρινωπό. Η κατανάλωση του προϊόντος εντός 21 ημερών επεξεργασίας συνιστάται για να μεγιστοποιηθούν τα οφέλη που παρέχονται από την επεξεργασία sousvide δεδομένου ότι η συνολική φαινολική περιεκτικότητα αρχίζει να μειώνεται στη συνέχεια και η αντιοξειδωτική δράση μειώνεται από την 28η ημέρα αποθήκευσης. Οι μικρές απώλειες ποιότητας όσον αφορά το χρώμα δεν αποτελούν πρόβλημα για τη χρήση αυτού του προϊόντος στις υπηρεσίες εστίασης και φαγητού όπου η διάρκεια αποθήκευσης για τα sous-vide λαχανικά σε αυτές τις περιπτώσεις είναι 5 ημέρες. (Alcusion et al, 2017).

3.1.2. Επίδραση σε ανόργανα ιόντα και άλλα θρεπτικά

Εκτός από τα αντιοξειδωτικά τα λαχανικά έχουν και υψηλή συγκέντρωση σε ποικίλα ανόργανα ιόντα και μέταλλα. Το κάλιο είναι ένα βασικό συστατικό που συμμετέχει στη ρύθμιση του pH των κυττάρων και της ωσμωτικής πίεσης. Η έλλειψη καλίου οδηγεί σε μείωση της ωσμωτικότητας του ενδοκυτταρικού υγρού και ως αποτέλεσμα το νερό των κυττάρων μεταφέρεται στον εξωκυτταρικό χώρο. Το κάλιο είναι επίσης απαραίτητο για την σωστή πέψη υδατανθράκων και πρωτεϊνών. Η μεγαλύτερη μείωση του καλίου παρατηρήθηκε στα παραδοσιακά μαγειρεμένα Brassica (μπρόκολο και λαχανάκια Βρυξελλών), στα sousvide κουνουπίδι, και το χαμηλότερο όπως αναμενόταν σε λαχανικά στον ατμό (μπρόκολο και λαχανάκια Βρυξελλών) και



«Βλαχάκος Γ. & Γεωργιακάκης Μ.», «Μέθοδος μαγειρέματος sous vide και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στο ψάρι-λαχανικά.»

προετοιμάστηκε με τη μέθοδο sousvide (λάχανα Βρυξελλών). Οι Kmiecik et al. (2007) ανέφεραν παρόμοια κατακράτηση καλίου στο μαγειρεμένο μπρόκολο και το κουνουπίδι Romanesco, ενώ στην περίπτωση του λευκού κουνουπιδιού και στα λαχανάκια Βρυξελλών παρατηρούνται ορισμένες αποκλίσεις.

Τα ιόντα νατρίου είναι απαραίτητα για τη διατήρηση του λειτουργικού δυναμικού των κυτταρικών μεμβρανών. Αυτό το στοιχείο διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην παθογένεση της υπέρτασης και της καρδιακής ανεπάρκειας και συμμετέχει στη λειτουργία των νευρικών και μυϊκών συστημάτων. Μεταξύ των εφαρμοζόμενων μεθόδων υδροθερμικής επεξεργασίας, η μεγαλύτερη απώλεια αυτού του στοιχείου παρατηρήθηκε στην περίπτωση βρασμού των δειγμάτων σε νερό, ενώ η χαμηλότερη μείωση ήταν στα sousvide και στον ατμό λαχανικά. (Kmiecik et al, 2007)

Το ασβέστιο είναι το βασικό δομικό υλικό των οστών και των δοντιών. Επιπλέον, συμμετέχει στη διεξαγωγή ερεθισμάτων των νεύρων, στη συστολή μυών, στην ενεργοποίηση ορισμένων ενζύμων, και στην πήξη του αίματος. Οι μεγαλύτερες απώλειες ασβεστίου ήταν για τα παραδοσιακά μαγειρεμένα λαχανικά, με εξαίρεση τα λαχανάκια Βρυξελλών. Μικρές απώλειες σημειώθηκαν σε λαχανικά μαγειρεμένα στον ατμό και σε sousvide λαχανικά (ιδιαίτερα για τα λευκά κουνουπίδια). Στην περίπτωση του κουνουπιδιού στον ατμό και στο κουνουπίδι που παρασκευάστηκε με τη μέθοδο sousvide δεν διαπιστώθηκαν σημαντικές διαφορές στο επίπεδο του ασβεστίου σε σύγκριση με το φρέσκο υλικό. Η κατάσταση αυτή παρέμεινε και μετά από 5 ημέρες αποθήκευσης. (Baldwin, 2012)

Η μέθοδος έχει εφαρμοστεί και για άλλα συστατικά. Ενδεικτικά θα αναφερθεί μια μελέτη, που εκτιμήθηκε το συνολικό και ανθεκτικό περιεχόμενο άμυλο τριών ποικιλιών πατάτας (Agrida, Agata και Carrera) κατά τη διαδικασία μαγειρέματος sousvide. Αξιολογήθηκε η δύναμη διάτμησης και το χρώμα. Οι φέτες πατάτας μαγειρεύτηκαν επίσης με τρεις συνήθειες επεξεργασίες (φούρνος, τηγάνισμα και φούρνος μικροκυμάτων) για την αξιολόγηση των διαφορών μεταξύ των μεθόδων. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, η αποστείρωση εντός συσκευασίας όπως εξασφαλίζεται με τη μέθοδο sousvide μπορεί να θεωρηθεί ότι εφαρμόζεται στην



«Βλαχάκος Γ. & Γεωργιακάκης Μ.», «Μέθοδος μαγειρέματος sous vide και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στο ψάρι-λαχανικά.»

βιομηχανία τροφίμων ως τεχνολογία που έχει παρόμοιο αποτέλεσμα με τις παραδοσιακές μεθόδους μαγειρέματος που χρησιμοποιούνται στα προϊόντα πατάτας. (Baldwin, 2012)

3.2. Φρούτα

Η εφαρμογή της μεθόδου sousvide δεν είναι τόσο κοινή στα φρούτα όσο στα λαχανικά. Προκειμένου να διατηρηθούν τα χαρακτηριστικά της υφής των καρπών κατά τη διάρκεια και μετά από τη θερμική επεξεργασία, διάφορες στρατηγικές όπως η επιλογή της ανθεκτικών στο μαγείρεμα πρώτων υλών, η βελτιστοποίηση των παραμέτρων μαγειρέματος ή χρήση μαλακών τεχνικών μαγειρέματος μπορεί να βελτιώσουν τη διατηρησιμότητα του φρούτου. Ενώ τα φρούτα τρώγονται συχνά ωμά, οι μάγειροι μερικές φορές μαγειρεύουν τα μήλα και τα αχλάδια μέχρι να είναι τρυφερά.

Γενικά δεν έχουν δημοσιευθεί πολλές μελέτες που να αναλύουν τον τρόπο με τον οποίο επηρεάζει η μέθοδος τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των φρούτων. Σε μια οι ερευνητές ασχολήθηκαν με τα μήλα. Κατά τη διάρκεια της θερμικής επεξεργασίας, η υφή του καρπού του μήλου τροποποιείται κυρίως λόγω της διάσπασης των κυτταρικών μεμβρανών και οι αλλοιώσεις και η αποσυναρμολόγηση των κυτταρικών τοιχωμάτων, που προκύπτουν τόσο από ενζυματικές όσο και από μη ενζυματικές τροποποιήσεις στη δομή και τη σύνθεση της πηκτίνης αποτελούν τις βασικές μεταβολές που συμβαίνουν. Ένα κύριο δομικό συστατικό της πηκτίνης στα κυτταρικά τοιχώματα των φυτών είναι η ομογαλακτουρονάνη, μια γραμμική αλυσίδα από α-(1-4)-συνδεδεμένα κατάλοιπα γαλακτουρονικού οξέος, τα οποία είναι εν μέρει εστεροποιημένα με μεθυλο ομάδες. Το μαλάκωμα των φυτικών ιστών κατά την έκθεση σε υψηλές θερμοκρασίες οφείλεται κυρίως στον αποπολυμερισμό της πηκτίνης. (Baldwin, 2012)



«Βλαχάκος Γ. & Γεωργιακάκης Μ.», «Μέθοδος μαγειρέματος sous vide και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στο ψάρι-λαχανικά.»

Οι Ortiz, A., et al., (2016) διερευνήσαν τα αποτελέσματα της μεθόδου sousvide σε δύο ποικιλίες μήλων, τα Mondial Gala και Granny Smith. Διαπίστωσαν ότι τα μήλα της ποικιλίας Granny Smith που είναι πιο όξινα, μαλακώνουν ταχύτερα από τα γλυκά(χαμηλής οξύτητας) μήλα, όπως τα Gala ή Fuji, επειδή η οξύτητα μειώνει τη θερμοκρασία με την οποία η πηκτίνη διαλύεται. Και στις δύο ποικιλίες, παρατηρήθηκε συνολική μείωση στη μηχανική αντίσταση που προήλθε από αποπολυμερισμό ομοιοπολικά δεσμευμένων πηκτινών παρόντων στα κυτταρικά τοιχώματα. Ακόμα, οι αλλοιώσεις υφής ήταν πιο δραματικές στην ποικιλία Granny Smith από ό, τι στην ποικιλία Mondial Gala όταν η θερμοκρασία ψησίματος ήταν μεγαλύτερη από 65°C, γεγονός που αποδεικνύει ότι η είναι καταλληλότερη πρώτη ύλη για το μαγείρεμα sousvide.

Σε αντίθετη περίπτωση στα μήλα της ποικιλίας Granny Smith, τα επίπεδα δραστηριότητας της μεθυλοεστεράσης της πηκτίνης(ένζυμο υπεύθυνο για την καταστροφή των πηκτινών) ήταν χαμηλότερα. Φάνηκε επίσης, ότι τα μήλα Mondial Gala ενισχύθηκαν σε ήπιο μαγείρεμα και ήπιες θερμοκρασίες και, ως εκ τούτου, οι πηκτίνες σε αυτή την ποικιλία διατηρήθηκαν καλύτερα. Ως αποτέλεσμα διατηρήθηκε και η χαρακτηριστική υφή.

Βέβαια, μεταβολές κυτταρικού τοιχώματος με μεσολάβηση άλλων μηχανισμών εκτός των πηκτινών μπορούν επίσης να παρουσιάσουν παραλλαγή ανάλογα με την ποικιλία έτσι ώστε να επιδιωχθεί περαιτέρω έρευνα εμβαθύνοντας στην κατανόηση των τροποποιήσεων της υφής που προκύπτουν από τη θερμική επεξεργασία των φρούτων και τις επιπρόσθετες ενζυμικές δραστηριότητες που μεταβάλουν τη δομή του κυτταρικού τοιχώματος. (Ortiz et al, 2016).



«Βλαχάκος Γ. & Γεωργιακάκης Μ.», «Μέθοδος μαγειρέματος sous vide και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στο ψάρι-λαχανικά.»

4. Κεφάλαιο 4ο: Νομοθεσία

Γενικά υπάρχουν νομοθετικοί κανόνες που ορίζουν τη διαχείριση αυτού του είδους του κινδύνου. Σύμφωνα με αυτούς, ο υπεύθυνος επιχείρησης τροφίμων είναι ο αρμόδιος για τη θέσπιση διαδικασιών για να αποδείξει την ασφάλεια των πρακτικών εργασιών που χρησιμοποιούνται κατά το μαγείρεμα sousvide. Αυτά πρέπει να τεκμηριώνονται ως μέρος της διαχείρισης της ασφάλειας των τροφίμων (HACCP).

4.1. Μέτρα ασφάλειας και νομοθεσία

Σε γενικές γραμμές τα μέτρα πρέπει να περιλαμβάνουν:

1. Προσδιορισμός τυχόν κινδύνων που πρέπει να αποτρέπονται, να εξαλείφονται ή να μειώνονται σε αποδεκτά επίπεδα.
2. Προσδιορισμός σημείων ελέγχου και ασφαλών ορίων εντός των βημάτων ασφαλούς μεθόδου, όπως ο χρόνος και η θερμοκρασία ελέγχου.
3. Καθιέρωση αποτελεσματικών διαδικασιών παρακολούθησης.
4. Καθιέρωση διορθωτικών ενεργειών όταν η παρακολούθηση υποδεικνύει κάποιο πρόβλημα.
5. Να τεκμηριώσουν ασφαλείς μεθόδους εργασίας που θα πρέπει να περιλαμβάνουν την εκπαίδευση του προσωπικού.

Εκτός των παραπάνω κανονισμών, ορίζεται και ως ευθύνη του υπεύθυνου της επιχείρησης τροφίμων να διασφαλίσει ότι τα τρόφιμα που διαθέτουν στην αγορά είναι ασφαλή. Προκειμένου να συμμορφωθεί με την παραπάνω νομοθεσία, θα πρέπει να εισαγάγει τους κατάλληλους ελέγχους για κάθε στάδιο της διαδικασίας, ώστε να είναι διασφαλισμένος. Εκτός από τους προαναφερθέντες κανονισμούς που αφορούν κυρίως την πιστοποίηση της εταιρείας που παρέχει το τρόφιμο υπάρχουν και άλλες παράμετροι που θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κάθε φορά και αφορούν το μαγείρεμα, την τεχνική, την σήμανση ακόμη και τον εξοπλισμό που χρησιμοποιείται. (Foodauthority.nsw.gov)



«Βλαχάκος Γ. & Γεωργιακάκης Μ.», «Μέθοδος μαγειρέματος sous vide και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στο ψάρι-λαχανικά.»

Θα αναφερθούν ενδεικτικά κάποιοι από αυτούς μιας και η αναλυτική περιγραφή τους ξεφεύγει από τα όρια της παρούσας εργασίας. Όλος ο εξοπλισμός που εμπλέκεται στη διαδικασία sousvide, συμπεριλαμβανομένου του πακέτου κενού και του λουτρού νερού, πρέπει να καθαρίζονται και να απολυμαίνονται μεταξύ κάθε χρήσης ώστε να αποφευχθεί οποιαδήποτε μόλυνση.

Ακόμη και τα χημικά που χρησιμοποιούνται για τον καθαρισμό τους θα πρέπει να είναι κατάλληλα και ασφαλή για χρήση σε τρόφιμα. Ο εξοπλισμός δεν πρέπει μόνο να απολυμαίνεται αλλά και να ελέγχεται ανά τακτά χρονικά διαστήματα αν λειτουργεί σωστά, και ειδικότερα ο θερμοστάτης και η θερμοκρασία πυρήνα. Επίσης, για κάθε τρόφιμο θα πρέπει να αναγράφεται η ακριβής μέθοδος με την οποία παρασκευάστηκε. Τέλος, θα πρέπει να ελέγχεται και η λειτουργία των ψυκτών και οι διεργασίες που ακολουθούνται κατά την μεταποίηση και την αποθήκευση του τροφίμου.

Οι λιανικές πωλήσεις φαγητών όπως τα έτοιμα φαγητά και, γενικότερα, αυτά που συσκευάζονται υπό κενό και σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα και έπειτα διατηρούνται με απλή ψύξη, έχουν καλή ιστορία της ασφάλειας των τροφίμων. Το Ινστιτούτο Τροφίμων σε έρευνες που έχει πραγματοποιήσει κατά καιρούς δεν διαπίστωσε καμιά περίπτωση τροφικής αλλαντίασης σε σωστά αποθηκευμένα εμπορικά διατηρημένα με απλή ψύξη τρόφιμα στο Ηνωμένο Βασίλειο ή στο εξωτερικό. Οδηγίες για την προετοιμασία των sousvide έτοιμων γευμάτων και μαγειρέματος ψύξης είναι γενικά διαθέσιμες (Cox και Bauler 2008, UKFSA (2008) και FSAI (2006). Για τα sousvide μαγειρεμένα τρόφιμα οι κίνδυνοι εμπίπτουν σε τρεις τομείς:

- Τρόφιμα που διατηρούνται στη ζώνη κινδύνου θερμοκρασίας (5 °C έως 60 °C) για παρατεταμένες χρονικές περιόδους και ενδεχομένως υπόκεινται σε βακτηριακή ανάπτυξη, για παράδειγμα, κατά τη διάρκεια διαδικασιών μαγειρέματος μακράς διάρκειας χαμηλής θερμοκρασίας (LTLT), ή η ψύξη προϊόντων, ή η αναθέρμανση του προϊόντος.
- Τρόφιμα αποθηκευμένα υπό ψύξη για παρατεταμένες χρονικές περιόδους ενδέχεται να υπόκεινται σε ανάπτυξη παθογόνων που είναι ανθεκτικά στην ψύξη. Η ανάπτυξη της *Listeria monocytogenes* είναι ένας κίνδυνος όπως είναι



«Βλαχάκος Γ. & Γεωργιακάκης Μ.», «Μέθοδος μαγειρέματος sous vide και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στο ψάρι-λαχανικά.»

και η ανάπτυξη και η παραγωγή τοξινών από το μη πρωτεολυτικό βακτήριο *Clostridium botulinum*.

- Τρόφιμα που μαγειρεύονται σε χαμηλές θερμοκρασίες για σύντομα χρονικά διαστήματα θα παραμείνουν, κατ' ουσίαν, ακατέργαστα και τα παθογόνα βακτήρια, οι ιοί και τα παράσιτα, εάν υπάρχουν, μπορεί να επιβιώσουν.

Η Υπηρεσία Ασφάλειας και Επιθεώρησης Τροφίμων του Υπουργείου των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής αναφέρει τον κίνδυνο «αργής εμφάνισης» για ορισμένα κρέατα και προϊόντα πουλερικών. Η κατευθυντήρια γραμμή αναφέρει ότι «οι χρόνοι παραμονής πρέπει να είναι μεγαλύτεροι από 6 ώρες στους 10 °C έως 54,4 °C γιατί αλλιώς το τρόφιμο πρέπει να θεωρείται ιδιαίτερα επικίνδυνο, μιας και σε διαφορετικό εύρος θερμοκρασιών μπορεί να προωθήσει την ανάπτυξη πολλών παθογόνων που προκαλούν ανησυχία ». Επίσης, η κατευθυντήρια γραμμή επισημαίνει ότι ο πολλαπλασιασμός των παθογόνων μπορεί να είναι τόσο μεγάλος που ακόμα και η αναστροφή μπορεί να είναι αναποτελεσματική για την ασφάλεια του προϊόντος. Πολλά από τα βακτήρια μπορούν να απελευθερώνουν τοξίνες στα προϊόντα. Μερικές από τις τοξίνες, όπως αυτές του *Staphylococcus aureus*, είναι εξαιρετικά σταθερές στη θερμότητα και δεν απενεργοποιούνται με φυσιολογικές θερμοκρασίες αναθέρμανσης.

Ο Κώδικας Τροφίμων (US Food and Drug Administration, 2009) περιλαμβάνει αρκετές ρήτρες εγκαίρως ως έλεγχο της δημόσιας υγείας. Η ρήτρα 3-501.19 (1) (B), είναι παρόμοια σε πρόθεση με τον κανόνα «4-ώρες/ 2-ώρες» για τον έλεγχο της θερμοκρασίας που περιγράφεται στο Safe Food Australia (ANZFA, 2001). Στο αμερικανικό φαγητό ο κωδικός επιτρέπει μέγιστη διάρκεια τεσσάρων ωρών μεταξύ 5 °C και 57 °C, ενώ οι αντίστοιχες Αυστραλιανές κατευθυντήριες θερμοκρασίες είναι 5 °C και 60 °C.

Τα κριτήρια επισιτιστικής ασφάλειας βασίζονται συνήθως στην Ανάλυση Κινδύνου και το Σύστημα (HACCP) για μια λεπτομερή και διαφοροποιημένη συζήτηση σχετικά με τα κριτήρια και τους κανονισμούς σχετικά με την ασφάλεια των τροφίμων βάσει της επιστήμης. Σύμφωνα με αυτό το σύστημα κάποια από τα σημεία προσοχής



«Βλαχάκος Γ. & Γεωργιακάκης Μ.», «Μέθοδος μαγειρέματος sous vide και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στο ψάρι-λαχανικά.»

για τα τρόφιμα που μαγειρεύονται με τη μέθοδο sousvide είναι τα κάτωθι όσον αφορά τον περιορισμό της ανάπτυξης των παθογόνων μικροοργανισμών:

1. Η ωμή τροφή συνήθως έχει εκατομμύρια μικροοργανισμούς πάνω και μέσα της με τους περισσότερους να είναι βακτήρια αλλοίωσης. Για να μειωθεί ο κίνδυνος των επιβλαβών παθογόνων από τον γρήγορο πολλαπλασιασμό, πρέπει τα τρόφιμα να αποθηκεύονται άμεσα. Το κρέας, τα ψάρια ή τα πουλερικά που αποθηκεύονται στο ψυγείο (ή σε καταψύκτη) θα πρέπει να χρησιμοποιούνται πριν από την ημερομηνία "ανάλωση πριν από".
2. Θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ότι το σφράγισμα με κενό δεν μειώνει τους μικροοργανισμούς του ωμού φαγητού απλά δεν επιτρέπει να το μολύνουν και νέοι. Έτσι το τρόφιμο δεν μπορεί να παραμείνει για πολύ καιρό στο ψυγείο ή στον καταψύκτη αλλά καλό είναι να μαγειρευτεί όσο πιο σύντομα γίνεται σε ελεγχόμενη θερμοκρασία.
3. Η θέρμανση υπό κενό του τροφίμου θα πρέπει να πραγματοποιείται σε θερμοκρασία ελεγχόμενη από υδατόλουτρο ή φούρνο ατμού. Είναι σημαντικό οι σακούλες να είναι εντελώς βυθισμένες και να μην επικαλύπτονται ώστε τα τρόφιμα να μπορούν να θερμανθούν ομοιόμορφα. Καθώς τα τρόφιμα θερμαίνονται, οι μικροοργανισμοί αρχίζουν να πολλαπλασιάζονται γρήγορα με τους περισσότερους από αυτούς να αναπτύσσονται ταχύτερα μεταξύ 30°C και 50°C. Αν δεν πραγματοποιηθεί θέρμανση καλό είναι να γίνει παστερίωση, ώστε να ελαχιστοποιηθεί η ανάπτυξη των παθογόνων μικροοργανισμών που είναι και το πιο κρίσιμο βήμα.
4. Μόλις η θερμοκρασία του τροφίμου υπερβεί περίπου τους 52 °C, τότε όλα τα γνωστά παθογόνα τροφίμων σταματάνε να πολλαπλασιάζονται και αρχίζουν να πεθαίνουν. Εάν το τρόφιμο παστεριωθεί τότε διατηρείται σε σταθερή θερμοκρασία έως ότου τα παθογόνα έχουν μειωθεί σε ένα ασφαλές επίπεδο. Για τους υγιείς ανθρώπους, μια μείωση 3-log₁₀ του είδους *Salmonella* είναι γενικά συνιστώμενη και αν είναι επιθυμητή η μεγαλύτερη διάρκεια ζωής στο ψυγείο, τότε μειώνεται κατά 6 log. Η *L. Monocytogenes* συνίσταται σε μια 6-log₁₀. Βέβαια εάν το μαγειρεμένο φαγητό σερβίρεται αμέσως, τότε δεν υπάρχουν λόγοι ανησυχίας για την ανάπτυξη παθογόνων.



«Βλαχάκος Γ. & Γεωργιακάκης Μ.», «Μέθοδος μαγειρέματος sous vide και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στο ψάρι-λαχανικά.»

5. Στην περίπτωση που το τρόφιμο θα ψυχθεί για μεταγενέστερη χρήση τότε λαμβάνονται και κάποια ακόμη μέτρα ασφαλείας. Πρέπει να διατηρηθεί σε επαρκή ψύξη και να παραμείνει στην ίδια σακούλα ώστε να μην υπάρχει εκ νέου μόλυνση. Η σωστή αποθήκευση αφορά τη διατήρηση σε ψυγείο ή σε καταψύκτη ώστε να αποφευχθεί η ανάπτυξη σπορίων *C. botulinum* και του *B. cereus* γιατί αν αναπτυχθούν και εκκρίνουν τοξίνες αυτές δεν καταστρέφονται κατά την αναθέρμανση.
6. Τέλος όταν γίνει αναθέρμανση ώστε να καταναλωθεί το προϊόν είναι σημαντικό να ανοιχθεί γρήγορα από τη σακούλα ώστε να περιοριστεί η σπορά των βακτηρίων. Για την πρόληψη του σχηματισμού τοξινών από το *C. Botulinum* και το *B. cereus* καθώς και την ανάπτυξη του *C. perfringens*, συνίσταται αναθέρμανση σε θερμοκρασία του πυρήνα 54,4 °C για 6 ώρες.



«Βλαχάκος Γ. & Γεωργιακάκης Μ.», «Μέθοδος μαγειρέματος sous vide και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στο ψάρι-λαχανικά.»

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η αύξηση των καταναλωτικών απαιτήσεων για ελαχιστοποιημένη ευκολία ψύξης σε τρόφιμα με χαρακτηριστικά πλησιέστερα προς τα χαρακτηριστικά των νωπών προϊόντων οδήγησαν σε αύξηση της χρήσης της μεθόδου sousvide που τα τελευταία χρόνια κερδίζει έδαφος έναντι της παραδοσιακής μαγειρικής. Με αυτή την τεχνολογία επεξεργασίας των τροφίμων φαίνεται δυνατή η παράταση της διάρκειας ζωής και η διατήρηση της ποιότητας των νωπών τροφίμων για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα από όσο όταν είναι τα τρόφιμα νωπά. Ως εκ τούτου, η sousvide μέθοδος έγινε πολύ σημαντική τόσο στα νοικοκυριά όσο και στα εστιατόρια και στις υπηρεσίες μαζικής εστίασης. Αυτή η τεχνολογία ενισχύει τη διάρκεια ζωής του προϊόντος ως αποτέλεσμα της συσκευασίας σε κενό, της θερμικής επεξεργασίας και της αποθήκευσης εν ψυχρώ. Εκτός από την παράταση της διάρκειας ζωής, το προϊόν μπορεί να καταναλωθεί αμέσως μετά τη θέρμανση για ένα μικρό χρονικό διάστημα επειδή ήταν μαγειρεμένο κατά τη διάρκεια της προετοιμασίας στο δικό του πακέτο. Έτσι, ένα ποιοτικό φαγητό μπορεί να σερβιριστεί χωρίς καμία απώλεια σε θρεπτική αξία. Αυτή η τεχνολογία προσφέρει μια οικονομική και πρακτική λύση για τον καταναλωτή.

Από τις ποικίλες μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί τα περισσότερα αποτελέσματα είναι θετικά και ενθαρρυντικά. Έπειτα από τη βιβλιογραφική επισκόπηση φάνηκε ότι είναι πολύ καλή τεχνική διατήρησης των ψαριών, που είναι μάλιστα και αρκετά ευαίσθητα όταν βρίσκονται στο ράφι. Η απουσία οξυγόνου και ενζυμικών αντιδράσεων ευνοεί τη διατηρησιμότητα του τροφίμου. Διατηρούν την υφή τους και την γεύση τους για κάποιες ημέρες παραπάνω ωστόσο η θερμική επεξεργασία δεν εξαλείφει εντελώς την ανάπτυξη βακτηρίων. Τα αποτελέσματα βελτιώνονται όταν μετά τη θερμική επεξεργασία εφαρμοστεί και υψηλή πίεση. Μέχρι τώρα η μέθοδος έχει δοκιμαστεί σε σολομό, τσιπούρα, μύδια, γαλέο, πέστροφα, γαρίδες. Σχετικά με τα υπόλοιπα κρέατα όπως οι μπριζόλες, το κοτόπουλο, αλλά και τα προϊόντα κρέατος όπως τα λουκάνικα τα αποτελέσματα είναι επίσης ικανοποιητικά όσον αφορά την



«Βλαχάκος Γ. & Γεωργιακάκης Μ.», «Μέθοδος μαγειρέματος sous vide και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στο ψάρι-λαχανικά.»

εφαρμογή της. Μάλιστα βελτιστοποιούνται όταν αυτά είναι μαριναριμένα με διάφορα βότανα.

Αρκετά εκτεταμένη είναι η έρευνα στα λαχανικά. Λόγω των αντιοξειδωτικών ενώσεων που έχουν και της υψηλής θρεπτικής τους αξίας είναι σημαντικό να διατηρηθούν. Με τις ποικίλες επεξεργασίες υφίστανται εκτεταμένες αλλαγές στο χρώμα και την υφή γεγονός που τα καθιστά ανεπιθύμητα στους καταναλωτές. Ωστόσο από τις μελέτες φαίνεται ότι με τη μέθοδο sousvide οι απώλειες σε αντιοξειδωτικές ενώσεις όπως για παράδειγμα οι ανθοκυάνες και η βιταμίνη C είναι μικρές σε σχέση με το ζεμάτισμα ή τον βρασμό. Επιπλέον, η μέθοδος επιμηκύνει και τον χρόνο ζωής τους στο ράφι και τα καθιστά επιθυμητά όσον αφορά τα οργανοληπτικά τους χαρακτηριστικά στους καταναλωτές. Στα φρούτα οι μεταβολές αφορούν κυρίως την ενίσχυση της δράσης των πηκτινών που το ωριμάζουν. Οι μελέτες σε αυτά είναι γενικά περιορισμένες.

Υπάρχουν βέβαια και οι ανησυχίες σχετικά με την ανάπτυξη βακτηρίων σε αυτού του είδους τα τρόφιμα για αυτό έχουν θεσπιστεί και νομοθετικοί κανόνες. Οι κυριότεροι κίνδυνο για την ασφάλεια των τροφίμων είναι το *Clostridium perfringens* και τα βακτήρια που σχηματίζουν θερμικά σταθερές τοξίνες στα τρόφιμα, όπως οι *Bacillus cereus* και *Staphylococcus aureus*. Το *Clostridium perfringens* φαίνεται να είναι το παθογόνο που είναι καλύτερα προσαρμοσμένο στην ανάπτυξη κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας των sousvide τροφίμων (Willardsenetal 1978) και αν αυτός ο οργανισμός ελέγχεται αποτελεσματικά οι κίνδυνοι από τα άλλα βακτήρια θα είναι ελάχιστοι.

Εν κατακλείδι, η μέθοδος sousvide προσφέρει αρκετά πλεονεκτήματα στην παρασκευή έτοιμων τροφίμων. Με την κατάλληλη επιλογή των πρώτων υλών και των συνθηκών επεξεργασίας είναι δυνατό να ληφθούν πολύ καλά αποτελέσματα.



«Βλαχάκος Γ. & Γεωργιακάκης Μ.», «Μέθοδος μαγειρέματος sous vide και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στο ψάρι-λαχανικά.»

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

1. Alcusón, G., Remón, S., & Salvador, M. L. (2017). Quality related aspects of sous- vide processing of borage (*Borago officinalis* L.) stems. *LWT - Food Science and Technology*, 85, 104–109. doi:10.1016/j.lwt.2017.07.012
2. Baldwin, D. E. (2012). Sous vide cooking: A review. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 1(1), 15–30. doi:10.1016/j.ijgfs.2011.11.002
3. Belibagli K., Ersan E., (2018). Effects of storage on the quality of sous vide processed lamb liver. 22(1). 1-11.
4. Bognar, A. (1980) Nutritive value of chilled meals, in *Advances in Catering Technology* (ed. G. Glew), Applied Science, London, pp. 387-408.
5. Bongiorno, T., Tulli, F., Comi, G., Sensidoni, A., Andyanto, D., & Iacumin, L. (2018). Sous vide cook-chill mussel (*Mytilus galloprovincialis*): evaluation of chemical, microbiological and sensory quality during chilled storage (3 °C). *LWT*, 91, 117–124. doi:10.1016/j.lwt.2017.12.005
6. Carlin F., (2014). *Microbiology of Sous-vide Products*. *Encyclopedia of Food Microbiology* (Second Edition). 621-626.
7. Chiavaro, E., Mazzeo, T., Visconti, A., Manzi, C., Fogliano, V., & Pellegrini, N. (2012). Nutritional Quality of Sous Vide Cooked Carrots and Brussels Sprouts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(23), 6019–6025. doi:10.1021/jf300692a.
8. Crobotova, J., Mozuraityte, R., Standal, I. B., & Rustad, T. (2018). A non-invasive approach to assess texture changes in sous-vide cooked Atlantic mackerel during chilled storage by fluorescence imaging. *Food Control*, 92, 216–224. doi:10.1016/j.foodcont.2018.04.060.
9. Diaz P, Martinez P, Nieto G, Andreu E, Banon S, Garrido MD. (2007). Deteriorodelsalm´oncocinado por el m´etodo sous vide



«Βλαχάκος Γ. & Γεωργιακάκης Μ.», «Μέθοδος μαγειρέματος sous vide και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στο ψάρι-λαχανικά.»

- durantesualmacenamientorefrigerado Tenerife, Spain:
IV Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de los Alimentos. 253–8.
10. De Cássia Pontes Ramos, Fabiane & Fátima Henriques Lourenço, Lúcia & Joele, Regina & Lúcia de Sousa, Consuelo & Conceição do Amaral Ribeiro, Suezilde. (2016). Tambaqui (*Colossomacropomum*) sous vide: Characterization and quality parameters. *Semina: Ciências Agrárias*. 37. 117. 10.5433/1679-0359.2016v37n1p117.
 11. Deok Jang, J., & Sun Lee, D. (2005). Development of a sous-vide packaging process for Korean seasoned beef. *Food Control*, 16(3), 285–291. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCONT.2004.03.00>.
 12. Edwards, J.S., & Hartwell, H.J. (2006). Hospital food service: a comparative analysis of systems and introducing the 'Steamplicity' concept. *Journal of human nutrition and dietetics : the official journal of the British Dietetic Association*, 19 6, 421-30 .
 13. Espinosa, M. C., Díaz, P., Linares, M. B., Teruel, M. R., & Garrido, M. D. (2015). Quality characteristics of sous vide ready to eat seabream processed by high pressure. *LWT - Food Science and Technology*, 64(2), 657–662. doi:10.1016/j.lwt.2015.06.027.
 14. Florkiewicz, A., Socha, R., Filipiak-Florkiewicz, A., & Topolska, K. (2018). Sous-vide technique as an alternative to traditional cooking methods in the context of antioxidant properties of Brassica vegetables. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. doi:10.1002/jsfa.9158.
 15. Grzesińska, Tomaszewska M., Bilka B. (2018). The Sous-Vide Technology as a Response to the Needs of Consumers of Catering Establishments. *HANDEL WEWNĘTRZNY*. 2(373):158-167
 16. Gok, Veli, Uzun, Tamer, Tomar, Oktay, Çağlar, Muhammed Yusuf, (2018). The effect of cooking methods on some quality characteristics of *gluteus medius*. *Food Science and Technology*, Epub November 29, 2018. <https://dx.doi.org/10.1590/fst.13018>.
 17. González-Fandos, E., García-Linares, M.C., Villarino-Rodríguez, A., García-Arias, M.T., & Garcia-Fernandez, M.C. (2004). Evaluation of the



«Βλαχάκος Γ. & Γεωργιακάκης Μ.», «Μέθοδος μαγειρέματος sous vide και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στο ψάρι-λαχανικά.»

- microbiological safety and sensory quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) processed by the sous vide method. *Food Microbiology*. 193-201.
18. Guillén, S., Mir-Bel, J., Oria, R., & Salvador, M. L. (2017). Influence of cooking conditions on organoleptic and health-related properties of artichokes, green beans, broccoli and carrots. *Food Chemistry*, 217, 209–216. doi:10.1016/j.foodchem.2016.08.067.
 19. Hare, L. (1996) The development of rapid methods for the detection of folic acid and its derivatives in food and their application to sous vide foods, in *Proceedings of Second European Symposium on Sous Vide*, 10-12 April 1996, Alma University Restaurants/FAIR, University of Leuven, Belgium, pp. 353-363.
 20. Hoeche U., (2010). *The Sous Vide Revolution: Coming Full Circle and Beyond*. Dublin Gastronomy Symposium.
<https://arrow.dit.ie/cgi/viewcontent.cgi?article=1104&context=dgs>
 21. Hong, G. E., Kim, J. H., Ahn, S. J., & Lee, C. H. (2015). Changes in Meat Quality Characteristics of the Sous-vide Cooked Chicken Breast during Refrigerated Storage. *Korean journal for food science of animal resources*, 35(6), 757–764. doi:10.5851/kosfa.2015.35.6.757
 22. Hyytiä-Trees E, Skyttä E, Morkkila M, et al. (2000). Safety evaluation of sous vide- processed products with respect to nonproteolytic *Clostridium botulinum* by use of challenge studies and predictive microbiological models. *Appl. Environ. Microbiol.* 66 (1): 223–9.
 23. Iborra-Bernad, C., García-Segovia, P., & Martínez-Monzó, J. (2014). Effect of vacuum cooking treatment on physicochemical and structural characteristics of purple-flesh potato. *International Journal of Food Science & Technology*, 49(4), 943– 951. doi:10.1111/ijfs.12385.
 24. Iborra-Bernad, C., Philippon, D., García-Segovia, P., & Martínez-Monzó, J. (2013). Optimizing the texture and color of sous-vide and cook-vide green bean pods. *LWT - Food Science and Technology*, 51(2), 507–513. doi:10.1016/j.lwt.2012.12.001.
 25. Iborra-Bernad, C., Tárrega, A., García-Segovia, P., & Martínez-Monzó, J.



«Βλαχάκος Γ. & Γεωργιακάκης Μ.», «Μέθοδος μαγειρέματος sous vide και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στο ψάρι-λαχανικά.»

- (2014). Advantages of sous-vide cooked red cabbage: Structural, nutritional and sensory aspects. *LWT - FoodScience and Technology*, 56(2), 451–460. doi:10.1016/j.lwt.2013.12.027
26. Jeong, K., O, H., Shin, S. Y., & Kim, Y. S. (2018). Effects of Different Marination Conditions on Quality, Microbiological Properties, and Sensory Characteristics of Pork Ham Cooked by the Sous-vide Method. *Koreanjournal for foodscience of animalresources*, 38(3), 506-514.
27. Jeong, J. W., Jo, J. H., Lim, S. D., and Kang, T. S. 1991. Change in quality of frozen breaded raw shrimp by storage temperature fluctuation. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 23: 532–537.
28. Karyotis, D., Skandamis, P. N., & Juneja, V. K. (2017). Thermal inactivation of *Listeria monocytogenes* and *Salmonella* spp. in sous-vide processed marinated chicken breast. *Food Research International*, 100, 894–898. doi:10.1016/j.foodres.2017.07.078.
29. Kato, H. C. A., Peixoto Joele, M. R. S., Sousa, C. L., Ribeiro, S. C. A., & Lourenço, L. F. H. (2017). Evaluation of the Shelf Life of Tambaqui Fillet Processed by the Sous Vide Method. *Journal of AquaticFoodProductTechnology*, 26(10), 1144–1156. doi:10.1080/10498850.2014.986593.
30. Kmiecik, W., Lisiewska, Z., & Korus, A. (2006). Retention of mineral constituents in frozen brassicas depending on the method of preliminary processing of the raw material and preparation of frozen products for consumption. *European Food Research and Technology*, 224(5), 573–579. doi:10.1007/s00217-006-0337-6
31. Leskova E (2006) Vitamin losses: retention during heat treatment and continual changes expressed by mathematical models. *J FoodComposAnal* 19:252.
32. Mohan, C. O., Ravishankar, C. N., & Srinivasa Gopal, T. K. (2016). Effect of Vacuum Packaging and Sous Vide Processing on the Quality of Indian White Shrimp (*Fenneropenaeus indicus*) During Chilled Storage. *Journal of AquaticFoodProductTechnology*, 26(10), 1280–1292.



«Βλαχάκος Γ. & Γεωργιακάκης Μ.», «Μέθοδος μαγειρέματος sous vide και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στο ψάρι-λαχανικά.»

doi:10.1080/10498850.2016.1236869.

33. Mol, S., Ozturan, S., & Concansu, S. (2012). DETERMINATION OF THE QUALITY AND SHELF LIFE OF SOUS VIDE PACKAGED BONITO (SARDA SARDA, BLOCH, 1793) STORED AT 4 AND 12C. *Journal of Food Quality*, 35(2), 137–143. doi:10.1111/j.1745-4557.2011.00430.x.
34. Muñoz, Sergi & Achaerandio, Isabel & YANG, YALI & Pujola, Montserrat. (2017). Sous Vide Processing as an Alternative to Common Cooking Treatments: Impact on the Starch Profile, Color, and Shear Force of Potato (*Solanum tuberosum* L.). *Food and Bioprocess Technology*. 10.1007/s11947-016-1857-0.
35. Naveena, B., Khansole, P. S., Shashi Kumar, M., Krishnaiah, N., Kulkarni, V. V., & Deepak, S. (2016). Effect of sous vide processing on physicochemical, ultrastructural, microbial and sensory changes in vacuum packaged chicken sausages. *Food Science and Technology International*, 23(1), 75–85. doi:10.1177/1082013216658580.
36. Nieva-Echevarría, B., Manzanos, M. J., Goicoechea, E., & Guillén, M. D. (2017). Changes provoked by boiling, steaming and sous - vide cooking in the lipid and volatile profile of European sea bass. *Food Research International*, 99, 630–640. doi:10.1016/j.foodres.2017.06.043.
37. Ortiz, A., Le Meurlay, D., Lara, I., Symoneaux, R., Madieta, E., & Mehinagic, E. (2016). The effects of sous-vide cooking parameters on texture and cell wall modifications in two apple cultivars: A response surface methodology approach. *Food Science and Technology International*, 23(2), 99–109. doi:10.1177/1082013216659197
38. Oz, Faith; Eldos, Zikirov. "The effects of sous-vide cooking method on the formation of heterocyclic aromatic amines in beef chops". *LWT - Food Science and Technology*. 64: 120–125.
39. Picouet, P. A., Cofan-Carbo, S., Vilaseca, H., Ballbè, L. C., & Castells, P. (2011). Stability of sous-vide cooked salmon loins processed by high pressure. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 12(1), 26–31. doi:10.1016/j.ifset.2010.12.002.



«Βλαχάκος Γ. & Γεωργιακάκης Μ.», «Μέθοδος μαγειρέματος sous vide και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στο ψάρι-λαχανικά.»

40. Roascio - Albistur, A., & Gámbaro, A. (2018). Consumer perception of a non- traditional market on sous-vide dishes. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 11, 20–24. doi:10.1016/j.ijgfs.2017.10.002.
41. Sallam, Kh.I., Ahmed, A.M. Elgazzar, M.M., Eldaly, E.A. (2007). Chemical quality and sensory attributes of marinated Pacific saury (*Cololabissaira*) during vacuum- packaged storage at 4°C. *Food Chemistry*, 102: 1061-1070.
42. Sánchez del Pulgar, J., Gázquez, A., & Ruiz-Carrascal, J. (2012). Physico-chemical, textural and structural characteristics of sous-vide cooked pork cheeks as affected by vacuum, cooking temperature, and cooking time. *Meat Science*, 90(3), 828–835. doi:10.1016/j.meatsci.2011.11.024.
43. Singh, C. B., Kumari, N., Senapati, S. R., Lekshmi, M., Nagalakshmi, K., Balange, A. K., ... Xavier, K. A. M. (2016). Sous vide processed ready-to-cook seerfish steaks: Process optimization by response surface methodology and its quality evaluation. *LWT*, 74, 62–69. doi:10.1016/j.lwt.2016.07.017.
44. Speirs, J.P. (1996) The development of microbiological assays for the detection of Vitamin B1 (Thiamine), in *Proceedings of Second European Symposium on Sous Vide 10-12 April 1996, Alma University Restaurants/FAIR, University of Leuven, Belgium*, pp. 369-377.
45. Sun, S., Rasmussen, F. D., Cavender, G. A., & Sullivan, G. A. (2018). Texture, color and sensory evaluation of sous-vide cooked beef steaks processed using high pressure processing as method of microbial control. *LWT*. doi:10.1016/j.lwt.2018.12.072.
46. The BC Cook Articulation Committee. (2015). *Modern Pastry and Plated Dessert Techniques*. Victoria, B.C.: BCcampus. Retrieved from <https://opentextbc.ca/modernpastrya>
47. Tiampo., (2008). *Seal Appeal: The Nutrition, Food Safety, and Operational Benefits of Sous vide Technology for North American Restaurants*. http://www.techne-calibration.com/adminimages/Sous_Vide_Information%281%29.pdf
48. Yiksim S., Aksu H., Demircakmak L. (2018). Evaluation of Sous-Vide Technology in Gastronomy. *Int. J. Agr. Life. Sci*, 4(1), 226-23



«Βλαχάκος Γ. & Γεωργιακάκης Μ.», «Μέθοδος μαγειρέματος sous vide και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στο ψάρι-λαχανικά.»

49. Yikmiş, Seydi & Aksu, Harun & G, B & L Demirçakmak, I. (2018). Evaluation of Sous- Vide Technology in Gastronomy. Int. J. Agr. Life. Sci. 4. 226-231. 10.22573/spg.ijals.018.s12200088.



«Βλαχάκος Γ. & Γεωργιακάκης Μ.», «Μέθοδος μαγειρέματος sous vide και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στο ψάρι-λαχανικά.»

Ελληνική Βιβλιογραφία

1. Εθνική Συμβουλευτική Επιτροπή για τα Μικροβιολογικά Κριτήρια για τα Τρόφιμα, 2008., <https://www.moh.gov.cy>.

Ιστότοποι

1. <https://www.cooksillustrated.com/articles/1142-the-history-of-sous-vide-explained>.
2. <https://www.sousvidetools.com/toolshed/a-complete-guide-to-the-history-origins-of-sous-vide/>.
3. http://www.foodauthority.nsw.gov.au/_Documents/scienceandtechnical/sous_vide_food_safety_precautions.pdf
4. <https://www.sous-vide.cooking/types-sous-vide-cookers/>.
5. <https://fusionchef.us/haccp-sous-vide-separating-myth-science-safety/>.
6. US Food and Drug Administration, 2009, <https://www.fda.gov>.



«Βλαχάκος Γ. & Γεωργιακάκης Μ.», «Μέθοδος μαγειρέματος sous vide και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στο ψάρι-λαχανικά.»

Υπεύθυνη Δήλωση Συγγραφέων:

Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν. 1599/1986 και τα άρθρα 2,4,6 παρ. 3 του Ν. 1256/1982, η παρούσα εργασία αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής εργασίας και δεν προσβάλλει κάθε μορφής πνευματικά δικαιώματα τρίτων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον.