

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ  
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ



## Πτυχιακή εργασία

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ ΣΤΗΝ  
ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΗ  
ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΛΟΥΚΑΝΙΚΩΝ ΑΓΓΛΙΚΟΥ  
ΤΥΠΟΥ

Μιχαήλ Πετρούλα

Λεμεσός 2015

Αφιερωμένη στους γονείς μου....



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ  
ΣΧΟΛΗ ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ  
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ  
ΤΜΗΜΑ ΓΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ, ΒΙΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ  
ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

## **Πτυχιακή εργασία**

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ ΣΤΗΝ  
ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΗ  
ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΛΟΥΚΑΝΙΚΩΝ ΑΓΓΛΙΚΟΥ  
ΤΥΠΟΥ

ΜΙΧΑΗΛ ΠΕΤΡΟΥΛΑ

Σύμβουλος καθηγητής  
Δρ. Κος Μπότσαρης Γιώργος

Λεμεσός 2015

## **Πνευματικά δικαιώματα**

Copyright © Μιχαήλ Πετρούλα, 2015

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Η έγκριση της πτυχιακής εργασίας από το Τμήμα Γεωπονικών Επιστημών, Βιοτεχνολογίας Και Επιστήμης Τροφίμων του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου Κύπρου δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους του Τμήματος.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον επιβλέποντα καθηγητή μου Δρ. Μπότσαρη Γιώργο, για την συνεχή στήριξη και καθοδήγησή του, τον Ξενή Ξενοφόν για την αμέριστη βοήθειά του στις εργαστηριακές αναλύσεις και την Αλλαντοβιομηχανία Γρηγορίου Β. Ε. Λτδ που μου έδωσε την ευκαιρία να υλοποιήσω αυτήν την μελέτη. Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου και τους φίλους μου για την αμέριστη στήριξη και συμπαράσταση τους καθ' όλη την διάρκεια της πτυχιακής μου μελέτης.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η διατηρησιμότητα και η ποιότητα των προϊόντων κρέατος εξαρτώνται από πολλούς και διαφορετικούς παράγοντες. Η θερμοκρασία, το οξυγόνο, ο τρόπος συσκευασίας και η παρουσία των μικροοργανισμών είναι μερικοί από τους παράγοντες αυτούς. Η συσκευασία στοχεύει στην προστασία της υγιεινής κατάστασης και των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών του προϊόντος. Η συσκευασία υπό κενό περιλαμβάνει την πλήρη απομάκρυνση του αέρα από το περιβάλλον. Η συσκευασία συνδιασμού HPP και υπό κενό στοχεύει στην παστερίωση των προϊόντων σε κοντινές θερμοκρασίες δωματίου, διατηρώντας τη γεύση, τις θρεπτικές ιδιότητες και την γενική ποιότητα του προϊόντος. Η συσκευασία υπό τροποποιημένη ατμόσφαιρα (MAP) στοχεύει στην αλλαγή της σύνθεσης της ατμόσφαιρας με απόμάκρυνση και αντικατάσταση του αέρα. Η απλή συσκευασία στοχεύει στην προστασία του προϊόντος από το περιβάλλον. Η αποδοτικότητα της κάθε μιας από τις πιο πάνω συσκευασίες στα λουκάνικα αγγλικού τύπου αποτέλεσε το αντικείμενο μελέτης σε αυτή την εργασία. Ο συνολικός αριθμός των δειγμάτων ήταν 32, εκ των οποίων τα τέσσερα ήταν δείγματα πρώτων υλών και τα 28 ήταν δείγματα λουκανικών σε διαφορετική συσκευασία. Από αυτά τα 28 δείγματα προκύπτουν τέσσερις ισάριθμες διαφορετικές ομάδες συσκευασίας, η συσκευασία υπό κενό, η απλή συσκευασία, η συσκευασία συνδιασμού HPP και υπό κενό και η συσκευασία MAP. Ακολούθως όλα τα δείγματα, αποθηκεύτηκαν στους 4°C για χρονική περίοδο δύο εβδομάδων και αναλύονταν κάθε περίπου δύο μέρες για τις ακόλουθες παραμέτρους: Ολική μικροβιακή χλωρίδα (OMX), *E.coli*, *Enterobacteriaceae*, pH, ενεργότητα νερού και χρώμα. Στο τέλος της διάρκειας ζωής τους, τα λουκάνικα συσκευασίας συνδιασμού HPP και υπό κενό παρουσίασαν τα χαμηλότερα επίπεδα OMX και *Enterobacteriaceae*,  $4 \cdot 10^4$  cfu/g και  $10^2$  cfu/g αντίστοιχα. Επιπλέον τα λουκάνικα συσκευασίας συνδιασμού HPP και υπό κενό παρουσίασαν την υψηλότερη τιμή L\* δηλαδή φωτεινότητα και λαμπερότητα αλλά και την υψηλότερη τιμή a\* δηλαδή την ερυθρότητα. Οι πιο πάνω μετρήσεις αποδεικνύουν τη σημαντική αποδοτικότητα της HPP ως προς τη διατηρησιμότητα του προϊόντος στο ράφι αλλά και χρώματός του.

## ABSTRACT

The sustainability and the quality of meat products are depended from many different factors. The temperature, the oxygen, the packaging technology and the presence of microorganisms are some of these factors. The package is aiming to protect the health status and the organoleptic characteristics of the product. The vacuum packaging involves the complete removal of air from package. The package combines HPP and in vacuum is aiming to the pasteurization of products near to room temperature, enabling them to better maintain flavor, nutritional properties and overall product quality. The modified atmosphere packaging (MAP) is aiming to change atmospheric composition by removal and replacement of the air. The simple packaging aims to protect the product from the environment. The efficiency of each of the above packages in the English sausages was the subject of study. The total numbers of samples were 32, of which four were samples of raw materials and 28 were samples of sausages in different package. From these 28 samples obtained four in as many packaging groups, the vacuum packaging, the single package, the package of combination of HPP and in vacuum and MAP package. Subsequently, all samples were stored at 4°C for two weeks and were analyzed approximately every two days for the following parameters: Total Aerobic Count (TAC), *E.coli*, *Enterobacteriaceae*, pH, water activity and color. At the end of their shelf life, sausages packaged in package combination of HPP and vacuum showed lower levels of TAC and *Enterobacteriaceae*,  $4 \times 10^4$  cfu / g and  $10^2$  cfu / g respectively. Moreover sausages packaged in package of combination of HPP and vacuum showed the highest L \* value (for brightness and brilliance) but also the highest price a \* (redness). The above measurements show significant efficiency of HPP to the sustainability product's shelf-life and its color.



# ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	iv
ABSTRACT .....	v
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ .....	vi
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ .....	ix
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ .....	xi
ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ.....	xii
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	xiii
1 Κρέας.....	1
1.1 Ορισμός .....	1
1.2 Ποιότητα.....	1
1.3 Διατροφική αξία κρέατος .....	2
1.3.1 Πρωτεΐνες .....	2
1.3.2 Λίπη .....	4
1.3.3 Υδατάνθρακες .....	5
1.3.4 Άλατα .....	5
1.3.5 Σίδηρος .....	5
1.3.6 Ψευδάργυρος .....	5
1.3.7 Σελήνιο .....	6
1.3.8 Βιταμίνες .....	6
1.4 Προϊόντα Κρέατος.....	7
2 Μικροβιολογία κρέατος .....	11
2.1 Αλλοιογόνοι μικροοργανισμοί .....	16
2.2 Παθογόνοι μικροοργανισμοί .....	17

2.2.1	Escherichia coli (E.coli) .....	17
2.2.2	Enterobacteriaceae.....	18
3	Φυσικοχημική ανάλυση .....	19
3.1	Ενεργότητα νερού ( $a_w$ ) .....	19
3.2	Πε-χα pH .....	19
3.3	Συσκευασία.....	19
3.3.1	Συσκευασία υπό κενό:.....	20
3.3.2	Συσκευασία συνδιασμού HPP και υπό κενό .....	21
3.3.3	Τροποποιημένη ατμόσφαιρα .....	21
3.4	Χρώμα .....	22
3.4.1	Προσδιορισμός χρώματος στο κρέας .....	22
4	ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ .....	24
4.1	Υλικά .....	24
4.1.1	Εργαστηριακά όργανα και συσκευές.....	24
4.1.2	Σκεύη .....	24
4.1.3	Βοηθητικά υλικά .....	25
4.2	Διαλύματα.....	25
4.2.1	MRD (Maximum Recovery Diluent) .....	25
4.3	Υποστρώματα.....	25
4.3.1	PCA ‘Plate Count Agar’ (Casein – peptone Dextrose Yeast Agar) .....	25
4.3.2	Chromocult® TBX (Tryptone Bile X –glucuronide) Agar.....	25
4.3.3	Violet Red Bile Agar .....	26
4.4	Μεθόδοι .....	26
4.4.1	Ομογενοποίηση δείγματος.....	26
4.4.2	Προσδιορισμός <i>E. Coli</i> (ISO 16649-2) .....	26
4.4.3	Προσδιορισμός OMX (ISO 4833).....	27

4.4.4	Προσδιορισμός Enterobacteriaceae.....	27
4.5	Προσδιορισμός χρώματος (Minolta CR400).....	27
4.6	Προσδιορισμός ενεργότητας νερού (Novasina I).....	28
4.7	Μέτρηση pH (Ebro).....	28
5	Πειραματικός σχεδιασμός.....	29
6	Αποτελέσματα.....	30
6.1	Καταμέτρηση αποικιών.....	30
6.2	Φυσικοχημική Ανάλυση.....	34
6.2.1	Αποτελέσματα προσδιορισμού χρώματος.....	34
6.2.2	Αποτελέσματα μέτρησης pH.....	37
6.2.3	Αποτελέσματα μέτρησης ενεργότητας νερού $a_w$ .....	38
7	Συζήτηση.....	40
8	Επίλογος.....	45
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	46

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Κατάλογος ποιοτικών χαρακτηριστικών του κρέατος.....	1
Πίνακας 2: Σύνθεση των πρωτεϊνών του κρέατος σε αμινοξέα .....	3
Πίνακας 3: Περιεκτικότητα (g/100g νωπού κρέατος) εμπορικών τεμαχίων χοιρινού κρέατος σε πρωτεΐνη και λίπος.....	4
Πίνακας 4: Πρώτες, βοηθητικές και πρόσθετες ύλες για την Παρασκευή προϊόντων κρέατος. ....	7
Πίνακας 5: Ταξινόμηση προϊόντων κρέατος.....	9
Πίνακας 6: Γένη βακτηρίων που βρίσκονται συνήθως σε κρέατα και πουλερικά.....	11
Πίνακας 7: Παράγοντες που επηρεάζουν την μικροβιακή ανάπτυξη. ....	16
Πίνακας 8: Καταμέτρηση μικροοργανισμών στις πρώτες ύλες (log10CFU/g ). ....	30
Πίνακας 9: Καταμέτρηση μικροοργανισμών (log10CFU/g ) σε δείγματα λουκανίκων αγγλικού τύπου συσκευασίας υπό κενό .....	31
Πίνακας 10:Καταμέτρηση μικροοργανισμών σε δείγματα λουκανίκων αγγλικού τύπου απλής συσκευασίας .....	31
Πίνακας 11:Καταμέτρηση μικροοργανισμών σε δείγματα λουκανίκων αγγλικού τύπου συσκευασίας συνδιασμού HPP και υπό κενό.....	32
Πίνακας 12: Αποτελέσματα μέτρησης της διαβάθμισης του χρώματος από μαύρο έως άσπρο, τιμές L* της κλίμακας Hunter. ....	34
Πίνακας 13: Αποτελέσματα μέτρησης της διαβάθμισης του χρώματος από πράσινο (-a*) έως κόκκινο (+a*), τιμές a* της κλίμακας Hunter. ....	35
Πίνακας 14: Αποτελέσματα μέτρησης της διαβάθμισης του χρώματος από μπλε (-b*) έως κίτρινο (+b*), τιμές b* της κλίμακας Hunter. ....	36
Πίνακας 15: Αποτελέσματα μέτρησης της τιμής του pH στα προϊόντα διαφορετικής συσκευασίας κατά την διάρκεια αποθήκευσής τους. ....	37

Πίνακας 16: Αποτελέσματα μέτρησης της $a_w$ στα προϊόντα διαφορετικής συσκευασίας κατά την διάρκεια αποθήκευσής τους.....	38
Πίνακας 17: Η επίδραση της συσκευασίας και του χρόνου αποθήκευσης στους $4^{\circ}\text{C}\pm 1$ στο pH.....	43
Πίνακας 18: Οι παραμέτροι του χρώματος στα θερμικά επεξεργασμένα και επεξεργασμένα με HPP λουκάνικα.....	43

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Εικόνα1: Διάγραμμα Ροής.....	9
Εικόνα 2: Χρωματόμετρα για τον προσδιορισμό του χρώματος .....	23
Εικόνα 3: Συσκευή προσδιορισμού $a_w$ , (Novasina I) .....	28
Εικόνα 4: Πειραματικός σχεδιασμός.....	29
Εικόνα 5:Συγκριση αποτελεσμάτων καταμέτρησης μικροοργανισμών μεταξύ των πρώτων υλών ( $\log_{10}CFU/g$ ) .....	30
Εικόνα 6: Αποτελέσματα καταμέτρησης ολικής μικροβιακής χλωρίδας ( $\log_{10}CFU/g$ ) κατά την διάρκεια των αναλύσεων στα λουκάνικα αγγλικού τύπου σε συσκευασία υπό κενό, απλά, συνδιασμού HPP και υπο κενό και σε συσκευασία τροποποιημένης ατμόσφαιρας. ....	32
Εικόνα 7:Αποτελέσματα καταμέτρησης Enterobacteriaceae ( $\log_{10}CFU/g$ ) κατά τη διάρκεια των αναλύσεων στα λουκάνικα αγγλικού τύπου σε συσκευασία υπό κενό, απλά, συνδιασμού HPP και υπο κενό και σε συσκευασία τροποποιημένης ατμόσφαιρας. ....	33
Εικόνα 8:Φωτογραφία καταμέτρησης αποικιών της οικογένειας Enterobacteriaceae σε υγρό θρεπτικό υπόστρωμα Violet Red Bile Agar. ....	34
Εικόνα 9:Αποτελέσματα μέτρησης της διαβάθμισης του χρώματος από μαύρο έως άσπρο..	35
Εικόνα 10:Αποτελέσματα μέτρησης της διαβάθμισης του χρώματος από πράσινο (-a*) έως κόκκινο (+a*). ....	36
Εικόνα 11:Αποτελέσματα μέτρησης της διαβάθμισης του χρώματος από μπλε (-b*) έως κίτρινο (+b*).....	37
Εικόνα 12:Σύγκριση των τιμών pH μεταξύ των τεσσάρων διαφορετικών τύπων συσκευασίας κατά τη διάρκεια αποθήκευσης τους.....	38
Εικόνα 13:Σύγκριση των τιμών $a_w$ μεταξύ των τεσσάρων διαφορετικών τύπων συσκευασίας κατά τη διάρκεια αποθήκευσης τους.....	39

## ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

HPP:	Υψηλή υδροστατική πίεση
OMX:	Ολική μικροβιακή χλωρίδα
MAP:	Συσκευασία τροποποιημένης ατμόσφαιρας
MRD:	Maximum Recovery Diluent

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα τρόφιμα είναι προϊόντα πρωτογενούς παραγωγής ή προϊόντα επεξεργασίας και καταναλώνονται από τον άνθρωπο δια μέσου της στοματικής οδού. Τα τρόφιμα είναι υψηλής σημασίας για τον άνθρωπο αφού διατηρούν τη ζωή, συντελούν στην ανάπτυξη και του παρέχουν όλα τα θρεπτικά συστατικά που είναι απαραίτητα για τη δημιουργία της βιομάζας. Τα κύρια θρεπτικά συστατικά που λαμβάνονται από τα τρόφιμα είναι οι υδατάνθρακες, το λίπος, οι πρωτεΐνες, βιταμίνες και ανόργανα συστατικά.

Με βάση τα πιο πάνω είναι απαραίτητο τα τρόφιμα που καταναλώνονται να είναι ασφαλή για την υγεία των καταναλωτών δηλαδή να είναι απαλλαγμένα από φυσικούς, χημικούς και μικροβιολογικούς κινδύνους έτσι ώστε να μην είναι επιβλαβή για την υγεία. Η έννοια της ασφάλειας του τροφίμου εκτείνεται σε όλη την αλυσίδα παραγωγής, διακίνησης, μεταποίησης, αποθήκευσης ακόμη και προετοιμασίας πριν από την κατανάλωση (Γαϊτής 2010).

Τα τρόφιμα, δηλαδή οι θρεπτικές ύλες που χρησιμοποιεί ο άνθρωπος για τη διατροφή του, φέρουν κατά κανόνα μεγάλο μικροβιακό φορτίο και αυτό εγκυβει στο γεγονός ότι μια ουσία που είναι κατάλληλη να χρησιμοποιηθεί ως τροφή από τον άνθρωπο είναι εξίσου κατάλληλη να αποτελέσει τροφή και για τα μικρόβια (Μπαλατσούρας 2006).

Τα τρόφιμα που τρώμε δεν είναι στείρα μικροοργανισμών, έχουν συνήθως μια δική τους φυσική μικροχλωρίδα. Οι μικροοργανισμοί στα τρόφιμα προέρχονται συνήθως από την πρώτη ύλη, την επεξεργασία, την αποθήκευση και την διανομή. Τα μικρόβια μπορούν να πολλαπλασιασθούν και να προκαλέσουν μεταβολές στη χημική και στη μηχανική σύσταση του υποστρώματος, δηλαδή του τροφίμου. Συνήθως οι μικροοργανισμοί προκαλούν αλλοίωση των τροφίμων κάνοντας ζύμωση ή πρόκληση τροφιμογενούς λοίμωξης (Μπεζιρτζόγλου 2004).

Αντικείμενο της παρούσας μελέτης είναι το κρεας το οποίο αποτελεί το ιδανικότερο υπόστρωμα ανάπτυξης μικροοργανισμών. Το κρεας ανήκει στη κατηγορία των ευπαθή-ευαίσθητων τροφίμων αφού αλλοιώνεται πολύ εύκολα σε σχέση με άλλα τρόφιμα και είναι υπεύθυνο για την πρόκληση τροφιμογενών ασθενειών-λοιμώξεων.



# 1 Κρέας

## 1.1 Ορισμός

Ως κρέας ορίζεται η σάρκα των θερμόαιμων ζώων και πτηνών που αποτελείται κυρίως από μυϊκό ιστό και η οποία μετά τη σφαγή του ζώου/πτηνού έχει υποστεί μεταθανάτους βιοχημικές μεταβολές που την καθιστούν τρυφερή και ευγευστη. Ως κρέας με την ευρεία έννοια του όρου, ορίζεται το σύνολο ζωικών ιστών που είναι κατάλληλοι για ανθρώπινη κατανάλωση (Μπλούκας 2007).

## 1.2 Ποιότητα

Ως ποιότητα κρέατος ορίζεται το σύνολο των ιδιοτήτων και των χαρακτηριστικών που πρέπει να έχει αυτό, ώστε να ικανοποιεί τις απαιτήσεις και τις προσδοκίες του καταναλωτή. Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά που απαιτεί ο καταναλωτής από το κρέας είναι κυρίως η ασφάλεια και η ωφελιμότητα του κρέατος, τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του κρέατος, οι ηθικοί και οι εμπορικοί παράγοντες (Μπλούκας 2007).

**Πίνακας 1: Κατάλογος ποιοτικών χαρακτηριστικών του κρέατος**

Ασφάλεια και ωφελιμότητα κρέατος για την υγεία του καταναλωτή	<ul style="list-style-type: none"><li>i. Μικροβιολογική ασφάλεια</li><li>ii. Χημική ασφάλεια</li><li>iii. Θρεπτική αξία κρέατος</li><li>iv. Επιπτώσεις της κατανάλωσης στην υγεία του</li></ul>
Οργανοληπτικά χαρακτηριστικά	<p>Χαρακτηριστικά νωπού κρέατος</p> <ul style="list-style-type: none"><li>i. Χρώμα άπαχου κρέατος</li><li>ii. Χρώμα και υφή λίπους</li><li>iii. Ποσότητα ενδομυϊκού λίπους</li><li>iv. Ικανότητα συγκράτησης νερού</li></ul> <p>Γευστικότητα μαγειρεμένου κρέατος</p> <ul style="list-style-type: none"><li>i. Τρυφερότητα</li><li>ii. Χυμώδες</li><li>iii. Άρωμα (οσμή και γευση)</li></ul>
Ηθικοί παράγοντες	<ul style="list-style-type: none"><li>i. Τρόπος μεταχείρισης ζώων</li><li>ii. Σύστημα εκτροφής των ζώων και η</li></ul>

	επίδρασή του στο περιβάλλον
Εμπορικοί παράγοντες	i. Απόδοση σε εμπορεύσιμο προϊόν ii. Αναλογία άπαχου κρέατος/λίπους iii. Πιστοποίηση και ιχνηλασιμότητα προέλευσης του κρέατος iv. Συσκευασία και παρουσίαση του κρέατος v. Εμπορική αξία κρέατος

### 1.3 Διατροφική αξία κρέατος

Το κρέας είναι αναμφισβήτητα ένα απαραίτητο συστατικό της διατροφής αφού παρέχει πολύτιμα θρεπτικά στοιχεία στον οργανισμό με βραχυπρόθεσμες και μακροπρόθεσμες ευεργετικές επιδράσεις στην υγεία του ανθρώπου.

Τα θρεπτικά στοιχεία αποτελούν οι πρωτεΐνες, τα λίπη, οι υδατάνθρακες, τα άλατα και οι βιταμίνες, τα οποία απορροφούμενα από τον ανθρώπινο οργανισμό παρέχουν σε αυτόν ενέργεια, προάγουν την ανάπτυξη και συντήρηση των ιστών του και ρυθμίζουν βασικές λειτουργίες του (Μπλούκας 2007).

#### 1.3.1 Πρωτεΐνες

Οι πρωτεΐνες αποτελούν απαραίτητο στοιχείο στη διατροφή των ανθρώπων και συγκεκριμένων ομάδων όπως τα παιδιά, οι έφηβοι, οι έγκυες και θηλάζουσες μητέρες, οι ηλικιωμένοι και οι αθλητές. Κατά τον μεταβολισμό τους στον ανθρώπινο οργανισμό, οι πρωτεΐνες των τροφίμων διασπώνται σε αμινοξέα από τα οποία στη συνέχεια ανασυντίθενται οι πρωτεΐνες του σώματος.

Οι πρωτεΐνες δεν μπορούν να αποθηκευτούν σε μεγάλες ποσότητες στο ανθρώπινο σώμα και γι ' αυτό είναι απαραίτητη η καθημερινή προσληψή τους με τα τρόφιμα (Μπλούκας 2007).

Οι βασικές λειτουργίες των πρωτεϊνών είναι οι εξής:

- Είναι βασικές, δομικές και λειτουργικές μονάδες όλων των κυττάρων του σώματός μας π.χ. κολλαγόνο, ελαστίνη και κερατίνη
- Συντελούν στην αποκατάσταση των φθαρμένων ιστών

- Συντελούν στη διατήρηση ενός ισχυρού αμυντικού συστήματος π.χ τα αντισώματα
- Οι πρωτεΐνες-ορμόνες ελέγχουν διαφορες δραστηριότητες π.χ. η ινουλίνη
- Οι μεταφορικές πρωτεΐνες που μεταφέρουν ουσίες στο σώμα π.χ. η αιμοσφαιρίνη και οι διαμεμβρανικές πρωτεΐνες
- Οι πρωτεΐνες-ένζυμα που επιταχύνουν και ελέγχουν τις διάφορες αντιδράσεις π.χ. η αμυλάση

Η υψηλή βιολογική αξία των πρωτεϊνών του κρέατος οφείλεται στο γεγονός ότι περιέχουν σε μεγάλη ποσότητα και σε ισορροπημένη μεταξύ τους σχέση όλα τα απαραίτητα αμινοξέα που έχει ανάγκη ο ανθρώπινος οργανισμός για την ανάπτυξη και τη συντήρησή του.

**Πίνακας 2: Σύνθεση των πρωτεϊνών του κρέατος σε αμινοξέα**

Αμινοξέα	Είδος κρέατος				
	(g/100g)	Βοδινό	Κοτόπουλο	Αρνίσιο	Χοιρινό
Αργινίνη		13,7	12,8	12,7	12,2
Κυστίνη		2,6	2,6	2,7	2,6
Ιστιδίνη		7,5	6,2	6,7	8,9
Ισολευκίνη		10,4	9,5	9,7	9,2
Λευκίνη		16,3	15,4	15,0	14,5
Λυσίνη		18,5	18,4	20,3	19,7
Μεθειονίνη		5,5	4,9	5,3	5,6
Φαινυλαλανίνη		9,1	9,2	8,0	7,9
Θρεονίνη		9,4	8,5	9,7	8,9
Τρυπτοφάνη		2,6	2,3	2,7	2,3
Τυροσίνη		7,8	7,2	7,3	7,6
Βαλίνη		10,7	9,8	10,0	9,9

(Μπλούκας 2007)

### 1.3.2 Λίπη

Το λίπος αποδίδει τη μεγαλύτερη ποσότητα ενέργειας (9kcal/g) την οποία έχει ανάγκη ο οργανισμός σε σχέση με τα υπόλοιπα μακρομόρια. Το 25-30% της ενέργειας, την οποία προσλαμβάνει ο οργανισμός από μια σωστή δίαιτα πρέπει να προέρχεται από τα λίπη. Η περιεκτικότητα του κρέατος σε λίπος ποικίλει σημαντικά και εξαρτάται από το είδος του ζώου, την ηλικία του ζώου και το τεμάχιο του σφάγιου από το οποίο προέρχεται (Μπλούκας 2007).

**Πίνακας 3: Περιεκτικότητα (g/100g νοπού κρέατος) εμπορικών τεμαχίων χοιρινού κρέατος σε πρωτεΐνη και λίπος.**

Τεμάχιο κρέατος	Πρωτεΐνες	Λίπος	Ενέργεια kJ/100g
Schnitzel	22,2	1,9	445
Φιλέτο	22,0	2,0	445
Κιλότο	21,8	2,4	445
Μπριζόλες	21,4	7,5	642
Ωμοπλάτη	20,2	9,7	670
Ποντίκι (πίσω)	19,0	12,2	780
Λαιμός	18,5	14,0	835
Πανσέτα με δέρμα	17,8	21,1	1100

(Seuss 1990)

Περιέχει τα απαραίτητα λιπαρά οξέα όπως λινελαϊκό, α-λινολενικό και αραχιδονικό οξύ τα οποία αδυνατεί να συνθέσει ο ανθρώπινος οργανισμός. Το χοιρινό κρέας έχει υψηλότερη περιεκτικότητα σε ακόρεστα λιπαρά κατά 10-15% και σημαντική ποσότητα πολυακόρεστων λιπαρών οξέων, σε σχέση με το βοδινό και αρνίσιο κρέας (Μπλούκας 2007).

Οι βασικές λειτουργίες των λιπιδίων είναι οι εξής:

- Αποταμιευτικά ενεργειακά υλικά
- Δομικά συστατικά των κυτταρικών μεμβρανών
- Περιβάλλουν και προστατεύουν διάφορα όργανα π.χ. τους νεφρούς
- Είναι αδιάβροχα και παρεμποδίζουν την εξάτμιση του νερού στους οργανισμούς
- Είναι κακοί αγωγοί της θερμότητας και γι' αυτό είναι θερμομονωτικά υλικά στους οργανισμούς

### **1.3.3 Υδατάνθρακες**

Ο κύριος υδατάνθρακας στο μυϊκό ιστό των ζωντανών ζώων είναι το γλυκογόνο. Μετά τη σφαγή των ζώων το γλυκογόνο αποικοδομείται σε γλυκόζη και στη συνέχεια σε γαλακτικό οξύ (Μπλούκας 2007).

### **1.3.4 Άλατα**

Το κρέας θεωρείται εξαιρετική πηγή καλίου, μαγνησίου, ψευδαργύρου, σεληνίου και η πλουσιότερη πηγή αφομοιώσιμου σιδήρου. Επίσης, περιέχει φώσφορο σε ποσότητες ικανές να καλύψουν το 20-25% των αναγκών ενός ενήλικα (Μπλούκας 2007).

### **1.3.5 Σίδηρος**

Ο σίδηρος είναι απαραίτητος στον ανθρώπινο οργανισμό. Η συμβολή του κρέατος και των προϊόντων κρέατος στην κάλυψη των αναγκών του ανθρώπου σε σίδηρο είναι τριπλή: το κρέας είναι πλούσια πηγή σιδήρου, ο σίδηρος του κρέατος απορροφάται εύκολα από τον οργανισμό και το κρέας αυξάνει τη απορροφητικότητα του ελεύθερου σιδήρου που απαντά στα άλλα τρόφιμα (Μπλούκας 2007).

Κύριες πηγές σιδήρου είναι το συκώτι, κόκκινο κρέας, κακάο και σοκολάτα. Ο σίδηρος του κρέατος απορροφάται σε ποσοστό περίπου 20-35% ενώ ο σίδηρος από τρόφιμα φυτικής προέλευσης σε ποσοστό μόνο 2-20%. Η ανεπάρκεια σιδήρου προκαλεί αναιμία – σιδηροπενική αναιμία.

### **1.3.6 Ψευδάργυρος**

Ο ψευδάργυρος ενεργοποιεί πολλά ένζυμα, μεταξύ των οποίων και την ινσουλίνη, και συμμετέχει σε πολλές λειτουργίες του οργανισμού. Το κρέας αποτελεί εξαιρετική πηγή ψευδαργύρου και ταυτόχρονα ευνοεί την απορρόφησή του σε ποσοστό 20-40%. Η

ανεπάρκεια του ψευδαργύρου αποτελεί σοβαρό πρόβλημα για τη δημόσια υγεία στις υποανάπτυκτες χώρες (Μπλούκας 2007).

### 1.3.7 Σελήνιο

Το κρέας περιέχει περίπου 10mg Se/100g, ποσότητα η οποία καλύπτει περίπου το 25% των ημερίσιων αναγκών του ανθρώπου. Το σελήνιο ενεργεί ως αντιοξειδωτικό και θεωρείται ότι δρα προστατευτικά στις καρδιοπάθειες και σε ορισμένα είδη καρκίνου (Μπλούκας 2007).

### 1.3.8 Βιταμίνες

Οι βιταμίνες είναι απαραίτητες για την ανάπτυξη, τη διατήρηση της υγείας και την αναπαραγωγή του ανθρώπου, επειδή ρυθμίζουν βασικές λειτουργίες του οργανισμού. Το κρέας θεωρείται εξαιρετική πηγή βιταμινών του συμπλέγματος Β και βιταμίνης D (Μπλούκας 2007).

Οι βιταμίνες του συμπλέγματος Β είναι η θειαμίνη (B1), ριβοφλαβίνη (B2), νιασίνη (B3), παντοθενικό οξύ (B5), πυριδοξίνη(B6), φυλλικό οξύ (B10), κοβαλαμίνη (B12) και βιοτίνη.

- **Θειαμίνη (B1)** : Είναι απαραίτητη γιατί αποτελεί την προσθετική ομάδα διαφόρων ενζύμων με τα οποία επιτυγχάνεται η διάσπαση των υδατανθράκων και η απελευθέρωση της ενέργειας που περιέχουν τα τρόφιμα (Μπλούκας 2007). Η έλλειψή της προκαλεί αστάθειες στην καρδιά, κόπωση, νευρικές διαταραχές και νοητική σύγχυση. Η συνιστώμενη ημερίσια πρόσληψή της είναι 1,4 mg και δεν παρουσιάζει τοξικότητα.
- **Νιασίνη (B3)** : Είναι απαραίτητη στον οργανισμό αφού συμμετέχει στον μεταβολισμό των υδατανθράκων, πρωτεϊνών και λιπών. Η έλλειψή της προκαλεί δερματικές διαταραχές, δυσπεψία και διάρροια. Σε υψηλές δόσεις παρουσιάζει τοξικότητα και προκαλεί κνησμό, εξανθήματα και φαγούρα. Η συνιστώμενη ημερίσια πρόσληψή της είναι 18mg.
- **Παντοθενικό οξύ (B5)** : Αποτελεί μέρος του συνένζυμου Α και έχει σημαντικό ρόλο στον καταβολισμό όλων των μικροθρεπτικών συστατικών. Η έλλειψή της προκαλεί κόπωση, εμετό και στομαχικές διαταραχές. Δεν παρουσιάζει τοξικότητα και η συνιστώμενη ημερίσια πρόσληψή της είναι 6 mg.
- **Πυριδοξίνη (B6)** : Είναι απαραίτητη αφού βοηθά το σώμα στη δόμηση ιστών και στο μεταβολισμό των πρωτεϊνών. Η έλλειψή της προκαλεί σπασμούς, δερματίτιδα και

αναιμία. Παρουσιάζει τοξικότητα σε υψηλές δόσεις προκαλώντας απώλεια αισθητικότητας. Η συνιστώμενη ημερίσια πρόσληψή της είναι 2 mg.

- Κοβαλαμίνη (B12) : Ενεργεί ως συνένζυμο σε πολλές μεταβολικές διεργασίες και συμμετέχει στην παραγωγή των αιρυθρών αιμοσφαιρίων(Μπλούκας 2007). Η έλλειψή της προκαλεί αναιμία, νευρική και εκφύλιση του μυαλού. Δεν παρουσιάζει τοξικότητα και η συνιστώμενη ημερίσια πρόσληψή της είναι 1 μg.
- Βιταμίνη D : Στο ανθρώπινο σώμα ενεργεί ως ορμόνη που ρυθμίζει το μεταβολισμό του φωσφόρου και του ασβεστίου και βοηθά στην απορρόφησή τους από το έντερο. Η έλλειψή της προκαλεί ραχίτιδα στα νήπια και στα παιδιά και οστεομαλακία στους ενήλικες (Μπλούκας 2007).

#### 1.4 Προϊόντα Κρέατος

Ως προϊόντα κρέατος χαρακτηρίζονται τα τρόφιμα, τα οποία παρασκευάζονται από κρέας, δηλαδή από το σύνολο των ζωικών ιστών που είναι κατάλληλοι για ανθρώπινη κατανάλωση, με την εφαρμογή κατάλληλης τεχνολογίας (Μπλούκας 2007). (Μπλούκας 2007)

Στην Ελλάδα εκτιμάται ότι παράγονται περισσότερα από 300 είδη αλλαντικών ενώ στην Γερμανία περισσότερα από 1100. Τα προϊόντα με βάση το κρέας είναι η πλέον πολυποίκλη ομάδα όλων των τροφίμων (Γιωργάκης 2005).

Πίνακας 4: Πρώτες, βοηθητικές και πρόσθετες ύλες για την Παρασκευή προϊόντων κρέατος.

<b>Πρώτες ύλες (κρέας)</b>	<b>Βοηθητικές και πρόσθετες ύλες (οι κυριότερες)</b>
Βόειο	Αλάτι
Χοίρειο	Φωσφορικά, νιτρικά και νιτρώδη άλατα
Αιγοπροβάτων	Ασκορβικό οξύ
Κοτόπουλων	Άμυλο
Γαλοπούλων	Καρυκεύματα και αρτυματικές ύλες

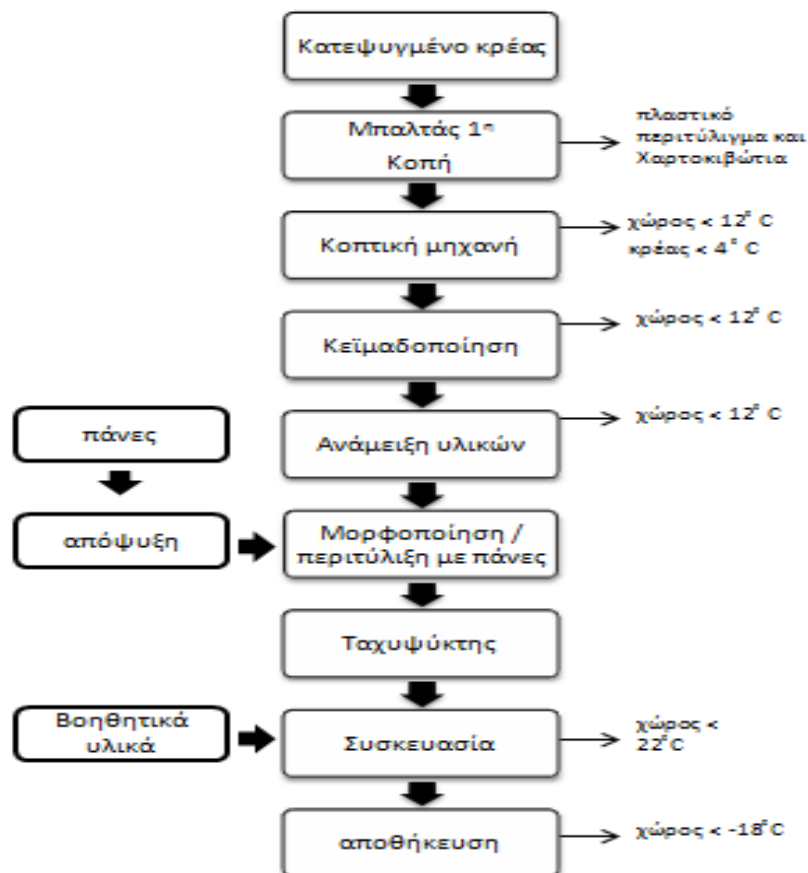
(Μπλούκας 2007)

Τα προϊόντα κρέατος ταξινομούνται σε κατηγορίες με βάση την τεχνολογία παραγωγής και συντήρησής τους. Τα προϊόντα κρέατος διακρίνονται αρχικά σε τρεις κατηγορίες: I. σε επεξεργασμένα προϊόντα, II) σε αναδωδημένα νωπά προϊόντα και III) σε εδώδιμα υποπροϊόντα κρέατος (Μπλούκας 2007).

Τα αλλαντικά, με βάση τον κώδικα τροφίμων και ποτών (2004β) χαρακτηρίζονται ως προϊόντα θερμικής επεξεργασίας από σύγκοπτο κρέας και διακρίνονται ενδεικτικά σε λουκάνικα διαφόρων διαμέτρων, σαλάμια βραστά, διάφορες μορταδέλες και πάριζες.

Για την παρούσα μελέτη χρησιμοποιήθηκαν λουκάνικα αγγλικού τύπου για τα οποία ακολουθεί διάγραμμα ροής της παραγωγικής διαδικασίας.

Με βάση το πιο κάτω διάγραμμα ροής τα λουκάνικα αγγλικού τύπου παρασκευάζονται από σύγκοπτο κρέας και λιπώδη ιστό με προσθήκη νερού και των απαραίτητων βοηθητικών ουσιών. Αρχικά οι πρώτες ύλες τεμαχίζονται μέχρι τον επιθυμητό βαθμό και αφού αναμειχθούν με τις απαραίτητες βοηθητικές ύλες και το νερό, υφίστανται έντονο λεπτοτεμαχισμό και κείμαδοποίηση. Στην συνέχεια η ομοιογενής κρεατόπαστα που σχηματίζεται μορφοποιείται κατάλληλα και υφίστανται περιτύλιξη σε πάνες. Ακολουθεί ταχεία ψύξη, συσκευασία και αποθήκευση.





Εικόνα1: Διάγραμμα Ροής

Πίνακας 5: Ταξινόμηση προϊόντων κρέατος

<b>Προϊόντα Κρέατος</b>
<p><b>I. Επεξεργασμένα προϊόντα</b></p> <p><b>A) Προϊόντα από σύγκοπτο κρέας</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Ωμά λουκάνικα - παραδοσιακά χωριάτικα λουκάνικα</li><li>2. Αλλαντικά ζύμωσης – ωρίμανσης - Σαλάμια αέρος</li><li>3. Αλλαντικά θερμικής επεξεργασίας - Παστεριωμένα: λουκάνικα, σαλάμια, παρίζες, μορταδέλες  - Πατέ και πηκτές  - Ημίξηρα ή μερικής ωρίμανσης: Σαλάμι μπίρας</li></ol> <p><b>B) Προϊόντα από τεμάχια κρέατος</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Ωρίμανσης - Χοιρομέρι ωρίμανσης, ωμοπλάτη ωρίμανσης, νουά ωρίμανσης - Παστουρμάς</li><li>2. Θερμικής επεξεργασίας - Παστεριωμένα: χοιρομέρι (ζαμπόν), ωμοπλάτη (σπάλα), νουά, φιλέτο χοιρινό &amp; βοδινό, μπριζόλες χοιρινές &amp; βοδινές, μπέικον, γλώσσα, πτηνά θερμικής επεξεργασίας - Παραδοσιακά προϊόντα: κρέας παστό</li></ol> <p><b>Γ) Κονσέρβες κρέατος</b></p> <p>- κονσέρβες κρέατος, κονσέρβες προϊόντων αλλαντοποίησης (θερμικής επεξεργασίας), κονσέρβες έτοιμων φαγητών</p>
<p><b>II. Αναδομημένα προϊόντα</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Γύρος, χάμπουργκερ, μπιφτέκια</li><li>- Αναδομημένο κρέας</li></ul>
<p><b>III. Εδώδιμα υποπροϊόντα κρέατος</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Εκχυλίσματα κρέατος, ζωμοί, σούπες, ζελατίνη, πλάσμα και ορός αίματος, μηχανικά ανακτώμενο κρέας, φυσικές θήκες, σκόνη κρέατος και αφυδατωμένο κρέας</li></ul>

(Μπλούκας 2007)

## **ΣΚΟΠΟΣ**

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν η επιλογή της κατάλληλης συσκευασίας για τα λουκάνικα αγγλικού τύπου της αλλαντοβιομηχανίας Γρηγορίου.

Χρησιμοποιήσαμε δείγματα από την ίδια παρτίδα παραγωγής από τα οποία μερικά συσκευάστηκαν ως είχαν, άλλα συσκευάστηκαν υπό κενό, άλλα υπο κενό σε συνδιασμό με HPP (6000bar για 3 λεπτά) και άλλα σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα 80% οξυγόνο, 20% διοξείδιο του άνθρακα.

Τα πιά πάνω δείγματα αναλύονταν ανά τακτά διαστήματα για διάστημα δύο εβδομάδων για τις ακόλουθες παραμέτρους: ολική μικροβιακή χλωρίδα, *E.coli*, *Enterobacteriaceae*, ενεργότητα νερού, pH και χρώμα.

## 2 Μικροβιολογία κρέατος

Το ενδιαφέρον για την επιστήμη της μικροβιολογίας αυξήθηκε στη δεκαετία του 1930, όταν για πρώτη φορά τεράστιες ποσότητες κρέατος άρχισαν να μεταφέρονται σε μεγάλες αποστάσεις (για παράδειγμα από την Αυστραλία στο Ηνωμένο Βασίλειο) και κορυφώθηκε στη δεκαετία του 1950, με την ανάπτυξη των υπεραγορών. Στον 21<sup>ο</sup> αιώνα σε ένα περιβάλλον τεχνολογικής προόδου και με τη εξέλιξη του τρόπου ζωής των καταναλωτών, η ευρωπαϊκή βιομηχανία τροφίμων καλείται να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις της αγοράς (Nychas et al. 2008).

Η μόλυνση των κρεάτων μπορεί να γίνει στο στάδιο του ζωντανού ζώου (ασθένειες, τραυματισμοί), στο στάδιο της σφαγής και στο στάδιο συσκευασίας, συντηρήσεως και διακινήσεως του κρέατος. Την ώρα της σφαγής το ζώο μολύνεται από τον εξοπλισμό, παθογόνα μικρόβια μπορούν να περάσουν μέσω του βλενογόνου του εντέρου προς τους ιστούς, κατά την εκδορά και τον εκσπλαχνισμό. Άλλη πηγή μόλυνσεως είναι το νερό πλύσεως του σφάγιου, κατά τον τεμαχισμό του κρέατος, μέσα στους ψυκτικούς θαλάμους εαν έρχεται σε επαφή με άλλα μολυσμένα προϊόντα (Μπαλατσούρας 2006).

Σημαντικός παράγοντας, που καθορίζει το μέγεθος του μικροβιακού φορτίου αλλά και το είδος των μικροβίων, είναι κυρίως η τιμή του pH του κρέατος που κυμαίνεται μεταξύ 7,2 και 5,2 ανάλογα με την ποσότητα γλυκογόνου που εναπομένει στους ιστούς του ζώου κατά την ώρα της σφαγής (Μπαλατσούρας 2006).

Ένας τεράστιος αριθμός μελετών στη μικροβιολογία κρέατος έχουν αποδείξει ότι η αλλοίωση προκαλείται από την αρχική μικροβιακή χλωρίδα που κυριαρχεί και κάποιες άλλες έχουν εντοπίσει μεγάλη συσχέτιση των επιφανειών εργασίας με την παρουσία των *Enterobacteriaceae* σε κρέατα (Nychas, G.J. E.; Marshall, D. L.; Sofos 2007).

Πίνακας 6: Γένη βακτηρίων που βρίσκονται συνήθως σε κρέατα και πουλερικά

Microorganisms	Gram reaction	Fresh	Processed
<i>Achromobacter</i>	-	X	

---

<b><i>Acinetobacter</i></b>	-	XX	X
<b><i>Aeromonas</i></b>	-	XX	X
<b><i>Alcaligenes</i></b>	-	X	X
<b><i>Alteromonas</i></b>	-	X	
<b><i>Arthrobacter</i></b>	+/-	X	X
<b><i>Bacillus</i></b>	+	X	X
<b><i>Brochothrix</i></b>	+	X	X
<b><i>Campylobacter</i></b>	-	X	
<b><i>Carnobacterium</i></b>	+	X	
<b><i>Chromobacterium</i></b>	-	X	
<b><i>Citrobacter</i></b>	-	X	

---

---

<i>Clostridium</i>	+	X	
<i>Corynebacterium</i>	+	X	X
<i>Enterobacter</i>	-	X	X
<i>Enterococcus</i>	+	XX	X
<i>Escherichia</i>	-	X	
<i>Flavobacterium</i>	-	X	
<i>Hafnia</i>	-	X	X
<i>Janthinobacterium</i>	-		X
<i>Klebsiella</i>	-	X	
<i>Kluyvera</i>	-	X	
<i>Kocuria</i>	+	X	X

---

---

<i>Lactobacillus</i>	+	X	XX
<i>Lactococcus</i>	+	X	
<i>Leuconostoc</i>	+	X	X
<i>Listeria</i>	+	X	X
<i>Microbacterium</i>	+	X	X
<i>Micrococcus</i>	+	X	X
<i>Moraxella</i>	-	XX	
<i>Paenibacillus</i>	+	X	X
<i>Pantoea</i>	-	X	
<i>Proteus</i>	-	X	

---

---

<b><i>Providencia</i></b>	-	X	X
<b><i>Pseudomonas</i></b>	-	XX	X
<b><i>Shewanella</i></b>	-	X	X
<b><i>Staphylococcus</i></b>	+	X	X
<b><i>Streptococcus</i></b>	+	X	X
<b><i>Vibrio</i></b>	-	X	
<b><i>Weissella</i></b>	+	X	X
<b><i>Yersinia</i></b>	-	X	

---

X= γνωστό ότι υπάρχουν, XX= πιο συχνά απαντώμενοι μικροοργανισμοί

(Nychas et al. 2008)

Η μικροβιακή αλλοίωση μπορεί να θεωρηθεί ως αποτέλεσμα μιας σειράς αλλαγών στα διαθέσιμα θρεπτικά συστατικά του κρέατος (π.χ. ενώσεις μικρού μοριακού βάρους), λόγω της επικράτησης των μικροοργανισμών (Nychas et al. 2008). Οι αλλαγές αυτές οφείλονται συνήθως στους μεταβολίτες των μικροοργανισμών και γίνονται αντιληπτές με τις μεταβολές

που παρατηρούνται στην οσμή, το άρωμα και γενικότερα στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του τροφίμου.

**Πίνακας 7: Παράγοντες που επηρεάζουν την μικροβιακή ανάπτυξη.**

Ενδογενείς (Intrinsic)	Δομή του κρέατος: ενεργότητα νερού, pH, παρουσία αντιμικροβιακών παραγόντων, οξειδοαναγωγικό δυναμικό, σύσταση θρεπτικών συστατικών
Παράγοντες κατά την επεξεργασία (Processing)	Μπορούν να επηρεάσουν την βασική μικροβιακή χλωρίδα του τροφίμου
Εξωγενείς (Extrinsic)	Θερμοκρασία, σχετική υγρασία και σύσταση της ατμόσφαιρας κατά τη διανομή και συντήρηση
Ενδογενείς βιοτικοί παράγοντες (Implicit)	Αναφέρεται σε φαινόμενα όπως ανταγωνισμός και συνεργισμός μεταξύ των βακτηρίων
Συνεργιστικοί παράγοντες (The emergent effects)	Παράγοντες που αλληλεπιδρούν, καταλήγοντας σε φαινόμενα τα οποία είναι εντονότερα από ότι εαν οι παράγοντες αυτοί δρούσαν ο καθένας από μόνος του

(Nychas et al. 2005)

## 2.1 Αλλοιογόνοι μικροοργανισμοί

Οι αλλοιογόνοι μικροοργανισμοί μπορούν να προκαλέσουν οποιαδήποτε μεταβολή στην εμφάνιση, την οσμή ή την γεύση του τροφίμου που το καθιστούν ακατάλληλο για κατανάλωση. Όσον αφορά την αλλοίωση, τα τρόφιμα μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις κύριες κατηγορίες: 1) τα ευαίσθητα τρόφιμα, 2) τα ημιευαίσθητα τρόφιμα και 3) τα ανθεκτικά τρόφιμα (Madigan et al. 2004). Το κρέας θεωρείται ευαίσθητο τρόφιμο.



Το κρέας θεωρείται αλλοιωμένο όταν δημιουργούνται οργανοληπτικές αλλαγές που το καθιστούν μη αποδεχτό από τους καταναλωτές. Οι πιο κοινές αλλαγές είναι οι δυσοσμίες και ο σχηματισμός βλέννας στο προϊόν (Ellis & Goodacre 2001).

## 2.2 Παθογόνοι μικροοργανισμοί

Μια τροφική δηλητηρίαση μπορεί να προκληθεί είτε από τοξίνες, οι οποίες παράγονται από βακτήρια, τα οποία μπορεί να είναι ζωντανά κατά τη κατανάλωση του τροφίμου, είτε μετά από πολλαπλασιασμό τους στο έντερο, μετά τη κατανάλωση του τροφίμου (Γαϊτης 2010).**Στη παρούσα έρευνα μελετήθηκαν οι ακόλουθοι μικροοργανισμοί:**

### 2.2.1 *Escherichia coli* (E.coli)

Η *E.coli* είναι ένα Gram αρνητικό, μη σπορογόνο, προαιρετικά αναερόβιο βακτήριο που ανήκει στην οικογένεια *Enterobacteriaceae* (Forsythe 2010). Περιγράφηκε για πρώτη φορά το 1977. Είναι ένας πολύ κοινός μικροοργανισμός του οποίου τα κύτταρα είναι ραβδόμορφα. Γνωρίζουμε περίπου 200 παθογονικά είδη στελέχη *E.coli*, που μπορούν να οδηγήσουν σε διαρροϊκές καταστάσεις και ουρολοιμώξεις επικύνδινες για την ανθρώπινη ζωή. Τα παθογόνα στελέχη ταξινομούνται σε διάφορες κατηγορίες, ανάλογα με τις τοξίνες που παράγουν και τα νοσήματα που προκαλούν (Madigan et al. 2004). Γενικά αναπτύσσονται σε θερμοκρασίες 4°C έως 46°C, με άριστη στους 37°C (Ανυφαντάκης 2004). Διαθέτουν ασυνήθιστη υψηλή ανθεκτικότητα σε όξινο περιβάλλον γεγονός που εξηγεί και το ότι έχουν συσχετιστεί με ξεσπάσματα τροφικών δηλητηριάσεων σε όξινα τρόφιμα (Γαϊτης 2010). Αναπτύσσονται σε pH 4,6 έως 9,5 και ενεργότητα νερού > 0,95. Αφθονούν στο εντερικό σύστημα του ανθρώπου και των ζώων, στα κόπρανα των οποίων υπάρχουν συνήθως 10<sup>8</sup> βακτήρια ανά γραμμάριο, τα οποία συχνά μολύνουν το νερό και τα τρόφιμα (Ανυφαντάκης 2004). Ο ορότυπος 0157:H7 της *E.coli*, είναι ένα σπάνιο είδος που παράγει μεγάλες ποσότητες ισχυρών τοξινών (verotoxins- VT), οι οποίες προκαλούν σοβαρές ζημιές στο εσωτερικό του εντέρου, (αιμορραγική κολίτιδα) (Γαϊτης 2010).

Τα 6 αναγνωρισμένα είδη είναι, τα εντεροαιμοραγικά *Enterohaemorrhagic E.coli* (EHEC), εντεροτοξιγενή *Enterotoxigenic E.coli* (ETEC), εντεροπαθογόνα *Enteropathogenic E.coli* (EPEC), εντεροσυγγεντροτικά *Enteroaggregative E.coli* (EAggEc), εντεροεισβολικά *Enteroinvasive E.coli* (EIEC), *Diffusely adherent E.coli* (DAEC) (Forsythe 2010).

### 2.2.2 Enterobacteriaceae

Η οικογένεια των εντεροβακτηριδίων αποτελείται από πολλά γένη τα κυριότερα της οποίας είναι: *Escherichia*, *Shigella*, *Salmonella*, *Citrobacter*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Erwnia*, *Serratia*, *Hafnia*, *Edwardsiella*, *Proteus*, *Providencia*, *Morganella* και *Yersinia* (Μπαλατσούρας 2006). Αυτή η οικογένεια χωρίζεται σε δύο κατηγορίες, τα κολοβακτηρίδια και τα μη κολοβακτηρίδια. Τα κολοβακτηρίδια είναι μικροοργανισμοί που ζυμώνουν την λακτόζη, παράγοντας αέριο μέσα σε 48 ώρες σε θερμοκρασία 45° C ενώ τα μη κολοβακτηρίδια δεν ζυμώνουν την λακτόζη. Οι μικροοργανισμοί αυτής της οικογένειας είναι Gram αρνητικοί, προαιρετικά αναερόβιοι, ραβδόμορφοι και υψηλής σημασίας αφού ανιχνεύονται στον εντερικό σωλήνα των ανθρώπων και των ζώων (Γαϊτης 2010).

### **3 Φυσικοχημική ανάλυση**

#### **3.1 Ενεργότητα νερού ( $a_w$ )**

Ενεργότητα νερού ορίζεται ως ο λόγος της μερικής πίεσης των υδρατμών στην επιφάνεια του τροφίμου προς την πίεση υδρατμών του καθαρού νερού της ίδιας θερμοκρασίας. Η ενεργότητα νερού εκφράζει το μέρος εκείνο από την συνολική περιεκτικότητα του τροφίμου σε υγρασία το οποίο είναι διαθέσιμο για: ανάπτυξη μικροοργανισμών, δραστηριότητα ενζύμων και διεξαγωγή χημικών αντιδράσεων.

Η ενεργότητα νερού επηρεάζεται από :

- Την περιεκτικότητα του τροφίμου σε υγρασία
- Το είδος και την συγκέντρωση των διαλυμένων ουσιών
- Τη δομή και τα φυσικά χαρακτηριστικά του τροφίμου

#### **3.2 Πε-χα pH**

Το pH ορίζεται ως ο αρνητικός δεκαδικός λογάριθμος της συγκεντρώσεως των ιόντων υδρογόνου που υπάρχουν σε ένα μέσο. Τα τρόφιμα λαμβάνουν τιμές από 0-14 και συγκεκριμένα το κρέας έχει τιμή  $pH > 4,5$  το οποίο θεωρείται τρόφιμο χαμηλής οξύτητας.

Το pH αποτελεί βασικό παράγοντα επιλογής των μικροοργανισμών που μπορεί να αναπτυχθούν σε ένα τρόφιμο όπως επίσης και τον βασικό παράγοντα που ελέγχει τον ρυθμό των χημικών και βιοχημικών αντιδράσεων. Βασικές ιδιότητες των τροφίμων που επηρεάζονται από το pH είναι: το χρώμα, η υφή, η γεύση και το άρωμα. (Μπλούκας 2004)

#### **3.3 Συσκευασία**

Ως συσκευασία τροφίμων ορίζεται το σύνολο των δραστηριοτήτων που περιλαμβάνουν το σχεδιασμό, την κατασκευή και τη τοποθέτηση του προϊόντος σε κατάλληλο περιέκτη (Μπλούκας 2004)

Η συσκευασία τροφίμων εξυπηρετεί πολλαπλούς στόχους, οι σπουδαιότεροι από τους οποίους είναι οι εξής:

- Ενεργεί ως περιέκτης που επιμερίζει το τρόφιμο σε πωλήσιμες ποσότητες χωρίς να αλληλεπιδρά με αυτό κατά τρόπο που να επηρεάζει αρνητικά την υγιεινή του κατάσταση και τα οργανοληπτικά του χαρακτηριστικά.
- Προστατεύει το τρόφιμο από παράγοντες του περιβάλλοντος, εσκεμμένη νοθεία και υποκλοπή.
- Προβάλλει την ιδιαιτερότητα του προϊόντος και προσελκυστική προσοχή του καταναλωτή.
- Πληροφορεί τον καταναλωτή για το προϊόν.
- Διευκολύνει την εμπορία του προϊόντος
- Διευκολύνει τον καταναλωτή στη χρήση του προϊόντος και στη διαχείριση των στερεών αποβλήτων.

(Μπλούκας 2004)

Η συσκευασία προσφέρει στο συσκευασμένο προϊόν παθητική προστασία, αφού ενεργεί ως φράγμα που απομονώνει το προϊόν από το περιβάλλον του.

Οι παράγοντες του περιβάλλοντος, οι οποίοι είναι δυνατόν να επιδράσουν αρνητικά στο τρόφιμο ή και στον περιέκτη διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες ως εξής:

- Μηχανικά αίτια
- Φυσικοί παράγοντες
- Βιολογικοί παράγοντες

(Μπλούκας 2004)

Η σχέση συσκευασίας-ποιότητας είναι αλληλένδετες αφού η ποιότητα της εμφάνισης και της διατροφής οφείλεται σε συγκεκριμένες ουσίες οι οποίες συγκρατούνται στο τρόφιμο μέσω της συσκευασίας.

Στη παρούσα έρευνα μελετήθηκαν λουκάνικα αγγλικού τύπου συσκευασμένα με τις εξής συσκευασίες:

### **3.3.1 Συσκευασία υπό κενό:**

Η πλήρης απομάκρυνση του αέρα από το περιβάλλον ενός συσκευασμένου προϊόντος, χωρίς την αντικατάστασή του από άλλα αέρια, χαρακτηρίζεται ως συσκευασία υπό κενό. Η

συσκευασία υπό κενό αποτελεί επίσης μια μορφή της συσκευασίας σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα, αφού διαφοροποιεί την κανονική ατμόσφαιρα από το περιβάλλον του τροφίμου (Μπλούκας 2004). Αυτό το είδος συσκευασίας χρησιμοποιείται κυρίως σε προϊόντα ζωϊκής προέλευσης π.χ. σαλάμι. Ως πλεονεκτήματα της τεχνολογίας αυτής αναφέρονται:

- Η καλύτερη αξιοποίηση της πρώτης ύλης και η τυποποίηση του κρέατος
- Η καλύτερη αξιοποίηση του λίπους, των οστών και των μικρότερων τεμαχίων κρέατος από τον τεμαχισμό του κάθε σφαγίου
- Η σημαντική οικονομία σε ψυκτικούς χώρους και η μείωση του κόστους μεταφοράς

### **3.3.2 Συσκευασία συνδιασμού HPP και υπό κενό**

Αυτό το είδος συσκευασίας συνδιάζει τη συσκευασία υπό κενό και την επεξεργασία του προϊόντος με υψηλή υδροστατική πίεση (HPP). Η επεξεργασία με HPP αποτελεί την πλέον σύγχρονη και υποσχόμενη τεχνολογία, που προσφέρει στη βιομηχανία τη δυνατότητα να παράγει τρόφιμα υψηλής θρεπτικής αξίας και υψηλής ποιότητας οργανοληπτικά χαρακτηριστικά, τα οποία επιπλέον είναι ασφαλή για τον καταναλωτή και έχουν την ικανότητα να συντηρηθούν για μεγάλο χρονικό διάστημα με ψύξη και ή ακόμα και σε συνθήκες περιβάλλοντος (Μπλούκας 2004).

Η HPP είναι η τεχνολογία από την οποία τα προϊόντα επεξεργάζονται σε ή περισσότερο από 1000 bar. Σύμφωνα με την αρχή του Pascal αν στην επιφάνεια του υγρού που βρίσκεται σε ηρεμία ασκηθεί εξωτερική πίεση, η πίεση αυτή μεταδίδεται μέσα στο υγρό στιγμιαία και ομοιόμορφα προς όλες τις κατευθύνσεις (Μπλούκας 2004).

### **3.3.3 Τροποποιημένη ατμόσφαιρα**

Ως συσκευασία τροποποιημένης ατμόσφαιρας (MAP) ορίζεται η συσκευασία ευαλλοιώτων τροφίμων στο περιβάλλον στο οποίο έχει επέλθει αλλαγή σύνθεσης της ατμόσφαιρας με την απομάκρυνση του αέρα από τον περιέκτη και την αντικατάσταση του από αέριο ή μίγμα αερίων (Μπλούκας 2004).

### 3.4 Χρώμα

Το χρώμα του κρέατος είναι ένα σημαντικό ποιοτικό χαρακτηριστικό που επηρεάζει την αποδοχή του κρέατος και των προϊόντων του από τους καταναλωτές ( Glitsch, 2000). Το χρώμα του κρέατος οφείλεται στις διάφορες χρωστικές του κρέατος. Η κύρια χρωστική ουσία του κρέατος είναι η μυοσφαιρίνη, σαρκοπλασματική πρωτεΐνη. Άλλες χρωστικές του κρέατος είναι η αιμοσφαιρίνη των ερυθρών κυττάρων του αίματος, τα κυτοχρώματα και οι φλαβίνες.

Το φρέσκο κρέας χαρακτηρίζεται από έντονο κόκκινο χρώμα ενώ το καστανό χρώμα, που αποφεύγουν οι καταναλωτές, προκαλείται από την αυτοοξειδωση της οξυμυοσφαιρίνης σε μεταμυοσφαιρίνη.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν το χρώμα του κρέατος είναι οι εξής:

- Η συνολική περιεκτικότητα σε μυοσφαιρίνη
- Η κατάσταση του σιδήρου της αίμης από πλευράς οξείδωσης
- Ο δεσμός μεταξύ σιδήρου και μορίων που συγκρατεί (δεσμός συναρμογής ή ιονικός)
- Η φυσική κατάσταση του πρωτεϊνικού τμήματος
- Η δομή του κρέατος

#### 3.4.1 Προσδιορισμός χρώματος στο κρέας

Η μέτρηση γίνεται με χρωματόμετρο στο τρισδιάστατο σύστημα των χρωματικών αριθμών. Με το χρωματόμετρο προσδιορίζεται το βασικό χρώμα και το επίχρωμα, εκφρασμένα με τις τιμές  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  της κλίμακας Hunter.

- Τιμή  $L^*$ : διαβάθμιση του χρώματος από μαύρο έως άσπρο (λαμπερότητα ή φωτεινότητα)
- Τιμή  $a^*$ : διαβάθμιση χρώματος από πράσινο ( $-a^*$ ) έως κόκκινο ( $+a^*$ )
- Τιμή  $b^*$ : διαβάθμιση χρώματος από μπλε ( $-b^*$ ) έως κίτρινο ( $+b^*$ )

Για τη μέτρηση του χρώματος στο κρέας ή τα προϊόντα κρέατος πρέπει το εξεταζόμενο δείγμα να έχει πάχος τουλάχιστον 2,5 cm (Honikel 1998).



**Εικόνα 2: Χρωματόμετρα για τον προσδιορισμό του χρώματος**

## **4 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ**

### **4.1 Υλικά**

Κατά την διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας χρησιμοποιήθηκε πληθώρα εργαστηριακών οργάνων, συσκευών, βοηθητικών υλικών και διαλυμάτων.

#### **4.1.1 Εργαστηριακά όργανα και συσκευές**

- Επωαστικός κλίβανος (INB 300, BE 200)
- Autoclave- κλίβανος αποστείρωσης
- Πιπέτες
- Ομογενοποιητής stomacher
- Ζυγαριά
- Μαγνητικός αναδευτήρας με θέρμανση
- Υδατόλουτρο
- Μετρητής αποικιών – Colony counter
- Ξηραντήρας
- Λίχνος Bunsen
- Χρωματόμετρο
- Πεχάμετρο (Ebro)
- Χρωματόμετρο (Minolta CR400)
- Συσκευή προσδιορισμού aw (Novasina I)

#### **4.1.2 Σκεύη**

- Τριβία Petri
- Stomacher bags
- Ψυγείο
- Ποτήρια ζέσεως



- Μπουκάλια για τα υποστρώματα
- Μαχαίρια και λαβίδες
- Δοκιμαστικοί σωλήνες
- Tubes
- Γάντια – μάσκα
- Κωνική φιάλη

#### **4.1.3 Βοηθητικά υλικά**

- Οινόπνευμα
- Απιονισμένο νερό

## **4.2 Διαλύματα**

Η παρασκευή των διαλυμάτων έγινε σύμφωνα με τις οδηγίες της κατασκευαστικής τους εταιρίας.

(Merck microbiology manual 12<sup>η</sup> έκδοση)

### **4.2.1 MRD (Maximum Recovery Diluent)**

(Merck 1.12535.0500)

Σύσταση g\*L<sup>-1</sup> : πεπτόνη 1.0, χλωριούχο νάτριο (NaCl) 8.5

## **4.3 Υποστρώματα**

Τα θρεπτικά υποστρώματα, παρασκευάστηκαν σύμφωνα με τις οδηγίες της παρασκευαστικής τους εταιρίας.

### **4.3.1 PCA ‘Plate Count Agar’ (Casein – peptone Dextrose Yeast Agar)**

(Merck 1.05463.0500)

Σύσταση g\*L<sup>-1</sup> : πεπτόνη καζεΐνης 5.0, εκχύλισμα ζύμης 2.5, δ(+)γλυκόζη 1.0, άγαρ 14.0.

### **4.3.2 Chromocult® TBX (Tryptone Bile X –glucuronide) Agar**

(Merck 1.16122.0500)

Σύσταση  $g \cdot L^{-1}$  : πεπτόνη 20.0, χολικά άλατα No. 3 1.5; X-β-D-glucuronide 0.075; agar- agar 15.0.

#### 4.3.3 Violet Red Bile Agar

(Difco® Cat. No. 211695)

Σύσταση  $g \cdot L^{-1}$  : πεπτόνη 7.0g, χολικά άλατα No. 3 1.5 g, λακτόζη 10.0 g, χλωριούχο νάτριο 5.0 g, agar 15.0 g, neutral red 0.03 g, crystal violet 2.0 mg.

### 4.4 Μεθόδους

Οι μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν για την παρασκευή των υποστρωμάτων, έγιναν σύμφωνα με τις οδηγίες της κατασκευαστικής εταιρίας Merck. Για την παρασκευή των διαλυμάτων και υποστρωμάτων χρησιμοποιήθηκε αποιονισμένο νερό και η αποστείρωση έγινε με την χρήση αυτόκαυστου στους  $121^{\circ}C$  για 15 λεπτά.

#### 4.4.1 Ομογενοποίηση δείγματος

Ποσότητα 25 g από κάθε δείγμα, αντιπροσωπευτική όλων των επιπέδων μάζας του δείγματος, μεταφέρονται υπό ασηπτικές συνθήκες εντός πλαστικού περιέκτη stomacher bag. Στη συνέχεια προσθέτονται 225ml αποστειρωμένου διαλύματος MRD (Maximum Recovery Diluent). Ο πλαστικός περιέκτης τοποθετείται στη συσκευή stomacher και στη συνέχεια το δείγμα ομογενοποιείται για 1 λεπτό.

#### 4.4.2 Προσδιορισμός *E. Coli* (ISO 16649-2)

Παρασκευάζεται η  $10^{-1}$  αραιώση του δείγματος και στη συνέχεια ομογενοποιείται το δείγμα με stomacher (ζυγίζονται 10g δείγματος και προστίθεται σε 90ml MRD). Στη συνέχεια ετοιμάζονται περαιτέρω διαδοχικές αραιώσεις, εάν απαιτείται σε Ringer. Μεταφέρεται σε κάθε περίπτωση 1 ml από την αρχική αραιώση / τις περαιτέρω αραιώσεις σε τρυβλία Petri (ένα τρυβλίο ανά αραιώση εάν χρησιμοποιούνται περισσότερες από μια αραιώσεις ενώ 2 τρυβλία εάν θα χρησιμοποιηθεί μια μόνο αραιώση). Μετά προστίθεται σε κάθε τρυβλίο 20 ml περίπου από το υγρό θρεπτικό υπόστρωμα Chromocult® TBX (Tryptone Bile X – glucuronide) Agar και γίνεται ανάμιξη με ήπια περιστροφή. Στο τέλος αφού τα τρυβλία στεγνώσουν γίνεται επώαση (ανάποδα) στους  $44 \pm 1^{\circ}C$  για 18-24 ώρες (Scientific & Products n.d.).

#### 4.4.3 Προσδιορισμός OMX (ISO 4833)

Παρασκευάζεται η  $10^{-1}$  αραιώση του δείγματος και στη συνέχεια ομογενοποιείται το δείγμα με stomacher. (ζυγίζονται 10g δείγματος και προστίθεται σε 90ml MRD). Μετά ετοιμάζονται περαιτέρω διαδοχικές αραιώσεις, εάν απαιτείται σε Ringer. Μεταφορέται σε κάθε περίπτωση 1 ml από την αρχική αραιώση / τις περαιτέρω αραιώσεις σε τρυβλία Petri (ένα τρυβλίο ανά αραιώση εάν χρησιμοποιούνται περισσότερες από μια αραιώσεις ενώ 2 τρυβλία εάν θα χρησιμοποιηθεί μια μόνο αραιώση). Στη συνέχεια προστίθεται σε κάθε τρυβλίο 20ml περίπου από το υγρό θρεπτικό υπόστρωμα PCA 'Plate Count Agar' (Casein – peptone Dextrose Yeast Agar) και γίνεται ανάμιξη με ήπια περιστροφή. Στο τέλος αφού τα τρυβλία στεγνώσουν γίνεται επώαση (ανάποδα) στους  $30 \pm 1$  °C για 72 ώρες (Scientific & Products n.d.)

#### 4.4.4 Προσδιορισμός Enterobacteriaceae

Παρασκευάζεται η  $10^{-1}$  αραιώση του δείγματος και στη συνέχεια ομογενοποιείται το δείγμα με stomacher. (ζυγίζονται 10g δείγματος και προστίθεται σε 90ml MRD). μετά ετοιμάζονται περαιτέρω διαδοχικές αραιώσεις, εάν απαιτείται σε Ringer. Μεταφέρεται σε κάθε περίπτωση 1 ml από την αρχική αραιώση / τις περαιτέρω αραιώσεις σε τρυβλία Petri (ένα τρυβλίο ανά αραιώση εάν χρησιμοποιούνται περισσότερες από μια αραιώσεις ενώ 2 τρυβλία εάν θα χρησιμοποιηθεί μια μόνο αραιώση). Στη συνέχεια προστίθεται σε κάθε τρυβλίο 20ml περίπου από το υγρό θρεπτικό υπόστρωμα Violet Red Bile Agar και γίνεται ανάμιξη με ήπια περιστροφή. Στο τέλος αφού τα τρυβλία στεγνώσουν γίνεται επώαση (ανάποδα) στους  $37 \pm 1$  °C για 48 ώρες (Scientific & Products n.d.).

#### 4.5 Προσδιορισμός χρώματος (Minolta CR400)

Για τον προσδιορισμό χρώματος χρησιμοποιήθηκε χρωματόμετρο τύπου Minolta CR400 το οποίο μετρά τις εξής τιμές:

- Τιμή L\*: διαβάθμιση του χρώματος από μαύρο έως άσπρο (λαμπερότητα ή φωτεινότητα)
- Τιμή a\*: διαβάθμιση χρώματος από πράσινο (-a\*) έως κόκκινο (+a\*)
- Τιμή b\*: διαβάθμιση χρώματος από μπλε (-b\*) έως κίτρινο (+b\*)

Για τον προσδιορισμό των πιο πάνω τιμών χρειάστηκαν 3 ημέρες. Για κάθε δείγμα χρειάστηκαν τρεις επαναλύσεις, για μεγαλύτερη ακρίβεια των τιμών.

#### **4.6 Προσδιορισμός ενεργότητας νερού (Novasina I)**

Για τον προσδιορισμό χρησιμοποιήθηκε συσκευή προσδιορισμού  $a_w$ , (Novasina I) η οποία περιλάμβανε ένα στρογγυλό πλαστικό περιέκτη τον οποίο γέμιζεις με δείγμα μέχρι την χαραγή και αναμένεις για περίπου 15-20 λεπτά ώστε να μετρηθεί η  $a_w$ . Η συσκευή αυτή λειτουργεί αυτόματα λόγω των αισθητήρων που περιέχοντε στον στρογγυλο και πλαστικό περιέκτη.



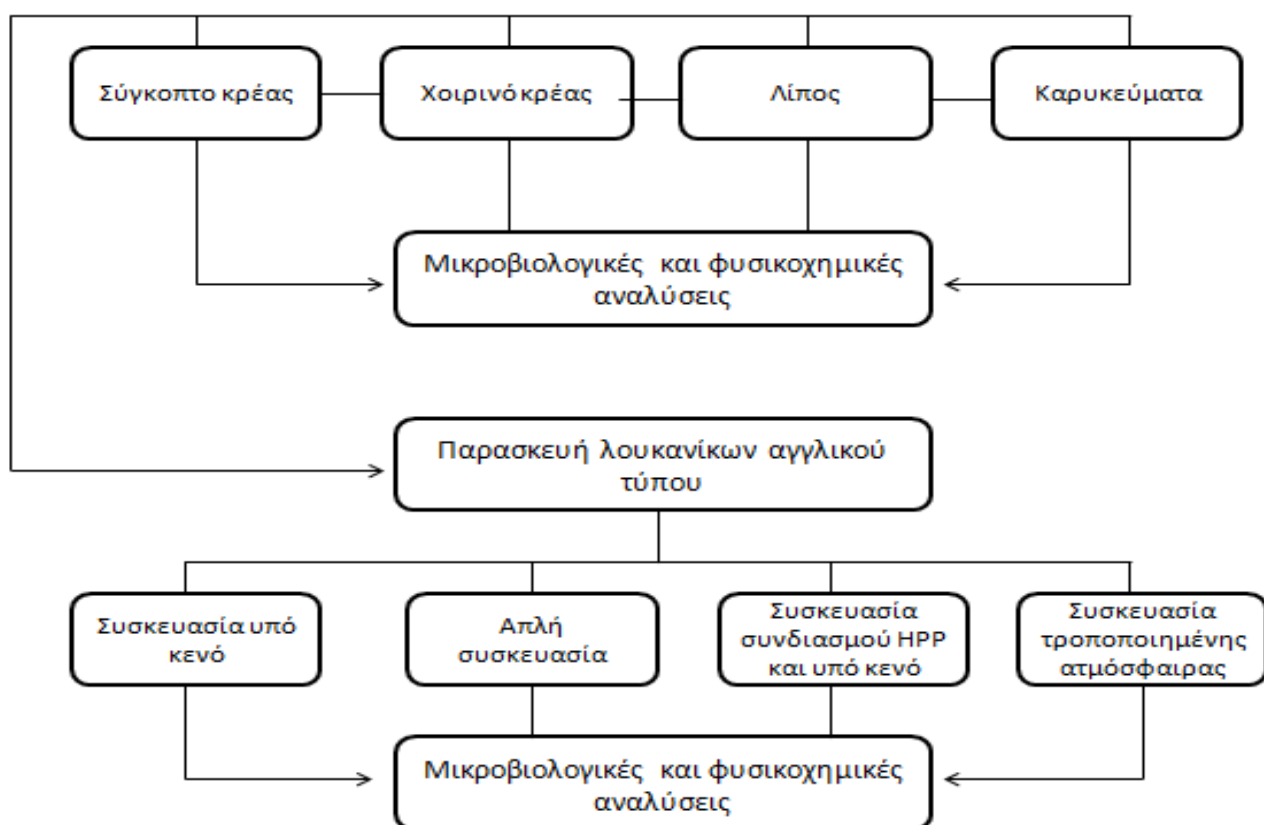
Εικόνα 3: Συσκευή προσδιορισμού  $a_w$ , (Novasina I)

#### **4.7 Μέτρηση pH (Ebro)**

Η μέτρηση του pH έγινε με διακριβωμένο πεχάμετρο τύπου Ebro. Η μέτρηση έγινε σε όλα τα δείγματα.

## 5 Πειραματικός σχεδιασμός

Για την πραγματοποίηση της παρούσας μελέτης χρησιμοποιήθηκαν συνολικά 32 δείγματα, εκ των οποίων τα 28 δείγματα ήταν από λουκάνικα αγγλικού τύπου και τέσσερα δείγματα από τις πρώτες ύλες οι οποίες ήταν το λίπος, το κρέας χοιρινό, καρυκεύματα και μίγμα σύγκοπτου κρέατος από την συσκευή κοπής (cutter). Από αυτά τα 28 δείγματα προκύπτουν τέσσερις ισάριθμες διαφορετικές ομάδες συσκευασίας, η συσκευασία υπό κενό, η απλή συσκευασία, η συσκευασία συνδιασμού HPP και υπό κενό και η συσκευασία MAP. Τα δείγματα μεταφέρονται σε ψυκτικό θάλαμο, όπου και αποθηκεύονται υπό ψύξη ( $4\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) μέχρι να γίνει η μικροβιολογική ανάλυσή τους. Αναλύονται κάθε δύο περίπου ημέρες για τις ακόλουθες παραμέτρους: OMX, *E. Coli*, *Enterobacteriaceae*, pH, ενεργότητα νερού και χρώμα σε όλα τα δείγματα.



Εικόνα 4: Πειραματικός σχεδιασμός

## 6 Αποτελέσματα

### 6.1 Καταμέτρηση αποικιών

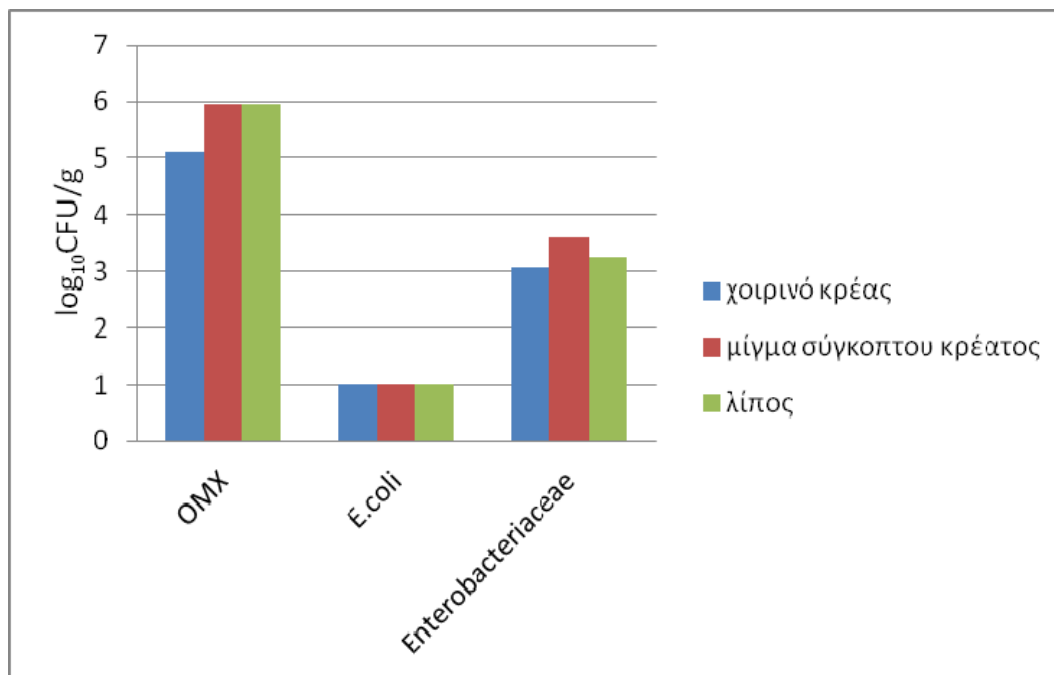
Η δειγματοληψία των δειγμάτων έγινε την ημερομηνία παραγωγής τους, στις 03-07-2014. Τα δείγματα αναλύονταν κάθε δύο περίπου ημέρες και τα αποτελέσματα καταγράφονταν.

Πίνακας 8: Καταμέτρηση μικροοργανισμών στις πρώτες ύλες (log10CFU/g).

Πρώτη ύλη	OMX log10CFU/g	E.coli log10CFU/g	Enterobacteriaceae log10CFU/g
χοιρινό κρέας	5.11	ΔΑ*	3.08
μίγμα συγκόπτου κρέατος	5.94	ΔΑ*	3.59
Λίπος	5.94	ΔΑ*	3.25
Καρύκευμα	-	ΔΑ*	-

\*Δεν ανιχνεύτηκε (όριο ανίχνευσης 10 cfu/g)

Εικόνα 5: Συγκριση αποτελεσμάτων καταμέτρησης μικροοργανισμών μεταξύ των πρώτων υλών (log10CFU/g).



Με βάση την πιο πάνω γραφική παράσταση, παρατηρούμε ότι τα επίπεδα ολικών μικροοργανισμών είναι κατά ένα  $\log_{10}\text{CFU/g}$  υψηλότερα στο λίπος και κατά συνέπεια στο μίγμα σύγκοπτου κρέατος από το χοιρινό κρέας. Τα επίπεδα *E.coli* σε όλες τις πρώτες ύλες παρατηρούσαμε πως ήταν αρκετά χαμηλά. Τα επίπεδα *Enterobacteriaceae* είναι υψηλότερα στο μίγμα σύγκοπτου κρέατος προφανώς λόγω του λίπους σε σύγκριση με τα επίπεδα του χοιρινού κρέατος.

**Πίνακας 9:** Καταμέτρηση μικροοργανισμών ( $\log_{10}\text{CFU/g}$ ) σε δείγματα λουκανικών αγγλικού τύπου συσκευασίας υπό κενό

A/A	Ημερομηνία ανάλυσης	OMX $\log_{10}\text{CFU/g}$	E.Coli $\log_{10}\text{CFU/g}$	Enterobacteriaceae $\log_{10}\text{CFU/g}$
1	03-07-14	4.96	ΔΑ*	2
2	07-07-14	4.90	ΔΑ*	2
3	09-07-14	4.30	ΔΑ*	2.78
4	11-07-14	4.84	ΔΑ*	2.78
5	14-07-14	5.15	ΔΑ*	2.90
6	16-07-14	5.20	ΔΑ*	2.90
7	18-07-14	5.84	ΔΑ*	2.95

\*Δεν ανιχνεύτηκε (όριο ανίχνευσης 10 cfu/g)

**Πίνακας 10:** Καταμέτρηση μικροοργανισμών σε δείγματα λουκανικών αγγλικού τύπου απλής συσκευασίας

A/A	Ημερομηνία ανάλυσης	OMX $\log_{10}\text{CFU/g}$	E.Coli $\log_{10}\text{CFU/g}$	Enterobacteriaceae $\log_{10}\text{CFU/g}$
1	03-07-14	4.93	ΔΑ*	2.95
2	07-07-14	4.95	ΔΑ*	2.47
3	09-07-14	5.38	ΔΑ*	2.60
4	11-07-14	7.20	ΔΑ*	5.23
5	14-07-14	7.72	ΔΑ*	5.25

6	16-07-14	8.20	2	5.30
7	18-07-14	8.32	2	6.17

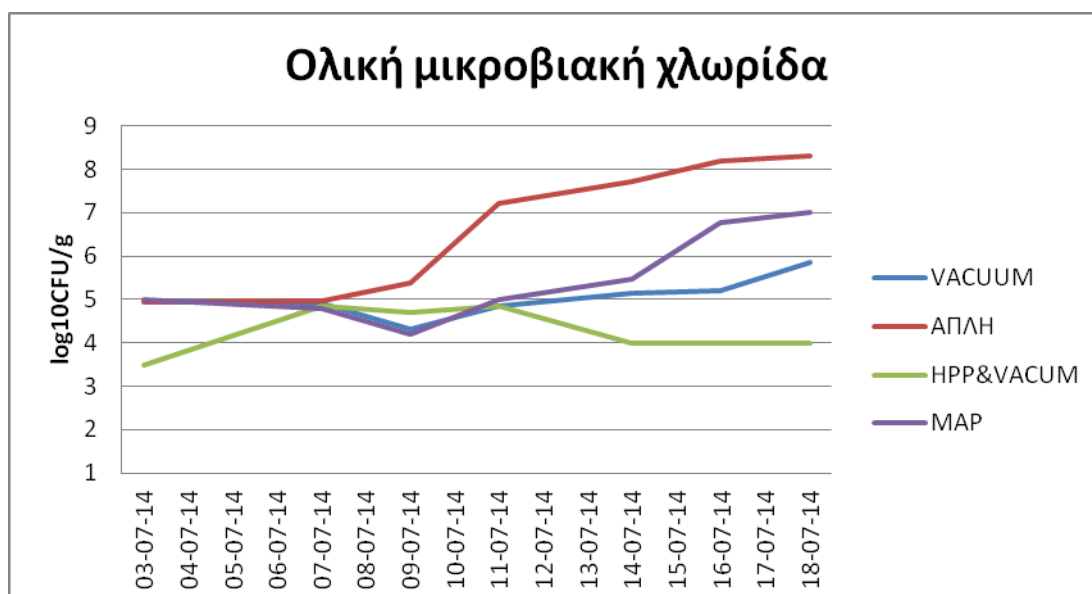
\*Δεν ανιχνεύτηκε (όριο ανίχνευσης 10 cfu/g)

**Πίνακας 11:**Καταμέτρηση μικροοργανισμών σε δείγματα λουκανίκων αγγλικού τύπου συσκευασίας συνδιασμού HPP και υπό κενό.

A/A	Ημερομηνία ανάλυσης	OMX log10CFU/g	E.Coli log10CFU/g	Enterobacteriaceae log10CFU/g
1	03-07-14	3.48	ΔΑ*	ΔΑ*
2	07-07-14	4.84	ΔΑ*	ΔΑ*
3	09-07-14	4.69	ΔΑ*	ΔΑ*
4	11-07-14	4.84	ΔΑ*	ΔΑ*
5	14-07-14	4	ΔΑ*	2
6	16-07-14	4	ΔΑ*	2
7	18-07-14	4	ΔΑ*	2

\*Δεν ανιχνεύτηκε (όριο ανίχνευσης 10 cfu/g)

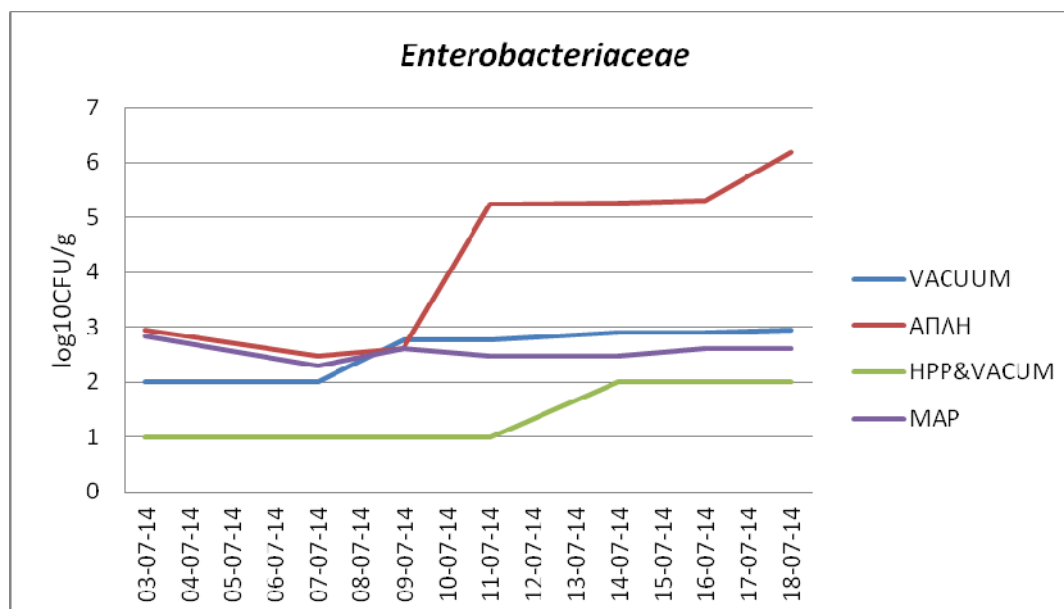
**Εικόνα 6:** Αποτελέσματα καταμέτρησης ολικής μικροβιακής χλωρίδας (log10CFU/g ) κατά την διάρκεια των αναλύσεων στα λουκάνικα αγγλικού τύπου σε συσκευασία υπό κενό, απλά, συνδιασμού HPP και υπο κενό και σε συσκευασία τροποποιημένης ατμόσφαιρας.



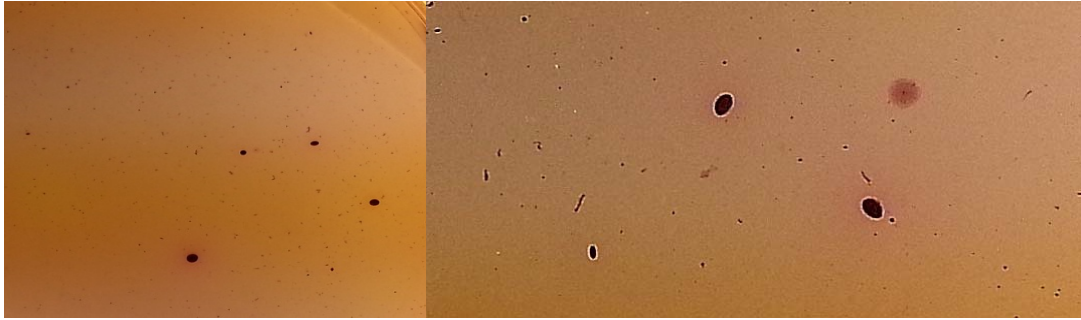


Από την πιο πάνω γραφική παράσταση, παρατηρούμε πως κατά την πρώτη μέρα ανάλυσης η συσκευασία συνδιασμού HPP και υπό κενό είχε περίπου 2 log<sub>10</sub>CFU/g λιγότερους από τις υπόλοιπες συσκευασίες. Κατά την 2<sup>η</sup> εβδομάδα αποθήκευσης τους τα προϊόντα τα οποία δεν είχαν την συσκευασία συνδιασμού HPP και υπό κενό παρουσίαζαν συνεχώς αυξανόμενο επίπεδο ολικών μικροοργανισμών. Αντίθετα τα προϊόντα συσκευασίας συνδιασμού HPP και υπό κενό διατήρησαν τα επίπεδα ολικών μικροοργανισμών περίπου σταθερα μέχρι και τις 18-07-2014. Όταν τα επίπεδα ολικής μικροβιακής χλωρίδας είναι υψηλότερα από 6 log<sub>10</sub>CFU/g τότε αναπτύσσεται δυσάρεστη οσμή και αλλοίωση, έτσι το προϊόν μπορεί να ταυτιστεί με το νωπό.

**Εικόνα 7:Αποτελέσματα καταμέτρησης Enterobacteriaceae (log<sub>10</sub>CFU/g ) κατά τη διάρκεια των αναλύσεων στα λουκάνικα αγγλικού τύπου σε συσκευασία υπό κενό, απλά, συνδιασμού HPP και υπο κενό και σε συσκευασία τροποποιημένης ατμόσφαιρας.**



Από την πιο πάνω γραφική παράσταση, παρατηρούμε πως κατά την πρώτη μέρα ανάλυσης όλοι οι τύποι συσκευασίας έχουν σχετικά χαμηλά επίπεδα *Enterobacteriaceae*. Κατά την διάρκεια αποθήκευσης την μεγαλύτερη αύξηση παρουσίασε το προϊόν απλης συσκευασίας το οποίο αυξήθηκε κατά 4 (log<sub>10</sub>CFU/g ) σε σχέση με την αρχική τους συγκέντρωση. Αντίθετα, τα προϊόντα συσκευασίας υπό κενό και συνδιασμού HPP και υπό κενό κατά την διάρκεια αποθήκευσης τους παρουσίασαν πολύ μικρή αύξηση, κατά 1 (log<sub>10</sub>CFU/g ) περίπου, σε σχέση με την αρχική τους συγκέντρωση.



**Εικόνα 8:** Φωτογραφία καταμέτρησης αποικιών της οικογένειας *Enterobacteriaceae* σε υγρό θρεπτικό υπόστρωμα Violet Red Bile Agar.

## 6.2 Φυσικοχημική Ανάλυση

### 6.2.1 Αποτελέσματα προσδιορισμού χρώματος

Με το χρωματόμετρο προσδιορίστηκε το βασικό χρώμα και το επίχρωμα, εκφρασμένα με τις τιμές  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  της κλίμακας Hunter.

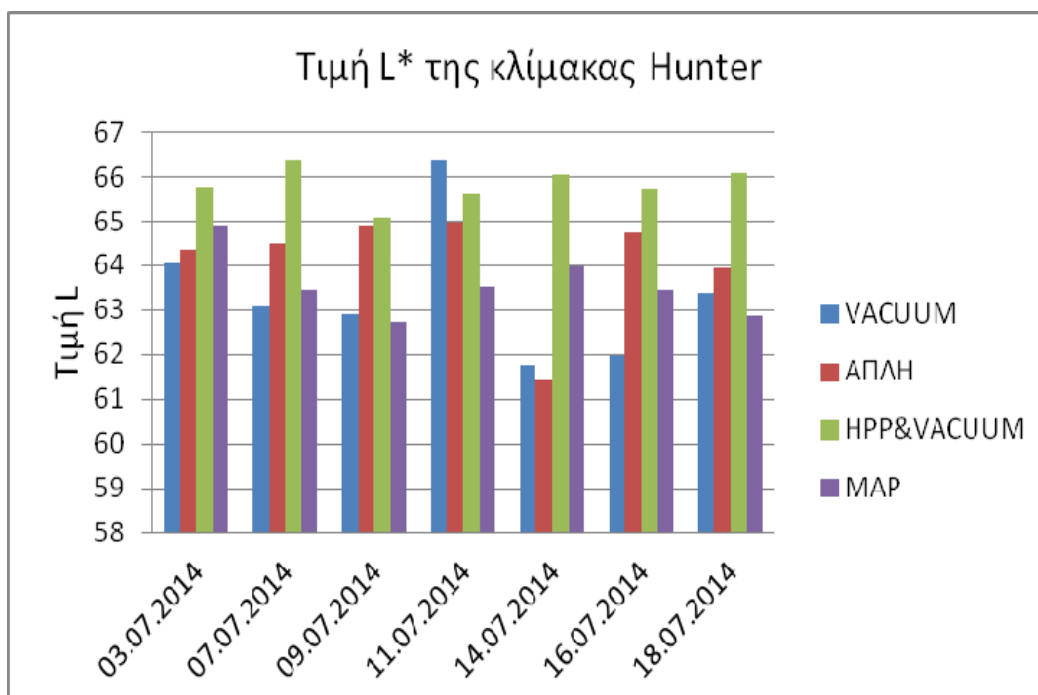
- Τιμή  $L^*$ : διαβάθμιση του χρώματος από μαύρο έως άσπρο (λαμπερότητα ή φωτεινότητα)
- Τιμή  $a^*$ : διαβάθμιση χρώματος από πράσινο ( $-a^*$ ) έως κόκκινο ( $+a^*$ )
- Τιμή  $b^*$ : διαβάθμιση χρώματος από μπλε ( $-b^*$ ) έως κίτρινο ( $+b^*$ )

Για τον προσδιορισμό κάθε τιμής χρειάστηκαν τρεις επαναλύσεις. Στα πιο κάτω αποτελέσματα φαίνεται ο μέσος όρος των επαναλύσεων και η τυπική απόκλιση.

**Πίνακας 12:** Αποτελέσματα μέτρησης της διαβάθμισης του χρώματος από μαύρο έως άσπρο, τιμές  $L^*$  της κλίμακας Hunter.

Ημερομηνία ανάλυσης	VACUUM	ΑΠΛΗ	HPP&VACUUM	MAP
03.07.2014	64.06 ±0.59	64.37±0.71	65.76±0.17	64.90±0.53
07.07.2014	63.1 ± 0.50	64.48±1.3	66.37±0.28	64.65±0.73
09.07.2014	62.9±1.29	64.89±0.67	65.08±0.42	64.29±0.87
11.07.2014	66.35±0.62	64.97±0.53	65.59±1.28	65.64±0.09
14.07.2014	61.77±0.94	61.43±0.58	66.06±0.16	63.09±1.07
16.07.2014	61.97±0.84	64.72±0.69	65.69±0.36	64.13±0.97
18.07.2014	63.38±0.49	63.93±0.53	66.09±0.56	64.47±0.45

Εικόνα 9: Αποτελέσματα μέτρησης της διαβάθμισης του χρώματος από μαύρο έως άσπρο.



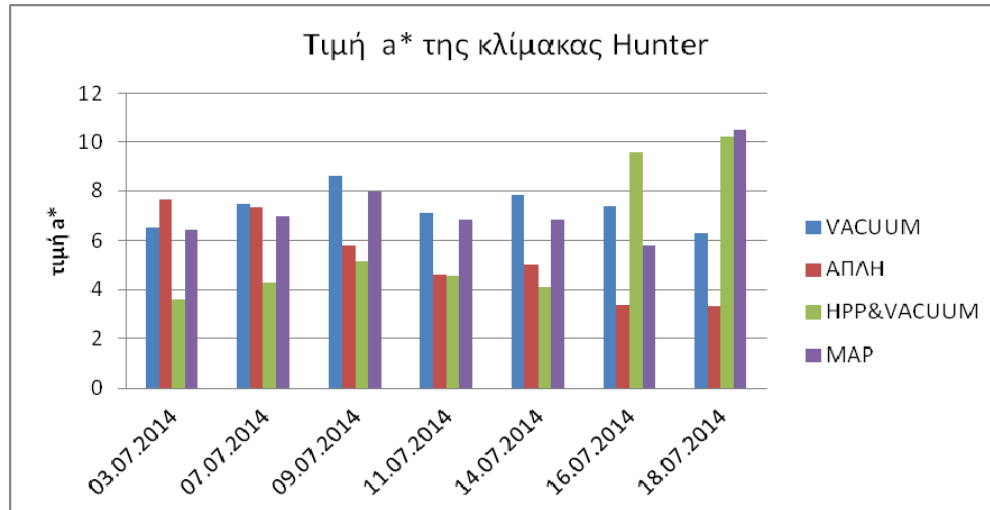
Από την πιο πάνω γραφική παράσταση παρατηρούμε ότι το προϊόν συσκευασίας συνδιασμού HPP και υπό κενό διατηρεί λαμπερό και φωτεινό το χρώμα του με το πέρασμα του χρόνου. Αντίθετα, τα προϊόντα συσκευασίας υπό κενό και απλής συσκευασίας φαίνεται να μειώνουν την φωτεινότητα και λαμπερότητα τους με το πέρασμα του χρόνου. Κατά την τελευταία μέρα ανάλυσης παρατηρούμε ότι το προϊόν συσκευασίας συνδιασμού HPP και υπό κενό διατήρησε σημαντικά την λαμπερότητα και φωτεινότητά του σε αντίθεση με τα υπόλοιπα προϊόντα τα οποία παρουσίασαν μικρή μείωση.

Πίνακας 13: Αποτελέσματα μέτρησης της διαβάθμισης του χρώματος από πράσινο (-a\*) έως κόκκινο (+a\*), τιμές a\* της κλίμακας Hunter.

Ημερομηνία ανάλυσης	VACUUM	ΑΠΛΗ	HPP&VACUUM	ΜΑΡ
03.07.2014	6.54±1.10	7.64±0.7	3.61±0.08	6.43±0.26
07.07.2014	7.46±0.36	7.34±0.6	4.30±0.23	7.01±0.03
09.07.2014	8.59±0.40	5.79±0.72	5.17±0.28	7.95±0.90
11.07.2014	7.13±0,5	4.63±0.48	4.55±0.30	6.87±0.14

14.07.2014	7.83±0,47	5.00±0.11	4.11±0.25	6.84±0.13
16.07.2014	7.39±0,40	3.36±0.28	9.6±0.35	5.78±0.45
18.07.2014	6.29±0.38	3.3±1.16	10.22±0.24	10.50±0.31

**Εικόνα 10:** Αποτελέσματα μέτρησης της διαβάθμισης του χρώματος από πράσινο (-a\*) έως κόκκινο (+a\*).



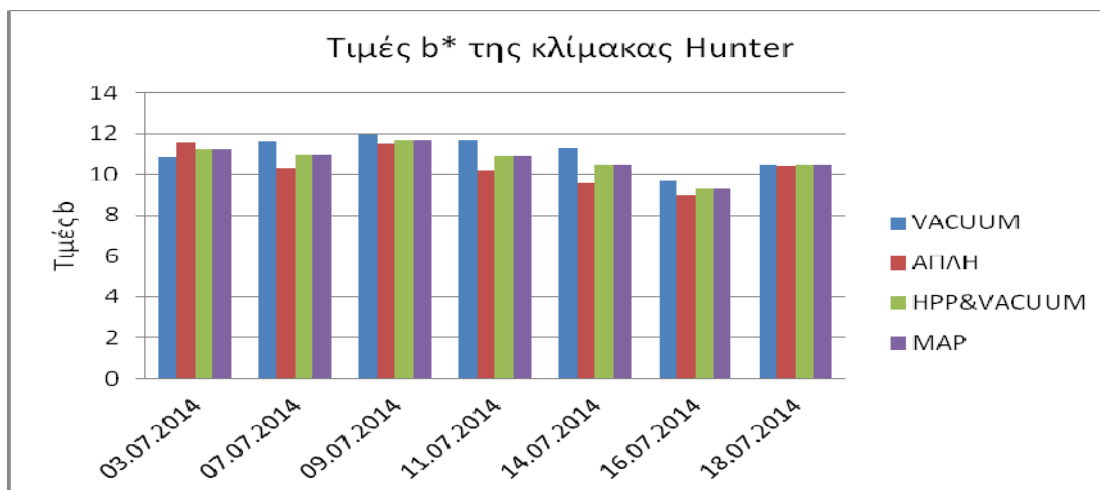
Από την πιο πάνω γραφική παράσταση παρατηρούμε πως το κόκκινο χρώμα στο προϊόν γίνεται όλο και πιο έντονο με το πέρασμα του χρόνου στις συσκευασίες τροποποιημένης ατμοσφαιρας και συνδιασμου HPP και υπό κενό ενώ μειώνεται όταν το προϊόν συσκευάζεται σε απλή συσκευασία. Η ερυθρότητα του προϊόντος συσκευασίας υπό κενό παρατηρούμε ότι ακολουθεί φθίνουσα πορεία κατά την διάρκεια αποθήκευσής του.

**Πίνακας 14:** Αποτελέσματα μέτρησης της διαβάθμισης του χρώματος από μπλε (-b\*) έως κίτρινο (+b\*), τιμές b\* της κλίμακας Hunter.

Ημερομηνία ανάλυσης	VACUUM	ΑΠΛΗ	HPP&VACUUM	MAP
03.07.2014	10.88±0.23	11.57±0.38	11.23±0.51	11.23±0.55
07.07.2014	11.62±0.18	10.3±0.84	10.96±0.31	10.96±0.25
09.07.2014	11.93±0.61	11.47±1.29	11.69±0.10	11.69±0.31
11.07.2014	11.69±0.32	10.17±0.91	10.93±0.96	10.93±0.38

14.07.2014	11.27±0.75	9.58±0.35	10.43±0.28	10.43±0.56
16.07.2014	9.65±0.55	9.01±0.14	9.33±0.35	9.33±0.16
18.07.2014	10.45±0.94	10.41±0.36	10.43±0.24	10.43±0.31

Εικόνα 11: Αποτελέσματα μέτρησης της διαβάθμισης του χρώματος από μπλε (-b\*) έως κίτρινο (+b\*).



\*\*Με βάση την πιο πάνω γραφική παράσταση, συμπεραίνουμε ότι δεν υπάρχει αξιολογημένη διαφορά μεταξύ των τιμών b\* των προϊόντων διαφορετικών τύπων συσκευασίας.

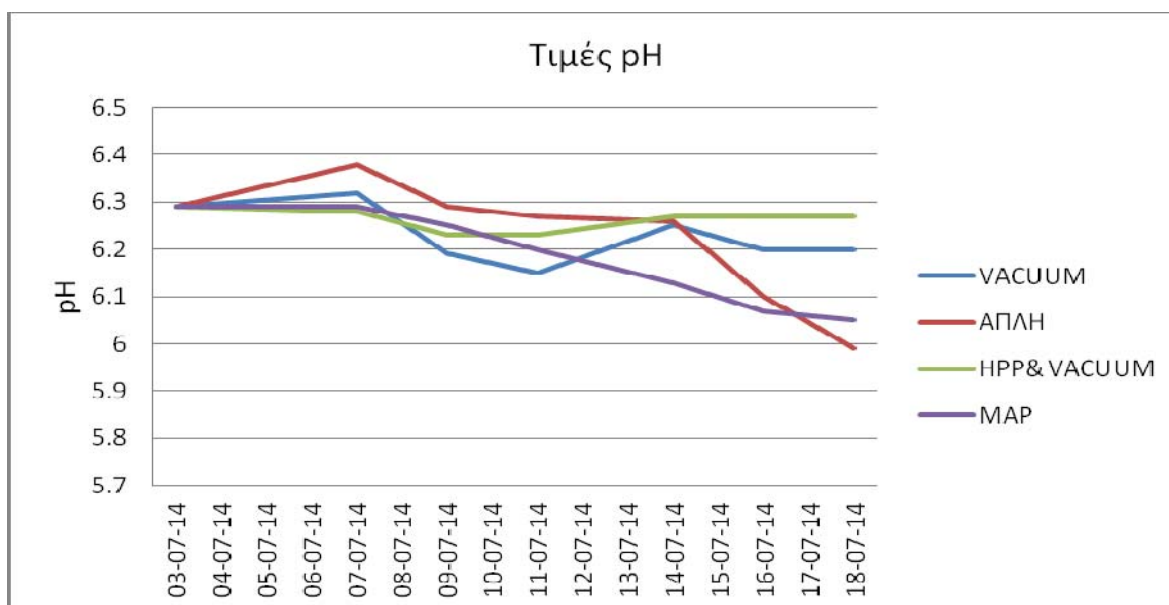
## 6.2.2 Αποτελέσματα μέτρησης pH

Πίνακας 15: Αποτελέσματα μέτρησης της τιμής του pH στα προϊόντα διαφορετικής συσκευασίας κατά την διάρκεια αποθήκευσής τους.

Ημερομηνία ανάλυσης	VACUUM	ΑΠΛΗ	HPP& VACUUM	MAP
03-07-14	6.29	6.29	6.29	6.29
07-07-14	6.32	6.38	6.28	6.29
09-07-14	6.19	6.29	6.23	6.25
11-07-14	6.15	6.27	6.23	6.20
14-07-14	6.25	6.26	6.27	6.13

16-07-14	6.2	6.1	6.27	6.07
18-07-14	6.2	5.99	6.27	6.05

**Εικόνα 12:** Σύγκριση των τιμών pH μεταξύ των τεσσάρων διαφορετικών τύπων συσκευασίας κατά τη διάρκεια αποθήκευσης τους.



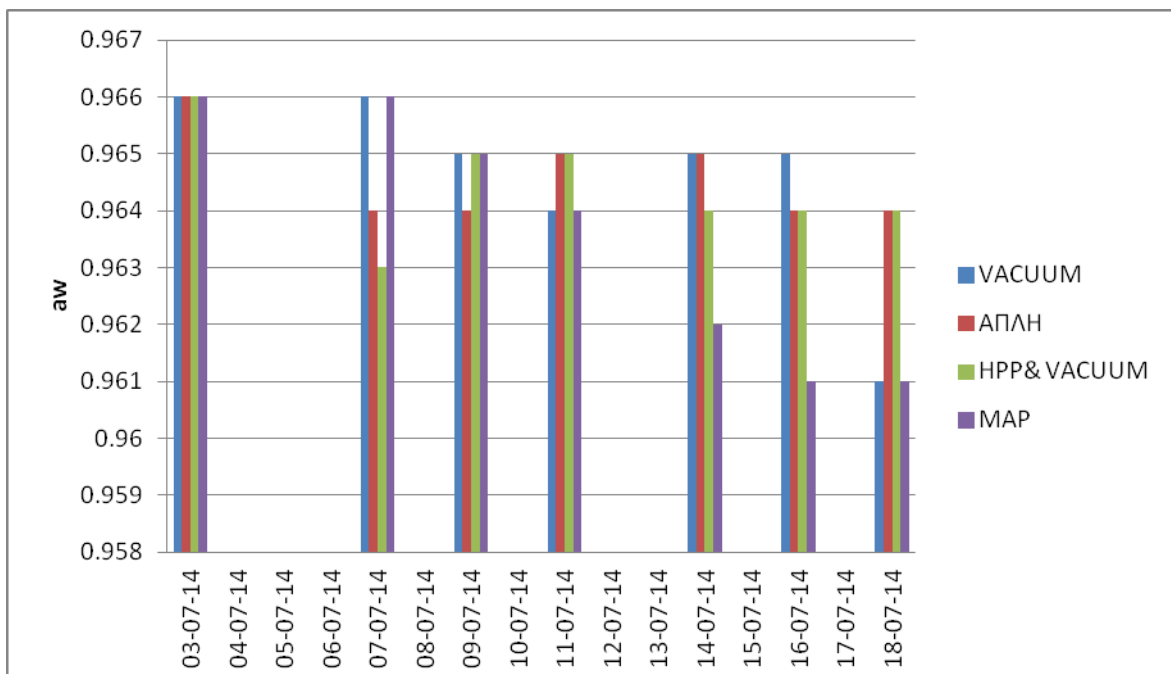
Από την πιο πάνω γραφική παράσταση, παρατηρούμε ότι η τιμή του pH στα λουκάνικα αγγλικού τύπου επηρεάζεται από τον τρόπο συσκευασίας. Κατά την πρώτη μέρα μέτρησης οι τιμές του pH ήταν οι ίδιες για όλους τους τύπους συσκευασίας ενώ κατά την τελευταία μέρα μέτρησης κυμαίνονταν από 5,99-6,34. Με την πιο πάνω διαπίστωση συμπεραίνουμε ότι οι τιμές pH μειώθηκαν κατά την διάρκεια αποθήκευσής τους, γεγονός που πιθανόν να οφείλεται στην ανάπτυξη μικροοργανισμών. Οι τιμές pH του προϊόντος απλής συσκευασίας παρουσιάζουν την σημαντικότερη μείωση κατά την διάρκεια αποθήκευσής τους. Αντίθετα οι τιμές pH των προϊόντων συσκευασίας υπό κενό, σινδιασμού HPP και υπό κενό και τροποποιημένης ατμόσφαιρας παρουσιάζουν πολύ μικρή μείωση κατά την διάρκεια αποθήκευσής τους. Την μικρότερη μείωση στην τιμή του pH φαίνεται να έχει το προϊόν συσκευασίας συνδιασμού HPP και υπό κενό.

### 6.2.3 Αποτελέσματα μέτρησης ενεργότητας νερού $a_w$

**Πίνακας 16:** Αποτελέσματα μέτρησης της  $a_w$  στα προϊόντα διαφορετικής συσκευασίας κατά την διάρκεια αποθήκευσής τους.

Ημερομηνία ανάλυσης	VACUUM	ΑΠΛΗ	HPP& VACUUM	MAP
03-07-14	0.966	0.966	0.966	0.966
07-07-14	0.966	0.964	0.963	0.966
09-07-14	0.965	0.964	0.967	0.965
11-07-14	0.964	0.965	0.967	0.964
14-07-14	0.965	0.965	0.964	0.962
16-07-14	0.965	0.964	0.964	0.961
18-07-14	0.961	0.964	0.964	0.961

Εικόνα 13: Σύγκριση των τιμών  $a_w$  μεταξύ των τεσσάρων διαφορετικών τύπων συσκευασίας κατά τη διάρκεια αποθήκευσης τους.



Με βάση την πιο πάνω γραφική παράσταση παρατηρούμε ότι την πρώτη μέρα όλα τα προϊόντα είχαν την ίδια τιμή  $a_w$ . Την τελευταία μέρα παρατηρούμε πως τα επίπεδα  $a_w$  των προϊόντων συσκευασίας υπό κενό και τροποποιημένης ατμόσφαιρας μειώθηκαν σημαντικά.

## 7 Συζήτηση

Τα λουκάνικα αγγλικού τύπου αποτελούν ένα δύσκολο προϊόν λόγω του ότι δεν γίνεται προσθήκη νιτρωδών, γεγονός το κάνει πολύ ευαίσθητο σε μολύνσεις. Έτσι προέκυψε η ανάγκη μελέτης εναλλακτικών μεθόδων που επεκτείνουν την διάρκεια ζωής και διατηρούν την ασφάλεια του προϊόντος. Αυτός ήταν και ο σκοπός αυτής της μελέτης, η επιλογή της κατάλληλης συσκευασίας για τα λουκάνικα αγγλικού τύπου.

Στην παρούσα μελέτη έχουμε αξιολογήσει την αποδοτικότητα της συσκευασίας υπό κενό, της απλής συσκευασίας, της συσκευασίας συνδιασμού HPP και υπό κενό και της συσκευασίας υπό τροποποιημένη ατμόσφαιρα (80% O<sub>2</sub>, 20% CO<sub>2</sub>) σε λουκάνικα αγγλικού τύπου. Όλα τα δείγματα αποθηκεύτηκαν στους 4°C για περίπου δύο εβδομάδες και αναλύονταν κάθε δύο ημέρες για τις ακόλουθες παραμέτρους: : ολική μικροβιακή χλωρίδα, *E.coli*, *Enterobacteriaceae*, ενεργότητα νερού, pH και χρώμα.

Ως προς την μελέτη της ολικής μικροβιακής χλωρίδας παρατηρούμε ξεκάθαρα την υψηλή αποδοτικότητα της συσκευασίας συνδιασμού HPP και υπό κενό σε σχέση με τις υπόλοιπες συσκευασίες. Την πρώτη μέρα ανάλυσης το προϊόν συσκευασίας συνδιασμού HPP και υπό κενό είχε περίπου 2 log<sub>10</sub>CFU/g λιγότερους σε σχέση με τις υπόλοιπες συσκευασίες. Την τελευταία μέρα ανάλυσης όπως παρατηρήσαμε, τα πιο πάνω αποτελέσματα ήταν ακόμα πιο ξεκάθαρα αφού το προϊόν συσκευασίας συνδιασμού HPP και υπό κενό είχε 4 log<sub>10</sub>CFU/g λιγότερους από την απλή συσκευασία, 3 log<sub>10</sub>CFU/g λιγότερους από την συσκευασία υπό τροποποιημένη ατμόσφαιρα και 2 log<sub>10</sub>CFU/g λιγότερους από την συσκευασία υπό κενό. Με βάση τα πιο πάνω αποτελέσματα συμπεραίνουμε ότι η εφαρμογή HPP έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της διατηρησιμότητας του προϊόντος στο ράφι.

Με βάση τα αποτελέσματα της καταμέτρησης των *Enterobacteriaceae*, παρατηρούμε μια ξεκάθαρη απεικόνιση από τη επίδραση της HPP στο προϊόν. Την πρώτη μέρα ανάλυσης το προϊόν συσκευασίας συνδιασμού HPP και υπό κενό είχε το χαμηλότερο επίπεδο (1 log<sub>10</sub>CFU/g) *Enterobacteriaceae* σε σχέση με τις υπόλοιπες συσκευασίες. Κατά την τελευταία μέρα ανάλυσης το επίπεδο των *Enterobacteriaceae* αυξήθηκε μόλις 1 log<sub>10</sub>CFU/g σε αντίθεση με το επίπεδο του προϊόντος απλής συσκευασίας που αυξήθηκε περίπου 3.5 log<sub>10</sub>CFU/g.



Παρόμοια μελέτη είχαν κάνει οι Josef Kamenik et al. (2015) οι οποίοι ανέλυσαν την αποδοτικότητα της HPP σε λουκάνικα που συσκευάστηκαν υπό κενό και υπό τροποποιημένη ατμόσφαιρα σε σχέση με λουκάνικα ίδιας συσκευασίας χωρίς όμως την εφαρμογή HPP. Το ολικό μικροβιακό φορτίο των προϊόντων που δεν επεξεργάστηκαν με HPP ήταν υψηλότερο (μεταξύ 2.5 log<sub>10</sub>CFU/g και 2.9 log<sub>10</sub>CFU/g) και έφθασαν περίπου στους 4-5 log<sub>10</sub>CFU/g στο τέλος. Αντίθετα το επίπεδο του ολικού μικροβιακού φορτίου των προϊόντων που επεξεργάστηκαν με HPP (600 MPa/5 minutes) μειώθηκε κατά την διάρκεια των 35 ημερών αποθήκευσης από μια αρχική προσέγγιση 2 log<sub>10</sub>CFU/g σε τουλάχιστον 1.3 log<sub>10</sub>CFU/g. Ο αριθμός των μικροβίων της οικογένειας *Enterobacteriaceae* ήταν κάτω από το όριο ανίχνευσης (1 log<sub>10</sub>CFU/g) σε όλα τα δείγματα που εξετάστηκαν (Kamenik et al. n.d.).

Πολλές μελέτες διεξήχθησαν σε προϊόντα που επεξεργάστηκαν με HPP ως προς την επίδραση της μεθόδου σε διάφορους μικροοργανισμούς, συμπεριλαμβανομένων και των μικροοργανισμών που μελετήθηκαν στην παρούσα έρευνα και στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των προϊόντων. Επιπλέον πολλοί ερευνητές μελέτησαν την επίδραση συνεργιστικών παραγόντων μαζί με την HPP ως προς την καλύτερη αποικοδόμηση των μικροοργανισμών.

Σε έρευνα που έγινε σε χοιρινό ομογενοποιημένο κρέας όπου επεξεργάστηκε με HPP, στα 400 MPa και 25° C για 10 λεπτά, μειώνονται κατά τουλάχιστον 6 log<sub>10</sub>CFU/g οι πληθυσμοί των *E.coli*, *Campylobacter jejuni*, *Pseudomonasaeruginosa*, *Salmonella typhimurium*, *Yersinia enterocolitica*, *Saccharomyces cerevisiae* και *Candida utilis* που ενοφθαλμίστηκαν σε 10<sup>6</sup> – 10<sup>7</sup> cfu/g (Garriga et al. 2004).

Ο Diez et al. (2009) μελέτησαν την παράταση της διατηρησιμότητας λουκανικών (Morcilla de Burgos) που επεξεργάστηκαν με HPP 600 MPa/10 λεπτά σε θερμοκρασία 17 °C, από τις 2-3 εβδομάδες στις 4. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της μελέτης η τεχνολογία HPP είναι αποτελεσματική στην αναστολή των gram (-) βακτηρίων, όμως οι gram (+) μικροοργανισμοί είναι περισσότερο ανθεκτικοί στην HPP (Diez et al. 2009).

Σε έρευνα που έγινε σε ζαμπόν που επεξεργάστηκε με HPP, στα 6000bar για 6 λεπτά στους 31 °C, παρατηρήθηκε ότι οι ζύμες αναπτύσσονται πάνω από 3 log<sub>10</sub>CFU/g κατά την διάρκεια αποθήκευσης 120 ημερών στα μη επεξεργασμένα προϊόντα, ενώ τα HPP προϊόντα ήταν απαλλαγμένα με αποτέλεσμα <10 cfu/g, κατά την διάρκεια όλης της έρευνας. Ως προς το *E.coli* και *S. aureus*, τα αποτελέσματα έδειξαν ήταν <10 cfu/g και <10<sup>2</sup> cfu/g αντίστοιχα και

για τα προϊόντα HPP και για τα non HPP. Η *L. monocytogenes* και η *Salmonella spp.* Απουσίαζαν από όλα τα δείγματα καθ' όλη τη διάρκεια της έρευνας (Garriga et al. 2004).

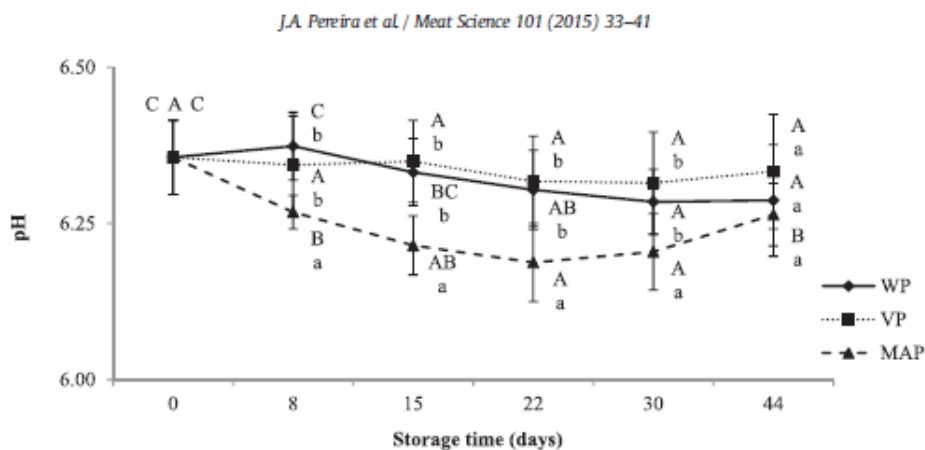
Ο Del Olmo et al. (2014b) μελέτησαν την επίδραση της HPP σε προϊόντα "Lacón" από χοιρινό μπούτι. Μέτρησαν τιμές ολικής μικροβιακής χλωρίδας από  $1.76 \log_{10}\text{CFU/g}$  μετά την εφαρμογή 600 MPa/5 λεπτά σε σύγκριση με  $3.83 - 3.85 \log_{10}\text{CFU/g}$  σε προϊόντα που συσκευάστηκαν υπό τροποποιημένη ατμόσφαιρα ή υπό κενό. Μετά από 30 ημέρες αποθήκευσης ο πληθυσμός των μικροοργανισμών των HPP προϊόντων αυξήθηκε σε  $5.36 \log_{10}\text{CFU/g}$ , ενώ στα non HPP προϊόντα ο πληθυσμός ήταν μεγαλύτερος από  $8 \log_{10}\text{CFU/g}$  (del Olmo et al. 2014).

Όπως φαίνεται από τα αποτελέσματα του προσδιορισμού χρώματος της παρούσας μελέτης, το προϊόν συσκευασίας συνδυασμού HPP και υπό κενό διατηρεί λαμπερό και φωτεινό το χρώμα του καθ' όλη την διάρκεια της ανάλυσης ενώ στα προϊόντα διαφορετικής συσκευασίας φαίνεται να αλλοιώνεται το χρώμα. Η τιμή  $L^*$  του προϊόντος συσκευασίας συνδυασμού HPP και υπό κενό διακυμάνθηκε από  $65.76 \pm 0.17$  μέχρι  $66.09 \pm 0.56$ . Από τα αποτελέσματα προσδιορισμού της τιμής  $a^*$  συμπεραίνουμε ότι το προϊόν συσκευασίας συνδυασμού HPP και υπό κενό με το πέρασμα του χρόνου αύξανε την τιμή  $a^*$ , δηλαδή διατηρούσε την ερυθρότητά του σε σύγκριση με τα υπόλοιπα προϊόντα διαφορετικής συσκευασίας.

Ως προς την μελέτη των τιμών του pH και της  $a_w$ , παρατηρούμε ότι την μικρότερη μείωση στην τιμή του pH είχε το προϊόν συσκευασίας συνδυασμού HPP και υπό κενό ενώ στην  $a_w$  την μικρότερη μείωση είχε το προϊόν συσκευασίας συνδυασμού HPP και υπό κενό και το προϊόν απλής συσκευασίας.

Οι J. A. Pareira et al. (2015) σε έρευνα που έκαναν σε λουκάνικα (Morcela de Arroz) συσκευασίας υπό κενό, απλής συσκευασίας και συσκευασία υπό τροποποιημένη ατμόσφαιρα ( $80\% \text{CO}_2$  ΚΑΙ  $20\% \text{N}_2$ ) παρατήρησαν με το πέρασμα του χρόνου την σημαντικότερη μείωση στην τιμή του pH παρουσιάζουν τα προϊόντα συσκευασμένα υπό τροποποιημένη ατμόσφαιρα ενώ την μικρότερη μείωση παρουσιάζουν τα προϊόντα συσκευασμένα υπό κενό (Pereira et al. 2015).

**Πίνακας 17: Η επίδραση της συσκευασίας και του χρόνου αποθήκευσης στους 4°C±1 στο pH.**



Σε έρευνα που έγινε σε φρέσκα λουκάνικα βοδινού κρέατος, τα οποία είχαν διαφορετική περιεκτικότητα λίπους και ελαιολάδου παρατήρησαν ότι η λαμπερότητα και η φωτεινότητα του χρώματος διατηρήθηκε καλύτερα στα λουκάνικα περιεκτικότητας 75% λίπους και 20% ελαιολάδου. Στον προσδιορισμό της τιμής  $a^*$  και  $b^*$  δεν παρατηρήθηκε κάποια διαφορά μεταξύ των προϊόντων διαφορετικής σύστασης (Triki et al. 2013).

Οι M. Mor-Mur και J. Yuste (2002) μελέτησαν τις διαφορές που προκύπτουν ως προς τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά φρέσκων λουκανικών που επεξεργάστηκαν με: HPP (500MPa/ 5 minutes, 65°C), HPP (500MPa/ 15 minutes, 65°C), υψηλή θερμοκρασία (80-85°C για 40 λεπτά) και μη επεξεργασμένα. Με βάση τα αποτελέσματά τους δεν παρατήρησαν σημαντική διαφορά μεταξύ των τεσσάρων διαφορετικών τύπων λουκανικών. Επιπλέον παρατήρησαν ότι η συνολική διαφορά του χρώματος ήταν υψηλότερη στα προϊόντα HPP από τα προϊόντα θερμικής επεξεργασίας (Mor-Mur & Yuste 2003).

**Πίνακας 18: Οι παραμέτροι του χρώματος στα θερμικά επεξεργασμένα και επεξεργασμένα με HPP λουκάνικα.**

	$L$ value <sup>b</sup>	$a$ value <sup>c</sup>	$b$ value <sup>d</sup>	$\Delta E$ <sup>e</sup>
Untreated	52.36	8.70	8.55	
Heat-treated	52.35	8.75	8.64	0.11
Pressurised (5 min)	51.61	8.78	8.72	0.77
Pressurised (15 min)	51.74	8.78	8.71	0.64

<sup>a</sup>  $n = 12$ .

<sup>b</sup>  $L$  value: lightness. Least significant difference (LSD) = 0.771.

<sup>c</sup>  $a$  value: redness. LSD = 0.315.

<sup>d</sup>  $b$  value: yellowness. LSD = 0.194.

<sup>e</sup>  $\Delta E$ : total colour difference (between untreated and treated samples),  $\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2}$ .

Σε μια άλλη έρευνα πάνω σε λουκάνικα φρέσκου χοιρινού κρέατος χαμηλής περιεκτικότητας σε λιπαρά παρατηρήθηκε αυξημένη φωτεινότητα και κιτρινίλας και μειωμένη ερυθρότητα με την αύξηση της περιεκτικότητας του λίπους (Ahmed et al. 1990).

Οι Hayes et al. (2011) παρατήρησαν μείωση της ερυθρότητας σε χοιρινά λουκάνικα που αποθηκεύτηκαν στους 4°C, αν και η διακύμανση της φωτεινότητας κατά την διάρκεια αποθήκευσης των προϊόντων επηρεαζόταν από την σύσταση του προϊόντος (Hayes et al. 2011).

## 8 Επίλογος

Με βάση τα μικροβιολογικά και φυσικοχημικά αποτελέσματα αυτής της εργασίας, προκύπτουν κάποια συμπεράσματα, τα οποία μπορούν να ληφθούν υπόψη τόσο από τους ενεργούς ερευνητές, όσο και από μελλοντικούς ερευνητές. Το σημαντικότερο συμπέρασμα είναι ότι η συσκευασία συνδυασμού HPP και υπό κενό αυξάνει την διάρκεια ζωής του προϊόντος στο ράφι και διατηρεί τα οργανοληπτικά του χαρακτηριστικά όσο το δυνατόν πιο σταθερά. Μέσα από την βιβλιογραφία προκύπτει πως υπάρχουν πάρα πολλές έρευνες ως προς την επίδραση της HPP στην διάρκεια ζωής διάφορων προϊόντων στο ράφι ενώ πολύ λιγότερες φαίνεται να είναι οι έρευνες ως προς την επίδραση της HPP στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά διάφορων προϊόντων. Μέσα από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας πρέπει να αναφερθεί πως θα ήταν καλύτερα να μελετηθούν περισσότερο οι παράγοντες που μπορεί να επηρεαστούν από την τεχνολογία HPP. Επιπλέον αξίζει να μελετηθούν νέες τεχνολογίες και πρόσθετες ουσίες οι οποίες διατηρούν τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά και την ασφάλεια του προϊόντος, όπως το μονοξειδίο του άνθρακα.

Αξίζει να σημειωθεί πως η εταιρία Γρηγορίου, με βάση τα Κυπριακά δεδομένα βιομηχανίας τροφίμων, πρωτοπορεί μέσα από αυτή τη δυναμική καινοτομία (συσκευασία συνδυασμού HPP και υπό κενό), αφού αποδείχτηκε μέσα από διάφορες έρευνες ότι η HPP δεν υποβαθμίζει την θρεπτική αξία των τροφίμων (Grossi et al. 2011) ενώ μειώνει την ανάγκη πρόσθετων υλών, χωρίς να μειώνεται η διάρκεια ζωής των προϊόντων (Huang et al. 2014).

## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ahmed, P.O. et al., 1990. Physical and Sensory Characteristics of Low Fat Fresh Pork Sausage Processed with Various Levels of Added Water. *Journal of Food Science*, 55(3), pp.625–628.
- Diez, A.M. et al., 2009. Effectiveness of combined preservation methods to extend the shelf life of Morcilla de Burgos. *Meat science*, 81(1), pp.171–177.
- Ellis, D.I. & Goodacre, R., 2001. Rapid and quantitative detection of the microbial spoilage of muscle foods: current status and future trends. *Trends in Food Science & Technology*, 12(11), pp.414–424.
- Forsythe, S.J., 2010. *The microbiology of safe food.*, Chichester, West Sussex, U.K. ; Ames, Iowa : Blackwell Pub., 2010. Available at: <https://vpn.cut.ac.cy/>.
- Garriga, M. et al., 2004. Microbial inactivation after high-pressure processing at 600 MPa in commercial meat products over its shelf life. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 5(4), pp.451–457.
- Grossi, A. et al., 2011. Synergistic cooperation of high pressure and carrot dietary fibre on texture and colour of pork sausages. *Meat science*, 89(2), pp.195–201.
- Hayes, J.E. et al., 2011. Evaluation of the effects of selected plant-derived nutraceuticals on the quality and shelf-life stability of raw and cooked pork sausages. *LWT-Food Science and Technology*, 44(1), pp.164–172.
- Honikel, K.O., 1998. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat science*, 49(4), pp.447–457.
- Huang, H.-W. et al., 2014. Responses of microorganisms to high hydrostatic pressure processing. *Food Control*, 40, pp.250–259.
- Kameník, J. et al., The effect of high pressure on the microbiological quality and other characteristics of cooked sausages packed in a modified atmosphere or vacuum. *Food Control*, (0). Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095671351500208X>.
- Madigan, M.T. et al., 2004. *Brock Biología de los microorganismos*, prentice hall.
- Mor-Mur, M. & Yuste, J., 2003. High pressure processing applied to cooked sausage manufacture: physical properties and sensory analysis. *Meat Science*, 65(3), pp.1187–1191.
- Nychas, G.-J.E. et al., 2008. Meat spoilage during distribution. *Meat science*, 78(1-2), pp.77–89.

- Nychas, G.J.E., Skandamis, P.N. & Sofos, J.N., 2005. Fresh meat spoilage and modified atmosphere packaging (MAP). *Improving the safety of fresh meat*, pp.461–502.
- Nychas, G.J. E.; Marshall, D. L.; Sofos, J.N., 2007. *Meat, poultry and seafood. Food microbiology: fundamentals and frontiers* L. R. Doyle, M. P.;Beuchat, ed.,
- Del Olmo, A., Calzada, J. & Nuñez, M., 2014. Effect of high-pressure-processing and modified-atmosphere-packaging on the volatile compounds and odour characteristics of sliced ready-to-eat “lacón”, a cured–cooked pork meat product. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 26, pp.134–142.
- Pereira, J.A. et al., 2015. Effect of packaging technology on microbiological and sensory quality of a cooked blood sausage, Morcela de Arroz, from Monchique region of Portugal. *Meat science*, 101, pp.33–41.
- Scientific, T. & Products, M., Making food safer according to ISO methods.
- Seuss, I., 1990. The nutritional value of meat and meat products. A critical look at their constituents as compared with other foods. *Fleischwirtschaft*, 70(12), pp.1444–1447.
- Triki, M. et al., 2013. Effect of preformed konjac gels, with and without olive oil, on the technological attributes and storage stability of merguez sausage. *Meat science*, 93(3), pp.351–360.
- Ανυφαντάκης, Ε.Μ., 2004. *Τυροκομία : χημεία, φυσικοχημεία, μικροβιολογία.*, Αθήνα : Αθ. Σταμούλης, c2004. Available at: <https://vpn.cut.ac.cy/>.
- Γαϊτής, Φ., 2010. *Μικροβιολογικά κριτήρια για τα τρόφιμα.*, Αθήνα : ΕΤΑΤ, [20--?]. Available at: <https://vpn.cut.ac.cy/>.
- Γιωργάκης, Σ. Α. 2005, *Το κρέας και τα προϊόντα το.* Σύγχρονη παιδεία, Θεσσαλονίκη.
- Κώδικας Τροφίμων και Ποτών 2004, *Κρέας και προϊόντα με βάση το κρέας*, Γ. Αλυσανδράτος, σς 889-929.
- Μπαλατσούρας, Γ.Δ., 2006. *Μικροβιολογία τροφίμων.*, Αθήνα : Έμβρυο, c2006. Available at: <https://vpn.cut.ac.cy/>.
- Μπεζιρτζόγλου, Ε., 2004. *Μικροβιολογία τροφίμων και πεπτικού συστήματος.*, Αθήνα : Παρισσιανού, c2004. Available at: <https://vpn.cut.ac.cy/>.
- Μπλούκας, Ι.Γ., 2007. *Τεχνολογία κρέατος.*, Αθήνα : Αθ. Σταμούλης, c2007. Available at: <https://vpn.cut.ac.cy/>.

