

**ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ  
ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ**

**ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ**

**«Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΤΗΓΑΝΙΣΜΑΤΟΣ ΣΤΑ ΠΟΙΟΤΙΚΑ  
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΣΙΠΣ ΠΟΥ ΠΡΟΕΡΧΟΝΤΑΙ ΑΠΟ  
ΤΗ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΚΟΝΔΥΛΩΝ  
ΠΑΤΑΤΑΣ»**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ**

**ΜΑΡΙΑ-ΕΛΕΝΗ ΑΜΑΡΙΩΤΑΚΗ**



**ΚΑΛΑΜΑΤΑ**

**2014**

**ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ  
ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ**

**ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ**

**«Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΤΗΓΑΝΙΣΜΑΤΟΣ ΣΤΑ ΠΟΙΟΤΙΚΑ  
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΣΙΠΣ ΠΟΥ ΠΡΟΕΡΧΟΝΤΑΙ ΑΠΟ  
ΤΗ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΚΟΝΔΥΛΩΝ  
ΠΑΤΑΤΑΣ»**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ**

**ΜΑΡΙΑ-ΕΛΕΝΗ ΑΜΑΡΙΩΤΑΚΗ**

**Εξεταστική επιτροπή : Βαρζάκας Θεόδωρος (επιβλέπων)**

**ΚΑΛΑΜΑΤΑ**

**2014**

*Στους γονείς μου, Μανώλη & Άννα  
που είναι πάντα δίπλα μου*

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Η παρούσα πτυχιακή εκπονήθηκε από την φοιτήτρια Αμαριωτάκη Μαρία-Ελένη υπό την επίβλεψη και συμπαράσταση του καθηγητή κ. Βαρζάκα Θεόδωρου. Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Αράπογλου Δημήτριο για την πολύτιμη βοήθεια και την στήριξη που μου προσέφερε καθ' όλη τη διάρκεια της διενέργειας των πειραμάτων, όπως και για την υπομονετική διάθεση που επέδειξε.

Ακόμα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Ισραηλίδη Κλεάνθη διευθυντή του οργανισμού ΕΛΓΟ Δήμητρα που μου παραχώρησε τον εργαστηριακό χώρο για την εκτέλεση πειραμάτων που ήταν βασικό κομμάτι της πτυχιακής εργασίας μου.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω όλο το προσωπικό του ΕΛΓΟ Δήμητρα που με έκαναν από την πρώτη στιγμή να νιώσω οικεία στο περιβάλλον αυτό και ήταν δίπλα μου σε ότι χρειάστηκα.

Τέλος ιδιαίτερες ευχαριστίες στον καθηγητή μου κ. Βαρζάκα Θεόδωρο που με ανέλαβε και επέλεξε το συγκεκριμένο θέμα πτυχιακής μέσω του οποίου έμαθα πολλά πράγματα πάνω στο αντικείμενο σπουδών μου και απέκτησα πολύτιμη εμπειρία σε εργαστηριακό και ερευνητικό επίπεδο. Τον ευχαριστώ πολύ που ήταν πάντοτε διαθέσιμος και πρόθυμος να με βοηθήσει για την σωστή εκπόνηση καθ' όλη την πορεία της παρούσης εργασίας



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα λίπη και τα έλαια που χρησιμοποιούνται στο τηγάνισμα επηρεάζουν με διαφορετικό τρόπο τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των βιολογικά καλλιεργημένων ποικιλιών κονδύλων πατάτας. Οι φυσικές και οι χημικές μεταβολές από το τηγάνισμα αλλοιώνουν τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά της πατάτας. Οι μεταβολές αυτές επηρεάζονται από την ποικιλία της πατάτας και από το είδος του ελαίου.

Στην παρούσα εργασία έγινε έρευνα της ποσότητας του προσροφημένου ελαίου, της υγρασίας πριν και μετά το τηγάνισμα, της οξύτητας, του αριθμού των υπεροξειδίων και της απορρόφησης στο υπεριώδες των ποικιλιών βιολογικά καλλιεργημένων κονδύλων πατάτας Sprunta, Lady Rosetta και Voyager. Για το σκοπό αυτό έγιναν εργαστηριακά πειράματα. Χρησιμοποιήθηκαν φρέσκοις πατάτες των τριών ποικιλιών, οι οποίες τηγανίστηκαν με ελαιόλαδο, αραβοσιτέλαιο και σογιέλαιο. Ο προσδιορισμός της πρόσληψης ελαίου, της μέσης υγρασίας, του αριθμού των υπεροξειδίων, των επιπέδων K232, K270, ΔΚ, των αναγόντων σακχάρων και του ακρυλαμιδίου έγινε με μετρήσεις πριν και μετά το τηγάνισμα.

Από την έρευνα προέκυψε ότι, όσον αφορά την προσρόφηση ελαίου, οι πατάτες κατά τη διάρκεια του τηγανίσματος, όταν χρησιμοποιείται ελαιόλαδο, προσροφούν στατιστικά σημαντικά μικρότερη ποσότητα, συγκριτικά με τα άλλα δύο έλαια. Η μέση αρχική υγρασία των τριών ποικιλιών μειώνεται λόγω των υψηλών θερμοκρασιών που αναπτύσσονται από το τηγάνισμα. Οι πατάτες που τηγανίστηκαν σε ελαιόλαδο, είχαν στατιστικά σημαντικά μικρότερη οξύτητα, σε σχέση με αυτές που τηγανίστηκαν στα άλλα δύο έλαια. Οι μετρούμενες τιμές για τον Αριθμό Υπεροξειδίων, ήταν μικρές, χωρίς να υπάρχουν στατιστικές διαφορές, ανάμεσα στα τρία χρησιμοποιούμενα έλαια. Οι μετρούμενες τιμές για το K232 και K270 ήταν χαμηλές, ενώ δεν σημειώθηκαν σημαντικές διαφορές, ούτε ανάμεσα στις ποικιλίες, ούτε ανάμεσα στις επεμβάσεις, αλλά ούτε και ανάμεσα στα τρία έλαια, στα οποία τηγανίστηκαν οι πατάτες. Μεγαλύτερη συγκέντρωση αναγόντων σακχάρων είχε η ποικιλία Voyager, Lady Rosetta, Sprunta, με τη χρήση σογιέλαιου σε αντίθεση με το ελαιόλαδο.

**Λέξεις Κλειδιά:** Πατάτα, οξύτητα, υπεροξειδία, διαδικασία τηγανίσματος, έλαια, ακρυλαμίδιο, σάκχαρα

## **ABSTRACT**

Fat and oil used for frying affect in a different way the qualitative characteristics of the biologically cultivated different varieties of potatoes. The natural and chemical transformations due to the frying change the organoleptic characteristics of potato. These changes are affected by the variety of potato and the type of oil.

In this present assignment we studied the quantity of the absorbed oil, the moisture before and after frying, the number of hydroperoxides and the absorption in the ultra-violet of the following varieties of biologically cultivated potatoes: Spunta, Lady Rosetta and Voyager. For this purpose we had scientific experiments. We used fresh potatoes of the above mentioned varieties, which were fried in olive oil, corn oil, oil and soya oil. The definition of the absorbed quantity of oil, the average moisture, the number of hydroperoxides, the levels K232, K270, ΔK, the reducing sugar and the acrylamid was done by measuring before and after frying.

From the study we found that, regarding the absorption of oil, potatoes during frying absorbed statistically more significant less quantity of olive oil, compared to the other two types of oil. The average initial moisture of the three varieties abates due to the high temperatures during frying. Potatoes fried in olive oil had statistically significant less acidity compared to potatoes fried in the other two oils. The enumerated levels for the number of Hydroperoxides were small without any statistically significant differences between the types of used oils. The enumerated levels of K232 and K270 were low, without noticing significant differences either between the varieties or between the three types of oils in which potatoes were fried. Greater concentration of reducing sugar had the varieties Voyager, Lady Rosetta and Spunta when we used soya oil instead of oil.

## **Keywords**

Potato, acidity, peroxide, frying process, oil, acrylamide, sugars

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	4
ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....	5
ABSTRACT.....	6
<b>1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....</b>	<b>13</b>
<b>2 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ .....</b>	<b>15</b>
2.1 ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΑ ΈΛΑΙΑ.....	15
2.1.1 Ελαιόλαδο .....	16
2.1.2 Σογιέλαιο.....	18
2.1.3 Αραβοσιτέλαιο.....	21
2.1.4 Λοιπά σπορέλαια .....	21
2.2 ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΤΑΤΑ .....	22
2.2.1 Περιγραφή.....	22
2.2.2 Χημική Ανάλυση.....	23
2.2.3 Ποικιλίες .....	24
2.3 ΤΗΓΑΝΙΣΜΑ ΚΑΙ ΤΡΟΦΙΜΑ .....	25
2.3.1 Γενικά το τηγάνισμα.....	25
2.3.2 Φυσικές μεταβολές από το τηγάνισμα.....	26
2.2.3 Χημικές μεταβολές από το τηγάνισμα.....	31
<b>3 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ – ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ.....</b>	<b>34</b>
3.1 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ .....	34
3.1.1 Διαδικασία τηγανίσματος .....	34
3.1.2 Υγρασία .....	35
3.1.3 Οξύτητα.....	35
3.1.4 Αριθμός Υπεροξειδίων.....	35
3.1.5 Απορρόφηση στο Υπεριώδες (K232, K270, ΔΚ).....	36
3.1.6 Ανάγοντα Σάκχαρα.....	37
3.1.7 Μέθοδος Ακρυλαμίδιου .....	37
3.3.1 Αριθμός Κ.....	37
3.3.2 Σάκχαρα.....	38
3.2 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ .....	38

<b>4</b>	<b>ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ</b> .....	<b>39</b>
4.1	ΜΕΤΡΗΣΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ ΠΡΟΣΡΟΦΗΜΕΝΟΥ ΕΛΑΪΟΥ .....	39
4.2	ΜΕΤΡΗΣΗ ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΠΡΙΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΤΟ ΤΗΓΑΝΙΣΜΑ.....	44
4.3	ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΟΞΥΤΗΤΑΣ.....	51
4.4	ΑΡΙΘΜΟΣ ΥΠΕΡΟΞΕΙΔΙΩΝ .....	56
4.5	ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ ΣΤΟ ΥΠΕΡΙΩΔΕΣ.....	61
4.5.1	<i>Δείκτης K232</i> .....	61
4.5.2	<i>Δείκτης K270</i> .....	62
4.5.3	<i>Δείκτης ΔΚ</i> .....	63
4.6	ΜΕΤΡΗΣΗ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ ΣΑΚΧΑΡΩΝ ΠΡΙΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑ ΤΟ ΤΗΓΑΝΙΣΜΑ.....	65
4.7	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΑΚΡΥΛΑΜΙΔΙΟΥ.....	73
4.7.1	<i>Επίπεδα ακρυλαμιδίου στο δείγμα</i> .....	73
4.7.2	<i>Επίδραση ποικιλίας πατάτας</i> .....	73
4.5.4	<i>Επίδραση τύπου λαδιού</i> .....	74
<b>5</b>	<b>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</b> .....	<b>75</b>
<b>6</b>	<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b> .....	<b>78</b>

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 2-1: Μέση περιεκτικότητα του σογιέλαιου σε λιπαρά οξέα .....	19
Πίνακας 2-2: Περιεκτικότητα σογιέλαιο σε τοκοφερόλες και τοκοτριενόλες. ....	19
Πίνακας 2-2: Περιεκτικότητα σογιέλαιο σε φυτοστερόλες.....	20
Πίνακας 2-1: Φυσικές μέθοδοι ελέγχου ποιότητας των τηγανισμένων ελαίων .....	30
Πίνακας 4-1: Ποσότητα προσροφημένου ελαίου (g) ανά 100g νωπής πατάτας ποικιλίας VOYAGER, τηγανισμένης σε τρία έλαια. ....	39
Πίνακας 4-2: Ποσότητα προσροφημένου ελαίου (g) ανά 100g νωπής πατάτας ποικιλίας LADY ROSETTA, τηγανισμένης σε τρία έλαια.....	40
Πίνακας 4-3: Ποσότητα προσροφημένου ελαίου (g) ανά 100g νωπής πατάτας ποικιλίας SPUNTA, τηγανισμένης σε τρία έλαια. ....	40
Πίνακας 4-4: Αρχική υγρασία των τριών ποικιλιών VOYAGER, LADY ROSETTA και SPUNTA.....	44
Πίνακας 4-5: Υγρασία (%) των τριών ποικιλιών, στις διάφορες επεμβάσεις, μετά από το τηγάνισμα σε αραβοσιτέλαιο.....	47
Πίνακας 4-6: Υγρασία (%) των τριών ποικιλιών, στις διάφορες επεμβάσεις, μετά από το τηγάνισμα σε ελαιόλαδο. ....	47
Πίνακας 4-7: Υγρασία (%) των τριών ποικιλιών, στις διάφορες επεμβάσεις, μετά από το τηγάνισμα σε σογιέλαιο. ....	48
Πίνακας 4-8: Επί της % μείωση της υγρασίας κατά τη διάρκεια του τηγανίσματος. 50	
Πίνακας 4-9: Οξύτητα g ελαϊκού/100g τηγανισμένης πατάτας ποικιλίας Sprunta, στα τρία έλαια.....	52
Πίνακας 4-10: Οξύτητα g ελαϊκού/100g τηγανισμένης πατάτας ποικιλίας Lady Rosetta, στα τρία έλαια.....	52
Πίνακας 4-11: Οξύτητα g ελαϊκού/100g τηγανισμένης πατάτας ποικιλίας Voyager, στα τρία έλαια.....	53
Πίνακας 4-12: Αριθμός Υπεροξειδίων (mEq/kg) ποικιλίας Sprunta, τηγανισμένη στα τρία έλαια.....	57
Πίνακας 4-13: Αριθμός Υπεροξειδίων (mEq/kg) ποικιλίας Lady Rosetta, τηγανισμένη στα τρία έλαια. ....	57
Πίνακας 4-14: Αριθμός Υπεροξειδίων (mEq/kg) ποικιλίας Voyager, τηγανισμένη στα τρία έλαια.....	58

Πίνακας 4-15: Αρχική συγκέντρωση σακχάρων (mg/100g D.W.) των τριών ποικιλιών VOYAGER, LADY ROSETTA και SPUNTA. ....	65
Πίνακας 4-16: Συγκέντρωση αναγόντων σακχάρων (mg/100g D.W.) των τριών ποικιλιών, στις διάφορες επεμβάσεις, μετά από το τηγάνισμα σε αραβοσιτέλαιο.....	67
Πίνακας 4-17: . Συγκέντρωση αναγόντων σακχάρων (mg/100g D.W.) των τριών ποικιλιών, στις διάφορες επεμβάσεις, μετά από το τηγάνισμα σε ελαιόλαδο.....	68
Πίνακας 4-18: Συγκέντρωση αναγόντων σακχάρων (mg/100g D.W.) των τριών ποικιλιών, στις διάφορες επεμβάσεις, μετά από το τηγάνισμα σε σογιέλαιο.....	68
Πίνακας 4-19: Μέσες τιμές συγκέντρωσης των αναγόντων σακχάρων των τριών ποικιλιών κατά τη διάρκεια του τηγανίσματος, στα τρία έλαια. ....	70
Πίνακας 4-20: Μεταβολή επί της % της συγκέντρωσης των αναγόντων σακχάρων κατά τη διάρκεια του τηγανίσματος. ....	71

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

	Σελ.
Γράφημα 2-1: Χημική ανάλυση πατάτας .....	23
Γράφημα 4-1: Ποσότητα προσροφημένου ελαίου (g) ανά 100g νωπής πατάτας.....	41
Γράφημα 4-2: Ποσότητα προσροφημένου αραβοσιτελαίου (g) ανά 100g νωπής πατάτας .....	42
Γράφημα 4-3: Ποσότητα προσροφημένου σογιέλαιου (g) ανά 100g νωπής πατάτας. ....	42
Γράφημα 4-4: Ποσότητα προσροφημένου ελαιολάδου (g) ανά 100g νωπής πατάτας .....	43
Γράφημα 4-5: Αρχικές υγρασίες (%) ποικιλίας Spunta, στις διάφορες επεμβάσεις. 45	
Γράφημα 4-6: Αρχικές υγρασίες ποικιλίας Lady Rosetta, στις διάφορες επεμβάσεις. ....	45
Γράφημα 4-7: Αρχικές υγρασίες ποικιλίας Voyager, στις διάφορες επεμβάσεις.....	46
Γράφημα 4-8: Υγρασία (%) ποικιλίας Spunta, στις διάφορες επεμβάσεις, μετά από το τηγάνισμα στα τρία έλαια. ....	48
Γράφημα 4-9: Υγρασία (%) ποικιλίας Lady Rosetta, στις διάφορες επεμβάσεις, μετά από το τηγάνισμα στα τρία έλαια. ....	49
Γράφημα 4-10: Υγρασία (%) ποικιλίας Voyager, στις διάφορες επεμβάσεις, μετά από το τηγάνισμα στα τρία έλαια. ....	49
Γράφημα 4-11: Οξύτητα g ελαιικού/ 100g τηγανισμένης πατάτας τριών ποικιλιών στα τρία έλαια.....	51
Γράφημα 4-12: Οξύτητα g ελαιικού/100g τηγανισμένης πατάτας τριών ποικιλιών σε σογιέλαιο.....	54
Γράφημα 4-13: Οξύτητα g ελαιικού/100g τηγανισμένης πατάτας τριών ποικιλιών σε Αραβοσιτέλαιο.....	54
Γράφημα 4-14: Οξύτητα g ελαιικού/ 100g τηγανισμένης πατάτας τριών ποικιλιών σε ελαιόλαδο.....	55
Γράφημα 4-15: Αριθμός Υπεροξειδίων (mEq/kg) τηγανισμένης πατάτας τριών ποικιλιών στα τρία έλαια. ....	56



Γράφημα 4-16: Αριθμός Υπεροξειδίων (mEq/kg) τηγανισμένης πατάτας τριών ποικιλιών σε σογιέλαιο. ....	59
Γράφημα 4-17: Αριθμός Υπεροξειδίων (mEq/kg) τηγανισμένης πατάτας τριών ποικιλιών σε αραβοσιτέλαιο. ....	59
Γράφημα 4-18: Αριθμός Υπεροξειδίων (mEq/kg) τηγανισμένης πατάτας τριών ποικιλιών σε ελαιόλαδο. ....	60
Γράφημα 4-19: Αρχική συγκέντρωση αναγόντων σακχάρων (mg/100g D.W.) ποικιλίας Spunta, στις διάφορες επεμβάσεις. ....	66
Γράφημα 4-20: Αρχική συγκέντρωση αναγόντων σακχάρων (mg/100g D.W.) ποικιλίας Lady Rosetta, στις διάφορες επεμβάσεις. ....	66
Γράφημα 4-21: Αρχική συγκέντρωση αναγόντων σακχάρων (mg/100g D.W.) ποικιλίας Voyager, στις διάφορες επεμβάσεις. ....	67
Γράφημα 4-22: Συγκέντρωση αναγόντων σακχάρων (mg/100g D.W.) ποικιλίας Spunta, στις διάφορες επεμβάσεις, μετά από το τηγάνισμα στα τρία έλαια. ....	69
Γράφημα 4-23: Συγκέντρωση αναγόντων σακχάρων (mg/100g D.W.) ποικιλίας Lady Rosetta, στις διάφορες επεμβάσεις, μετά από το τηγάνισμα στα τρία έλαια. ....	69
Γράφημα 4-24: Συγκέντρωση αναγόντων σακχάρων (mg/100g D.W.) ποικιλίας Voyager, στις διάφορες επεμβάσεις, μετά από το τηγάνισμα στα τρία έλαια. ....	70
Γράφημα 4-25: Τα επίπεδα του ακρυλαμιδίου στις διαφορετικές ποικιλίες πατάτας. ....	73
Γράφημα 4-26: Επίδραση διαφορετικών τύπων ελαίων στο σχηματισμό του ακρυλαμιδίου στις τηγανιτές πατάτες μετά το τηγάνισμα. ....	75



## 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία εντάσσεται στο πλαίσιο των ακαδημαϊκών υποχρεώσεων του Προγράμματος του Τεχνολογικού Ιδρύματος Καλαμάτας, Τεχνολογίας Τροφίμων.

Αντικείμενο της εργασίας είναι η διερεύνηση της επίδρασης του τηγανίσματος στα ποιοτικά χαρακτηριστικά από τη βιολογική καλλιέργεια ποικιλιών κονδύλων πατάτας.

Ο σκοπός της εργασίας είναι η έρευνα της ποσότητας του προσροφημένου ελαίου, της υγρασίας πριν και μετά το τηγάνισμα, της οξύτητας, του αριθμού των υπεροξειδίων, μέτρηση ακρυλαμιδίου και της απορρόφησης στο υπεριώδες των ποικιλιών πατάτας Sprunta, Lady Rosetta και Voyager.

Η μεθοδολογία έρευνας είναι η μέτρηση της υγρασίας και της οξύτητας, του αριθμού των υπεροξειδίων, της απορρόφησης στο υπεριώδες (K232, K270, ΔΚ) και τα ανάγοντα σάκχαρα στις ποικιλίες πατάτας Sprunta, Lady Rosetta και Voyager, πριν και μετά το τηγάνισμά τους.

Οι πηγές πληροφόρησης και δεδομένων είναι η δευτερογενής έρευνα από βιβλιογραφικές αναφορές καθώς και η πρωτογενής έρευνα σε εργαστήριο.

Η βασική δομή της εργασίας είναι βιβλιογραφική ανασκόπηση και πειραματική διαδικασία. Στην βιβλιογραφική ανασκόπηση παρουσιάστηκαν γενικά στοιχεία για το ελαιόλαδο, το σογιέλαιο, το αραβοσιτέλαιο και για τα λοιπά σπορέλαια. Έπειτα περιγράφηκε η πατάτα ως προς τα γενικά της χαρακτηριστικά, την χημική της ανάλυση και τις ποικιλίες της. Επίσης αναλύθηκαν οι φυσικές και χημικές μεταβολές από το τηγάνισμα.

Κατά τη διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας εξετάστηκαν οι επιπτώσεις της διαδικασίας τηγανίσματος, της υγρασίας και της οξύτητας, του αριθμού των υπεροξειδίων, της απορρόφησης στο υπεριώδες (K232, K270, ΔΚ) και τα ανάγοντα σάκχαρα στις διαφορετικές ποικιλίες πατάτας.

Από τα πειράματα εξήχθησαν συμπεράσματα για την ποσότητα του προσροφημένου ελαίου, την υγρασία πριν και μετά από το τηγάνισμα, την οξύτητα,

τον αριθμό των υπεροξειδίων, την ποσότητα ακρυλαμιδίου και την απορρόφηση στο υπερίωδες.

## 2 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

### 2.1 Γενικά για τα έλαια

Εδώδιμα έλαια είναι οι εστέρες της γλυκερόλης με διάφορα λιπαρά οξέα, ζωικής ή φυτικής προέλευσης, που περιέχουν και μικρές ποσότητες άλλων λιποειδών όπως φωσφολιπίδια, στερόλες, λιπαρά οξέα κ.λπ., που χρησιμοποιούνται για τη διατροφή του ανθρώπου (Ανδρικόπουλος, 1999).

Δηλαδή, τα εδώδιμα λίπη-έλαια είναι μείγματα οργανικών μορίων που αναφέρονται συνήθως ως λιπίδια και τα οποία μπορούν να παραληφθούν από φυτικές ή ζωικές πηγές με διάφορες μεθόδους (Γεωργόπουλος, 2013). Τα λιπίδια αποτελούν μια μεγάλη ετερογενή κατηγορία οργανικών ενώσεων, που το κοινό τους χαρακτηριστικό είναι ότι δεν διαλύονται στο νερό αλλά σε μη-πολικούς οργανικούς διαλυτές όπως ο αιθέρας (διαιθυλαιθέρας). Η ιδιαιτερότητά τους αυτή οφείλεται στο ότι διαθέτουν μεγάλες υδρόφοβες αλειφατικές αλυσίδες.

Τα εδώδιμα λίπη και έλαια φυτικής ή ζωικής προέλευσης αποτελούνται κυρίως από γλυκερίδια (συνήθως τριγλυκερίδια) σε ποσοστό της τάξης του 99% και σε διάφορες αναλογίες αναλόγως της προέλευσής τους (Γεωργόπουλος, 2013). Επίσης αποτελούνται και από άλλα συστατικά σε μικρές ποσότητες τα οποία μπορεί να είναι διάφορες ενώσεις όπως μονο- και διγλυκερίδια, ελεύθερα λιπαρά οξέα, φωσφολιπίδια, στερόλες, λιποδιαλυτές βιταμίνες, χρωστικές, κηρώδη συστατικά, τερπενοειδείς αλκοόλες κλπ.

Η φυσική κατάσταση στην οποία βρίσκονται σε θερμοκρασία δωματίου (ήτοι 20°C) τα κατατάσσει σε έλαια (εφόσον παραμένουν υγρά) ή σε λίπη αν είναι σε στερεή μορφή (Ανδρικόπουλος, 1999).

Τα εδώδιμα έλαια, ανάλογα με την προέλευσή τους διακρίνονται σε:

α) Φυτικά έλαια, όπως ελαιόλαδο, πυρηνέλαιο, ηλιέλαιο, βαμβακέλαιο, σογιέλαιο κ.α.

β) Ζωικά έλαια, όπως ιχθυέλαια, κητέλαια (φωκέλαιο, φαλαινέλαιο κ.α).

### 2.1.1 Ελαιόλαδο

Το ελαιόλαδο είναι το έλαιο της ελιάς και παράγεται από τον καρπό του δέντρου *Olea europaea* (Γεωργόπουλος, 2013). Το Εξαιρετικά Παρθένο Ελαιόλαδο παραλαμβάνεται από τον ελαιόκαρπο μόνο με μηχανικά ή φυσικά μέσα και κατά την παραλαβή του εφαρμόζονται συνθήκες, οι οποίες δεν προκαλούν αλλοιώσεις στην ποιότητα του. Το Εξαιρετικά Παρθένο Ελαιόλαδο έχει ελεύθερη οξύτητα που εκφράζεται σε ελαϊκό οξύ, που δεν ξεπέρνα το 1 γραμμάριο ανά 100 γραμμάρια προϊόντος.

Το ελαιόδεντρο αναπτύχθηκε στο αρχαίο Ιράν και τη Μεσοποταμία 5000 χρόνια πριν και στη συνέχεια διαδόθηκε στη Συρία και την Παλαιστίνη (Kiritsakis et al., 1998; Di Giocacchino, 2000). Οι άνθρωποι που ζούσαν σε αυτές τις περιοχές ανέπτυξαν την καλλιέργεια της ελιάς και την έφεραν έπειτα στη βόρεια Αφρική από τη στεριά ή τη θάλασσα (Loukas and Krimbas, 1983). Άλλοι θεωρούν ότι το δέντρο δημιουργήθηκε στην Αφρική, δεδομένου ότι οι αρχαίοι Αιγύπτιοι καλλιεργούσαν ελιές (Μπαλατσούρας, 1997).

Σήμερα, υπάρχουν 750-850 εκατομμύρια παραγωγικές ελιές στον πλανήτη, καταλαμβάνοντας μια έκταση επιφάνειας 7-8,5 εκατομμυρίων εκταρίων (Molina Alcaide and Nefzaoui, 1996; Niaounakis and Halvadakis, 2006). Το ελαιόλαδο δεν χρησιμοποιείται πλέον ως καύσιμο φωτισμού, εκτός από τους θρησκευτικούς σκοπούς, αλλά συνεχίζει να χρησιμοποιείται ακόμα για την παρασκευή φαρμάκων και καλλυντικών καθώς και για βρώση. Η βρώση του ελαιολάδου μαζί με τις επιτραπέζιες ελιές αποτελούν σήμερα βασικά συστατικά για τη λεγόμενη «μεσογειακή διατροφή» που δίνει στον άνθρωπο μακροζωία.

Το ελαιόλαδο διακρίνεται στις εξής κατηγορίες:

#### 1) Παρθένο ελαιόλαδο (virgin olive oil)

Είναι το ελαιόλαδο που λαμβάνεται αποκλειστικά με μηχανική και φυσική επεξεργασία του ελαιοκάρπου. Η οξύτητά του είναι μικρότερη από 1% ελαϊκό οξύ W/W (Γεωργόπουλος, 2013).

## 2) Εξευγενισμένο ή ραφινρισμένο ελαιόλαδο

Είναι το ακατέργαστο με χημικές και φυσικές μεθόδους, μη κατάλληλο για βρώση παρθένο ελαιόλαδο το οποίο μετά από τις κατεργασίες αυτές, του εξευγενισμένου έχει γίνει βρώσιμο. Η οξύτητά του δεν υπερβαίνει το 0,3% (Γεωργόπουλος, 2013).

## 3) Ελαιόλαδο ή αγνό ή κουπέ

Είναι μείγμα παρθένου και εξευγενισμένου ελαιολάδου στο οποίο η αναλογία του παρθένου πρέπει να είναι τουλάχιστον 33,33%. Στο εμπόριο διατίθεται ως «γνήσιο ελαιόλαδο» ή ως «ελαιόλαδο» στις ποιότητες 1<sup>η</sup>, 2<sup>η</sup> και 3<sup>η</sup> με οξύτητες έως 1%, 2% και 3% αντίστοιχα. (Γεωργόπουλος, 2013).

## 4) Ακατέργαστο πυρηνέλαιο

Είναι το έλαιο που λαμβάνεται με έκχυση των ελαιοπυρήνων που έχουν απομείνει μετά την έκθλιψη του ελαιοκάρπου και το οποίο έχει καταστεί βρώσιμο με εξευγενισμό ανάλογο του ελαιολάδου. Η οξύτητά του είναι έως 0,5% (Γεωργόπουλος, 2013).

## 5) Πυρηνέλαιο

Πυρηνέλαιο, ονομάζεται το προϊόν που λαμβάνεται από το υπόλειμμα του κυρίως ελαιόλαδου μετά από επεξεργασία του πυρήνα του ελαιοκάρπου.

Δεδομένου ότι ο πυρήνας της ελιάς περιέχει μίγμα πυρηνελαιίου (~5%), πυρηνοξύλου (~45%) και νερού (~50%), το πρώτο στάδιο παραγωγής είναι η ξήρανση σε κυλινδρικά ξηραντήρια με σκοπό την αφαίρεση της μεγαλύτερης ποσότητας του περιεχόμενου νερού.

Το πυρηνέλαιο απομακρύνεται στο δεύτερο στάδιο με εκχύλιση με εξάνιο, διθειάνθρακα ή τριχλωροαιθυλένιο και στη συνέχεια με απόσταξη του μείγματος, από όπου λαμβάνεται το πυρηνέλαιο.

## 6) Ραφινρισμένο πυρηνέλαιο

Το ραφινρισμένο πυρηνέλαιο χρησιμοποιείται για βρώση μετά από ειδική κατεργασία (ραφινάρισμα).

Σπορέλαια ονομάζονται υπό την ευρεία έννοια, τα έλαια τα οποία λαμβάνονται με έκθλιψη ή με έκχυση των ελαιούχων καρπών και σπερμάτων διαφόρων φυτών, και τα οποία διατίθενται στην κατανάλωση μετά από κατάλληλη επεξεργασία, εξευγενισμό κ.λπ. (Γεωργόπουλος, 2013).

Τα σπορέλαια που διατίθενται ως εδάδιμα είναι συνήθως το σογιέλαιο, το αραβοσιτέλαιο, το σησαμέλαιο, το ηλιανθέλαιο ή ηλιέλαιο, το καπνέλαιο, το λινέλαιο, το βαμβακέλαιο και το αραχιδέλαιο.

### **2.1.2 Σογιέλαιο**

Σογιέλαιο είναι το έλαιο που προκύπτει από την έκθλιψη (17-18%) και την έκχυση από τα κίτρινα σπέρματα της σόγιας, *Soya Hysp*. Οι πλακούντες της έκθλιψης περιέχουν 40% πρωτεΐνες και 40% σάκχαρα και διατίθενται προς κατανάλωση (Γεωργόπουλος, 2013).

Το σογιέλαιο έχει ως κύρια συστατικά των τριγλυκεριδίων του τα ακόρεστα λιπαρά οξέα λινολενικό (C 18:3), λινελαϊκό (C 18:2) και ελαϊκό (C 18:1). Επίσης περιέχει στεατικό (C 18:0) και παλμιτικό οξύ (C 16:0). Η μεγάλη περιεκτικότητά του σε λινολενικό οξύ αυξάνει την ευπάθεια του στην οξειδωση και παράλληλα του δίνει οσμή ψαριού όταν χρησιμοποιείται στο τηγάνισμα σε υψηλές θερμοκρασίες (της τάξης των 150° C) (Warner and Mounts, 1993).

Το σογιέλαιο διαφέρει ανάλογα με την ποικιλία την ωριμότητα του και τις περιβαλλοντικές συνθήκες καλλιέργειας.

Πίνακας 2-1: Μέση περιεκτικότητα του σογιέλαιου σε λιπαρά οξέα

	<i>Λιπαρό Οξύ</i>	<i>Περιεκτικότητα στο σογιέλαιο (g/100g ελαίου)</i>
1	Μυριστικό	0,1
2	Παλμιτικό	10,3
3	Στεατικό	3,8
4	Ελαικό	22,8
5	Λινελαϊκό	51
6	Α- Λινολενικό	6,8
7	Εικοσανοϊκό	0,2

Πηγή: Perkins & Erickson, 1996

### 2.1.2.1 Μικροσυστατικά του σογιέλαιου

#### Τοκοφερόλες

Το σογιέλαιο περιέχει κυρίως τοκοφερόλες, όχι όμως τοκοτριενόλες. Ενδεικτικά η περιεκτικότητά του σε τοκοφερόλες και τοκοτριενόλες είναι:

Πίνακας 2-2: Περιεκτικότητα σογιέλαιου σε τοκοφερόλες και τοκοτριενόλες.

<i>Τοκοφερόλες</i>		<i>Τοκοτριενόλες</i>	
	<i>Mg/kg ελαίου</i>		<i>Mg/kg ελαίου</i>
<b>α-</b>	30-120	<b>α-</b>	0
<b>β-</b>	0-20	<b>β-</b>	0
<b>γ-</b>	250-930	<b>γ-</b>	0
<b>δ-</b>	50-450	<b>δ-</b>	-

Πηγή: Madhavi, Deshpande, Salunkhe, 1995

## Στερόλες

Η περιεκτικότητα σε φυτοστρόλες κυμαίνεται περίπου στο 0,2-0,4% του ελαίου (Perkins & Erickson, 1996). Ενδεικτικά η σύσταση του σογιέλαιου σε φυτοστερόλες είναι:

Πίνακας 2-3: Περιεκτικότητα σογιέλαιο σε φυτοστερόλες

	<i>Στερόλες</i>	<i>mg/kg ελαίου</i>
1	Ολικές στερόλες	3900
2	Campesterol	764
3	Stigmasterol	757
4	β- sitosterol	2312
5	Δ- stigmasterol	28
6	Δ- avenasterol	39

Πηγή: Perkins & Erickson, 1996

## Υδρογονάνθρακες

Ο κυριότερος υδρογονάνθρακας που περιέχει το σογιέλαιο είναι το σκουαλένιο. Η περιεκτικότητά του σε σκουαλένιο κυμαίνεται από 13,3-31,4 mg/100 g ελαίου ή κατά μέσο όρο  $21,5 \pm 2,1$  mg/100 g ελαίου (Kalogeropoulos & Andikopoulos, 2004).

## Πολυφαινόλες

Το σογιέλαιο είναι χαμηλό σε περιεκτικότητα πολυφαινόλων συστατικών. Η περιεκτικότητα των ακατέργαστων σπορέλαιων σε πολυφαινόλες είναι της τάξης του <350 ppm που όμως κατά τη διάρκεια του ραφινάρισματος καταστρέφονται (Ceri et al, 2000).



### **2.1.3 Αραβοσιτέλαιο**

Είναι το έλαιο που λαμβάνεται (40-50%) με πίεση ή έκχυση από τα φύτρα του αραβοσίτου, *Zea mais*. Ανάλογα έλαια λαμβάνονται και από τα φύτρα άλλων δημητριακών (Γεωργόπουλος, 2013).

Το αραβοσιτέλαιο παράγεται με σύνθλιψη κόκκων καλαμποκιού και στη συνέχεια με διάλυση σε εξάνιο ή 2-μεθυλοπεντάνιο (ισοεξάνιο) (Corn Refiners Association, 2006). Κατόπιν ο διαλύτης διαχωρίζεται από το αραβοσιτέλαιο με εξάτμιση, ανακτάται και επαναχρησιμοποιείται. Μετά τις παραπάνω διαδικασίες, το αραβοσιτέλαιο καθαρίζεται με διήθηση και κατεργασία με αλκάλια, τα οποία κατακρατούν τα φωσφολιπίδια. Η κατεργασία με αλκάλια εξουδετερώνει επίσης τα ελεύθερα λιπαρά οξέα και αποχρωματίζει το προϊόν. Τα τελευταία βήματα πριν τη συσκευασία του αραβοσιτέλαιου είναι η αφαίρεση των κηρών (winterization) και η εξουδετέρωση των οσμών με απόσταξη ατμού σε θερμοκρασίες 232 ως 260 °C σε κενό αέρα (Corn Refiners Association, 2006).

Από τα κορεσμένα λιπαρά οξέα του αραβοσιτέλαιου το 80% είναι παλμιτικό οξύ (αριθμός λιπιδίων C16:0), το 14% στεαρικό οξύ (C18:0) και το 3% αραχιδικό οξύ (C20:0).

Πάνω από το 99% των μονοακόρεστων λιπαρών οξέων είναι ολεϊκό οξύ (C18:1 c).

Το 98% των πολυακόρεστων λιπαρών οξέων είναι λινολεϊκό οξύ ω-6 (C18:2 n-6 c,c) και το υπόλοιπο 2% είναι α-λινολενικό οξύ ω-3 (C18:3 n-3 c,c,c).

### **2.1.4 Λοιπά σπορέλαια**

Το σησαμέλαιο είναι το έλαιο που λαμβάνεται (47-56%), με ψυχρή και θερμή πίεση από τους καρπούς των διαφόρων ποικιλιών του σησάμου, *Sesamum orientale*. Χρησιμοποιείται για την Παρασκευή ταχινιού και χαλβά. (Γεωργόπουλος, 2013).

Το ηλιανθέλαιο ή ηλιέλαιο είναι το έλαιο που λαμβάνεται (30-40%) με ψυχρή πίεση, από τα σπέρματα του ηλιάνθου, *Helianthum annuum* (Γεωργόπουλος, 2013).

Το καπνέλαιο είναι το έλαιο που λαμβάνεται από τα σπέρματα της νικοτινιανής του φυτού καπνού, *Nicotiana tabacum*. (Γεωργόπουλος, 2013).

Το λινέλαιο είναι το έλαιο που λαμβάνεται (30-40%), με ψυχρή και θερμή πίεση, από τα σπέρματα του λίνου, *Linum usitatissimum*. (Γεωργόπουλος, 2013).

Το αραχιδέλαιο είναι το έλαιο (φυστικέλαιο) που λαμβάνεται (37-40%) , με διπλή πίεση και εκχύλιση των πλακούντων από τα σπέρματα της αραχίδας (τα αράπικα φιστίκια), *Arachis hypogea* (Γεωργόπουλος, 2013).

## 2.2 Γενικά για την πατάτα

### 2.2.1 Περιγραφή

Η πατάτα είναι μέλος της οικογένειας Solanaceae και του γένους *Solanum* το οποίο περιλαμβάνει περίπου 2.000 είδη από τα οποία μόνον 150 παράγουν κονδύλους. Οι καλλιεργούμενες ποικιλίες πατάτας ανήκουν στο υπογένος *Pachystemonum* στην διαίρεση *Tuberarium*, στην υποδιαίρεση *Hyperbasarthrum* και στη σειρά *Tuberosa* Rydb (Struik, Wiersema, 2012, p.35-39).

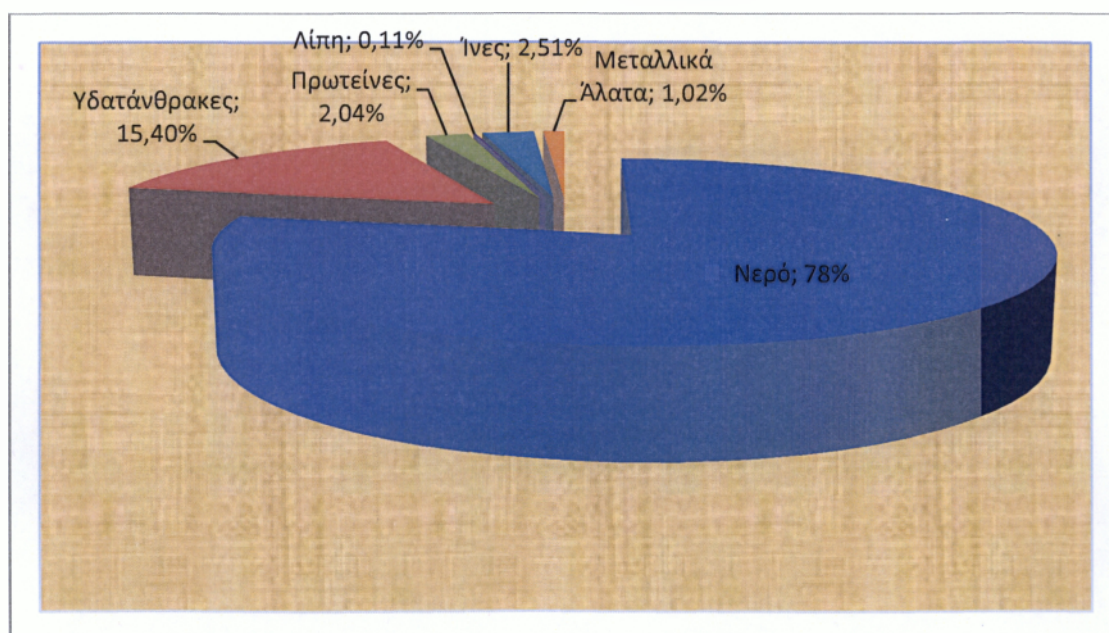
Η πατάτα είναι μονοετές ποώδες φυτό, με βιολογικό κύκλο που διαρκεί από 3 μέχρι 5 μήνες. Το ύψος του φυτού είναι από 50 εκατοστά έως 80. Ο βλαστός της πατάτας έχει τετραγωνική διατομή και το μέρος που βρίσκεται κάτω από το έδαφος πριν την άνθηση εκπτύσσει στόλωνες από τους οφθαλμούς. Από την άκρη των στόλωνων σχηματίζονται οι βλαστοκόνδυλοι (United Nations Food and Agricultural Organisation, 2009).

Τα φύλλα του φυτού της πατάτας έχουν 7 έως και 11 ελλειπτικά φυλλάδια. Τα δε άνθη είναι πενταμερή. Η στεφάνη τους είναι ιώδης, κίτρινη ή υπόλευκη και συμπέταλη. Τα άνθη είναι σε ταξιανθίες, έχουν μακρύ άξονα και αναπτύσσονται από τη μασχάλη του τελευταίου φύλλου. Οι στήμονες του φυτού είναι 5 με δίχωρη ωοθήκη και μακρύ στύλο. Τα άνθη είναι ερμαφρόδιτα και ο καρπός είναι ράγα με 200 έως και 500 σπέρματα. Οι κόνδυλοι της πατάτας σχηματίζονται στην άκρη των στολώνων αναπτύσσονται κάτω από το έδαφος πριν ανθίσει η πατάτα και εκβλαστάνουν από τους οφθαλμούς της βάσης. Οι κόνδυλοι έχουν στην επιφάνειά τους τα μάτια που είναι σε λήθαργο 2 με 3 μήνες μετά την συγκομιδή της πατάτας. Η

κάθε ποικιλία κονδύλων έχει διαφορετικό μέγεθος, σχήμα και χρώμα. Η ρίζα της πατάτας παρά την ανάπτυξή της δε μπορεί να διεισδύσει σε πολύ συνεκτικά εδάφη. Στο υπόγειο τμήμα του φυτού εκπτύσσονται επίσης και οι στόλωνες που είναι υπόγειοι βλαστοί. Σημειώνεται ότι τα πράσινα μέρη του φυτού έχουν υψηλά επίπεδα σολανίνης που τα καθιστούν δηλητηριώδη (Struik, Wiersema, 2012, p.35-39).

### 2.2.2 Χημική Ανάλυση

Η χημική ανάλυση της πατάτας φαίνεται στο γράφημα 2.1



Γράφημα 2-1: Χημική ανάλυση πατάτας

### **2.2.3 Ποικιλίες**

Οι ποικιλίες της πατάτας καθορίζονται αφενός από το εξωτερικό χρώμα της φλούδας της (κίτρινο, καφέ, ροζ, κόκκινο ή μοβ) αλλά και το χρώμα της σάρκας της (άλλοτε άσπρο, στο χρώμα του δέρματος ή ελαφρώς κίτρινο). Οι ποικιλίες της πατάτας διαφέρουν σε κάθε περιοχή του κόσμου, λόγω διαφορετικών εδαφολογικών και κλιματολογικών συνθηκών. Από τα είδη της πατάτας που καλλιεργούνται το κυριότερο είδος είναι η κίτρινη πατάτα (με μεγάλους κονδύλους και ελαφρά κίτρινη σάρκα), η οποία εμφανίζεται σε όλα τα μήκη και πλάτη του κόσμου (United Nations Food and Agricultural Organisation, 2009).

Οι ποικιλίες που ερευνήθηκαν είναι η Spunta, Lady Rosetta και Voyager.

#### **2.2.3.1 Spunta**

Η Spunta πρόκειται για μεσο-πρώιμη ποικιλία με μάλλον γρήγορη κονδυλοποίηση. Οι κόνδυλοί της είναι μεγάλοι, επιμήκεις, με ελαφρά νεφροειδές σχήμα, ρηχά μάτια και ελαφρά κίτρινη σάρκα. Η απόδοσή της είναι πολύ υψηλή και έχει χαμηλή περιεκτικότητα σε ξηρή ουσία, καλή ανάπτυξη του φυλλώματος και καλή κάλυψη του εδάφους. Η ανθεκτικότητα του φυτού είναι μέτρια στον περονόσπορο των φύλλων και κονδύλων. Ευαίσθητη στον ιό του καρουλιάσματος αλλά αρκετά ανθεκτική στον ιό Υ. Προτιμάει ελαφρά χωράφια και χρειάζεται λιγότερο άζωτο. Αρκετά ανθεκτική στην ξηρασία και τη ζέστη. Αναβλαστάνει γρήγορα μετά από παγετό.

#### **2.2.3.2 Lady Rosetta:**

Η ποικιλία Lady Rosetta είναι μια εξειδικευμένη ποικιλία ειδική για τραγανή υφή με μεγάλη ξηρότητα και χαμηλή μείωση των σακχάρων. Οι καλλιέργειες έχουν πρώιμη ωριμότητα και είναι κατάλληλες για τραγανή παραγωγή είτε φρέσκες είτε μετά από βραχυπρόθεσμη αποθήκευση. Μέτριες έως υψηλές ομοειδείς αποδόσεις, στρογγυλοί κόνδυλοι χαμηλοί σε βαθμούς με καλή σφαιρική ανθεκτικότητα στις

ασθένειες. Ευαίσθητες σε φουζικλάδιο σε μορφή πούδρας, μελάνωση και κύστη νηματωδών της πατάτας *Globodera pallida*. Παρουσιάζει αντίσταση στη διάσπαση και ανθεκτικότητα στην κύστη νηματωδών της πατάτας *Globodera rostochiensis*.

Η ποικιλία Lady Rosetta έχει μεσαία λειότητα του δέρματος, στρογγυλό σχήμα κονδύλου, μικρό- μεσαίο βάθος ματιών, κόκκινο χρώμα δέρματος και ανοικτό κίτρινο χρώμα σάρκας.

Η ωριμότητά της είναι πρόωρη, το ύψος της μεσαίο, το χρώμα του λουλουδιού βιολετί, το χρώμα της βάσης του βλαστού ροζ και δεν έχει μούρα.

### 2.2.3.3 Voyager

Η ποικιλία Voyager έχει καλή παραγωγή, γεμάτους κονδύλους, και χρησιμοποιείται για ποικίλες χρήσεις. Έχει ποιοτική εμφάνιση, ισχυρή ανθεκτικότητα, μεσο-όψιμη ωρίμανση, υψηλή παραγωγή, μεγάλο μέγεθος κονδύλων, μακρουλό-ωοειδείς σχήμα κονδύλων, χρώμα σάρκας κίτρινη, χρώμα επιδερμίδας ελαφρά κίτρινη, συχνότητα μούρων λίγα, περίοδος λήθαργου μακρύς, φύτρωμα αργό, ευαισθησία στο Sencot μέτρια, ανάπτυξη φυλλώματος καλό και κονδυλοποίηση φύτρων μέτρια.

## 2.3 Τηγάνισμα και Τρόφιμα

### 2.3.1 Γενικά το τηγάνισμα

Κατά τη διάρκεια του τηγανίσματος στους 190°C λαμβάνουν χώρα διάφορες φυσικές και χημικές μεταβολές. Κατά τη διάρκεια του τηγανίσματος σε αυτή τη θερμοκρασία τα έλαια αποσυντίθενται, παράγονται σταθερά και μη προϊόντα που αλλάζουν τα λειτουργικά, διατροφικά και αισθητικά χαρακτηριστικά των ελαίων (Akol, Min, 2002, σελ.205).

Ο προσδιορισμός της επίδρασης της θέρμανσης στο έλαιο από το τηγάνισμα γίνεται αφενός με απλές μεθόδους οι οποίες βασίζονται στη μέτρηση φυσικών και



χημικών σταθερών με απλές τεχνικές και αφετέρου με πολύπλοκες μεθόδους που βασίζονται σε τεχνικές χρωματογραφίας υγρής, αέριας ή υγρής υψηλής πίεσης (Μπόσκου, 2003).

### **2.3.2 Φυσικές μεταβολές από το τηγάνισμα**

Κατά τη διαδικασία του τηγανίσματος σε καυτό έλαιο μεταφέρεται μάζα και θερμότητα. Κατά τη μεταφορά θερμότητας από το καυτό έλαιο στο τρόφιμο απορροφάται ποσότητα ελαίου ενώ παράλληλα εξατμίζεται μια ποσότητα νερού. Στις μεταβολές αυτές επιδρούν η θερμοκρασία του ελαίου, το σχήμα και το μέγεθος της πατάτας και γενικά οι φυσικές της ιδιότητες ( Akol, Min, 2002, σελ.205).

Οι φυσικές μεταβολές κατά τη διάρκεια του τηγανίσματος συνίστανται σε μεταβολές στην πυκνότητα, στο ιξώδες, στη διηλεκτρική σταθερά (Blumenthal, 1991, Gertz, 2000, Guinda, 2003), στο δείκτη διάθλασης, στο χρώμα, στη γεύση – άρωμα, στην απορρόφηση υπεριώδους ακτινοβολίας, στη διαφορική θερμιδομετρία σάρωσης, στην τάση ατμών, στον αφρισμό του ελαίου και στα σημεία του καπνού ανάφλεξης και καύσης.

Το έλαιο το οποίο χρησιμοποιείται κατά το τηγάνισμα εάν παρατηρείται μεταβολή στις παρακάτω φυσικές του ιδιότητες θα πρέπει να αντικαθίσταται.

#### **2.3.2.1 Πυκνότητα**

Όταν αυξάνονται τα επίπεδα των πολυμερών κατά τη διάρκεια του τηγανίσματος αυξάνεται και η πυκνότητα του ελαίου (Gertz, 2000).

#### **2.3.2.2 Ιξώδες**

Το ιξώδες ενός ελαίου μεταβάλλεται ανάλογα με την υποβάθμιση που έχει υποστεί κατά τη διάρκεια του τηγανίσματος. Η αύξηση του ιξώδους οφείλεται στη δημιουργία διμερών και πολυμερών προϊόντων, που αυξάνονται κατά τα διαδοχικά τηγανίσματα (Gomes da Silva & Singh, 1995). Επίσης σχετίζεται και με το μήκος

της αλυσίδας των εστέρων των λιπαρών οξέων και τον τύπο του ελαίου (Gertz, 2000). Το ιξώδες είναι ένα μέσο ελέγχου της ποιότητας του ελαίου, καθώς η αλλαγή του σχετίζεται με το ποσοστό (%) των ολικών συστατικών (Benedito et al., 2002).

#### **2.3.2.4 Δείκτης διάθλασης**

Ο δείκτης διάθλασης ενός ελαίου αυξάνεται όταν θερμαίνεται. Η αύξηση αυτή οφείλεται σε αύξηση των προϊόντων πολυμερισμού (Al- Harbi, 1993).

#### **2.3.2.5 Χρώμα**

Η μεταβολή του χρώματος του ελαίου κατά τη διάρκεια του τηγανίσματος συνιστά δείκτη υποβάθμισης των ελαίων (Mottur, 1989). Κατά τη διάρκεια του τηγανίσματος το έλαιο σκουραίνει. Η αλλαγή του χρώματος οφείλεται στη διαλυτοποίηση των προϊόντων των αντιδράσεων Maillard που έχουν σχέση με το τρόφιμο (Jacobson, 1991). Αυτές οι αντιδράσεις Maillard επισπεύδονται όσο ανεβαίνει η θερμοκρασία του ελαίου. Επίσης οφείλεται και στην αντίδραση των αλδευδών λόγω της αποσύνθεσης των τριγλυκεριδίων με αμινο-παράγωγα προς ενώσεις σκούρου χρώματος. Η αλλαγή του χρώματος οφείλεται στην αύξηση της θερμοκρασίας (Fritsch, 1981) και ποικίλλει ανάλογα με το τρόφιμο που τηγανίζεται. Λόγου χάρη μικρή μεταβολή στο χρώμα του ελαίου προκαλεί η πατάτα ενώ μεγαλύτερη τρόφιμα όπως τα πουλερικά.

#### **2.3.2.6 Γεύση – Άρωμα**

Η παρατεταμένη οξειδωση αναπτύσσει δυσάρεστη οσμή και γεύση στο έλαιο που μεταφέρεται στο τηγανισμένο τρόφιμο μέσω του απορροφημένου ελαίου (Takeoka et al., 1996).

### **2.3.2.7 Απορρόφηση στο UV**

Η απορρόφηση UV σχετίζεται με τον ποσοτικό προσδιορισμό των πολυακόρεστων οξέων και με την εκτίμηση του βαθμού οξειδωσης (Μπόσκου, 1997).

### **2.3.2.8 Διαφορική θερμιδομετρία σάρωσης**

Η διαφορική θερμιδομετρία σάρωσης (DSC) δίνει πληροφορίες για το ενεργειακό προφίλ και πως μεταβάλλεται ως προς το χρόνο και τη θερμοκρασία (Tan & Che Man, 1999). Η ενδόθερμη ή εξώθερμη μεταβολή φαίνεται γραφικά ως μια κορυφή σε ένα διάγραμμα, που το εμβαδό της είναι ανάλογο με την ενθαλπία που αντίστοιχα κερδίζεται ή χάνεται (Gloria & Aguilera, 1998). Κατά τους Che Man & Swe (1995) τα ελεύθερα λιπαρά οξέα και τα προϊόντα οξειδωσης μεταβάλλουν την περιοχή τήξης σε χαμηλότερες θερμοκρασίες.

### **2.3.2.9 Τάση ατμών**

Τα επίπεδα της τάσης των ατμών σχετίζονται με το σημείο βρασμού του ελαίου. Τα τριγλυκερίδια (λιπαρά οξέα με μεγάλη ανθρακική αλυσίδα) έχουν χαμηλή τάση ατμών και δεν εξατμίζονται. Τα μονο- και τα δι- γλυκερίδια και τα ελεύθερα λιπαρά οξέα έχουν υψηλά επίπεδα ατμών. Όσο αυξάνεται η ανθρακική αλυσίδα μειώνεται η τάση των ατμών του λιπαρού οξέος και το σημείο βρασμού. Τα ελεύθερα λιπαρά οξέα όντας πιο πτητικά από τα μονο- και δι- γλυκερίδια προκαλούν καπνό στα τηγανισμένα έλαια (Formo, 1979).

### **2.3.2.10 Αφρισμός ελαίου**

Κατά το τηγάνισμα του ελαίου αυξάνεται ο αφρισμός, λόγω των τασιενεργών ουσιών. Τα μονογλυκερίδια, διγλυκερίδια, ελεύθερα λιπαρά οξέα και οι σάπωνες τους προκύπτουν από τις αντιδράσεις με τα τρόφιμα.



#### **2.3.2.11 Διηλεκτρική σταθερά**

Η διηλεκτρική σταθερά του ελαίου αυξάνεται κατά τη θερμική υποβάθμισή του. Η αύξηση αυτή οφείλεται στην αύξηση των επιπέδων των πολικών ενώσεων από τις αντιδράσεις οξειδωσης και υδρόλυσης των τριγλυκεριδίων (Gertz, 2000).

#### **2.3.2.12 Σημεία καπνού ανάφλεξης και καύσης**

Ο καπνός, η ανάφλεξη και η καύση μιας λιπαρής ύλης προσδιορίζουν και την σταθερότητά της όταν η θέρμανση γίνεται παρουσία του αέρα. Το σημείο του καπνού είναι η θερμοκρασία που ανιχνεύεται η έναρξη του καπνίσματος. Το σημείο ανάφλεξης είναι εκείνα τα επίπεδα θερμοκρασίας, όπου τα πτητικά προϊόντα παράγονται σε ικανοποιητικό ρυθμό για να αναφλεχθούν (Orthofer et al, 1996). Τα ελεύθερα λιπαρά οξέα είναι πιο πτητικά από τα τριγλυκερίδια γι' αυτό και τα σημεία καπνού, το σημείο ανάφλεξης και καύσης των ελαίων εξαρτάται από την περιεκτικότητά τους σε αυτά. Η περιεκτικότητά τους μειώνεται κατά τη διάρκεια του τηγανίσματος λόγω της υδρόλυσης. Η ακορεστότητα ενός ελαίου επιδρά σε μικρό ή μηδαμινό βαθμό στα σημεία καπνού, ανάφλεξης και καύσης.

Πίνακας 2-4: Φυσικές μέθοδοι ελέγχου ποιότητας των τηγανισμένων ελαίων

	<i>Μέθοδος</i>	<i>Όργανο</i>	<i>Μετρούμενη μεταβλητή</i>
1	Πυκνότητα	Πυκνόμετρο	Πυκνότητα (Kg/ m3)
2	Ιξώδες	Ιξωδόμετρο τύπου Brookfield ή Fri-check	Ιξώδες (Pascal/ second)
3	Σημεία καπνού	Cleveland	Θερμοκρασία (C)
4	Χρώμα	Χρωματόμετρο ή Φασματοφωτόμετρο	Ένταση χρώματος
5	Δείκτης διάθλασης	Διαθλασίμετρο Abbe	Δείκτης διάθλασης
6	Αφρισμός	-	Ύψος αφρού (cm)
7	Απορρόφηση στο UV	Φασματοφωτόμετρο	Απορρόφηση στα 232 ή 270 nm
8	Διηλεκτρική σταθερά	Αισθητήρας ελαίου τροφίμου (food oil sensor)	Μονάδες αισθητήρα ελαίου τροφίμου (Unit Food oil sensor)
9	Θερμιδομετρία διαφορικής σάρωσης	Θερμιδόμετρο διαφορικής σάρωσης (DSC)	Ενθαλπία (j/g), Θερμοκρασία ©

Οι φυσικές παράμετροι χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο της ποιότητας των ελαίων και της υποβάθμισής τους κατά το τηγάνισμα. Άλλες ταχείες τεχνικές (quick tests) που έχουν αναπτυχθεί σχετίζονται με τις ιδιότητες των ελαίων. Συγκεκριμένα, ο αισθητήρας του ελαίου τροφίμου (food oil sensor) (Northern Technologies International Corporation) χρησιμοποιείται ως μέσο μέτρησης της διηλεκτρικής σταθεράς και σχετίζεται γραμμικά με τα ολικά πολικά συστατικά. Ο συντελεστής συσχέτισής τους είναι από 0,8. Το Frotter (Syntec Instruments AG) δείχνει τη διηλεκτρική σταθερά και δείχνει εάν το έλαιο περιέχει περισσότερα ή λιγότερα από

27% ολικά πολικά συστατικά (που δείχνει το όριο απόρριψης των ελαίων). Τέλος, μετρώντας το ιξώδες γίνεται γρήγορος τεχνικός έλεγχος της ποιότητας του ελαίου, το Fri- check. Τα επίπεδα του ιξώδους σχετίζονται σε αρκετά υψηλό βαθμό με τα ολικά πολικά συστατικά (Gertz, 2000).

### **2.2.3 Χημικές μεταβολές από το τηγάνισμα**

Κατά το τηγάνισμα των τροφίμων μεταφέρεται θερμότητα στα τρόφιμα και παράλληλα παράγεται η χαρακτηριστική γεύση των τροφίμων. Κακής ποιότητας έλαια ή πολλές φορές χρησιμοποιημένα παράγουν μια χαρακτηριστική γεύση. Κατά τη διάρκεια του τηγανίσματος γίνονται πολλές αλλοιωτικές χημικές διεργασίες (υδρόλυση, οξείδωση, πολυμερισμός κ.λ.π) και τα έλαια που αποσυντίθενται παράγουν πτητικά προϊόντα και μη πτητικά, μονομερή και πολυμερή παράγωγα. Με συνεχή θέρμανση τα παράγωγα αυτά συνεχίζουν να αποσυντίθενται μέχρι που σχηματίζουν δυσάρεστες οσμές και τοξικές ουσίες, που κάνουν το έλαιο ακατάλληλο για άλλη χρήση ή κατανάλωση (Takeoka et al., 1996). Οι ποσότητες αυτών των βλαβερών ουσιών και οι χημικές τους δομές εξαρτώνται από τον τύπο των τροφών και ελαίων, τις συνθήκες τηγανίσματος και τη διαθεσιμότητα του οξυγόνου ( Akol, Min, 2002, σελ.205).

Οι χημικές μεταβολές από το τηγάνισμα συνίστανται σε μεταβολές στα ελεύθερα λιπαρά οξέα, στον αριθμό του ιωδίου, στον αριθμό του υπεροξειδίου, στον αριθμό της ανισιδίνης, στον αριθμό της ολικής οξείδωσης, στον αριθμό του καρβονυλίου, στον αριθμό της σαπωνοποίησης, στα ολικά πολικά συστατικά και στα πολυμερισμένα τριγλυκερίδια.

### 2.2.3.1 Υδρόλυση

Κατά τη διάρκεια του τηγανίσματος ενός τροφίμου το νερό και το οξυγόνο που περιέχει συμμετέχουν σε μια σειρά από αλληλοσυσχετιζόμενες αντιδράσεις. Το νερό των τροφίμων και οι υδατμοί συμβάλλουν στην υδρόλυση των τριγλυκεριδίων με αποτέλεσμα να παράγονται μονο- και δι-γλυκερίδια, ελεύθερα λιπαρά οξέα και γλυκερόλη και να αυξάνεται η οξύτητα του ελαίου (Singh & Tyagi, 2001).

Η υδρόλυση σχετίζεται με την περιεκτικότητα του τροφίμου σε νερό, από τη θερμοκρασία του τηγανίσματος (όσο αυξάνεται η θερμοκρασία τόσο αυξάνεται και η υδρόλυση), από την συχνότητα αντικατάστασης του ελαίου (όσο πιο συχνά αντικαθίστανται τα έλαια τόσο μικρότερη είναι η ανάπτυξη των ελευθέρων λιπαρών οξέων) αλλά και από την συσσώρευση καμένων υπολειμμάτων τροφίμων από προηγούμενα τηγανίσματα στο σκεύος τηγανίσματος (όσο περισσότερα καμένα υπολείμματα υπάρχουν τόσο αυξάνεται και ο αριθμός των ελευθέρων λιπαρών οξέων) (Warner, 2002). Τα ελεύθερα λιπαρά οξέα αλλά και τα χαμηλού μοριακού βάρους προϊόντα οξείδωσης βοηθούν την υδρόλυση μαζί με τους υδατμούς στη διάρκεια του τηγανίσματος (Pokorny, 1989). Τα προϊόντα της υδρόλυσης είναι ένας δείκτης για το χρόνο ζωής των τηγανισμένων ελαίων (Warner, 1998).

### 2.2.3.2 Οξείδωση

Τα έλαια κατά τη διάρκεια του τηγανίσματος οξειδώνονται. Η αυτό-οξείδωση των ελαίων και των λιπαρών είναι η αντίδρασή τους με οξυγόνο σε απουσία φωτός όταν η θερμοκρασία είναι χαμηλή. Αυτή η αντίδραση χωρεί με μηχανισμό ελευθέρων ριζών. Ο ρυθμός οξείδωσης αυξάνεται όσο περισσότεροι διπλοί δεσμοί υπάρχουν στα λιπαρά οξέα (Perkins, 1996).

Επιπλέον, ο ρυθμός της οξείδωσης επηρεάζεται από τη θερμοκρασία του τηγανισμένου ελαίου, το ρυθμό αντικατάστασης του ελαίου, την έκταση της επιφάνειας του ελαίου που είναι εκτεθειμένη στο ατμοσφαιρικό οξυγόνο, την παρουσία προ- οξειδωτικών μετάλλων, όπως σίδηρος ή ο χαλκός (σχηματίζουν νέες ρίζες με αποτέλεσμα να δρουν ως προ-οξειδωτικά και να επιταχύνουν τη διαδικασία της αυτό-οξείδωσης), η παρουσία αντιοξειδωτικών ουσιών, αντικαπνιστικών

σιλικόνης και η ποιότητα του ελαίου που χρησιμοποιείται στο τηγάνισμα (Wagner, 2002). Η οξείδωση δημιουργεί δυσάρεστες οσμές στο έλαιο υποβαθμίζοντας παράλληλα τα οργανοληπτικά του χαρακτηριστικά. Παράλληλα η απορρόφηση του ελαίου από το τρόφιμο εμπλουτίζει το τρόφιμο με τα προϊόντα οξείδωσης που σχηματίζονται (Pokorny, 1998).

### **2.2.3.3 Πολυμερισμός**

Όταν μια λιπαρή ύλη εκτίθεται σε υψηλές θερμοκρασίες πολυμερίζονται τα ακόρεστα οξέα, σχηματίζοντας ενώσεις με μεγάλο μοριακό βάρος και πολικότητα (Μπόσκου, 1997). Ο βαθμός πολυμερισμού αυξάνεται όσο αυξάνεται η ακορεστότητα των τριγλυκεριδίων και ο χρόνος τηγανίσματος (Singh & Tyagi, 2001). Λόγω του πολυμερισμού αυξάνεται ο καπνός, το ιξώδες, σκουραίνει το χρώμα και μειώνεται το σημείο του αριθμού ιωδίου του ελαίου και η λιπαρότητα των τηγανισμένων τροφίμων (White, 1991).

### 3 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ – ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ

#### 3.1 Πειραματική Διαδικασία

##### 3.1.1 Διαδικασία τηγανίσματος

Έλαιο - ελαιόλαδο, αραβοσιτέλαιο και σογιέλαιο - (περίπου 2 L) ζυγίζονται με ακρίβεια γραμμαρίου, και τοποθετούνται σε φριτέζα οικιακού τηγανίσματος όπου και προθερμαίνονται. Υλοποιούνται συνολικά 8 διαδοχικά τηγανίσματα στο ίδιο έλαιο κάθε φορά και χωρίς ανανέωση του ελαίου.

Οι πατάτες που χρησιμοποιούνται καθαρίζονται και κόπτονται σε ομοιόμορφα κομμάτια. Ζυγίζεται ποσότητα περίπου  $250 \text{ g} \pm 0,1$  και ακολούθως τηγανίζονται για 8 min σε ένα εκ των τριών ελαίων. Μετά το τέλος του τηγανίσματος οι πατάτες διατηρούνται στο δικτυωτό καλάθι της φριτέζας για την απομάκρυνση του επιφανειακώς συγκεντρωθέντος ελαίου. Ακολούθως τοποθετούνται σε προ-ζυγισμένο διηθητικό χαρτί για να κρυσώσουν. Μετά από 4 τηγανίσματα αφήνεται να κρυσώσει το έλαιο και ζυγίζεται για τον υπολογισμό της ποσότητας που είχε απομακρυνθεί λόγω της απορρόφησής του από τις πατάτες. Για τον υπολογισμό της προσροφημένης ποσότητας ελαίου συνυπολογίζεται και η ποσότητα που απορροφάται από το διηθητικό χαρτί.

Μετά το τηγάνισμα, οι τηγανισμένες πατάτες τοποθετούνται έως ότου αποκτήσουν θερμοκρασία δωματίου, και ακολούθως ζυγίζονται  $20 \pm 0,1\text{g}$  τηγανισμένης πατάτας και προσθέτονται 150ml  $\text{H}_2\text{O}$ . Ακολουθεί ομογενοποίηση για 2 λεπτά και το διάλυμα αφήνεται σε ηρεμία για 10 λεπτά. Ακολουθεί φυγοκέντρηση για 15 min στις 4000 rpm. Το υπερκείμενο διάλυμα διηθείται σε φίλτρο με διάμετρο πόρων 0,45μ. και συλλέγεται το υγρό, το οποίο και φυλάσσεται σε γυάλινο φιαλίδιο στην κατάψυξη ( $-20^\circ\text{C}$ ). Στο διηθημένο διάλυμα πραγματοποιείται μέτρηση της οξύτητας, του αριθμού υπεροξειδίων, των σταθερών K (K232, K270 και ΔK), καθώς και των περιεχομένων σακχάρων.

Ταυτόχρονα, ποσότητα ζυγίζεται για μέτρηση της περιεχόμενης υγρασίας και η υπόλοιπη ποσότητα αποθηκεύεται στην κατάψυξη ( $-20^\circ\text{C}$ ) για περαιτέρω αναλύσεις.



### 3.1.2 Υγρασία

Για την μέτρηση της υγρασίας των δειγμάτων, πριν και μετά από το τηγάνισμα, ποσότητα δείγματος ζυγίζεται με ακρίβεια δευτέρου δεκαδικού ψηφίου, και τοποθετείται σε κλίβανο θερμοκρασίας 105°C μέχρι σταθερού βάρους. Μετά το τέλος της διαδικασίας, τα δείγματα ξαναζυγίζονται. Η υγρασία εκφράζεται σαν % περιεχόμενο νερού βάρους πατατών.

### 3.1.3 Οξύτητα

Η οξύτητα είναι το μέτρο που προσδιορίζεται η περιεκτικότητα οξέων στα έλαια. Αυξημένη μετρούμενη οξύτητα υποδηλώνεται με την δημιουργία ελεύθερων λιπαρών οξέων, αλλά και οξέων αλυσίδας μικρού μήκους (οξικού, προπιονικού, βουτυρικού, ισοβουτυρικού κ.λ.π.). Για τον προσδιορισμό της οξύτητας στα τηγανισμένα δείγματα ακολουθείται η επίσημη μέθοδος της E.E EEC (2568/91).

Οι αναλύσεις για την μέτρηση της οξύτητας, πραγματοποιούνται στα υδατικά εκχυλίσματα. Σε κωνική φιάλη ζυγίζεται στο ζυγό 10gr υγρού δείγματος. Γεμίζεται μια προχοίδα με NaOH 0,1N και σε ένα ποτήρι ζέσεως προστίθενται 50ml αιθανόλης 95% και μερικές σταγόνες φαινολοφθαλείνης. Το μίγμα αιθανόλης – φαινολοφθαλείνης εξουδετερώνεται με την προσθήκη 2-3 σταγόνων NaOH. Καταγράφεται η τιμή του NaOH που είναι αρχική τιμή. Έπειτα εξουδετερώνεται μέχρι να εμφανιστεί ρόδινο χρώμα, όπου και διακόπτεται η ροή του NaOH. Τέλος καταγράφεται η τελική τιμή του NaOH από την οποία αφαιρείται η αρχική του και βρίσκονται τα καταναλωθέντα ml NaOH . Με αυτά εκφράζεται η οξύτητα επί % σε ελαϊκό οξύ χρησιμοποιώντας τον τύπο  $(V \cdot C \cdot M) / (10 \cdot m)$ , όπου V=καταναλωθέντα ml NaOH 0,1N.

$C$ =συγκέντρωση NaOH (0,1)  $M$ = γραμμομοριακό βάρος ελαϊκού οξέος(282)  
 $m$ =βάρος δείγματος σε gr

Η οξύτητα εκφράζεται σε g ελαϊκού οξέως/ 100g τηγανισμένης πατάτας.

### 3.1.4 Αριθμός Υπεροξειδίων

Για τον προσδιορισμό του Αριθμού Υπεροξειδίων στα τηγανισμένα δείγματα ακολουθείται η επίσημη μέθοδος της E.E EEC (2568/91). Η ανάλυση για την μέτρηση του αριθμού υπεροξειδίων, πραγματοποιείται στα υδατικά εκχυλίσματα. Ο

αριθμός υπεροξειδίων εκφράζεται στην ποσότητα αυτών των συστατικών του δείγματος (εκφρασμένη σε χλιοστοϊσοδύναμα ενεργού οξυγόνου ανά kg - mEq) που οξειδώνουν το ιωδιούχο κάλιο κάτω από επίσημες συνθήκες ανάλυσης. Ο αριθμός υπεροξειδίων είναι το μέτρο του βαθμού οξείδωσης του ελαίου σε πρωταρχικό στάδιο. Τα υπεροξειδία είναι χημικές ενώσεις που δημιουργούνται από την αντίδραση κυρίως του οξυγόνου με το ελαιόλαδο. Υψηλά υπεροξειδία υποδηλούν ότι το έλαιο έχει οξειδωτικές αλλοιώσεις.

Σε κωνική φιάλη με σμυρισμένο πώμα ζυγίζεται 1gr υγρού δείγματος και προστίθεται σε αυτό 25ml οξικό οξύ και 1ml κορεσμένο διάλυμα KI. Ακολουθείται ανάδευση και διατηρείται το διάλυμα σε ηρεμία στο σκοτάδι για 5 λεπτά. Έπειτα προστίθεται στο διάλυμα 75ml απεσταγμένο H<sub>2</sub>O και μερικές σταγόνες αμύλου για δείκτη. Μετά την αλλαγή χρώματος του διαλύματος σε έντονο σκούρο μωβ, γίνεται εξουδετέρωση με Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,01N με το οποίο γεμίζεται η προχοίδα και καταγράφεται η αρχική τιμή. Η προσθήκη διακόπτεται όταν το διάλυμα γίνεται διαυγές και άχρωμο. Έπειτα καταγράφονται τα ml στα οποία έχει φτάσει η προχοίδα και αφαιρείται η αρχική τιμή για να βρουν τα καταναλωθέντα ml. Παράλληλα εκτελείται λευκός προσδιορισμός. Για την έκφραση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιείται ο τύπος  $AY = V * T * 1000 / m$  όπου V=καταναλωθέντα ml Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> T=κανονικότητα του Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> m=βάρος δείγματος σε gr.

### 3.1.5 Απορρόφηση στο Υπεριώδες (K232, K270, ΔK)

Για τον προσδιορισμό της απορρόφησης στο υπεριώδες στα τηγανισμένα δείγματα ακολουθείται η επίσημη μέθοδος της E.E EEC (2568/91). Η ανάλυση για την μέτρηση του αριθμού υπεροξειδίων, πραγματοποιείται στα υδατικά εκχυλίσματα.

Η Σταθερά K232: Η απορρόφηση στα 232nm οφείλεται στο σχηματισμό υδροϋπεροξειδίων και συζυγών διενίων. Η σταθερά K232 δείχνει το ενδιάμεσο ποσοστό οξείδωσης των συστατικών του ελαιολάδου, όταν αυτό ελέγχεται στον αεριοχρωματογράφο με φως μήκους κύματος 232nm.

Η Σταθερά K270: Η απορρόφηση στα 270nm οφείλεται στο σχηματισμό δευτερογενών προϊόντων οξείδωσης (καρβονυλικές ενώσεις, συζυγή τριένια). Η



σταθερά K270 δείχνει το ποσοστό μείωσης της ανθεκτικότητας στην οξείδωση, όταν το ελαιόλαδο ελέγχεται στον αεριο-χρωματογράφο με φως μήκους κύματος 270nm.

Η Σταθερά ΔΚ (ή ο δείκτης ΔΚ): Ο δείκτης ΔΚ είναι κριτήριο διάκρισης της ποιότητας και καθαρότητας των ελαιολάδων.

### 3.1.6 Ανάγοντα Σάκχαρα

Για την μέτρηση των αναγόντων σακχάρων των δειγμάτων νωπής και τηγανισμένης πατάτας,  $5 \pm 0.1g$  δείγματος, αναμιγνύεται με 50ml H<sub>2</sub>O. Ακολουθείται ομογενοποίηση για 2 λεπτά και το διάλυμα παραμένει σε ηρεμία για 10 λεπτά. Ακολουθείται φυγοκέντρηση για 15 min στις 4000 rpm. Το υπερκείμενο διάλυμα διηθείται σε φίλτρο με διάμετρο πόρων 0,45μ. και στο διηθημένο υγρό πραγματοποιείται η μέτρηση των αναγόντων σακχάρων σύμφωνα με τη μέθοδο του Miller (1959). Η συγκέντρωση των σακχάρων εκφράζεται σε mg γλυκόζης/100g ξηρού δείγματος.

### 3.1.7 Μέθοδος Ακρυλαμιδίου

Για τον προσδιορισμό του ακρυλαμιδίου αλέθεται το δείγμα νωπής πατάτας και λαμβάνονται 5gr. Προστίθενται 30 ml MeOH (μεθανόλη) και τοποθετείται το δείγμα σε ανάδευση με Ultra Turax. Έπειτα φυγοκεντρείται με αλουμινένιο καπάκι για 15min x 200g. Στο υπερκείμενο προστίθενται 15ml brominating solution. Φυλάσσεται όλο το βράδυ σε θερμοκρασία περιβάλλοντος. Το πλεονάζον bromine εξουδετερώνεται την επόμενη ημέρα με προσθήκη 1M θειοθειικού διαλύματος Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> και αναλύεται με GC/MS. Για την Παρασκευή Brominating solution αναμείχθηκαν τα παρακάτω 152gr KBr + 8ml HBr + 50ml bromine water + 600ml νερό

### 3.3.1 Αριθμός Κ

Λαμβάνονται 0,01gr υγρού δείγματος και τοποθετούνται σε ογκομετρική φιάλη των 10ml. Προστίθενται ισοοκτάνιο μέχρι την χαραγή και ανακινείται καλά. Ρυθμίζεται το φασματοφωτόμετρο στα 300nm με 220nm και τοποθετείται και στις 2 κυψελίδες του φασματοφωτομέτρου ισοοκτάνιο για να δημιουργηθεί η καμπύλη και

έπειτα γίνεται scanning αλλάζοντας την μια κυψελίδα στην οποία προστίθεται το διάλυμα του δείγματος.

### 3.3.2 Σάκχαρα

Δημιουργείται η καμπύλη σακχάρων χωρίς την προσθήκη δείγματος. γλυκόζης συγκέντρωσης 1000μl/ml, Αφού δημιουργείται και αποθηκεύεται η καμπύλη στο φασματοφωτόμετρο ξεκινά η διαδικασία για την εύρεση των σακχάρων στο δείγμα. Αρχικά σε δοκιμαστικό σωλήνα (με πόμα) προστίθεται 1 ml δείγμα και 1 ml απεσταγμένο νερό. Στη συνέχεια προστίθενται 3ml διαλύματος DNS, το οποίο είχε ήδη κατασκευαστεί από πριν, και 0,05ml Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>. Έπειτα τοποθετούνται στο δοκιμαστικό σωλήνα σε υδατόλουτρο για 15 λεπτά στους 95°C και παρατηρείται η σταδιακή αλλαγή του χρώματος. Μετά το πέρας των 15 λεπτών και όσο το διάλυμα παραμένει ζεστό προστίθενται 1ml KNa tartate 40% και 4ml H<sub>2</sub>O. Τέλος ο δοκιμαστικός αναδεύεται, ώστε να αναμειχθεί καλά και γέμιζει η κυψελίδα που τοποθετείται στο φασματοφωτόμετρο.

## 3.2 Στατιστική Ανάλυση

Για κάθε συνδυασμό ελαίου και ποικιλίας, πραγματοποιήθηκαν τρία τηγανίσματα, και συλλέχθηκαν αντίστοιχα δείγματα. Τα αποτελέσματα των αναλύσεων αποτελούν το μέσο όρο των τριών επαναλήψεων. Στα αποτελέσματα, πραγματοποιήθηκε ανάλυση σημαντικότητας με Student's t-Test ( $p < 0.05$ ).

## 4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

### 4.1 Μέτρηση ποσότητας προσροφημένου ελαίου

Στους πίνακες που ακολουθούν δίνονται οι μέσες ποσότητες προσροφημένου ελαίου ανά 100g νωπής πατάτας, τηγανισμένης στα τρία έλαια.

Πίνακας 4-1: Ποσότητα προσροφημένου ελαίου (g) ανά 100g νωπής πατάτας ποικιλίας VOYAGER, τηγανισμένης σε τρία έλαια.

	<b>ΕΛΑΙΟΛΑΔΟ</b>	<b>ΣΟΓΙΕΛΑΙΟ</b>	<b>ΑΡΑΒΟΣΙΤΕΛΑΙΟ</b>
<b>1</b>	4,770 ± 0,009	5,388 ± 0,051	5,267 ± 0,024
<b>2</b>	4,704 ± 0,023	5,302 ± 0,045	5,391 ± 0,045
<b>3</b>	4,743 ± 0,015	5,330 ± 0,034	5,281 ± 0,043
<b>4</b>	4,755 ± 0,021	5,423 ± 0,035	5,359 ± 0,037
<b>5</b>	4,751 ± 0,017	5,313 ± 0,013	5,320 ± 0,024
<b>6</b>	4,779 ± 0,020	5,413 ± 0,009	5,282 ± 0,017
<b>7</b>	4,716 ± 0,008	5,438 ± 0,054	5,314 ± 0,033
<b>8</b>	4,740 ± 0,038	5,322 ± 0,033	5,323 ± 0,014
<b>9</b>	4,732 ± 0,012	5,285 ± 0,017	5,248 ± 0,093

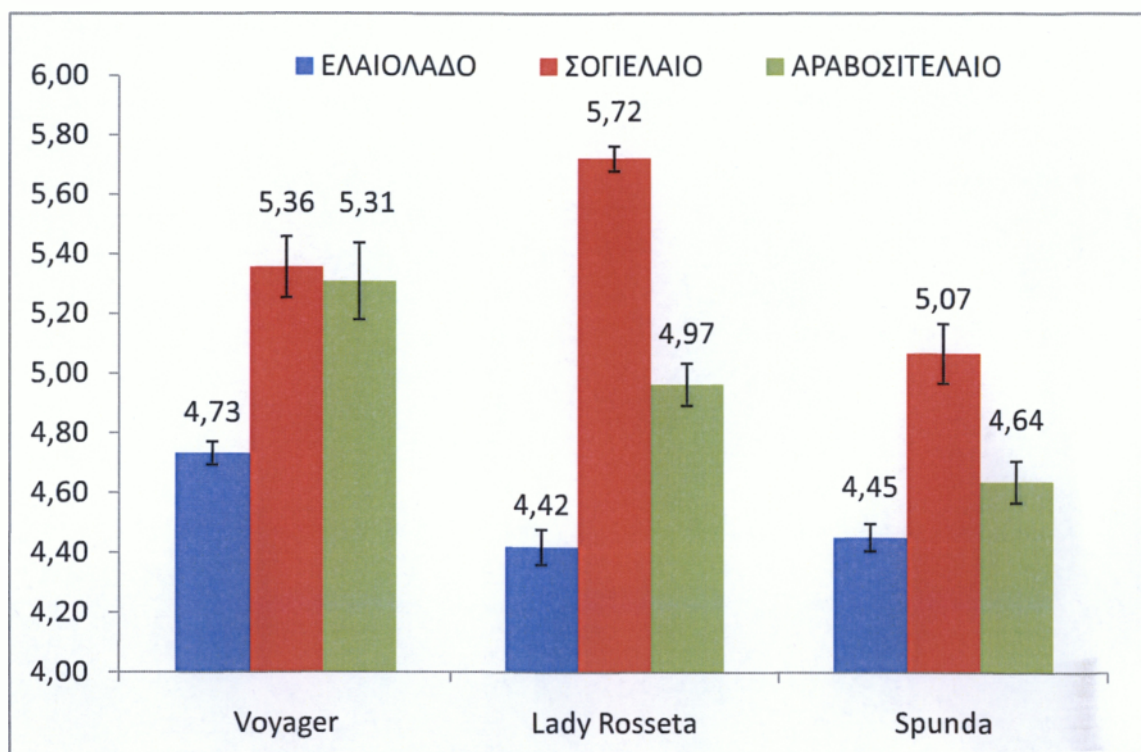
Πίνακας 4-2: Ποσότητα προσροφημένου ελαίου (g) ανά 100g νωπής πατάτας ποικιλίας LADY ROSETTA, τηγανισμένης σε τρία έλαια.

	<b>ΕΛΑΙΟΛΑΔΟ</b>	<b>ΣΟΓΙΕΛΑΙΟ</b>	<b>ΑΡΑΒΟΣΙΤΕΛΑΙΟ</b>
<b>1</b>	4,332 ± 0,033	5,738 ±0,053	5,005 ± 0,013
<b>2</b>	4,304 ± 0,014	5,735 ±0,049	5,171 ± 0,044
<b>3</b>	4,394 ± 0,038	5,735 ±0,050	4,923 ± 0,034
<b>4</b>	4,366 ± 0,013	5,732 ±0,007	5,002 ± 0,037
<b>5</b>	4,471 ± 0,026	5,739 ±0,028	4,835 ± 0,023
<b>6</b>	4,358 ± 0,032	5,689 ±0,055	4,962 ± 0,022
<b>7</b>	4,538 ± 0,032	5,699 ±0,051	4,851 ± 0,028
<b>8</b>	4,614 ± 0,033	5,737 ±0,012	4,948 ± 0,032
<b>9</b>	4,399 ± 0,021	5,692 ±0,033	4,999 ± 0,029

Πίνακας 4-3: Ποσότητα προσροφημένου ελαίου (g) ανά 100g νωπής πατάτας ποικιλίας SPUNTA, τηγανισμένης σε τρία έλαια.

	<b>ΕΛΑΙΟΛΑΔΟ</b>	<b>ΣΟΓΙΕΛΑΙΟ</b>	<b>ΑΡΑΒΟΣΙΤΕΛΑΙΟ</b>
<b>1</b>	4,716 ± 0,022	5,193 ± 0,012	4,772 ± 0,008
<b>2</b>	4,455 ± 0,026	4,963 ± 0,011	4,599 ± 0,045
<b>3</b>	4,385 ± 0,001	5,052 ± 0,023	4,556 ± 0,015
<b>4</b>	4,381 ± 0,012	5,022 ± 0,009	4,646 ± 0,029
<b>5</b>	4,339 ± 0,018	5,038 ± 0,016	4,719 ± 0,025
<b>6</b>	4,475 ± 0,031	5,092 ± 0,039	4,652 ± 0,034
<b>7</b>	4,593 ± 0,029	5,109 ± 0,011	4,581 ± 0,024
<b>8</b>	4,406 ± 0,044	5,004 ± 0,036	4,586 ± 0,043
<b>9</b>	4,320 ± 0,042	5,136 ± 0,046	4,648 ± 0,040

Στο γράφημα 4.1 φαίνεται η μέση ποσότητα ελαίου που προσροφά η κάθε ποικιλία.

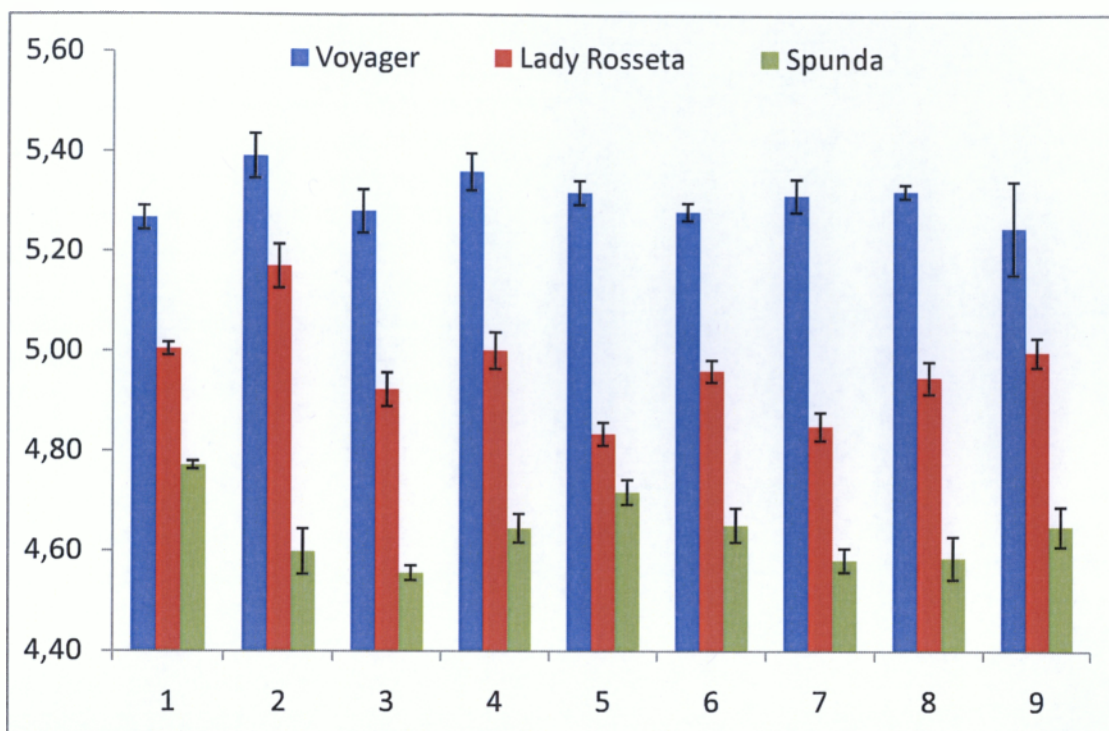


Γράφημα 4-1: Ποσότητα προσροφημένου ελαίου (g) ανά 100g νωπής πατάτας

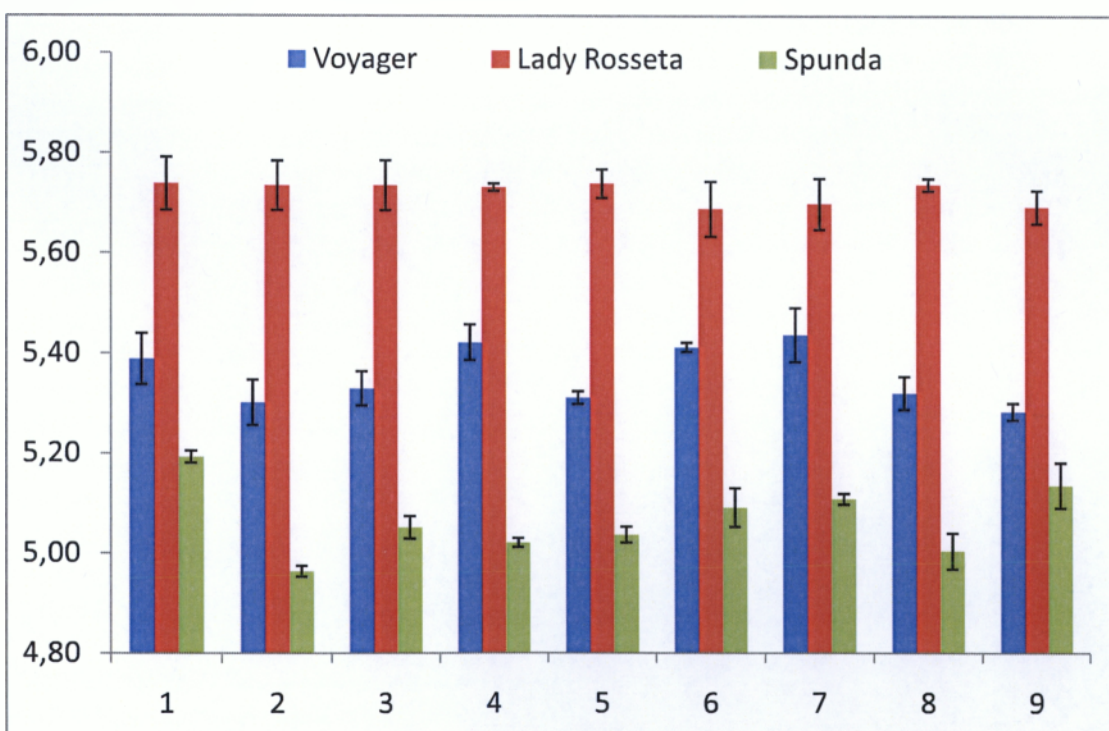
Από τα δεδομένα είναι φανερό ότι οι πατάτες που τηγανίζονται σε ελαιόλαδο, προσροφούν στατιστικά σημαντικά ( $p < 0.05$ ) μικρότερη ποσότητα από τα άλλα δύο έλαια. Αντίθετα, δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στα άλλα δύο έλαια (αραβοσιτέλαιο και σογιέλαιο). Η μέση τιμή προσρόφησης για το ελαιόλαδο ήταν  $4,53 \pm 0,11$  g/100g πατάτας, ενώ για το αραβοσιτέλαιο ήταν  $4,97 \pm 0,33$  και για το σογιέλαιο  $5,38 \pm 0,33$  g/100g πατάτας.

Στα γραφήματα 4.2, 4.3 και 4.4, δίνονται οι προσροφημένες ποσότητες ελαίου σε g/ 100 g νωπής πατάτας, στα τρία είδη ελαίων (αραβοσιτέλαιο, σογιέλαιο και ελαιόλαδο, αντίστοιχα).

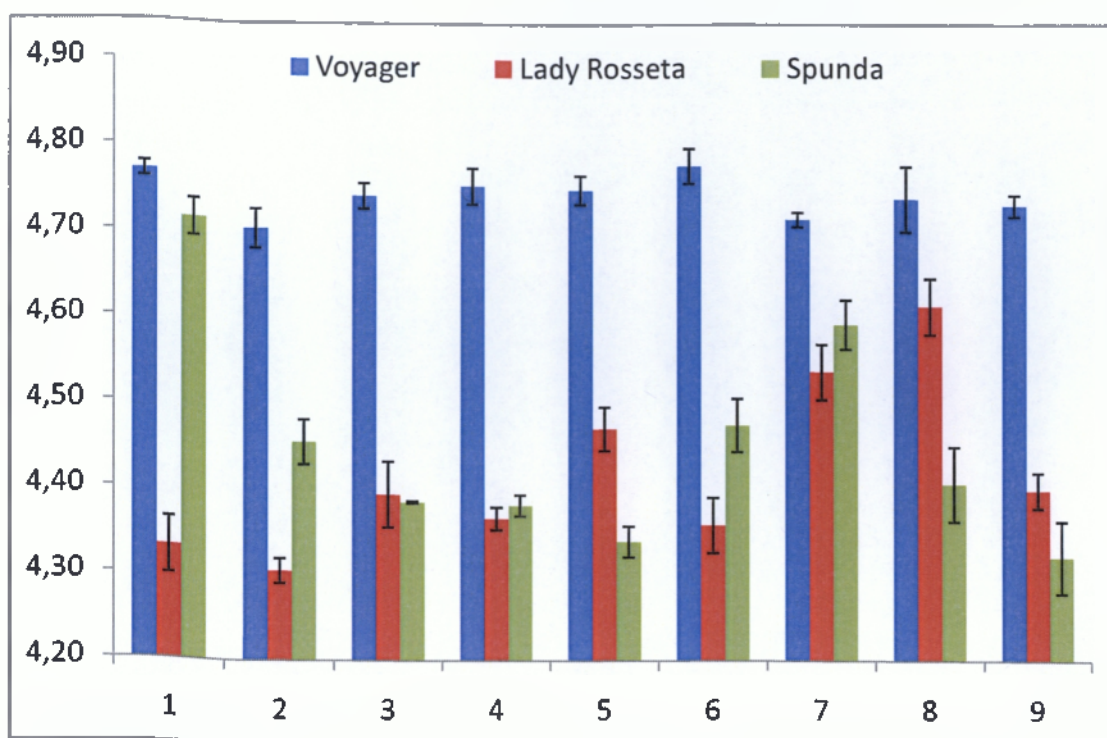




Γράφημα 4-2: Ποσότητα προσροφημένου αραβοσιτελαίου (g) ανά 100g νωπής πατάτας.



Γράφημα 4-3: Ποσότητα προσροφημένου σογιέλαιου (g) ανά 100g νωπής πατάτας.



Γράφημα 4-4: Ποσότητα προσροφημένου ελαιολάδου (g) ανά 100g νωπής πατάτας

Όσον αφορά τις ποικιλίες, η Voyager είναι αυτή που προσροφά στατιστικά σημαντικά ( $p < 0.05$ ) μεγαλύτερη ποσότητα σε ελαιόλαδα και αραβοσιτέλαιο, ενώ η Lady Rosetta στο σογιέλαιο, σε σχέση με τις άλλες ποικιλίες.

Ο στατιστικός έλεγχος ανάμεσα στις επεμβάσεις (1 έως 9) των ποικιλιών, που τηγανίστηκαν στα διάφορα έλαια, έδειξε ότι στατιστικά σημαντική διαφορά ( $p < 0.05$ ) υπήρξε μόνο μεταξύ της επέμβασης 3 με τις επεμβάσεις 1, 4 και 6. Σε όλους τους υπόλοιπους συνδυασμούς, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές.



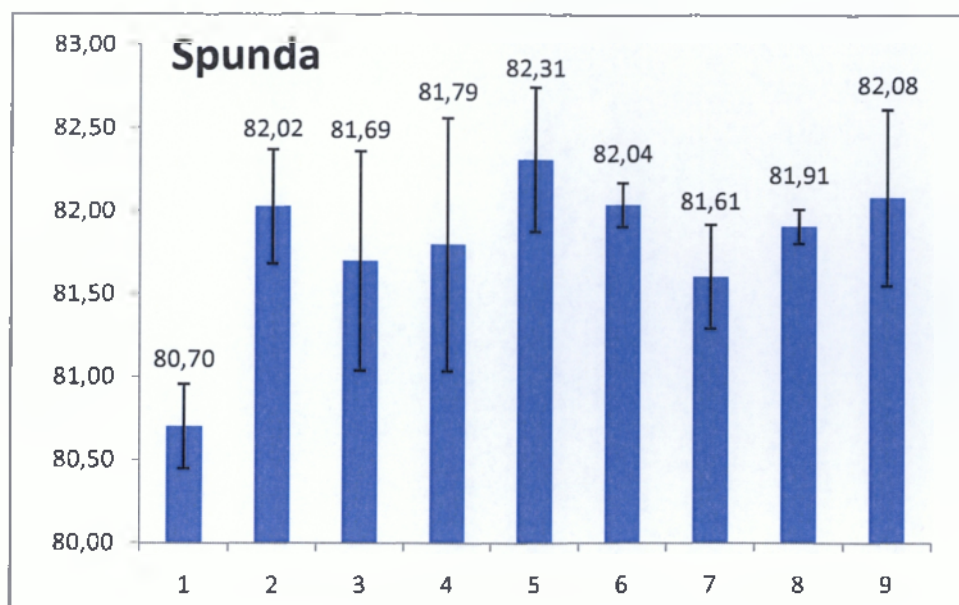
## 4.2 Μέτρηση υγρασίας πριν και μετά από το τηγάνισμα

Στον πίνακα 4.4, καθώς και στα γραφήματα 4.5, 4.6 και 4.7 που ακολουθούν δίνονται οι αρχικές υγρασίες των τριών ποικιλιών που χρησιμοποιήθηκαν, στις διάφορες επεμβάσεις.

Πίνακας 4-4: Αρχική υγρασία των τριών ποικιλιών VOYAGER, LADY ROSETTA και SPUNTA.

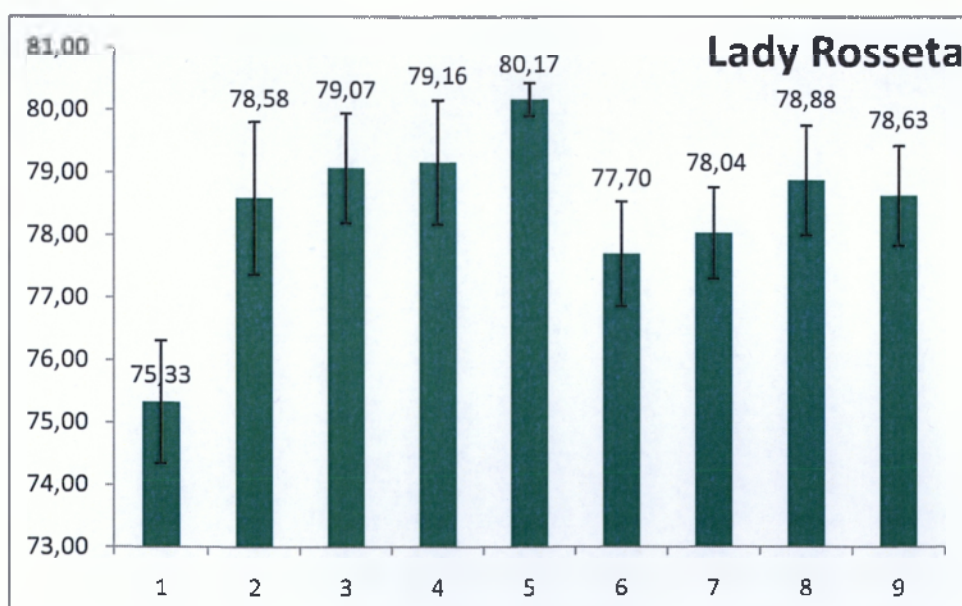
	<b>VOYAGER</b>	<b>LADY ROSETTA</b>	<b>SPUNTA</b>
<b>1</b>	80,82 ± 0,65	75,33 ± 0,99	80,70 ± 0,25
<b>2</b>	81,56 ± 0,51	78,58 ± 1,22	82,02 ± 0,34
<b>3</b>	83,07 ± 0,92	79,07 ± 0,88	81,69 ± 0,66
<b>4</b>	82,77 ± 1,20	79,16 ± 0,99	81,79 ± 0,76
<b>5</b>	81,17 ± 0,09	80,17 ± 0,26	82,31 ± 0,43
<b>6</b>	81,47 ± 0,17	77,70 ± 0,83	82,04 ± 0,13
<b>7</b>	81,90 ± 1,23	78,04 ± 0,73	81,61 ± 0,31
<b>8</b>	81,68 ± 0,70	78,88 ± 0,87	81,91 ± 0,10
<b>9</b>	81,03 ± 0,55	78,63 ± 0,80	82,08 ± 0,53

Οι μέση υγρασία των τριών ποικιλιών, ανεξάρτητα από επέμβαση, ήταν για την Spunta 81.80±0.58, για την Lady Rosetta 78.39±1.49 και τέλος για την Voyager 81.72±0.97.

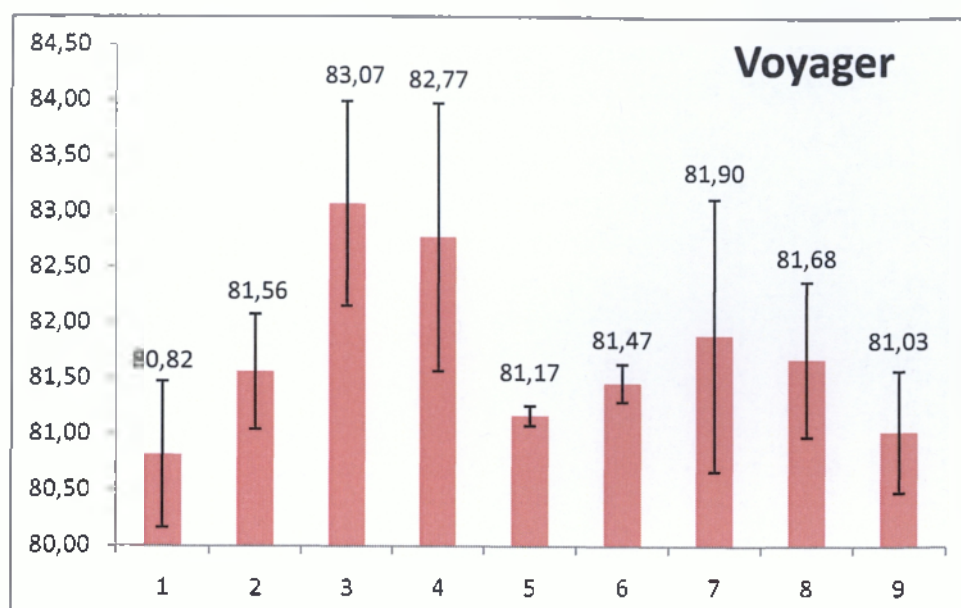


Γράφημα 4-5: Αρχικές υγρασίες (%) ποικιλίας Sprunda, στις διάφορες επεμβάσεις.

Όσον αφορά την επίδραση των επεμβάσεων στην αρχική υγρασία των κονδύλων, στην ποικιλία Sprunda, παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ( $p < 0.05$ ) μόνο ανάμεσα στην επέμβαση 1 και στις 2,5,6,7,8,9.



Γράφημα 4-6: Αρχικές υγρασίες ποικιλίας Lady Rosetta, στις διάφορες επεμβάσεις.



Γράφημα 4-7: Αρχικές υγρασίες ποικιλίας Voyager, στις διάφορες επεμβάσεις.

Αντίστοιχα για την ποικιλία Lady Rosetta στατιστικά σημαντικές διαφορές ( $p < 0.05$ ) παρατηρήθηκαν μεταξύ της επέμβασης 1 με όλες τις άλλες επεμβάσεις, μεταξύ της 3 και τις 6,7, και 9, μεταξύ της επέμβασης 5 με τις 6,7,8, και 9 και τέλος της επέμβασης 7 με την 9.

Τέλος για την ποικιλία Voyager στατιστικά σημαντικές διαφορές ( $p < 0.05$ ) παρατηρήθηκαν μεταξύ της επέμβασης 3 και τις επεμβάσεις 1,2,5 και 6, μεταξύ των επεμβάσεων 4 και 7 και μεταξύ των επεμβάσεων 5 και 6.

Πίνακας 4-5: Υγρασία (%) των τριών ποικιλιών, στις διάφορες επεμβάσεις, μετά από το τηγάνισμα σε αραβοσιτέλαιο.

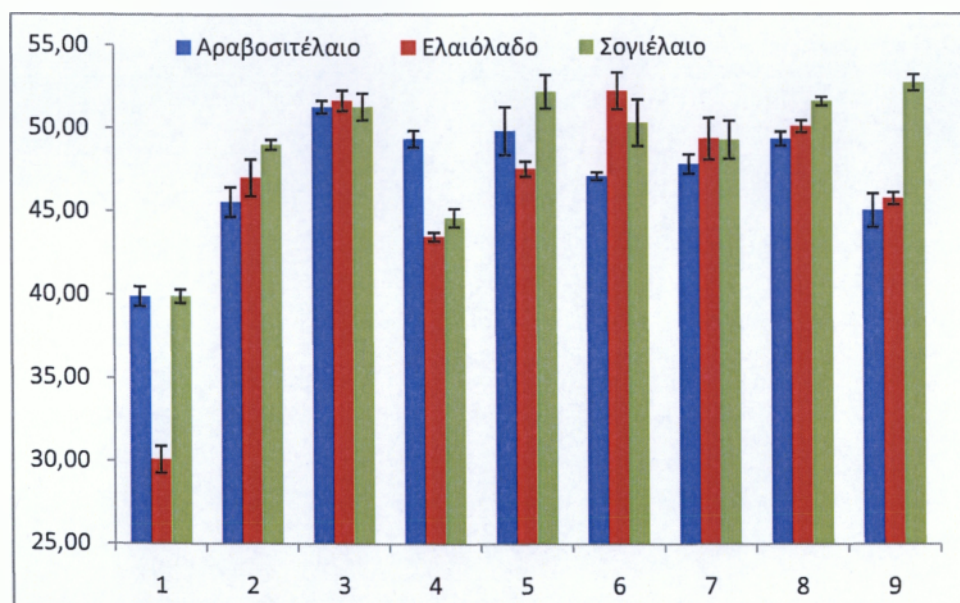
	<b>SPUNTA</b>	<b>LADY ROSETTA</b>	<b>VOYAGER</b>
<b>1</b>	39,90 ± 0,59	40,43 ± 0,96	39,45 ± 0,63
<b>2</b>	45,57 ± 0,89	43,98 ± 0,73	55,68 ± 0,86
<b>3</b>	51,30 ± 0,38	38,96 ± 0,46	45,70 ± 1,01
<b>4</b>	49,35 ± 0,50	46,27 ± 0,42	45,00 ± 0,27
<b>5</b>	49,84 ± 1,44	41,24 ± 0,92	44,84 ± 0,83
<b>6</b>	47,10 ± 0,23	42,42 ± 0,57	50,46 ± 0,77
<b>7</b>	47,83 ± 0,57	38,29 ± 0,45	51,08 ± 0,30
<b>8</b>	49,34 ± 0,42	50,65 ± 0,58	48,13 ± 0,57
<b>9</b>	45,05 ± 1,01	43,32 ± 0,28	47,97 ± 0,82

Πίνακας 4-6: Υγρασία (%) των τριών ποικιλιών, στις διάφορες επεμβάσεις, μετά από το τηγάνισμα σε ελαιόλαδο.

	<b>SPUNTA</b>	<b>LADY ROSETTA</b>	<b>VOYAGER</b>
<b>1</b>	30,09 ± 0, 81	26,36 ± 0,55	38,85 ± 1,16
<b>2</b>	47,04 ± 1,11	40,80 ± 0,58	46,45 ± 0,34
<b>3</b>	51,68 ± 0,61	43,90 ± 0,40	38,92 ± 1,14
<b>4</b>	43,49 ± 0,26	43,58 ± 0,31	48,90 ± 0,63
<b>5</b>	47,54 ± 0,45	51,37 ± 1,26	50,76 ± 0,37
<b>6</b>	52,22 ± 1,10	44,20 ± 0,56	51,56 ± 0,80
<b>7</b>	49,35 ± 1,25	44,83 ± 0,57	42,40 ± 0,37
<b>8</b>	50,09 ± 0,35	42,79 ± 0,53	45,38 ± 0,19
<b>9</b>	45,76 ± 0,36	46,80 ± 0,62	48,07 ± 0,81

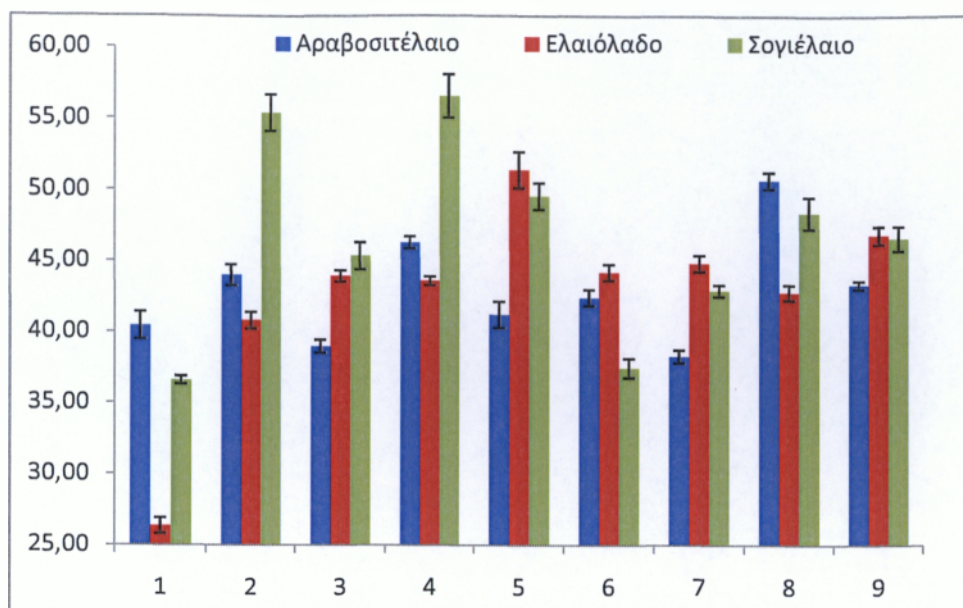
Πίνακας 4-7: Υγρασία (%) των τριών ποικιλιών, στις διάφορες επεμβάσεις, μετά από το τηγάνισμα σε σογιέλαιο.

	SPUNTA	LADY ROSETTA	VOYAGER
1	39,92 ± 0,41	36,60 ± 0,28	36,44 ± 0,44
2	49,03 ± 0,29	55,39 ± 1,28	44,31 ± 0,86
3	51,30 ± 0,81	45,33 ± 0,95	46,72 ± 1,23
4	44,60 ± 0,55	56,53 ± 1,52	54,49 ± 0,53
5	52,18 ± 1,01	49,53 ± 0,93	47,05 ± 0,95
6	50,31 ± 1,39	37,46 ± 0,68	46,23 ± 0,55
7	49,28 ± 1,14	42,92 ± 0,41	46,67 ± 1,33
8	51,60 ± 0,26	48,38 ± 1,11	43,65 ± 1,28
9	52,71 ± 0,49	46,58 ± 0,86	49,88 ± 1,22

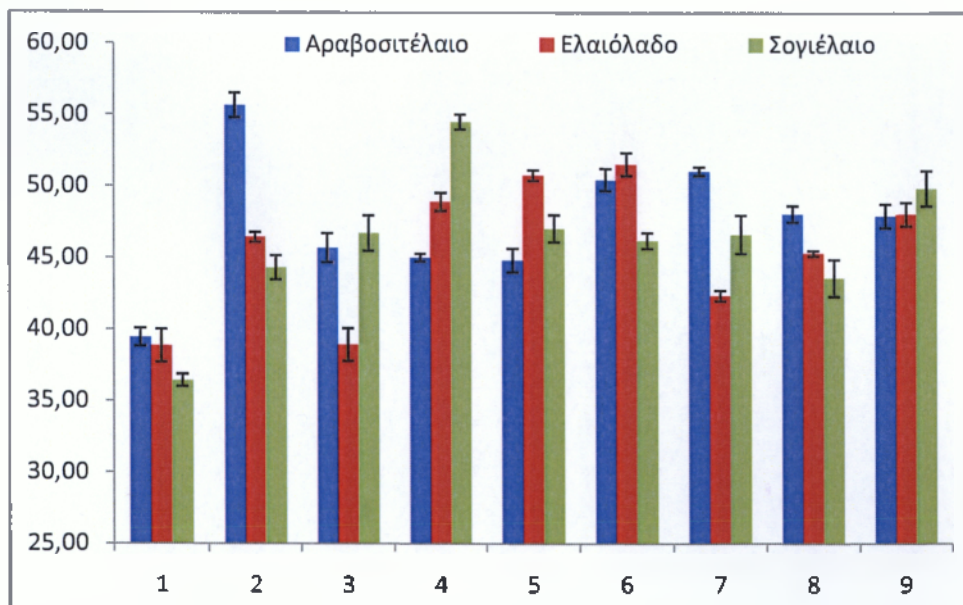


Γράφημα 4-8: Υγρασία (%) ποικιλίας Spunta, στις διάφορες επεμβάσεις, μετά από το τηγάνισμα στα τρία έλαια.





Γράφημα 4-9: Υγρασία (%) ποικιλίας Lady Rosetta, στις διάφορες επεμβάσεις, μετά από το τηγάνισμα στα τρία έλαια.



Γράφημα 4-10: Υγρασία (%) ποικιλίας Voyager, στις διάφορες επεμβάσεις, μετά από το τηγάνισμα στα τρία έλαια.

Στα γραφήματα 4.8, 4.9 και 4.10 δίνονται οι υγρασίες των τηγανισμένων πατατών, των τριών ποικιλιών στα τρία έλαια. Η μείωση της περιεχόμενης υγρασίας

που παρατηρήθηκε, ήταν αναμενόμενη, λόγω των υψηλών θερμοκρασιών που αναπτύσσονται κατά τη διάρκεια του τηγανίσματος.

Στον πίνακα 4.8 δίνονται οι % μειώσεις της περιεχόμενης υγρασίας.

Πίνακας 4-8: Επί της % μείωση της υγρασίας κατά τη διάρκεια του τηγανίσματος.

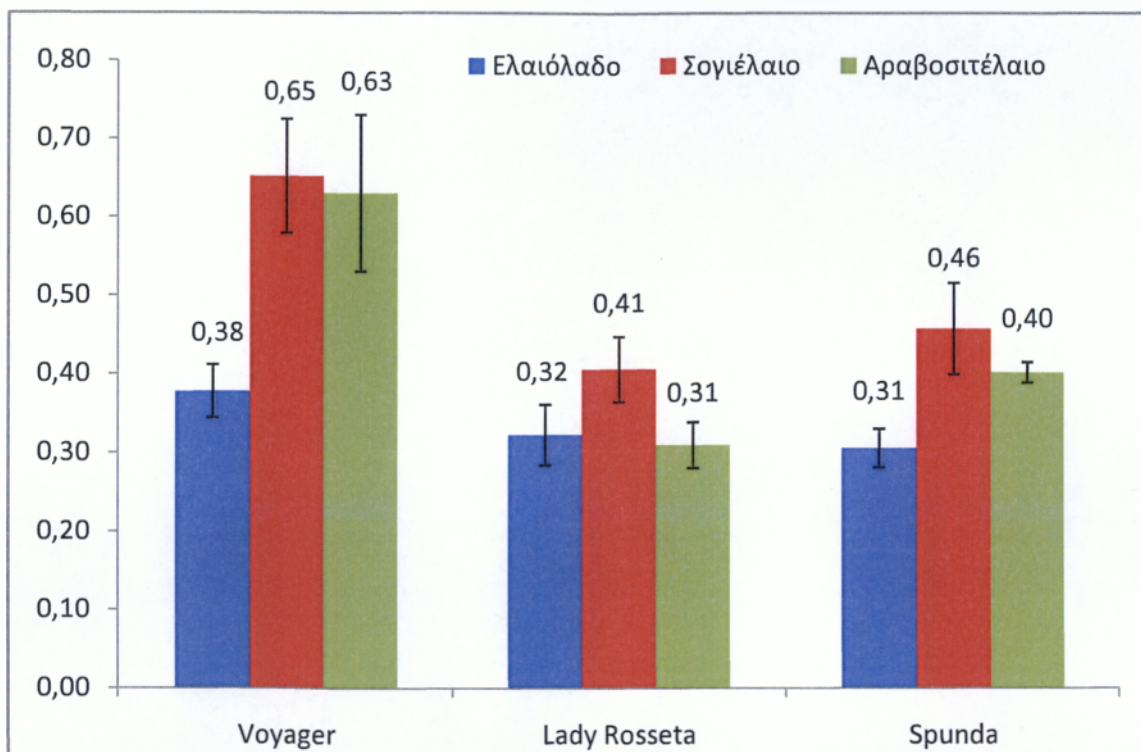
	SPUNTA			LADY ROSETTA			VOYAGER		
	<i>ΕΛΑΙ ΟΛ</i>	<i>ΑΡΑΒ</i>	<i>ΣΟΓΙ ΕΛ</i>	<i>ΕΛΑΙ ΟΛ</i>	<i>ΑΡΑΒ</i>	<i>ΣΟΓΙ ΕΛ</i>	<i>ΕΛΑΙ ΟΛ</i>	<i>ΑΡΑΒ</i>	<i>ΣΟΓΙ ΕΛ</i>
1	62,58	50,67	50,59	65,35	45,52	51,64	51,81	51,63	54,61
2	42,64	44,68	39,99	47,72	43,42	30,74	42,63	32,03	45,83
3	37,26	37,15	36,72	45,13	50,23	42,57	53,00	45,65	43,24
4	46,63	39,25	46,04	44,21	41,65	29,40	41,82	44,88	34,05
5	42,05	39,28	36,99	35,89	48,74	38,03	37,39	44,81	42,05
6	36,33	42,51	38,78	43,74	45,36	51,28	36,58	38,19	43,25
7	39,31	41,63	39,58	43,00	50,42	45,14	49,03	36,74	42,92
8	38,92	39,75	36,93	45,25	36,57	38,46	43,89	41,36	46,83
9	44,37	45,40	35,32	41,10	44,36	40,73	40,61	40,44	38,89

Η επί της % μείωση της υγρασίας κατά τη διάρκεια του τηγανίσματος, κυμάνθηκε από 30 έως και 65%. Γενικά, το τηγάνισμα σε σογιέλαιο έδωσε μικρότερη απώλεια σε υγρασία με το μέσο ποσοστό μείωσης να είναι 41.5%, όταν στο τηγάνισμα σε ελαιόλαδο και σε αραβοσιτέλαιο η % μείωση της υγρασίας ήταν 44,38 και 43,05 αντίστοιχα. Ωστόσο, στατιστικά σημαντική διαφορά ( $p < 0.05$ ) παρατηρήθηκε μόνο μεταξύ του σογιέλαιου και του ελαιολάδου.



### 4.3 Μέτρηση της οξύτητας

Στο γράφημα 4.11 φαίνεται η μέση οξύτητα για κάθε ποικιλία, τηγανισμένη στα τρία έλαια (ελαιόλαδο, σογιέλαιο και αραβοσιτέλαιο).



Γράφημα 4-11: Οξύτητα g ελαϊκού/ 100g τηγανισμένης πατάτας τριών ποικιλιών στα τρία έλαια.

Από τα δεδομένα δείχνουν ότι οι πατάτες που τηγανίστηκαν σε ελαιόλαδο, είχαν στατιστικά σημαντικά ( $p < 0.05$ ) μικρότερη οξύτητα, σε σχέση με όταν τηγανίστηκαν στα άλλα δύο έλαια. Αντίθετα, δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στην οξύτητα ανάμεσα στα άλλα δύο έλαια (αραβοσιτέλαιο και σογιέλαιο). Η μέση τιμή της οξύτητας για το ελαιόλαδο ήταν  $0,335 \pm 0,04$  g/100g πατάτας, ενώ για το αραβοσιτέλαιο ήταν  $0,447 \pm 0,16$  και για το σογιέλαιο  $0,505 \pm 0,13$  g/100g πατάτας.

Πίνακας 4-9: Οξύτητα g ελαϊκού/100g τηγανισμένης πατάτας ποικιλίας Sprunta, στα τρία έλαια.

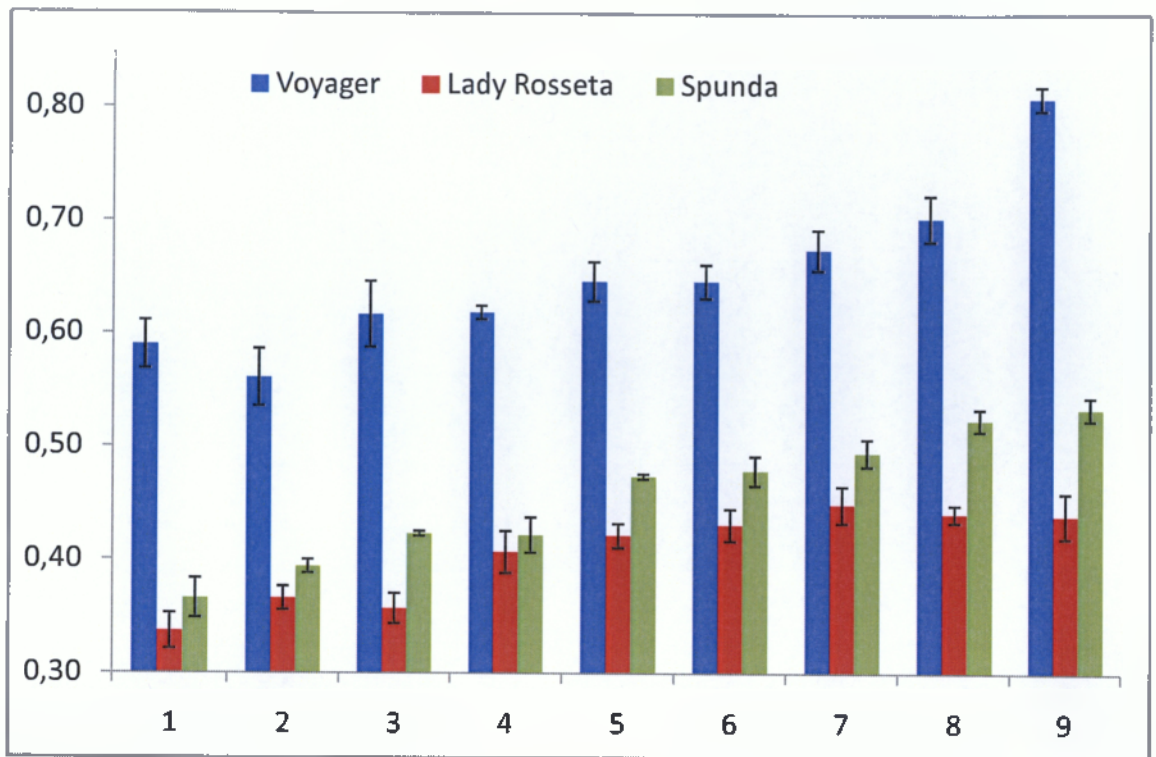
	<b>ΑΡΑΒΟΣΙΤΕΛΛΙΟ</b>	<b>ΕΛΑΙΟΛΑΔΟ</b>	<b>ΣΟΓΙΕΛΛΙΟ</b>
<b>1</b>	0,395 ± 0,008	0,254 ± 0,001	0,366 ± 0,017
<b>2</b>	0,393 ± 0,008	0,282 ± 0,011	0,394 ± 0,006
<b>3</b>	0,384 ± 0,007	0,308 ± 0,013	0,423 ± 0,002
<b>4</b>	0,394 ± 0,015	0,309 ± 0,001	0,422 ± 0,016
<b>5</b>	0,393 ± 0,017	0,310 ± 0,013	0,474 ± 0,002
<b>6</b>	0,402 ± 0,002	0,311 ± 0,004	0,479 ± 0,013
<b>7</b>	0,401 ± 0,015	0,308 ± 0,012	0,495 ± 0,012
<b>8</b>	0,420 ± 0,007	0,324 ± 0,015	0,524 ± 0,010
<b>9</b>	0,424 ± 0,020	0,339 ± 0,009	0,534 ± 0,010

Πίνακας 4-10: Οξύτητα g ελαϊκού/100g τηγανισμένης πατάτας ποικιλίας Lady Rosetta, στα τρία έλαια.

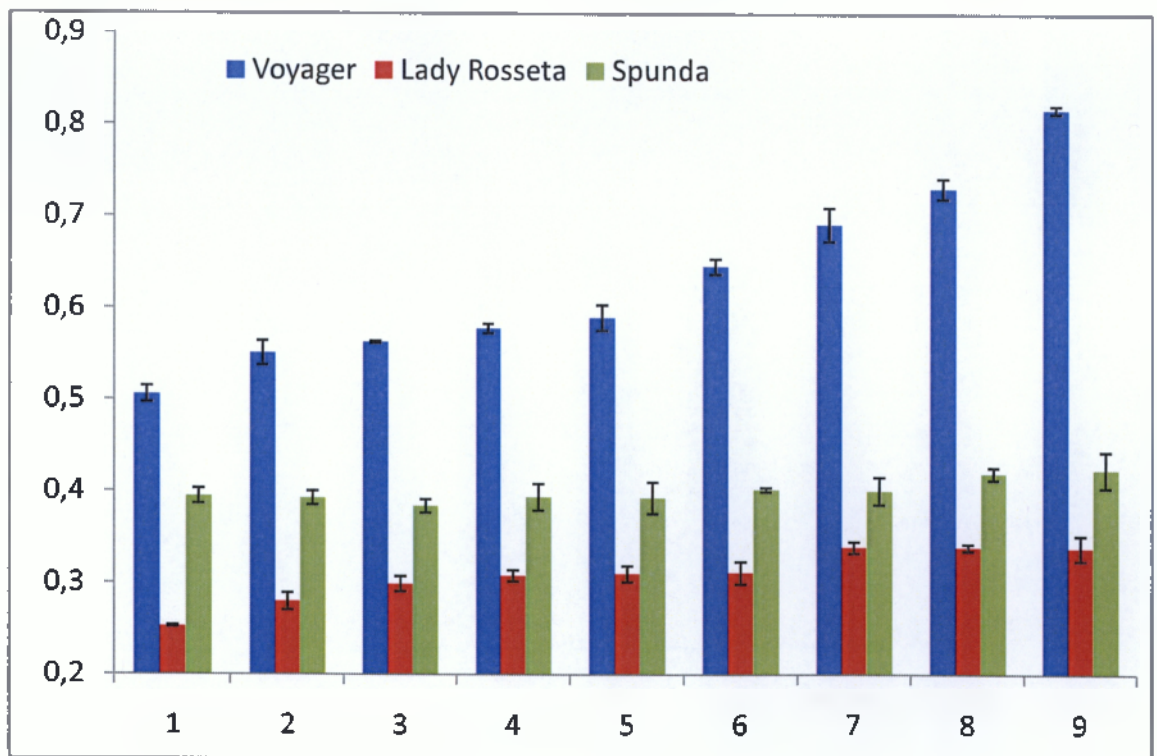
	<b>ΑΡΑΒΟΣΙΤΕΛΛΙΟ</b>	<b>ΕΛΑΙΟΛΑΔΟ</b>	<b>ΣΟΓΙΕΛΛΙΟ</b>
<b>1</b>	0,253 ± 0,001	0,280 ± 0,006	0,337 ± 0,016
<b>2</b>	0,280 ± 0,009	0,281 ± 0,002	0,366 ± 0,010
<b>3</b>	0,299 ± 0,008	0,295 ± 0,005	0,357 ± 0,013
<b>4</b>	0,308 ± 0,006	0,309 ± 0,007	0,407 ± 0,019
<b>5</b>	0,310 ± 0,009	0,314 ± 0,009	0,422 ± 0,011
<b>6</b>	0,311 ± 0,012	0,324 ± 0,015	0,431 ± 0,014
<b>7</b>	0,339 ± 0,006	0,338 ± 0,011	0,449 ± 0,016
<b>8</b>	0,339 ± 0,004	0,368 ± 0,002	0,441 ± 0,008
<b>9</b>	0,338 ± 0,014	0,393 ± 0,006	0,439 ± 0,020

Πίνακας 4-11: Οξύτητα g ελαϊκού/100g τηγανισμένης πατάτας ποικιλίας Voyager, στα τρία έλαια.

	<b>ΑΡΑΒΟΣΙΤΕΛΛΑΙΟ</b>	<b>ΕΛΑΙΟΛΑΔΟ</b>	<b>ΣΟΓΙΕΛΛΑΙΟ</b>
<b>1</b>	0,506 ± 0,009	0,336 ± 0,007	0,590 ± 0,021
<b>2</b>	0,551 ± 0,013	0,346 ± 0,007	0,561 ± 0,025
<b>3</b>	0,563 ± 0,001	0,339 ± 0,010	0,617 ± 0,029
<b>4</b>	0,578 ± 0,005	0,378 ± 0,004	0,619 ± 0,006
<b>5</b>	0,590 ± 0,014	0,392 ± 0,010	0,647 ± 0,017
<b>6</b>	0,646 ± 0,008	0,368 ± 0,010	0,647 ± 0,015
<b>7</b>	0,692 ± 0,018	0,424 ± 0,007	0,675 ± 0,018
<b>8</b>	0,731 ± 0,011	0,424 ± 0,005	0,703 ± 0,020
<b>9</b>	0,817 ± 0,004	0,392 ± 0,009	0,809 ± 0,010

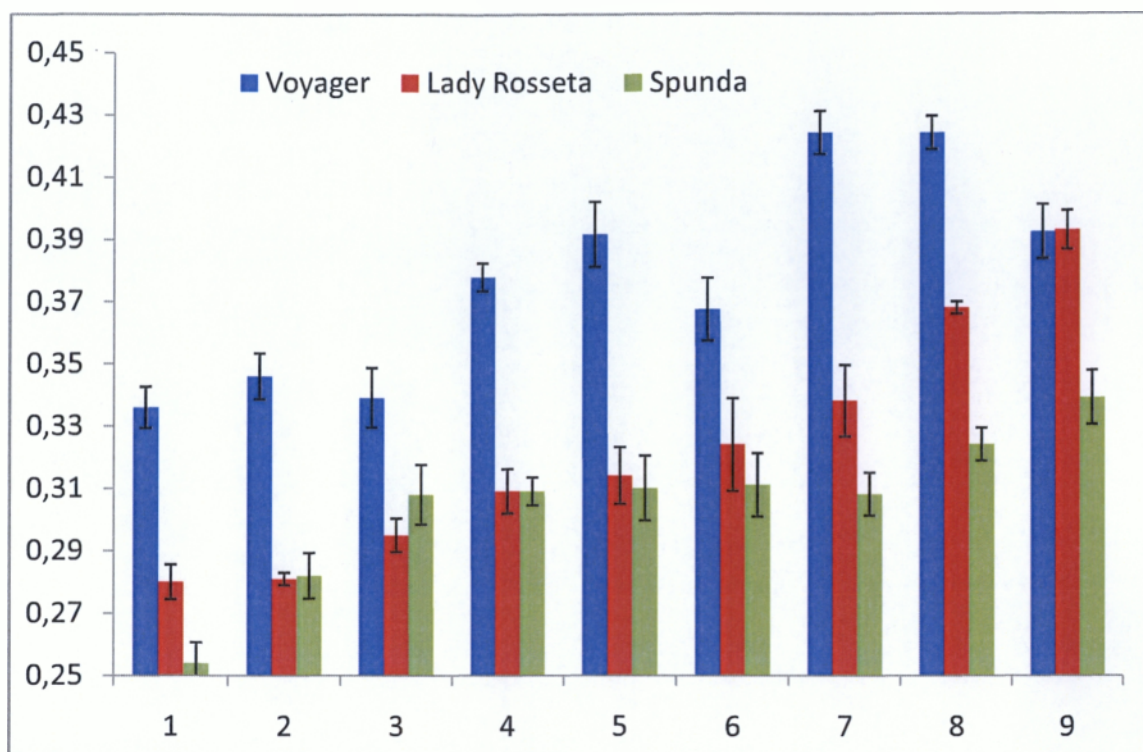


Γράφημα 4-12: Οξύτητα g ελαϊκού/100g τηγανισμένης πατάτας τριών ποικιλιών σε σογιέλαιο.



Γράφημα 4-13: Οξύτητα g ελαϊκού/100g τηγανισμένης πατάτας τριών ποικιλιών σε Αραβοσιτέλαιο





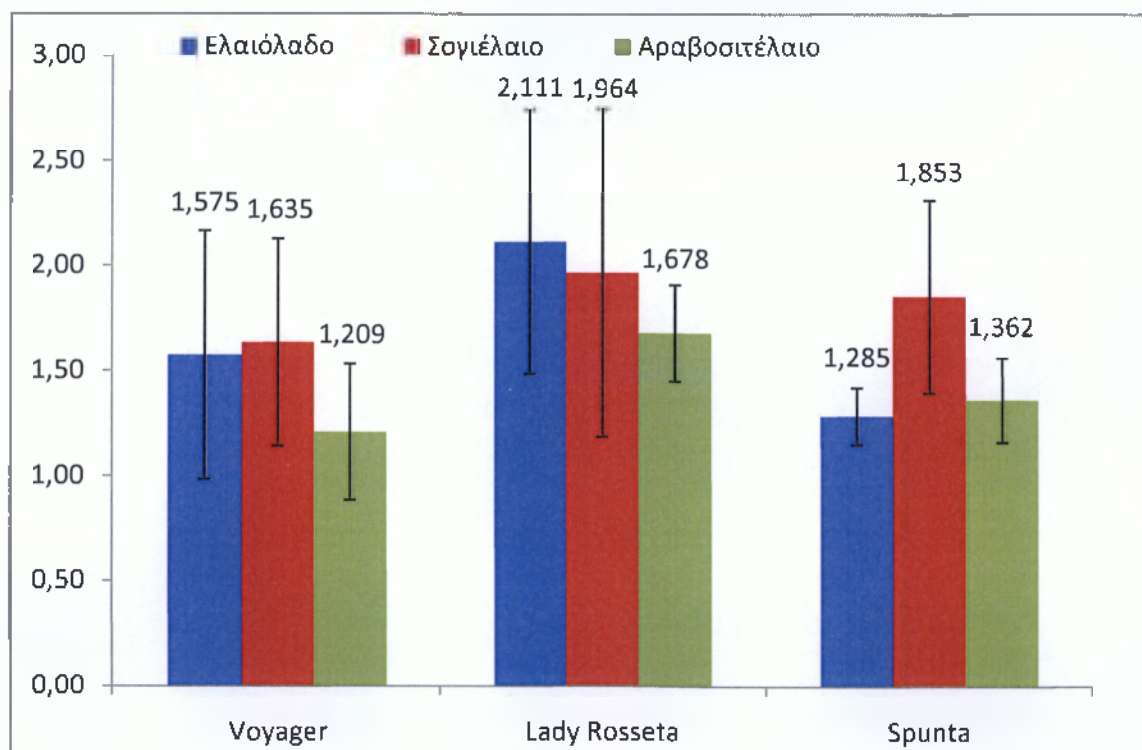
Γράφημα 4-14: Οξύτητα g ελαιικού/ 100g τηγανισμένης πατάτας τριών ποικιλιών σε ελαιόλαδο.

Η πρώτη γενική παρατήρηση από τα ανωτέρω γραφήματα, είναι η αύξηση της οξύτητας που παρατηρείται με την αύξηση του αριθμού της επέμβασης, κάτι που έχει να κάνει όμως με το πόσες διαδοχικές φορές έχει χρησιμοποιηθεί το έλαιο για τηγάνισμα. Έτσι στην επέμβαση 1, αντιστοιχεί το πρώτο τηγάνισμα, στην επέμβαση 2 το δεύτερο και ούτω καθ' εξής. Η παρατηρούμενη, λοιπόν αύξηση της οξύτητας στους κονδύλους, που αντιστοιχεί στο προσροφημένο έλαιο, έχει να κάνει με την υποβάθμιση του ελαίου κατά τη διάρκεια των διαδοχικών τηγανισμάτων. Η τάση αυτή είναι γενική, και παρατηρήθηκε σε όλες τις ποικιλίες και σε όλα τα έλαια. Έτσι παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ( $p < 0.05$ ) ανάμεσα σε όλες τις επεμβάσεις, εκτός από τις επεμβάσεις 5 και 6 και μεταξύ των 8 και 9.

Όσον αφορά τις υπό εξέταση ποικιλίες, στη Voyager σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικά υψηλότερες οξύτητες ( $p < 0.05$ ) σε σχέση με τις άλλες δύο ποικιλίες, και στα τρία έλαια. Στο σογιέλαιο και στο αραβοσιτέλαιο η ποικιλία Spunta είχε μεγαλύτερη οξύτητα από την Lady Rosetta, η οποία όμως είχε μεγαλύτερη οξύτητα από την Spunta όταν τηγανίζεται σε ελαιόλαδο.

#### 4.4 Αριθμός Υπεροξειδίων

Στο Γράφημα 4.15 δίνεται ο μέσος αριθμός υπεροξειδίων (εκφρασμένη σε χιλιοστοϊσοδύναμα ενεργού οξυγόνου ανά kg - mEq) των τριών ποικιλιών πατάτας που τηγανίστηκαν στα τρία έλαια.



Γράφημα 4-15: Αριθμός Υπεροξειδίων (mEq/kg) τηγανισμένης πατάτας τριών ποικιλιών στα τρία έλαια.

Γενικά οι μετρούμενες τιμές για τον Αριθμό Υπεροξειδίων, ήταν μικρές, χωρίς να υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ( $p < 0.05$ ), ανάμεσα στα τρία χρησιμοποιούμενα έλαια. Ο μέσος Αριθμός Υπεροξειδίων για το ελαιόλαδο ήταν  $1,65 \pm 0,60$  (mEq/kg), για το σογιέλαιο  $1,82 \pm 0,59$  (mEq/kg), ενώ για το αραβοσιτέλαιο ήταν  $1,42 \pm 0,32$  mEq (mEq/kg).

Στους πίνακες 4.12, 4.13 και 4.14 δίνεται οι Αριθμοί Υπεροξειδίων στις διάφορες επεμβάσεις, σε κάθε μία από τις τρεις ποικιλίες στα τρία υπό εξέταση έλαια, ενώ αντίστοιχα στα Γραφήματα 4.16, 4.17 και 4.18 οι αντίστοιχες μετρήσεις, στις 9 επεμβάσεις, σε κάθε ένα από τα τρία χρησιμοποιούμενα έλαια, στις τρεις ποικιλίες.

Πίνακας 4-12: Αριθμός Υπεροξειδίων (mEq/kg) ποικιλίας Sprunta, τηγανισμένη στα τρία έλαια.

	<b>ΑΡΑΒΟΣΙΤΕΛΑΙΟ</b>	<b>ΕΛΑΙΟΛΑΔΟ</b>	<b>ΣΟΓΙΕΛΑΙΟ</b>
<b>1</b>	0,943 ± 0,025	1,199 ± 0,023	1,383 ± 0,017
<b>2</b>	1,186 ± 0,013	1,001 ± 0,051	1,389 ± 0,069
<b>3</b>	1,386 ± 0,058	0,987 ± 0,095	1,602 ± 0,011
<b>4</b>	1,321 ± 0,104	1,254 ± 0,060	1,584 ± 0,128
<b>5</b>	1,394 ± 0,085	1,380 ± 0,110	1,775 ± 0,113
<b>6</b>	1,423 ± 0,141	1,392 ± 0,005	1,787 ± 0,022
<b>7</b>	1,421 ± 0,039	1,386 ± 0,076	2,183 ± 0,131
<b>8</b>	1,587 ± 0,139	1,386 ± 0,006	2,187 ± 0,206
<b>9</b>	1,600 ± 0,077	1,581 ± 0,141	2,783 ± 0,130

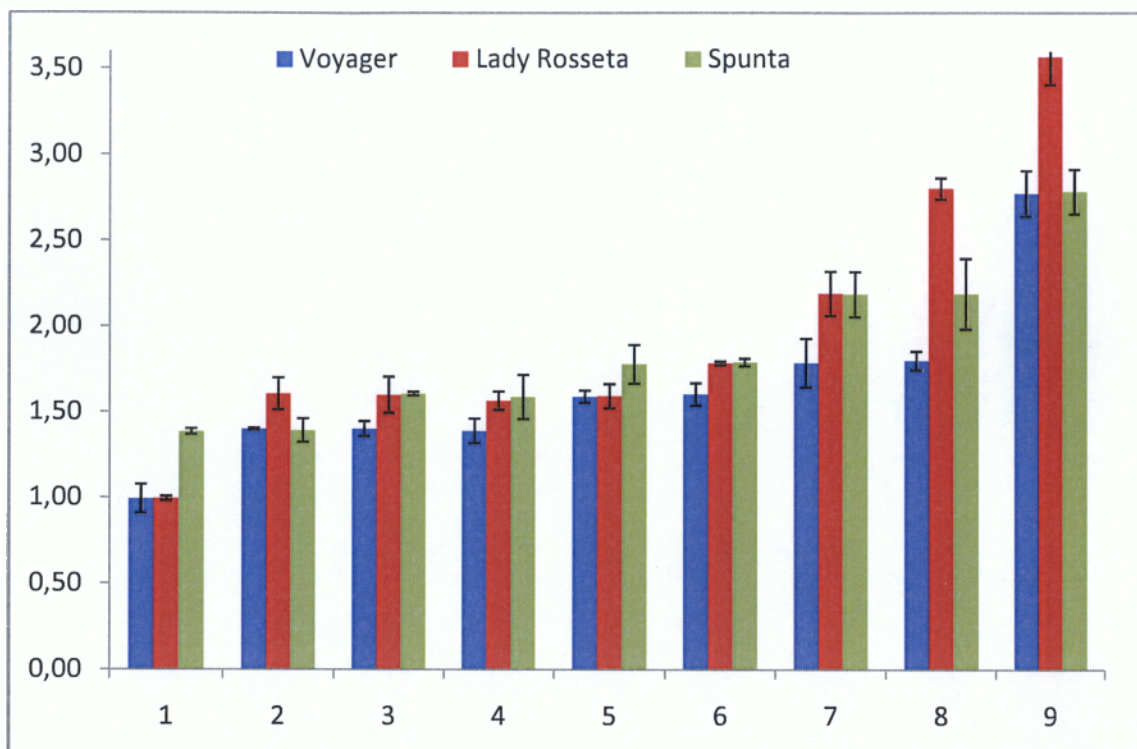
Πίνακας 4-13: Αριθμός Υπεροξειδίων (mEq/kg) ποικιλίας Lady Rosetta, τηγανισμένη στα τρία έλαια.

	<b>ΑΡΑΒΟΣΙΤΕΛΑΙΟ</b>	<b>ΕΛΑΙΟΛΑΔΟ</b>	<b>ΣΟΓΙΕΛΑΙΟ</b>
<b>1</b>	1,394 ± 0,120	1,193 ± 0,069	0,994 ± 0,012
<b>2</b>	1,581 ± 0,017	1,402 ± 0,099	1,602 ± 0,093
<b>3</b>	1,596 ± 0,040	1,397 ± 0,018	1,595 ± 0,105
<b>4</b>	1,574 ± 0,132	2,195 ± 0,100	1,562 ± 0,053
<b>5</b>	1,594 ± 0,070	2,381 ± 0,108	1,589 ± 0,070
<b>6</b>	1,590 ± 0,029	2,399 ± 0,101	1,781 ± 0,010
<b>7</b>	1,780 ± 0,024	2,461 ± 0,115	2,187 ± 0,129
<b>8</b>	1,791 ± 0,065	2,559 ± 0,108	2,800 ± 0,061
<b>±9</b>	2,200 ± 0,025	3,015 ± 0,036	3,567 ± 0,161

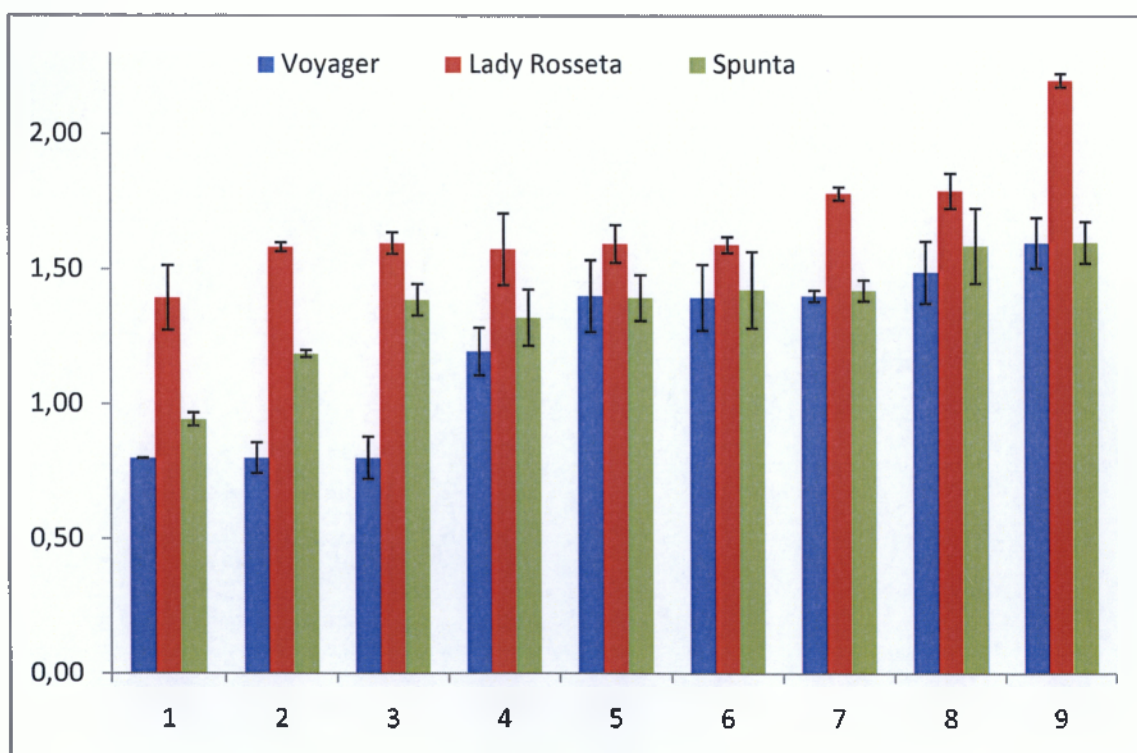


Πίνακας 4-14: Αριθμός Υπεροξειδίων (mEq/kg) ποικιλίας Voyager, τηγανισμένη στα τρία έλαια.

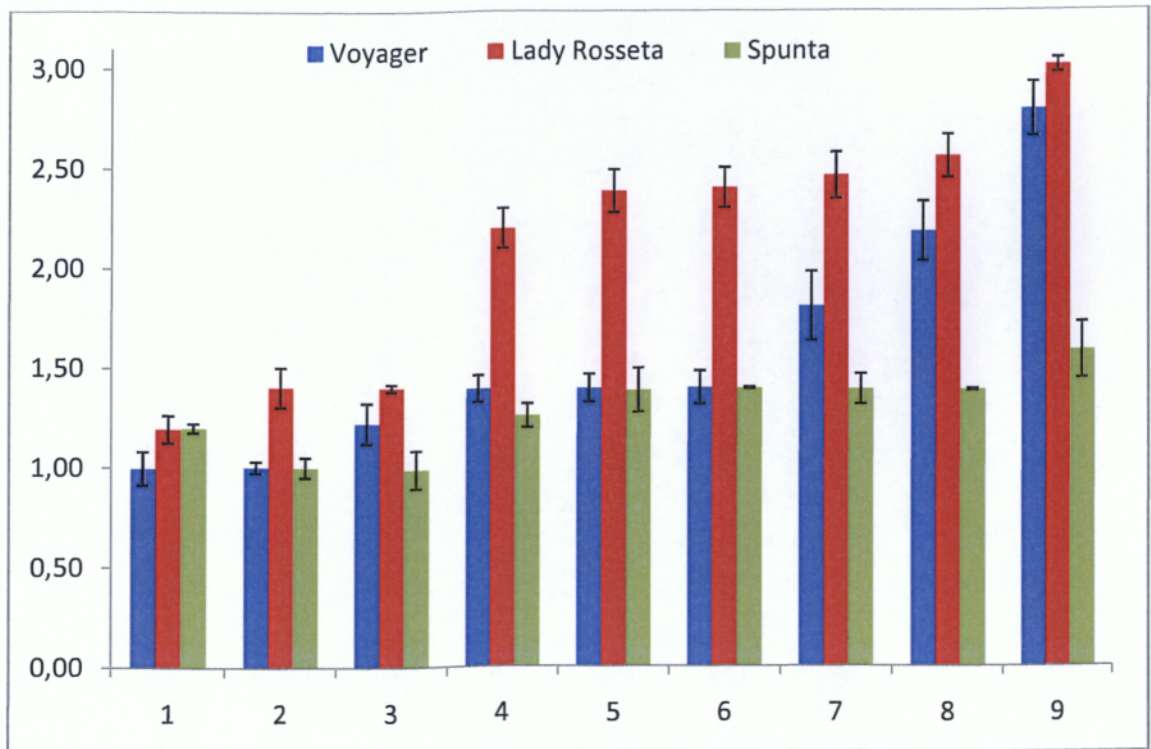
	<b>ΑΡΑΒΟΣΙΤΕΛΛΑΙΟ</b>	<b>ΕΛΑΙΟΛΑΔΟ</b>	<b>ΣΟΓΙΕΛΑΙΟ</b>
<b>1</b>	0,799 ± 0,001	0,997 ± 0,084	0,992 ± 0,084
<b>2</b>	0,800 ± 0,057	1,002 ± 0,029	1,398 ± 0,006
<b>3</b>	0,800 ± 0,079	1,220 ± 0,102	1,398 ± 0,044
<b>4</b>	1,196 ± 0,088	1,389 ± 0,068	1,386 ± 0,071
<b>5</b>	1,401 ± 0,133	1,390 ± 0,070	1,586 ± 0,035
<b>6</b>	1,395 ± 0,122	1,394 ± 0,083	1,600 ± 0,065
<b>7</b>	1,401 ± 0,021	1,804 ± 0,174	1,783 ± 0,141
<b>8</b>	1,488 ± 0,115	2,181 ± 0,149	1,796 ± 0,055
<b>9</b>	1,598 ± 0,094	2,794 ± 0,135	2,773 ± 0,132



Γράφημα 4-16: Αριθμός Υπεροξειδίων (mEq/kg) τηγανισμένης πατάτας τριών ποικιλιών σε σογιέλαιο.



Γράφημα 4-17: Αριθμός Υπεροξειδίων (mEq/kg) τηγανισμένης πατάτας τριών ποικιλιών σε αραβοσιτέλαιο.



Γράφημα 4-18: Αριθμός Υπεροξειδίων (mEq/kg) τηγανισμένης πατάτας τριών ποικιλιών σε ελαιόλαδο.

Και στον Αριθμό Υπεροξειδίων, όπως και στην Οξύτητα, παρατηρείται μία αύξηση του με την αύξηση του αριθμού της επέμβασης, κάτι που έχει να κάνει όμως με το πόσες διαδοχικές φορές έχει χρησιμοποιηθεί το έλαιο για τηγάνισμα. Και εδώ η παρατηρούμενη, λοιπόν αύξηση του Αριθμού Υπεροξειδίων στους κονδύλους, που αντιστοιχεί στο προσροφημένο έλαιο, έχει να κάνει με την υποβάθμιση του ελαίου κατά τη διάρκεια των διαδοχικών τηγανισμάτων. Η τάση αυτή είναι γενική, και παρατηρήθηκε σε όλες τις ποικιλίες και σε όλα τα έλαια. Έτσι παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ( $p < 0.05$ ) ανάμεσα σε όλες τις επεμβάσεις, εκτός μόνο από τις επεμβάσεις 1 και 2.

## 4.5 Απορρόφηση στο υπεριώδες

### 4.5.1 Δείκτης K232

4.5.1.1 K232 στις εννέα επεμβάσεις των τριών ποικιλιών τηγανισμένων σε ελαιόλαδο.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Spunta</b>	0,004	0,003	0,003	0,000	0,002	0,004	0,004	0,000	0,004
<b>Lady Rosetta</b>	0,078	0,106	0,003	0,002	0,005	0,005	0,010	0,133	0,017
<b>Voyager</b>	0,004	0,014	0,004	0,055	0,019	0,007	0,002	0,070	0,028

4.5.1.2 K232 στις εννέα επεμβάσεις των τριών ποικιλιών τηγανισμένων σε σογιέλαιο.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Spunta</b>	0,005	0,005	0,014	0,005	0,003	0,009	0,004	0,000	0,006
<b>Lady Rosetta</b>	0,005	0,008	0,005	0,006	0,008	0,004	0,005	0,016	0,007
<b>Voyager</b>	0,012	0,005	0,008	0,009	0,036	0,016	0,015	0,018	0,019

4.5.1.3 K232 στις εννέα επεμβάσεις των τριών ποικιλιών τηγανισμένων σε αραβοσιτέλαιο.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Spunta</b>	0,004	0,002	0,004	0,000	0,003	0,004	0,005	0,004	0,006
<b>Lady Rosetta</b>	0,012	0,001	0,003	0,001	0,000	0,001	0,001	0,002	0,002
<b>Voyager</b>	0,005	0,007	0,013	0,006	0,006	0,009	0,008	0,004	0,005

#### 4.5.2 Δείκτης K270

4.5.2.1 K270 στις εννέα επεμβάσεις των τριών ποικιλιών τηγανισμένων σε ελαιόλαδο.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Spunta</b>	0,004	0,004	0,003	0,002	0,000	0,003	0,002	0,002	0,003
<b>Lady Rosetta</b>	0,016	0,027	0,002	0,003	0,003	0,004	0,002	0,016	0,002
<b>Voyager</b>	0,002	0,000	0,003	0,025	0,009	0,001	0,000	0,008	0,000

4.5.2.2 K270 στις εννέα επεμβάσεις των τριών ποικιλιών τηγανισμένων σε σογιέλαιο.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Spunta</b>	0,005	0,002	0,008	0,005	0,001	0,004	0,005	0,002	0,004
<b>Lady Rosetta</b>	0,004	0,004	0,001	0,007	0,004	0,001	0,001	0,002	0,006
<b>Voyager</b>	0,006	0,003	0,003	0,005	0,018	0,009	0,007	0,007	0,008

4.5.2.3 K270 στις εννέα επεμβάσεις των τριών ποικιλιών τηγανισμένων σε αραβοσιτέλαιο.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Spunta</b>	0,005	0,002	0,008	0,005	0,001	0,004	0,005	0,002	0,004
<b>Lady Rosetta</b>	0,002	0,001	0,001	0,003	0,000	0,002	0,002	0,002	0,005
<b>Voyager</b>	0,002	0,004	0,001	0,003	0,003	0,008	0,008	0,003	0,008

### 4.5.3 Δείκτης ΔΚ

4.5.3.1 ΔΚ στις εννέα επεμβάσεις των τριών ποικιλιών τηγανισμένων σε ελαιόλαδο.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Spunta</b>	0,0000	-0,0010	0,0015	0,0010	-0,0005	0,0020	0,0010	0,0010	0,0010
<b>Lady Rosetta</b>	-0,0005	-0,0005	0,0005	0,0010	0,0005	0,0015	0,001	- 0,0015	- 0,0005
<b>Voyager</b>	0,0005	-0,0015	0,0000	-0,0005	0,0000	-0,0010	0,0000	- 0,0010	- 0,0010

4.5.3.2 ΔΚ στις εννέα επεμβάσεις των τριών ποικιλιών τηγανισμένων σε σογιέλαιο.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Spunta</b>	0,0015	- 0,0010	0,0015	0,0015	- 0,0005	- 0,0015	- 0,0005	0,0015	0,0020
<b>Lady Rosetta</b>	- 0,0005	- 0,0005	0,0005	0,0010	0,0005	0,0015	0,0010	- 0,0015	- 0,0005
<b>Voyager</b>	- 0,0005	0,0000	- 0,0005	0,0005	0,0010	0,0005	0,0005	- 0,0005	- 0,0005



4.5.3.3 ΔΚ στις εννέα επεμβάσεις των τριών ποικιλιών τηγανισμένων σε αραβοσιτέλαιο.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Spunta</b>	0,0005	- 0,0005	- 0,0010	0,0015	0,0015	0,0000	- 0,0005	0,0005	- 0,0005
<b>Lady Rosetta</b>	0,0005	0,0000	0,0000	0,0010	- 0,0005	0,0015	0,0019	0,0000	0,0005
<b>Voyager</b>	- 0,0005	0,0010	- 0,0005	- 0,0010	- 0,0005	0,0000	0,0000	0,0000	0,0010

Σύμφωνα με τους ανωτέρω πίνακες, δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές, ούτε ανάμεσα στις ποικιλίες, ούτε ανάμεσα στις επεμβάσεις, αλλά ούτε και ανάμεσα στα τρία έλαια, στα οποία τηγανίστηκαν οι πατάτες. Οι μετρούμενες τιμές, για το K232 και K270, ήταν χαμηλές.



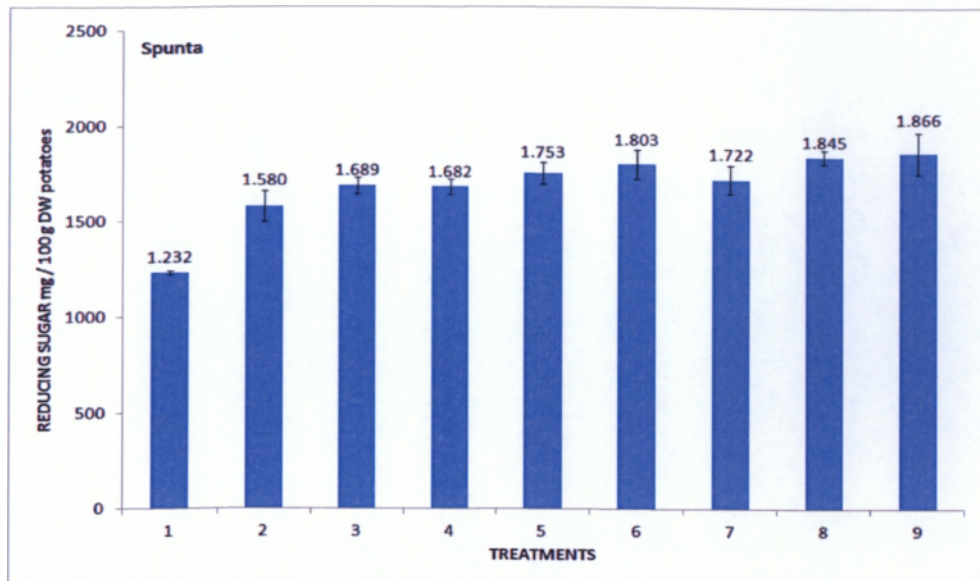
#### 4.6 ΜΕΤΡΗΣΗ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ ΣΑΚΧΑΡΩΝ ΠΡΙΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑ ΤΟ ΤΗΓΑΝΙΣΜΑ

Στον πίνακα 4.15, καθώς και στα γραφήματα 4.18, 4.19 και 4.20 που ακολουθούν δίνονται οι αρχικές συγκεντρώσεις των αναγόντων σακχάρων των τριών ποικιλιών που χρησιμοποιήθηκαν, στις διάφορες επεμβάσεις.

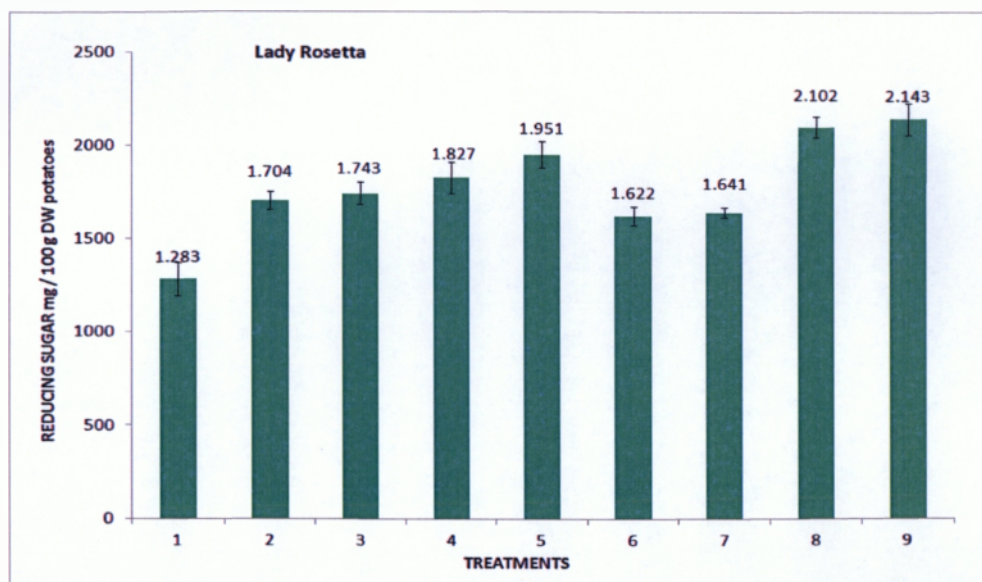
Πίνακας 4-15: Αρχική συγκέντρωση σακχάρων (mg/100g D.W.) των τριών ποικιλιών VOYAGER, LADY ROSETTA και SPUNTA.

	VOYAGER	LADY ROSETTA	SPUNTA
1	1780,28 ± 96,22	1283,30 ± 88,28	1232,48 ± 10,44
2	1871,17 ± 47,11	1703,70 ± 48,98	1579,90 ± 80,26
3	2331,22 ± 81,00	1743,07 ± 61,84	1688,73 ± 42,32
4	2420,56 ± 131,92	1826,51 ± 85,02	1681,58 ± 39,34
5	2120,40 ± 82,07	1951,47 ± 70,96	1753,36 ± 56,06
6	2225,79 ± 32,10	1622,19 ± 49,53	1803,28 ± 76,07
7	2319,51 ± 275,59	1641,00 ± 27,21	1722,44 ± 71,97
8	2406,54 ± 19,66	2102,40 ± 54,90	1844,96 ± 34,66
9	2431,00 ± 101,67	2142,58 ± 84,01	1866,08 ± 108,01

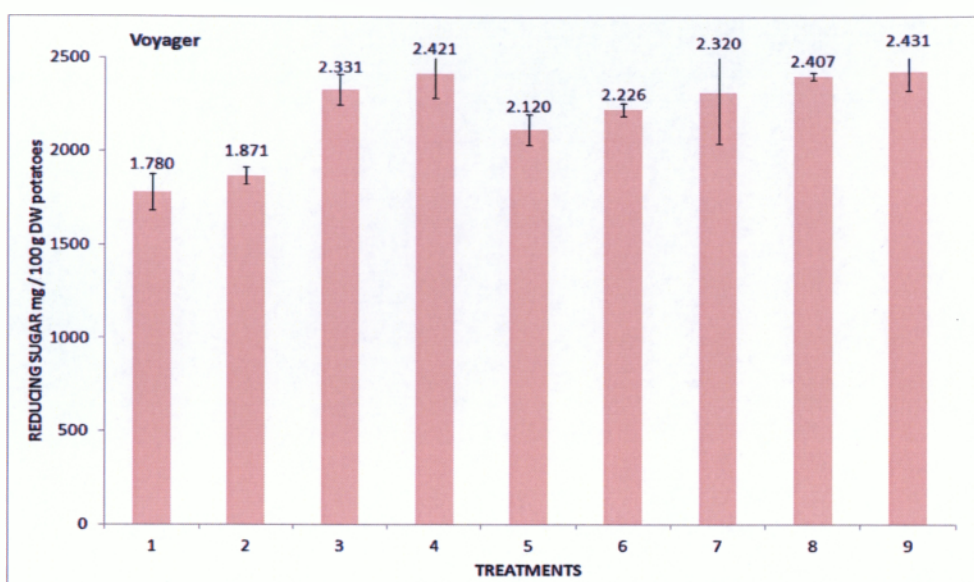
Η μέση συγκέντρωση αναγόντων σακχάρων των τριών ποικιλιών, ανεξάρτητα από επέμβαση, ήταν για την Spunta 1685,85 ± 191,81, για την Lady Rosetta 1779,58 ± 261,24 και τέλος για την Voyager 2211,83 ± 252,56 mg gluc. / 100g D.W. Στατιστικά σημαντικές διαφορές (p<0.05) παρατηρήθηκαν ανάμεσα στην ποικιλία Voyager με τις άλλες δύο, ενώ ανάμεσα στις ποικιλίες Spunta και Lady Rosetta δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά.



Γράφημα 4-19: Αρχική συγκέντρωση αναγόντων σακχάρων (mg/100g D.W.) ποικιλίας Spunta, στις διάφορες επεμβάσεις.



Γράφημα 4-20: Αρχική συγκέντρωση αναγόντων σακχάρων (mg/100g D.W.) ποικιλίας Lady Rosetta, στις διάφορες επεμβάσεις.



Γράφημα 4-21: Αρχική συγκέντρωση αναγόντων σακχάρων (mg/100g D.W.) ποικιλίας Voyager, στις διάφορες επεμβάσεις.

Πίνακας 4-16: Συγκέντρωση αναγόντων σακχάρων (mg/100g D.W.) των τριών ποικιλιών, στις διάφορες επεμβάσεις, μετά από το τηγάνισμα σε αραβοσιτέλαιο.

	SPUNTA	LADY ROSETTA	VOYAGER
<b>1</b>	472,03 ± 8,24	549,02 ± 18,08	523,72 ± 28,44
<b>2</b>	646,55 ± 12,73	683,67 ± 20,48	829,41 ± 46,32
<b>3</b>	759,21 ± 14,22	629,26 ± 23,73	727,30 ± 17,58
<b>4</b>	788,95 ± 10,75	751,91 ± 33,16	828,31 ± 12,69
<b>5</b>	815,29 ± 8,62	724,82 ± 11,77	827,06 ± 15,76
<b>6</b>	759,05 ± 15,52	722,71 ± 23,98	911,44 ± 13,85
<b>7</b>	782,74 ± 9,64	635,23 ± 22,49	964,61 ± 22,22
<b>8</b>	810,04 ± 2,03	945,11 ± 28,59	906,45 ± 41,60
<b>9</b>	741,46 ± 5,91	891,15 ± 21,82	990,48 ± 34,73

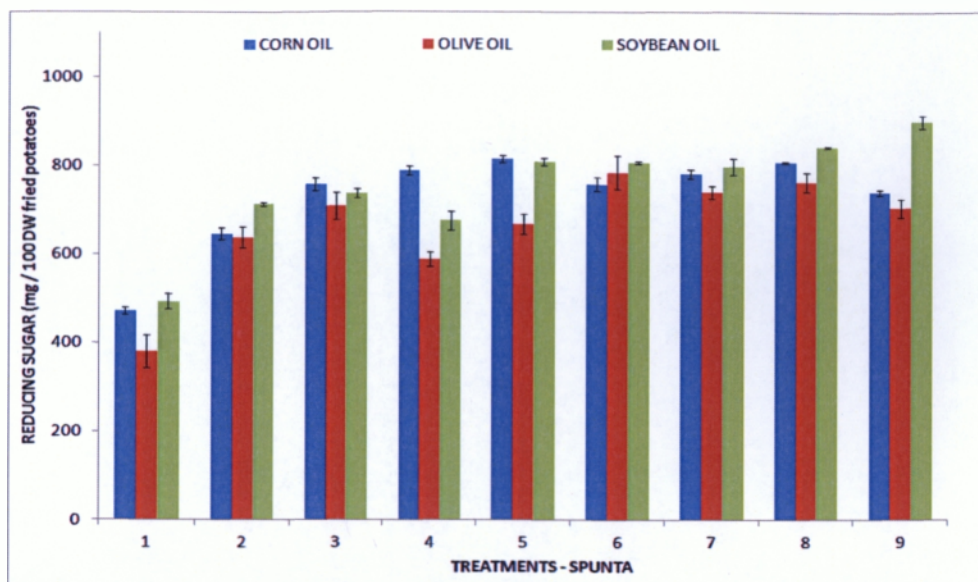
Πίνακας 4-17: . Συγκέντρωση αναγόντων σακχάρων (mg/100g D.W.) των τριών ποικιλιών, στις διάφορες επεμβάσεις, μετά από το τηγάνισμα σε ελαιόλαδο.

	<b>SPUNTA</b>	<b>LADY ROSETTA</b>	<b>VOYAGER</b>
<b>1</b>	380,05 ± 35,92	424,25 ± 5,71	326,30 ± 16,79
<b>2</b>	638,07 ± 23,82	605,30 ± 8,66	379,77 ± 2,20
<b>3</b>	709,62 ± 31,27	646,82 ± 29,82	369,42 ± 19,00
<b>4</b>	589,02 ± 15,80	710,58 ± 7,90	502,89 ± 26,12
<b>5</b>	669,02 ± 22,31	849,56 ± 21,80	521,97 ± 15,76
<b>6</b>	785,69 ± 37,96	746,50 ± 10,61	534,97 ± 36,92
<b>7</b>	741,82 ± 13,62	752,10 ± 23,27	450,73 ± 9,55
<b>8</b>	765,34 ± 20,79	927,23 ± 21,48	476,01 ± 14,22
<b>9</b>	706,83 ± 20,81	1015,32 ± 22,34	588,26 ± 23,50

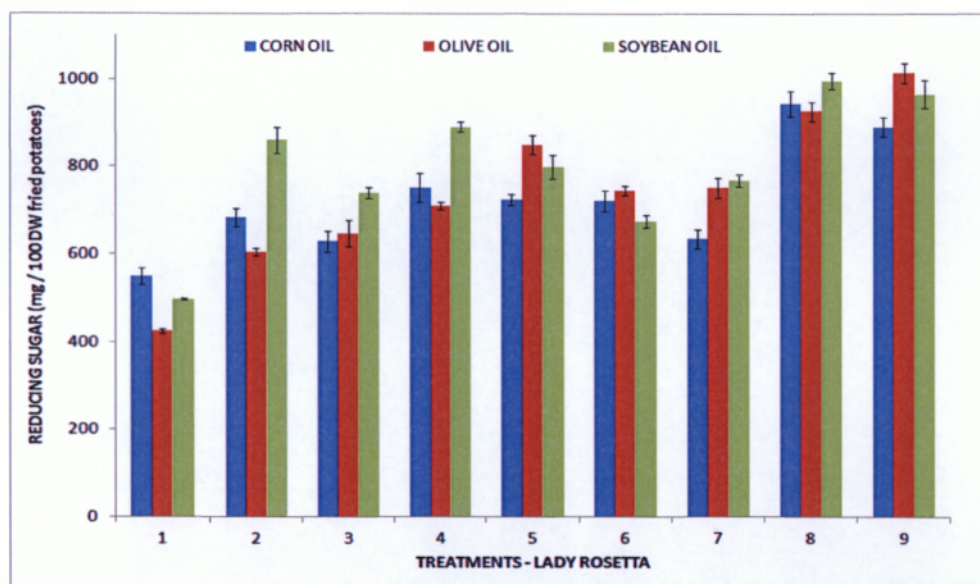
Πίνακας 4-18: Συγκέντρωση αναγόντων σακχάρων (mg/100g D.W.) των τριών ποικιλιών, στις διάφορες επεμβάσεις, μετά από το τηγάνισμα σε σογιέλαιο.

	<b>SPUNTA</b>	<b>LADY ROSETTA</b>	<b>VOYAGER</b>
<b>1</b>	493,63 ± 17,68	496,94 ± 2,15	565,67 ± 12,03
<b>2</b>	713,28 ± 4,39	861,27 ± 29,68	671,02 ± 25,03
<b>3</b>	738,18 ± 10,60	739,40 ± 12,20	754,52 ± 39,46
<b>4</b>	676,23 ± 21,63	891,36 ± 11,41	1053,64 ± 16,15
<b>5</b>	809,11 ± 7,73	799,23 ± 27,49	913,64 ± 6,97
<b>6</b>	808,03 ± 2,89	675,85 ± 14,31	883,87 ± 13,43
<b>7</b>	798,49 ± 18,32	768,75 ± 13,88	951,17 ± 17,55
<b>8</b>	844,54 ± 1,79	996,19 ± 18,21	878,36 ± 40,31
<b>9</b>	902,02 ± 14,09	965,98 ± 32,11	1082,27 ± 37,95

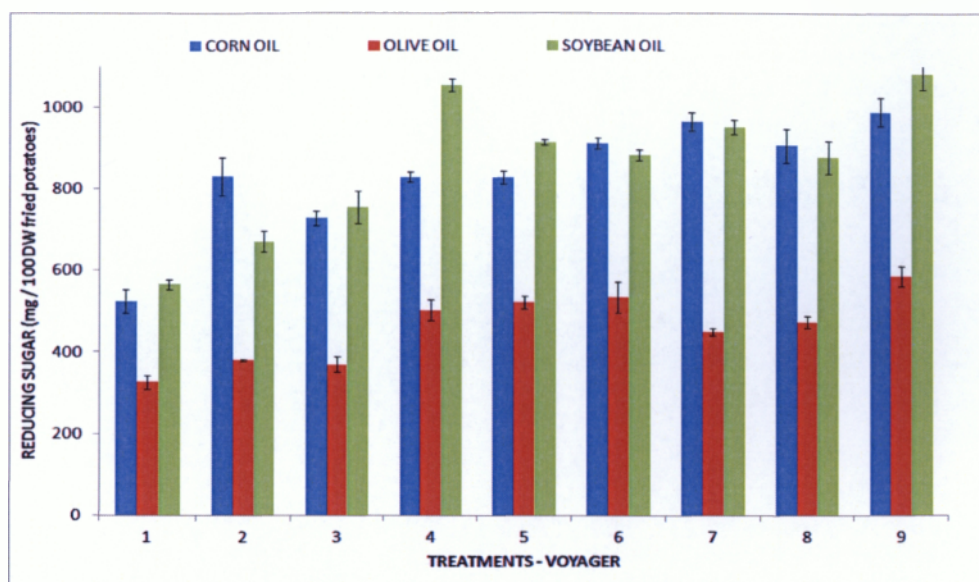




Γράφημα 4-22: Συγκέντρωση αναγόντων σακχάρων (mg/100g D.W.) ποικιλίας Spunta, στις διάφορες επεμβάσεις, μετά από το τηγάνισμα στα τρία έλαια.



Γράφημα 4-23: Συγκέντρωση αναγόντων σακχάρων (mg/100g D.W.) ποικιλίας Lady Rosetta, στις διάφορες επεμβάσεις, μετά από το τηγάνισμα στα τρία έλαια.



Γράφημα 4-24: Συγκέντρωση αναγόντων σακχάρων (mg/100g D.W.) ποικιλίας Voyager, στις διάφορες επεμβάσεις, μετά από το τηγάνισμα στα τρία έλαια.

Στα γραφήματα 4.22, 4.23 και 4.24 δίνονται οι συγκεντρώσεις των αναγόντων σακχάρων στις τηγανισμένες πατάτες, των τριών ποικιλιών στα τρία έλαια. Οι μέσες τιμές για τις τρεις ποικιλίες, στα τρία έλαια, δίνονται στον πίνακα 4.19.

Πίνακας 4-19: Μέσες τιμές συγκέντρωσης των αναγόντων σακχάρων των τριών ποικιλιών κατά τη διάρκεια του τηγανίσματος, στα τρία έλαια.

	SPUNTA	LADY ROSETTA	VOYAGER
<i>Ελαιόλαδο</i>	665,05 ± 120,59	741,96 ± 170,69	798,54 ± 147,13
<i>Σογιέλαιο</i>	753,72 ± 115,09	799,44 ± 149,04	861,58 ± 165,22
<i>Αραβοσιτέλαιο</i>	730,59 ± 105,21	725,87 ± 122,46	834,31 ± 138,15

Από τον ανωτέρω πίνακα, είναι φανερό ότι οι συγκεντρώσεις των αναγόντων σακχάρων στις τρεις ποικιλίες, ήταν SPUNTA < LADY ROSETTA < VOYAGER. Οι στατιστικά σημαντικές διαφορές ( $p < 0.05$ ) που παρατηρήθηκαν στην αρχική συγκέντρωση των αναγόντων σακχάρων στους κονδύλους των τριών ποικιλιών, παρατηρήθηκαν και μετά τη διαδικασία του τηγανίσματος τους. Έτσι, στατιστικά



παρατηρήθηκαν και μετά τη διαδικασία του τηγανίσματός τους. Έτσι, στατιστικά σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν ανάμεσα στην Voyager και στις άλλες δύο ποικιλίες, αλλά όχι ανάμεσα στην Spunta και στην Lady Rosetta.

Από την άλλη, η χρήση των τριών διαφορετικών ελαίων στο τηγάνισμα, είχε στατιστικά σημαντική διαφορά ( $p < 0.05$ ) στη συγκέντρωση των αναγόντων σακχάρων των τηγανισμένων πατατών. Και τα τρία χρησιμοποιούμενα έλαια έδωσαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι μικρότερες τιμές βρέθηκαν στο ελαιόλαδο, ενώ οι μεγαλύτερες στο σογιέλαιο.

Επίσης, στον πίνακα 4.20 δίνονται οι % μειώσεις των συγκεντρώσεων των αναγόντων σακχάρων σε σχέση με τις αρχικές.

Πίνακας 4-20: Μεταβολή επί της % της συγκέντρωσης των αναγόντων σακχάρων κατά τη διάρκεια του τηγανίσματος.

	SPUNTA			LADY ROSETTA			VOYAGER		
	ΕΛΑΙΟΛ	ΑΡΑΒ	ΣΟΓΙΕΛ	ΕΛΑΙΟΛ	ΑΡΑΒ	ΣΟΓΙΕΛ	ΕΛΑΙΟΛ	ΑΡΑΒ	ΣΟΓΙΕΛ
1	-69,16	-61,70	-59,95	-66,94	-57,22	-61,28	-81,67	-70,58	-68,23
2	-59,61	-59,08	-54,85	-64,47	-59,87	-49,45	-79,70	-55,67	-64,14
3	-57,98	-55,04	-56,29	-62,89	-63,90	-57,58	-84,15	-68,80	-67,63
4	-64,97	-53,08	-59,79	-61,10	-58,83	-51,20	-79,22	-65,78	-56,47
5	-61,84	-53,50	-53,85	-56,47	-62,86	-59,04	-75,38	-60,99	-56,91
6	-56,43	-57,91	-55,19	-53,98	-55,45	-58,34	-75,96	-59,05	-60,29
7	-56,93	-54,56	-53,64	-54,17	-61,29	-53,15	-80,57	-58,41	-58,99
8	-58,52	-56,09	-54,22	-55,90	-55,05	-52,62	-80,22	-62,33	-63,50
9	-62,12	-60,27	-51,66	-52,61	-58,41	-54,92	-75,80	-59,26	-55,48

μεγαλύτερη μείωση που παρατηρήθηκε ήταν -84,15 % στην επέμβαση 3 της ποικιλίας VOYAGER όταν τηγανίστηκε σε ελαιόλαδο. Από την άλλη, η μικρότερη μείωση που σημειώθηκε ήταν -51,20 % στην επέμβαση 4 της ποικιλίας LADY ROSETTA όταν τηγανίστηκε σε σογιέλαιο.

Όταν οι πατάτες τηγανίστηκαν σε ελαιόλαδο, η μείωση των σακχάρων ήταν 66,25%, στο σογιέλαιο ήταν 57,36% ενώ στο αραβοσιτέλαιο ήταν 59,44%. Όσον αφορά τις ποικιλίες, η μείωση που παρατηρήθηκε στην Spunta και στην Lady Rosetta ήταν παρόμοια και ίση με 57,72%, ενώ μεγαλύτερη ήταν η μείωση που παρατηρήθηκε στην ποικιλία Voyager (67,60%).

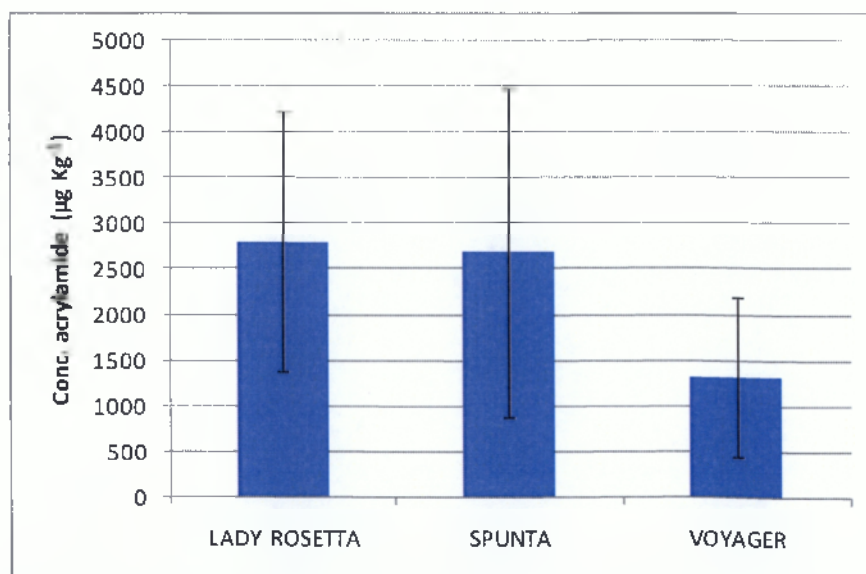
## 4.7 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΑΚΡΥΛΑΜΙΔΙΟΥ

### 4.7.1 Επίπεδα ακρυλαμιδίου στο δείγμα

Η συγκέντρωση ακρυλαμιδίου σε όλα τα δείγματα τηγανιτής πατάτας που αναλύθηκαν έχουν εύρος από 284  $\mu\text{g Kg}^{-1}$  έως 5318  $\mu\text{g Kg}^{-1}$ . Τα αποτελέσματα αυτά συνάδουν με τα αντίστοιχα αποτελέσματα από παλαιότερες έρευνες (Elmore et al., 2005).

### 4.7.2 Επίδραση ποικιλίας πατάτας

Στην παρούσα έρευνα ελέγχθηκαν τρεις ποικιλίες πατάτας για τον προσδιορισμό των επιπέδων ακρυλαμιδίου και τα αποτελέσματα φαίνονται στο Σχήμα 4.25



Γράφημα 4-25: Τα επίπεδα του ακρυλαμιδίου στις διαφορετικές ποικιλίες πατάτας.

Για τις τρεις ποικιλίες δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές ( $p < 0.05$ ) διαφορές στα επίπεδα του ακρυλαμιδίου. Αν και η Voyager είχε υψηλότερη συγκέντρωση μείωσης

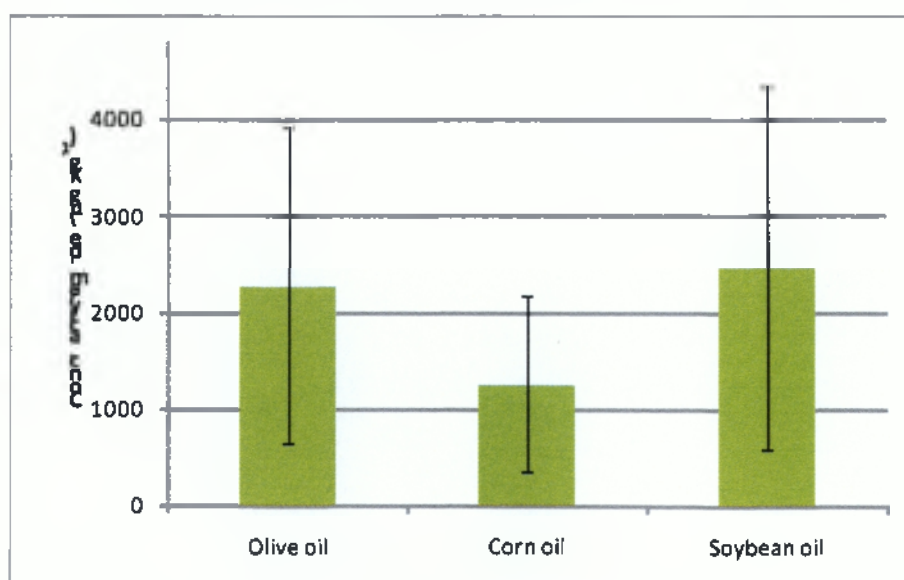
σακχάρων (reducing sugars) σε σχέση με τις υπόλοιπες ποικιλίες (Sprunta, Lady Rosetta), η συγκέντρωση του ακρυλαμιδίου δεν ακολούθησε μια αντίστοιχη τάση.

Σύμφωνα με προηγούμενες έρευνες η ποικιλία της πατάτας είναι σημαντικός παράγοντας στο σχηματισμό του ακρυλαμιδίου (Eriksson, 2005). Στην πατάτα, ο σχηματισμός του ακρυλαμιδίου σχετίζεται με τις ελεύθερες ασπαραγίνες και τη μείωση των σακχάρων,

Τα σάκχαρα είναι περιοριστικός παράγοντας (Biedermann-Brem et al., 2003; Amrein et al., 2004; Becalski et al., 2004; De Wilde et al., 2005) καθώς οι ασπαραγίνες είναι συνήθως πλεονάζουσες στις πατάτες έναντι των σακχάρων (Amrein et al., 2007). Από την άλλη, όταν ο δείκτης μείωσης των σακχάρων σε αναλογία με τις ασπαραγίνες είναι μεγαλύτερος από δύο, υπάρχει πλεόνασμα μείωσης των σακχάρων και τότε η αναλογία της ασπαραγίνης μπορεί να είναι περιοριστικός παράγοντας για τον σχηματισμό του ακρυλαμιδίου (Matsuura-Endo et al., 2006). Παρόλα αυτά, σε μια διαφορετική έρευνα δε βρέθηκε συσχέτιση μεταξύ της προηγούμενης αναλογίας (ασπαραγίνης και σακχάρων) και του σχηματισμού ακρυλαμιδίου (Skog et al., 2008).

#### 4.5.4 Επίδραση τύπου λαδιού

Στο γράφημα 4.26 αναπαριστάται η επίδραση των διαφορετικών τύπων τηγανισμένων ελαίων στο σχηματισμό του ακρυλαμιδίου κατά τη διάρκεια του τηγανίσματος.



Γράφημα 4-26: Επίδραση διαφορετικών τύπων ελαίων στο σχηματισμό του ακρυλαμιδίου στις τηγανιτές πατάτες μετά το τηγάνισμα

Αν και οι μέσες τιμές του ελαιόλαδου και του ελαίου σόγιας είναι υψηλότερες σε σχέση με τις τιμές του καλαμποκέλαιου δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ( $p < 0.05$ ) ανάμεσα στα τρία έλαια ένεκα της υψηλότερης μεταβλητότητας του εκτιμώμενου ακρυλαμιδίου.

Σε παλαιότερες έρευνες προτείνεται ότι το τηγανισμένο λάδι μπορεί να επηρεάσει τον σχηματισμό του ακρυλαμιδίου στις τηγανιτές πατάτες αλλά τα συμπεράσματά τους είναι αντιφατικά. Σε μια έρευνα όταν έξι διαφορετικοί τύποι λαδιού εξετάστηκαν (Gertz and Klostermann, 2002) φαίνεται ότι το φοινικέλαιο είχε υψηλότερο σχηματισμό ακρυλαμιδίου, σε σχέση με τα άλλα έλαια τηγανίσματος. Σε άλλη έρευνα βρέθηκε πως ο σχηματισμός του ακρυλαμιδίου αυξήθηκε με το ελαιόλαδο σε σχέση με το καλαμποκέλαιο (Becalski et al., 2003). Από την άλλη, από τους Matthäus et al. (2004) και Williams (2005) δε βρέθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του τύπου του λαδιού που συνάδει με τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας. Προφανώς, στη βιβλιογραφία δεν είναι κοινά αποδεκτές οι επιπτώσεις του μέσου θερμότητας στο σχηματισμό του ακρυλαμιδίου (Mestdagh et al., 2005).

## 5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Όσον αφορά την προσρόφηση ελαίου, οι πατάτες κατά τη διάρκεια του τηγανίσματος, όταν χρησιμοποιείται ελαιόλαδο, προσροφούν στατιστικά σημαντικά μικρότερη ποσότητα από τα άλλα δύο έλαια. Αντίθετα, δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στα άλλα δύο έλαια (αραβοσιτέλαιο και σογιέλαιο). Όταν χρησιμοποιείται ελαιόλαδο και αραβοσιτέλαιο η Voyager είναι αυτή που προσροφά στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη ποσότητα ελαίου, σε σχέση με τις άλλες δύο ποικιλίες, ενώ όταν χρησιμοποιήθηκε σογιέλαιο η Lady Rosetta

άλλες δύο ποικιλίες, ενώ όταν χρησιμοποιήθηκε σογιέλαιο η Lady Rosetta προσρόφησε τη μεγαλύτερη ποσότητα. Η επίδραση της επέμβασης (1 έως 9) των ποικιλιών ήταν μικρή, εκτός από σύγκριση της επέμβασης 3 με τις επεμβάσεις 1,4 και 6.

Οι μέση αρχική υγρασία (%) των τριών ποικιλιών, ανεξάρτητα από επέμβαση, ήταν για την Spunta  $81.80 \pm 0.58$ , για την Lady Rosetta  $78.39 \pm 1.49$  και, τέλος, για την Voyager  $81.72 \pm 0.97$ . Κατά τη διάρκεια του τηγανίσματος παρατηρήθηκε μείωση της περιεχόμενης υγρασίας η οποία ήταν αναμενόμενη, λόγω των υψηλών θερμοκρασιών που αναπτύσσονται. Η επί της % μείωση της υγρασίας κατά τη διάρκεια του τηγανίσματος κυμάνθηκε από 30 έως και 65%. Γενικά, το τηγάνισμα σε σογιέλαιο έδωσε μικρότερη απώλεια σε υγρασία σε σχέση με το τηγάνισμα σε ελαιόλαδο και σε αραβοσιτέλαιο. Ωστόσο, στατιστικά σημαντική διαφορά ( $p < 0.05$ ) παρατηρήθηκε μόνο μεταξύ του σογιέλαιου και του ελαιολάδου.

Οι πατάτες που τηγανίστηκαν σε ελαιόλαδο, είχαν στατιστικά σημαντικά μικρότερη οξύτητα, σε σχέση με αυτές που τηγανίστηκαν στα άλλα δύο έλαια, ενώ δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στα άλλα δύο έλαια (αραβοσιτέλαιο και σογιέλαιο). Παρατηρήθηκε μία στατιστικά σημαντική αύξηση της οξύτητας κατά τη διάρκεια των διαδοχικών τηγανισμάτων, που έχει να κάνει με την υποβάθμιση του ελαίου. Η τάση αυτή είναι γενική και παρατηρήθηκε σε όλες τις ποικιλίες και σε όλα τα έλαια. Την υψηλότερη οξύτητα από τις τρεις ποικιλίες την εμφάνισε η Voyager και στα τρία έλαια.

Οι μετρούμενες τιμές για τον Αριθμό Υπεροξειδίων ήταν μικρές, χωρίς να υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στα τρία χρησιμοποιούμενα έλαια. Και στον Αριθμό Υπεροξειδίων, όπως και στην Οξύτητα, παρατηρείται μία στατιστικά σημαντική αύξηση στα διαδοχικά τηγανίσματα, σε όλες τις ποικιλίες και σε όλα τα έλαια.

Οι μετρούμενες τιμές, για το K232 και K270, ήταν χαμηλές, ενώ δεν σημειώθηκαν σημαντικές διαφορές, ούτε ανάμεσα στις ποικιλίες, ούτε ανάμεσα στις επεμβάσεις, αλλά ούτε και ανάμεσα στα τρία έλαια, στα οποία τηγανίστηκαν οι πατάτες.



Η συγκέντρωση των αναγόντων σακχάρων είχε την ακόλουθη κλιμάκωση στις τρεις ποικιλίες SPUNTA < LADY ROSETTA < VOYAGER, η οποία και διατηρήθηκε και μετά το τηγάνισμα τους. Η χρήση των τριών διαφορετικών ελαίων στο τηγάνισμα, είχε στατιστικά σημαντική διαφορά ( $p < 0.05$ ) στη συγκέντρωση των αναγόντων σακχάρων των τηγανισμένων πατατών. Η μικρότερες τιμές βρέθηκαν στο ελαιόλαδο, ενώ οι μεγαλύτερες στο σογιέλαιο. Επίσης κατά τη διάρκεια του τηγανίσματος, υπήρξε μια μείωση της συγκέντρωσης των αναγόντων σακχάρων ( $\text{mg}/100\text{g}$  ξηρού βάρους), σε σχέση με τις αρχικές συγκεντρώσεις.

## 6 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### Ξένη βιβλιογραφία

- 1 Akoh, C., Min, D. (2002) *Food Lipids: Chemistry, Nutrition, and Biotechnology*, Marcel Dekker 2<sup>nd</sup> eds
- 2 Al- Harbi, M.M., Al-Kahtani, H.A. (1993) Chemical and biological evaluation of discarded frying palm oil from commercial restaurants, *Food Chem*, 48. 395-401
- 3 Amrein, T.M., Schönbacher, B., Rohner, F., Lukac, H., Schneider, H., Keiser, A., Escher, F. & Amadó, R. (2004). Potential for acrylamide formation in potatoes: Data from the 2003 harvest. *European Food Research and Technology*, 219, 572-578.
- 4 Amrein, T.M.; Andres, L.; Escher, F.; Amadó, R., (2007) Occurrence of acrylamide in selected foods and mitigation options, *Food Additives & Contaminants*, 24(1), 13-25.
- 5 Andrikopoulos, N., Kalogeropoulos, N., Falirea, A., and Barbagianni, M. (2002). Performance of virgin olive oil and vegetable shortening during pan-frying and deep-frying of potatoes. *International Journal of Food Science and Technology*, 37, 177-190.
- 6 Association of Official Analytical Chemists. Moisture in Animal Feed. In *Official Methods of Analysis*, 930.15, 15th ed.; AOAC: Gaithersburg, MD, 1990.
- 7 Becalski, A., Lau, B. P.-Y., Lewis, D., Seaman, S.W., Hayward, S., Sahagian, M., Ramesh, M. & Leclerc, Y., (2004), Acrylamide in French fries: Influence of free amino acids and sugars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 3801-3806.
- 8 Becalski, A.; Lau, B.; Lewis, D.; Seaman, S. W., (2003), Acrylamide in foods: occurrence, sources and modeling, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 802-808.
- 9 Benedito, J., Mulet, A., Velasco, J, Dobarganes, M.C (2002) Ultrasonic Assessment of oil quality during frying, *J Agric Food Chem*, 50, 4531-4536

- 10 Biedermann-Brem, S., Noti, A., Grob, K., Imhof, D., Bazzocco, D. & Pfefferle, A. (2003). How much reducing sugar may potatoes contain to avoid excessive acrylamide formation during roasting and baking? *European Food Research and Technology*, 217, 369-373.
- 11 Blumenthal, M.M. (1991) A new look at the chemistry and physics of deep fat frying, *Food Technol*, 45, 68-71
- 12 Castle, L.; Campos, M.-J.; Gilbert, J. Determination of acrylamide monomer in hydroponically grown tomato fruits by capillary gas chromatography-mass spectrometry. *J. Sci. Food Agric.* **1991**, 54, 549-555.
- 13 Cert, A. Moreda, W. Perez-Camino, MC (2000) Review : Chromatographic analysis of minor constituents in vegetable oils, *Journal of Chromatography A*, 881: 131-148
- 14 Che Man , Y.B., Swe, P.Z (1995) Thermal analysis of failed – batch palm oil by differential scanning calorimetry, *J.Am Oil Chem*, 72, 1529-1532
- 15 Corn Refiners Association, 2006, Corn Oil, 5<sup>th</sup> ed. On line available at: <http://www.corn.org/wp-content/uploads/2009/12/CornOil.pdf>
- 16 De Wilde, T., De Meulenaer, B., Mestdagh, F., Govaert, Y., Vandeburie, S., Ooghe, W., Fraselle, S., Demeulemeester, K., Van Peteghem, C., Calus, A., Degroodt, J.-M. & Verh e, R. (2005). Influence of storage practices on acrylamide formation during potato frying. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 6550-6557.
- 17 Di Giovacchino, L., 2000. In: Hardwood, J. and Aparicio, R. (eds) "Technological aspects. Handbook of olive oil. Analysis and properties". Aspen Publications, p.17-59.
- 18 Elmore, J. S., Koutsidis, G., Dodson, A. T., Mottram, D. S. (2005). Measurement of acrylamide and its precursors in potato, wheat and rye model systems. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 1286-1293.
- 19 Eriksson, S., *Acrylamide in food products: Identification, formation and analytical methodology*, doctoral thesis, Stockholm University, 2005.
- 20 Formo, M.W (1979) Physical properties of fats and fatty acids, in Swern, D.(ed), Bailey's Industrial oil and fat products, 4<sup>th</sup> ed., vol.1, John Wiley and sons, New York, pp.177-212

- 21 Fritsch, W. C (1981) Measurements of frying fat deterioration *J. Am. Oil Chem Soc*, 58, 272-281
- 22 Gertz, C (2000) Chemical and physical parameters as quality indicators of used oxidative stability of vegetable oils and fats at frying temperature, *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 102 (11), 543-551
- 23 Gertz, C.; Klostermann, S., (2002), Analysis of acrylamide and mechanisms of its formation in deep-fried products, *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 104, 762-771.
- 24 Gloria, H, Aguilera, J.M (1998) Assessment of the quality of heated oils by differential scanning calorimetry *J. Agric Food Chem.*, 46, 1363-1368
- 25 Gomes da Silva, M. Singh, R.P (1995) Viscosity and surface tension of corn oil at frying temperature, *J. Food Proc. Preser.* 19, 259-270
- 26 Guinda, A., Dobarganes, M.C. Ruiz-Mendez, M.V., Mancha, M. (2003) Chemical and physical properties of a sunflower oil with high levels of oleic and palmitic acids, *Eur J Lipid Sci Techn*, 105, 130-137
- 27 Halford, N.G., Muttucumar, N., Curtis, T.Y., and Parry, M.A.J. (2007). Genetic and agronomic approaches to decreasing acrylamide precursors in crop plants, *Food Additives and contaminants*, 24 (S1), 26-36.
- 28 Jacobson, G.A (1991) Quality control in deep – fat frying operations, *Food Techn.*, 72, 72-74
- 29 Janneke, G., Hogervorst, Schouten L. J., Konings, E. J.R., Goldbolun A., Piet A. Vad den Brandt, (2007). *Cancer, Epidemiology and prevention.*, 16, 23-25.
- 30 Kalogeropoulos, N., Andikopoulos, N (2004) Squalene in oils and fats from domestic and commercial frying potatoes, *International Journal of food sciences and Nutrition*, 55(2), 125-129
- 31 Kiritsakis, A. K., Lenart, E. B., Hernandez, R. J. and Willet, W. C., 1998. "Olive oil. From the Tree to the Table", 2nd edn, Food & Nutrition Pr
- 32 Kita A. and Lisinska G., (2005), The influence of oil type and frying temperatures on the texture and oil content of French fries, *J Sci Food Agric*, 85, 2600–2604.
- 33 Koutsidis G., De la Fuente A., Dimitriou C., Wedzicha B. W., Mottram D. S., (2008), Acrylamide and pyrazine formation in model systems

- containing asparagine. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56, 6105-6112.
- 34 Lolos, M., Oreopoulou, V., Tzia, K. (1999), Oxidative stability of potato chips: effect of frying oil type, temperature and antioxidants. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79, 1524-1528.
- 35 Madhavi, D.L., Deshpande, S.S., Salunkhe, D.K (1995) Food antioxidants (Technological Toxicological and Health Perspective), Marcel Dekker Inc.
- 36 Matthäus, B.; Haase, N. U.; Vosmann, K., (2004), Factors affecting the concentration of acrylamide during deep-fat frying of potatoes, *Eur. J. Lipid Sci. Technol*, 106, 793-801.
- 37 Mestdagh, F.J.; De Meulenaer, B.; Van Poucke, C.; Detavernier, C.; Cromphout, C.; Van Peteghem, C., (2005), Influence of oil type on the amounts of acrylamide generated in a model system and in French fries, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, pp. 6170–6174.
- 38 Molina Alcaide, E. and Nefzaoui, A., 1996. "Recycling of olive oil by-products: Possibilities of utilization in animal nutrition", *International Biodeterioration and Biodegradation*, 38(3–4), p.227–235.
- 39 Mottur, G.P. (1989) A scientific look at potato chips- The original savory snack *Cereal Food World*, 34, 620-626.
- 40 Niaounakis, M. and Halvadakis, C. P., 2006. "Olive processing waste management: Literature Review and Patent Survey", *Waste management series 5*, Second edition, Elsevier.
- 41 Orthoefer F.T, Cooper, D.S. (1996) An initial quality of frying oil, *Deep frying Chemistry, Nutrition and Practical application*, edited by Perkins E.G. and Erickson M.D., AOCS Press, Champaign, Illinois, pp.29-42
- 42 Perkins, E.G. (1996) Production and composition of frying fats, *Deep frying Chemistry, Nutrition and Practical applications*, edited by Perkins E.G. and Erickson M.D., AOCS Press, Champaign, Illinois, pp.43-48
- 43 Pokorny, J. (1989) Flavor chemistry of deep fat frying in oil, in: *Chemistry of Lipid Foods*, (D.B. Min & T.H. Smouse, eds) , *J.Am. oil Chem. Soc.*, Champaign, IL, 113-115
- 44 Singh, S., Tyagi, V.K (2001) Deep- fat- frying of foods- Its significance on nutrition and health, *J. Food Technol*, 38 (6), 545-552

- 45 Skog, K.; Viklund, G.; Olsson, K.; Sjöholm, I., (2008), Acrylamide in home-prepared roasted potatoes, *Mol. Nutr. Food Res.*, 52, 307-312.
- 46 Struik, P.C., Wiersema, S.G (2012) Seed potato technology, Wageningen Academic Publishers
- 47 Takeoka, G. R., Perrino, C.J., Battery, R (1996) Volatile constituents of used frying oils, *J Agric. Food Chem*, 44, 654-660
- 48 Tan, C.P, Che Man, Y.B (1999) Differential scanning calorimetric analysis for monitoring the oxidation of heated oil, *Food Chem*, 67, 177-184
- 49 Tareke, E., Rydberg, P. *et al.* (2002). "Analysis of acrylamide, a carcinogen formed in heated foodstuffs". *J. Agric. Food. Chem.* 50 (17), 4998–5006.
- 50 United Nations Food and Agricultural Organization, 2009, *International Year of the Potato 2008 – The potato*", on line available at: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/i0500e/i0500e02.pdf> (accessed 14/11/2014)
- 51 Warner, K., Mounts, T.L. (1993) Frying Stability of soybean and canola oil with modified fatty acids, *JAOCS*, 70, 983-988
- 52 Wedzicha, B. L., Mottram, D. S., Elmore, J. S., Koutsidis, G., Dodson, A. T. (2005). Kinetic models as a route to control acrylamide formation in food. In *Chemistry and safety of acrylamide in food*, Mottram, D. S., Friedman, M., Eds. Springer: New York, 2005. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 561, 235-254.
- 53 Williams, J. S. E., (2005), Influence of variety and processing conditions on acrylamide levels in fried potato crisps, *Food Chem.* 52, 875-881.
- 54 Willinger, A., (1964), Potato starch. In: Wistler R. L., (ed). *Methods in carbohydrate chemistry*, 4 (1), 9-13.



## Ελληνική βιβλιογραφία

- 1 Γεωργόπουλος, Θ. ( 2013) Χημεία και τεχνολογία τροφίμων, σημειώσεις μαθήματος Τεχνολογία Τροφίμων, ΤΕΙ Λάρισας, on line available at: <http://www.teilar.gr/dbData/ProfAnn/profann-e8d2689a.pdf> (22/11/2014)
- 2 Μπαλατσούρας, Γ. Δ. (1997) "Το Ελαιόδενδρο", Αθήνα
- 3 Μπόσκου, Δ. (1997) Χημεία τροφίμων, εκδόσεις Γαρταγάνης, Αθήνα
- 4 Μπόσκου, Δ. (2005) Σημειώσεις Οργάνωσης και Διαχείρισης Μονάδων Διατροφής, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο