



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

**ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΥ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ
ΤΡΟΦΙΜΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**“Η επίδραση του φασκόμηλου στα ποιοτικά χαρακτηριστικά της τηγανητής
πατάτας.”**



ΓΛΙΤΖΙΟΥ ΒΑΣΙΛΙΚΗ

ΕΠΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ : ΓΙΑΝΝΟΥΛΗ ΠΕΡΣΕΦΟΝΗ

ΒΟΛΟΣ 2020

“Η επίδραση του φασκόμηλου στα ποιοτικά χαρακτηριστικά της τηγανητής πατάτας.”

“The effect of sage on the quality of fried potatoes”

Γλίτζιου Βασιλική

Μέλη Τριμελούς Εξεταστικής επιτροπής

ΠΕΡΣΕΦΟΝΗ ΓΙΑΝΝΟΥΛΗ (Επιβλέπουσα)

Επίκουρος Καθηγήτρια Τεχνολογίας και Ποιοτικού Ελέγχου Τροφίμων Φυτικής Προέλευσης, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

ΙΩΑΝΝΗΣ ΓΟΥΝΑΡΗΣ

Καθηγητής Μοριακής Βιολογίας, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ ΒΕΛΛΙΟΣ

Επίκουρος Καθηγητής της Φυτοπαθολογίας και Σύγχρονων Μεθόδων Διαγνωστικής, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Αφιερωμένη στην οικογένειά μου,
ως ένδειξη ευγνωμοσύνης για την στήριξή τους μέχρι σήμερα.

Υπεύθυνη Δήλωση

Βεβαιώνω ότι είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής εργασίας, η οποία εκπονήθηκε σύμφωνα με τον Κανονισμό Εκπόνησης Πτυχιακής Εργασίας του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην πτυχιακή μου εργασία. Επίσης έχω αναφέρει τις όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς είτε παραφρασμένες. Επίσης βεβαιώνω ότι αυτή η πτυχιακή εργασία προετοιμάστηκε από εμένα προσωπικά ειδικά για τις απαιτήσεις του προγράμματος σπουδών του τμήματος στο οποίο φοιτώ.

Γλίτζιου Βασιλική

Ευχαριστίες

Η παρούσα πτυχιακή μελέτη εκπονήθηκε υπό την επίβλεψη της Καθηγήτριας Γιαννούλη Περσεφόνης. Ήταν τιμή μου που συνεργάστηκα με την κ. Γιαννούλη και θα ήθελα να την ευχαριστήσω θερμά για την βοήθειά της, το αμέριστο ενδιαφέρον της και την εμπιστοσύνη που επέδειξε στο πρόσωπό μου για την εκπόνηση αυτής της εργασίας τόσο κατά την συγγραφή, όσο και κατά την διόρθωση αυτής.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τους καθηγητές κ. Ιωάννη Γούναρη και κ. Ευάγγελο Βέλλιο για τον χρόνο που διαθέσανε για τις παρατηρήσεις και τις διορθώσεις του κειμένου της πτυχιακής μου διατριβής.

Ακόμα θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την Αναστασία Μπάρη για την πολύτιμη βοήθειά της στο πειραματικό μέρος.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να δώσω στην κ. Κουφοστάθη Ευλαλία που είναι Γεωπόνος Ζωικής Παραγωγής και ανήκει στο Εργαστηριακό Διαδακτικό Προσωπικό για τις συμβουλές της σε προσωπικό επίπεδο.

Οι μεγαλύτερες και ουσιαστικότερες ευχαριστίες ανήκουν στην οικογένειά μου, στους γονείς μου Σωτήρη και Λόλα, στα αδέρφια μου Δημήτρη και Μαριλένα. Τους ευχαριστώ από τα βάθη της καρδιάς μου για την βοήθειά τους, την ηθική και οικονομική τους υποστήριξη, τη συμπαράσταση, την υπομονή και την αγάπη τους όλα αυτά τα χρόνια.

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	VII
1. Εισαγωγή.....	1
1.1. Πατάτα.....	1
1.2. Χημική σύσταση πατάτας.....	3
1.3. Διατροφική αξία πατάτας.....	4
1.4. Μορφές επεξεργασίας.....	7
1.5. Το τηγάνισμα πατάτας ως μέθοδος μαγειρέματος.....	8
1.6. Μεταβολές που συμβαίνουν κατά το τηγάνισμα.....	9
1.7. Αντιδράσεις που πραγματοποιούνται κατά το τηγάνισμα.....	10
1.7.1 Καραμελοποίηση.....	11
1.8. Φασκόμηλο.....	12
1.8.1. Συστατικά.....	13
1.8.2. Διατροφική αξία.....	14
1.9. Σκοπός.....	15
2. Υλικά και Μέθοδοι.....	16
2.1. Τηγάνισμα.....	16
2.2. Δομή.....	16
2.3. Χρώμα.....	16
3. Αποτελέσματα και Συζήτηση.....	18
3.1. Μετρήσεις Δομής.....	18
3.2. Μετρήσεις Χρώματος.....	21
4. Συμπεράσματα.....	27
5. Βιβλιογραφία.....	28
5.1. Ελληνική Βιβλιογραφία.....	28
5.2. Ξενόγλωσση βιβλιογραφία.....	28
5.3. Ιστοσελίδες.....	32

Περίληψη

Στην παρούσα διατριβή διερευνείται η επίδραση του φασκόμηλου στα ποιοτικά χαρακτηριστικά της τηγανητής πατάτας. Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν ήταν η δομή και το χρώμα. Οι μετρήσεις, λοιπόν, έγιναν σε φρέσκιες πατάτες, που είχαν εμβαπτιστεί σε νερό και φασκόμηλο για διαφορετικούς χρόνους 30', 60', 90' και 120' καθώς επίσης και σε πατάτες που είχαν τις ίδιες μεταχειρήσεις μετά το τηγάνισμά τους. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η παραμονή των δειγμάτων σε υδατικό εκχύλισμα φασκόμηλου οδήγησε σε αλλαγές του χρώματος και της δομής τόσο στα ωμά, όσο και στα τηγανητά δείγματα. Πιο αναλυτικά, το χρώμα των δειγμάτων πατάτας που εμβαπτίστηκαν στο φασκόμηλο σκούρυνε, ενώ των δειγμάτων- μαρτύρων που εμβαπτίστηκαν στο νερό ήταν πιο ανοιχτόχρωμο. Τέλος τα δείγματα που εμβαπτίστηκαν σε φασκόμηλο έγιναν πιο σκληρά και πιο σκουρόχρωμα σε σχέση με τις πατάτες μάρτυρες.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Πατάτα

Η πατάτα γνωστή και ως "γεώμηλο" είναι κονδυλώδες φυτό της οικογένειας Solanaceae και ένα λαχανικό που ανήκει στα κυριότερα καλλιεργούμενα φυτικά είδη της διατροφής του ανθρώπου κυρίως στην περιοχή της Μεσογείου (Patil et al., 2016). Οι πατάτες χρησιμοποιούνται για άμεση και έμμεση κατανάλωση ως φρέσκες και υπό τη μορφή βιομηχανικών προϊόντων αντίστοιχα.

Η καλλιεργούμενη πατάτα (*Solanum tuberosum* L.) είναι ετήσιο φυτό που παράγει υπόγειους κονδύλους. Είναι πολύ διαδεδομένο φυτό καθώς έχει ευρεία προσαρμοστικότητα από πλευράς εδαφοκλιματικών απαιτήσεων, μικρό βιολογικό κύκλο και πολύ υψηλή παραγωγικότητα (Forbes et al., 2007). Η καλλιέργεια της πατάτας, αποτελεί παγκοσμίως μια από τις σημαντικότερες πηγές διατροφής του ανθρώπινου πληθυσμού λόγω της υψηλής βιολογικής αξίας των κονδύλων της, της εύκολης διαχείρησής της και της πληθώρας των χρήσεών της (Burke, 2011).

Οι κόνδυλοι οι οποίοι αποτελούν το μοναδικό εδώδιμο για τους ανθρώπους και τα ζώα, μέρος του φυτού, χρησιμοποιούνται για να καταναλωθούν φρέσκες είτε επεξεργασμένες από τον άνθρωπο, ως ζωοτροφή και ως πρώτη ύλη βιομηχανιών. Η πατάτα παγκοσμίως κατέχει την τρίτη θέση μετά το ρύζι και το σιτάρι στη λίστα διατροφής καθώς είναι φυσικό προϊόν, άριστης διατροφικής αξίας (Bradshaw, 2010). Είναι ένα από τα θρεπτικότερα και πιο υγιεινά λαχανικά και ταυτόχρονα από τα πιο οικονομικά γεωργικά προϊόντα. Περιέχει κατά βάση άμυλο που την κάνει πλούσια σε θερμίδες και ικανή να προμηθεύσει στον οργανισμό υδατάνθρακες, μεταλλικά άλατα και βιταμίνες (Hawkes, 1967). Μπορεί να μαγειρευτεί με πολλούς τρόπους, ικανοποιώντας σε μεγάλο βαθμό τους καταναλωτές της.

Για την κτηνοτροφία γίνονται ειδικές καλλιέργειες και χρησιμοποιούνται διαφορετικές ποικιλίες. Τέλος στις αμυλοβιομηχανίες και στα οινοπνευματοποιεία που χρησιμοποιούν ως πρώτη ύλη πατάτες, παράγουν υποπροϊόντα πολτώδη υλικά, που και αυτά χρησιμοποιούνται ως τροφή των ζώων.

Στην βιομηχανία καλλιεργούνται ειδικές ποικιλίες όψιμες, πολύ παραγωγικές και πλούσιες σε άμυλο. Τα κύρια βιομηχανικά προϊόντα είναι το άμυλο και η αλκοόλη (Bradshaw, 2010). Η

αλκοόλη από πατάτες χρησιμοποιείται για παραγωγή οινοπνευματωδών ποτών που βασίζεται στη χημική μετατροπή των σακχάρων σε αιθυλική αλκοόλη και διοξείδιο

του άνθρακα (Singh and Kaur, 2009). Τέλος το άμυλο της πατάτας χρησιμοποιείται για παραγωγή βουτυλικής αλκοόλης, ακετόνης και άλλων ουσιών που σχετίζονται με την αρωματοποιία και τη βιομηχανία καλλυντικών (Burke, 2011).

1.2. Χημική σύσταση πατάτας

Η πατάτα είναι λαχανικό με πλούσια θρεπτική αξία που μπορεί να επηρεαστεί αρκετά από τις μεθόδους επεξεργασίας της, από τις συνθήκες καθώς και τη διάρκεια συντήρησής της (Harris, 1992). Η χημική σύσταση των κονδύλων πατάτας εξαρτάται από την ποικιλία, από την ηλικία και την ωριμότητα των κονδύλων καθώς επίσης και από τις περιβαλλοντικές συνθήκες, δηλαδή τις κλιματικές συνθήκες, τις συνθήκες του εδάφους, τις καιρικές συνθήκες και τις συνθήκες ανάπτυξης (Lisinska and Leszczynski, 1989). Στον παρακάτω πίνακα περιγράφεται η σύσταση κονδύλων της πατάτας.

Πίνακας 1.1. Οι συγκεντρώσεις των συστατικών των κονδύλων πατάτας (Harris M.P., 1992. The Potato Crop: The scientific basis for improvement. Springer-Science+Business Media, B.V., Suffolk p. 680).

ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ	Painter και Augustin (1976)	Burton (1966)	
		Εύρος	Φυσιολογικές τιμές
Ξηρή ουσία (%)	22.48		
Στερεά αδιάλυτα στην αλκοόλη (%)	92.65		
Φυτικές ίνες (%)	1.08	1-10	2-4
Άμυλο (%)	74.24	60-80	70
Αναγωγικά σάκχαρα (%)	0.55	0.25-3*	0.5-2*
Συνολικά σάκχαρα (%)	1.28		
Συνολικό άζωτο (%)	1.16	1-2	1-2
Αμινο-άζωτο (%)	4.09		

Ασκορβικό οξύ (mg/100g)	92.08		
Θειαμίνη (mg/100g)	0.73		
Νιασίνη (mg/100g)	10.08		
Ριβοφλαβίνη (mg/100g)	0.118		
Τέφρα (%)	4.20	4-6	4-6
Ασβέστιο (%)	0.019		
Μαγνήσιο (%)	0.084		
Κάλιο (%)	1.47		
Χαλκός (%)	0.022		
Σίδηρος (ppm)	15.70		
Νάτριο (ppm)	1.30		
Κιτρικό οξύ (%)		0.5-7	2
Πρωτεϊνικό άζωτο (%)		0.5-1	0.5-1
Λίπη (%)		0.1-1	0.3-0.5
Σουκρόζη (%)		0.25-1.5*	0.5-1.0*

*Αυτά τα αριθμητικά στοιχεία είναι αντιπροσωπευτικά των ώριμων μη διατηρημένων κονδύλων.

Η περιεκτικότητα σε ζάχαρη επηρεάζεται σημαντικά από το στάδιο της ωρίμανσης και από τη θερμοκρασία αποθήκευσης. Επιπλέον, τα παραπάνω χημικά συστατικά παρουσιάζουν ανομοιογενή κατανομή μέσα στον κόνδυλο (Harris, 1992).

1.3. Διατροφική αξία πατάτας

Η νωπή πατάτα περιέχει βιταμίνες, σε μεγάλη ποσότητα την C, έπειτα σε ικανοποιητική ποσότητα την B και σε ελάχιστη ποσότητα την A. Η βιταμίνη C εμφανίζεται στην πατάτα με τη μορφή του ασκορβικού οξέος (Gibson and Kurilich, 2013). Στο σύμπλεγμα των βιταμινών B περιλαμβάνονται το φολικό οξύ, η νιασίνη, η ριβοφλαβίνη, η θειαμίνη, η πυριδοξίνη και η βιταμίνη B6 ενώ η βιταμίνη A

σχετίζεται με την παρουσία καροτενοειδών (Vreugdenhl et al., 2007). Η περιεκτικότητα σε βιταμίνη C στις φρεσκοκομμένες πατάτες ανέρχεται σε 19,7mg/100g πατάτας. Με την αποθήκευση έπειτα από 6 μήνες η περιεκτικότητα σε βιταμίνη C ανέρχεται στα 8 mg/100g πατάτας (Burke, 2011). Το ποσοστό των βιταμινών και άλλων ευεργετικών συστατικών στοιχείων, που περιέχεται στην πατάτα αφορά σε ολόκληρη τη νωπή πατάτα με τη φλούδα της. Το ποσοστό αυτό, λοιπόν, μειώνεται ακόμη περισσότερο με κάθε φάση επεξεργασίας ή μεταποίησης που υφίσταται το προϊόν, με αποτέλεσμα ο άνθρωπος να μπορεί να δεχθεί όλα τα θρεπτικά συστατικά μόνο κατά την πρώτη επεξεργασία της πατάτας (Bradshaw, 2010).

Οι θρεπτικές ιδιότητες της πατάτας εξαρτώνται άμεσα από τον τρόπο αποθήκευσης και κατανάλωσης της. Ιδιαίτερη αναφορά γίνεται για την ανάπτυξη μιας επικίνδυνα τοξικής ουσίας, της σολανίνης (Vreugdenhl et al., 2007). Η σολανίνη παράγεται μεν φυσικά από την πατάτα σε περιεκτικότητα 0,02%, αλλά μεγαλύτερες συγκεντρώσεις την καθιστούν δηλητηριώδη (Slanina, 1990). Η συγκέντρωση της σολανίνης αυξάνεται όταν η πατάτα εκτίθεται στο φως, σταδιακά πρασινίζει και γίνεται τοξική, ακατάλληλη για κατανάλωση και επικίνδυνη για δηλητηρίαση (Kunisuke et al., 2010). Γι' αυτό είναι σημαντικό, οι πατάτες να διατηρούνται σε σκιερά μέρη και σε περίπτωση που έχουν πρασινίσει ή δημιουργήσει φύτρες να μην καταναλώνονται η τουλάχιστον να αφαιρείται το αλλοιωμένο τους μέρος.

1.4. Μορφές επεξεργασίας πατάτας

Ο τρόπος μαγειρέματος της πατάτας διαφοροποιεί και τα συστατικά της πατάτας, κυρίως ως προς τις θερμίδες και τα λιπαρά. Στον ακόλουθο πίνακα φαίνεται αναλυτικά η διαφορετική σύσταση που έχει η ωμή, η βραστή, η ψητή, η τηγανητή και η πατάτα σε μορφή τσιπς, που είναι οι πιο δημοφιλείς και κοινοί τρόποι μαγειρέματος.

Πίνακας 1.2. Σύσταση πατάτας για τις κυριότερες μορφές μαγειρέματος (Συμβουλευτικό Κέντρο Διατροφής Σισμανόγλειου Νοσοκομείου, www.psnrenal.gr πρόσβαση στις 3 Ιανουαρίου 2020).

	Τύπος πατάτας (100 g)				
	Ωμή	Ψητή	Βραστή	Τηγανητή (με φυτικό έλαιο)	Πατατάκια- τσιπς
Νερό (%)	79,8	75,1	82,8	46,9	1,8
Θερμίδες (kcal)	76	93	65	268	568
Υδατάνθρακες (g)	17,1	21,1	14,5	32,6	50,0
Πρωτεΐνη (g)	2,1	2,6	1,9	4,0	5,3
Λιπαρά (g)	0,1	0,1	0,1	14,2	39,8
Ασβέστιο (mg)	7	9	6	15	40
Φώσφορος (mg)	53	65	42	101	139
Σίδηρος (mg)	0,6	0,7	0,5	1,1	1,8
Νάτριο (mg)	3	4	2	223	Δεν έχει καταμετρηθεί
Κάλιο (mg)	407	503	285	775	1130

1.5. Το τηγάνισμα πατάτας ως μέθοδος μαγειρέματος

Τηγάνισμα είναι η βύθιση και το μαγείρεμα του τροφίμου, δηλαδή της πατάτας σε θερμό λάδι (Vitrac et al., 2000). Περιλαμβάνει μεταφορά θερμότητας και μάζας καθώς και πολύπλοκες αντιδράσεις μεταξύ πατάτας και ελαίου. Σκοπός του τηγανίσματος είναι το γρήγορο μαγείρεμα και η δημιουργία μοναδικής υφής, χρώματος, γεύσης και κρούστας (Dana and Saguy, 2003). Τα νωπά τρόφιμα που είναι πλούσια σε άμυλο, όπως η πατάτα, δεν μπορεί να τα πέψει ο οργανισμός, επειδή τα γαστρικά υγρά δεν μπορούν να διεισδύσουν στο εσωτερικό των αμυλόκοκκων (Burton, 1966). Με το μαγείρεμα οι αμυλόκοκκοι διογκώνονται και ζελατινοποιούνται με αποτέλεσμα να διασπώνται εύκολα από τα γαστρικά υγρά του πεπτικού συστήματος (Μπλούκας, 2004). Το τηγάνισμα είναι μια διαδικασία αφυδάτωσης με ορισμένα χαρακτηριστικά. Αρχικά η υψηλή θερμοκρασία ελαίου (160-180 °C) επιτρέπει την ταχεία μεταφορά θερμότητας και την συντόμευση του χρόνου μαγειρέματος. Έπειτα η θερμοκρασία της πατάτας δεν ξεπερνά τους 100°C και τέλος πραγματοποιείται ελάχιστη διύλιση των υδατοδιαλυτών ενώσεων από την πατάτα στο έλαιο (Dana and Saguy, 2003).

Η διαδικασία τηγανίσματος χωρίζεται σε δύο διακριτές κατηγορίες το ρηχό τηγάνισμα (pan frying) σε τηγάνι και το βαθύ τηγάνισμα (deep frying) σε φριτέζα. Το βαθύ τηγάνισμα, που είναι η πιο διαδεδομένη μέθοδος στις βιομηχανίες τροφίμων, είναι μια διεργασία κατά την οποία πραγματοποιείται ταυτόχρονα μεταφορά θερμότητας και μάζας (Dana and Saguy, 2006). Η θερμότητα μεταφέρεται από το έλαιο στην επιφάνεια της πατάτας με επαγωγή και μετέπειτα στο εσωτερικό της με αγωγιμότητα (Costa et al., 1999). Η μεταφορά μάζας χαρακτηρίζεται από την απώλεια νερού της πατάτας, ως υδρατμό και την αντικατάστασή του από έλαιο (Bouchon, 2009). Η διαδικασία τηγανίσματος ξεκινά όταν η πατάτα αφήνεται σε ζεστό έλαιο σε θερμοκρασίες που κυμαίνονται από 140 έως 220 °C όπου το έλαιο καλύπτει την επιφάνεια της πατάτας και είναι αρκετά καυτό ώστε να δημιουργήσει μια μορφή κρούστας (Vitrac et al., 2000). Έτσι, το αποτέλεσμα προεχόμενο από το βαθύ τηγάνισμα είναι η δημιουργία ενός τροφίμου με χαρακτηριστική μορφή.

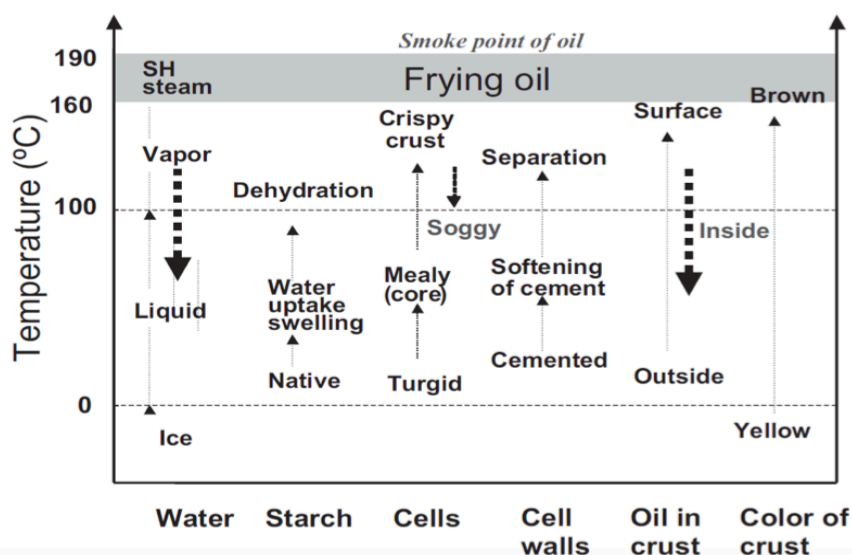
Η εξωτερική ζώνη ή φλοιός αποκτά χρυσο-καφέ χρώμα το οποίο είναι αποτέλεσμα αμαύρωσης ή αντίδρασης Maillard, που λαμβάνει χώρα όταν υδατάνθρακες και πρωτεΐνες βρίσκονται στο προϊόν και αντιδρούν, παρουσία θερμότητας (Farinu and Baik, 2005). Επειδή όλες οι πλευρές της πατάτας δέχονται την ίδια θέρμανση, το

χρώμα και η εμφάνισή της είναι ομοιόμορφα. Το δεύτερο τμήμα της εξωτερικής ζώνης είναι η κρούστα που σχηματίζεται στην πατάτα με αφυδάτωση κατά τη διάρκεια του τηγανίσματος μιας και το νερό στον φλοιό της εξατμίζεται (Stevenson et al., 1984). Το έλαιο μπορεί να διεισδύσει μόνο εκεί όπου έχει εξατμισθεί το νερό και η θερμοκρασία είναι αρκετά υψηλή, δηλαδή στην κρούστα (Mallikarjunan et al., 2010). Το έλαιο δύσκολα διεισδύει στον πυρήνα και η μικροδομή του φλοιού είναι ο καθοριστικός παράγοντας για την απορρόφηση ελαίου (Mellema, 2003). Η κρούστα των τηγανητών πατατών είναι το αποτέλεσμα των αλλαγών που συμβαίνουν σε κυτταρικό και υποκυτταρικό επίπεδο στα εξωτερικά στρώματα του τροφίμου, όπου η θερμοκρασία υπερβαίνει τους 100 °C (Costa et al., 1999). Η εσωτερική ζώνη δηλαδή ο πυρήνας είναι μαγειρεμένος λόγω της εισχώρησης της θερμότητας και συνεπάγεται αλλαγές στην γεύση και στην υφή (Pedreschi, 2012). Ωστόσο ένα βασικό μειονέκτημα του τηγανίσματος ως μεθόδου μαγειρέματος είναι η μεγάλη απορρόφηση ελαίου από τα τρόφιμα, η οποία μπορεί να αποτελεί και το 45% κατά βάρος (Μπλούκας, 2004).

1.6. Μεταβολές που συμβαίνουν κατά το τηγάνισμα

Ένας συνδυασμός των φυσικών, χημικών, και δομικών αλλαγών που συμβαίνουν κατά το τηγάνισμα της πατάτας λόγω της θερμοκρασίας συνοψίζονται στην εικόνα 1.1. Η θέρμανση έως 100 °C, προκαλεί αλλαγές στο άμυλο και τα κύτταρα της πατάτας (Dueik and Bouchon, 2011). Ειδικότερα οι κόκκοι αμύλου υφίστανται ζελατινοποίηση σε θερμοκρασία 62-68 °C αφού αρχικά απορροφούν νερό, διογκώνονται και έπειτα σε ακόμα υψηλότερη θερμοκρασία μπορεί να συμβεί και η διάρρηξή τους μέσα στα κύτταρα (Bouchon, 2009). Ταυτόχρονα πραγματοποιούνται δομικές αλλαγές στα κύτταρα του τοιχώματος ενώ οι μεσαίες στοιβάδες μεταξύ των κυττάρων διασπώνται και τα κύτταρα διαχωρίζονται δίνοντας τη λεγόμενη αλευρώδη υφή (Vreugdenhl et al., 2007). Στη μεσαία στοιβάδα επίσης, που είναι πλούσια σε πηκτίνη παρατηρούνται σοβαρές απώλειες με αποτέλεσμα το αδυνάτισμα των ενδομοριακών δεσμών και το 'μαλάκωμα' του ιστού της πατάτας (Vreugdenhl et al., 2007). Καθώς η πατάτα θερμαίνεται πάνω από 100 °C τα κύτταρα που βρίσκονται στο σχηματισμό της κρούστας αφυδατώνονται και το κυτταρικό τοίχωμά της

διαστέλλεται και γίνεται άκαμπτο (Dueik and Bouchon, 2011). Η ζελατινοποίηση του αμύλου εμπεριέχει τον μετασχηματισμό του μερικώς κρυσταλλικού πολυσακχαρίτη σε άμορφη δομή, φαινόμενο που ονομάζεται υαλώδης μετάπτωση (Biliaderis, 2009). Οι μεταβολές που υφίσταται το άμυλο κατά τη ζελατινοποίηση επηρεάζουν σημαντικά τη δομή και τις ιδιότητες των τροφίμων. Το έλαιο τηγανίσματος μπορεί να διεισδύσει σε ρωγμές στο φλοιό της πατάτας ενώ το χρώμα της επιφάνειας των πατατών αλλάζει σταδιακά με τη θερμοκρασία σε χρυσοκίτρινο και αργότερα σε καφέ (Kalogianni and Papastergiadis, 2014). Η παρατεταμένη χρήση του ελαίου σε υψηλές θερμοκρασίες και με την παρουσία του αέρα οδηγεί σε πολλές αντιδράσεις όπως υδρόλυση, οξειδωση, πολυμερισμό, κ.λπ. (Miranda and Aguilera, 2006).



Εικόνα 1.1. Φυσικοχημικές και δομικές αλλαγές που συμβαίνουν κατά το τηγάνισμα (Miranda and Aguilera, 2006).

1.7. Αντιδράσεις που πραγματοποιούνται κατά το τηγάνισμα

Τα φυσικά φαινόμενα που συμβαίνουν στην πατάτα που τηγανίζεται με την επίδραση του οξυγόνου, της θερμότητας, του ελαίου και της ίδιας της πατάτας είναι: αερισμός, εξάτμιση, αφρισμός, δημιουργία καπνού, διύλυση και χρωματισμός (Krokida et al., 2000). Έτσι, οι χημικές αντιδράσεις που συμβαίνουν στην πατάτα είναι: υδρόλυση, αυτοοξειδωση, αφυδάτωση, διμερισμός και πολυμερισμός, σχηματισμός κυκλικών προϊόντων και αντιδράσεις αμαύρωσης (Pedreschi, 2012).

Από τις αντιδράσεις αμαύρωσης η σημαντικότερη είναι η καραμελοποίηση στην οποία οφείλεται η εμφάνιση και η γεύση της τηγανητής πατάτας.

1.7.1. Καραμελοποίηση

Η καραμελοποίηση οδηγεί στο επιθυμητό χρώμα και στην επιθυμητή γεύση των τροφίμων, ενώ τα ανεπιθύμητα αποτελέσματα αυτής είναι η γεύση του πικρού, η χαρακτηριστική μυρωδιά και το χρώμα καμμένου (Lumanlan et al., 2019). Η καραμελοποίηση εμφανίζεται κατά τη διάρκεια της θέρμανσης των τροφίμων με υψηλή συγκέντρωση υδατανθράκων, δηλαδή των σακχάρων και στην περίπτωση της τηγανητής πατάτας καραμελοποιούνται τα ελεύθερα σάκχαρα και το άμυλο (Whistler et al., 1984). Στην πραγματικότητα η πυρολυτική αυτή διαδικασία είναι μια σύνθετη σειρά χημικών αντιδράσεων, η οποία ξεκινά με την τήξη των υδατανθράκων σε υψηλές θερμοκρασίες (Lumanlan et al., 2019). Στο πρώτο αυτό στάδιο πραγματοποιείται υδρόλυση της σακχαρόζης με αποτέλεσμα να αποσυντίθεται σε γλυκόζη και φρουκτόζη (Woo et al., 2015). Στη συνέχεια ακολουθεί συμπύκνωση, κατά την οποία οι υδατάνθρακες χάνουν νερό και αντιδρούν μεταξύ τους (Pedreschi, 2012). Ο κάθε υδατάνθρακας έχει συγκεκριμένη θερμοκρασία καραμελοποίησης, λόγου χάρι η φρουκτόζη καραμελοποιείται στους 110 °C, η γαλακτόζη, η γλυκόζη και η σακχαρόζη στους 160 °C ενώ η μαλτόζη στους 180 °C (Hayes and Laudan, 2009). Στα τρόφιμα όμως συχνά εμφανίζονται διαφορετικοί τύποι υδατανθράκων και άλλα συστατικά τα οποία μπορούν να επηρεάσουν τη θερμοκρασία της καραμελοποίησης (Yildiz, 2010). Η διαδικασία της καραμελοποίησης καταλύεται από όξινο ή βασικό περιβάλλον και απαιτεί γενικά θερμοκρασίες μεγαλύτερες των 120 °C και σε $9 < \text{pH} < 3$ (Kroh, 1994). Η παραγωγή γεύσεων, χρωμάτων και δομών λόγω της θέρμανσης προϋποθέτει ότι οι υδατάνθρακες, μονοσακχαριτικές δομές, υποβάλλονται αρχικά σε ενδομοριακές αποικοδομήσεις με αποτέλεσμα η αντίδραση αυτή να προκαλεί την απελευθέρωση H (Reimerdes and Franke, 2006). Κατά συνέπεια το pH του διαλύματος που υποβάλλεται σε καραμελοποίηση μειώνεται με το χρόνο, και τελικά καταλήγει στην ελαφρώς όξινη περιοχή του pH 4-5 (Kroh, 1994). Η καραμελοποίηση λοιπόν, ορίζεται ως η θερμική αποικοδόμηση των υδατανθράκων που οδηγούν στον σχηματισμό πτητικών ουσιών, οι οποίες ευθύνονται για το άρωμα της καραμέλας καθώς και καστανόχρωμων προϊόντων που έχουν το χρώμα της καραμέλας (Kroh, 1994).

1.8. ΦΑΣΚΟΜΗΛΟ

Το φασκόμηλο ανήκει στην οικογένεια των Lamiaceae και στο γένος των Αγγειόσπερμων δικότυλων φυτών Ελελίφασκος (Salvia). Πρόκειται για ένα πολυετές, ξυλώδες και θαμνώδες φυτό το ύψος του οποίου φτάνει περίπου τα 50 εκατοστά. Το φασκόμηλο φύεται σε βραχώδη ξηρά εδάφη και σε υψόμετρο 0-300 μ. από την επιφάνεια της θάλασσας. Τα φύλλα του είναι επιμήκη και παχιά και έχουν χρώμα λευκοπράσινο. Τα άνθη του έχουν χρώμα μωβ, φύονται κατά σπονδύλους και ανθίζουν από το Μάιο έως τον Ιούνιο. Χρησιμοποιούμενα μέρη είναι τα φύλλα μετά από αποξήρανση σε σκιά αλλά και τα άνθη. Τα φύλλα συλλέγονται λίγο πριν ή κατά τη διάρκεια της ανθοφορίας με ξηρό και ηλιόλουστο καιρό, τον Μάιο ή τον Ιούνιο και ξηραίνονται σε θερμοκρασία που να μην ξεπερνά τους 35°C (Κατσιώτης και Χατζοπούλου, 2016). Καταναλώνεται σαν αφέψημα για τις φαρμακευτικές του ιδιότητες, που όμως σε κάποιες περιπτώσεις έχει παρενέργειες. Το φυτό έχει έντονη αρωματική οσμή και καλλιεργείται για τις φαρμακευτικές ιδιότητες του, ως αφέψημα και ως καρύκευμα ενώ στη μαγειρική χρησιμοποιείται για τον αρωματισμό φαγητών (Στικούδη κ.ά., 2015).

Ως προς τις θεραπευτικές του ιδιότητες, το φασκόμηλο με τη μορφή αφεψήματος είναι ιδανικό για τη θεραπευτική του στόματος σε περίπτωση τραυματισμού, φαρυγγίτιδας, ουλίτιδας καθώς και για την καταπολέμηση φλεγμονών (Ghorbani and Esmailizadeh, 2017). Πιστεύεται, επίσης, ότι έχει αντισηπτικές, αποχρεμπτικές, σπασμολυτικές, στομαχικές και καρδιοτονωτικές ιδιότητες (Gali-Muhtasib, 2006). Επιπλέον χρησιμοποιείται κατά των νευραλγιών και κατά της αρθρίτιδας ως εμμηναγωγό, διουρητικό, υπερτασικό, ανθιδρωτικό, μυκητοστατικό, αιμοστατικό και τοπικό αναισθητικό του δέρματος (Gali-Muhtasib, 2006). Επιπλέον, η τοπική χρήση του παρέχει ανακούφιση σε τσιμπήματα εντόμων και σε πληγές με πύον ενώ είναι τονωτικό για το δέρμα του προσώπου (Hamidpour et al., 2014). Μάλιστα, στο παρελθόν το χρησιμοποιούσαν για δαγκώματα από φίδια. Το συχνό λούσιμο με το αφέψημα θεωρείται ότι κάνει καλό στην τριχόπτωση (Στικούδη κ.ά., 2015). Σύμφωνα με πρόσφατες έρευνες, η χρήση του έχει θετική επίδραση σε ασθενείς που πάσχουν από τη νόσο του Alzheimer αφού έχει αποδειχθεί ότι ενισχύει τη μνήμη (Ghorbani and Esmailizadeh, 2017). Παρά τις θετικές του επιδράσεις στην υγεία, η χρήση του πρέπει να γίνεται με μέτρο καθώς έχουν αναφερθεί περιπτώσεις δηλητηρίασης από υπερβολική κατανάλωση του, κάτι που οφείλεται σε μια ουσία που περιέχει το φασκόμηλο, τη θουγιόνη (Arceusz et al., 2013). Τέλος, το αφέψημα λαμβάνεται και

σερβίρεται αμέσως μετά το βράσιμο διότι αν παραμείνει αρκετή ώρα μαζί με τα φύλλα που έβρασαν, οι πικρές ουσίες μέσα στο αφέψημα αυξάνονται και η γεύση του γίνεται δυσάρεστη (Στικούδη κ.ά., 2015).

1.8.1. Συστατικά φασκόμηλου

Το φυτό αυτό που έχει ισχυρή και αρωματική μυρωδιά και θερμή, υπόπικρη γεύση, περιέχει 2% πράσινο αιθέριο έλαιο, φασκομηλόλαδο άχρωμο ή ερυθροκίτρινο, ενώ περιέχει εκτός των παραπάνω και τανασετόνη και πικρές ουσίες όπως πικροσαλβίνη κλπ (Στικούδη κ.ά., 2015). Το φασκόμηλο περιέχει πτητικό έλαιο (1,5-3,5%) που περιλαμβάνει 30% θουγιόνη (μια μονοτερπενική κετόνη), 5% κινεόλη, λιναλόλη, βορνεόλη, καμφορά, σαλβένιο και πινένιο (ένα πικρό στοιχείο), τανίνες, τριτερπενοειδή, φλαβονοειδή, οιστρογόνες ουσίες και ρητίνη (Hamidpour et al., 2014). Περιέχει επίσης, φυτοθρεπτικά συστατικά συμπεριλαμβανομένου του α-καροτένιου, β-καροτένιου, λουτεΐνης, ζεαξανθίνης και β-κρυπτοξανθίνης (Στικούδη κ.ά., 2015).

1.8.2. Διατροφική αξία φασκόμηλου

Θεωρείται ένα εξαιρετικό μυρωδικό και η θρεπτική του αξία οφείλεται στην περιεκτικότητά του σε αντιοξειδωτικά συστατικά και κυρίως στα φλαβονοειδή απιγενίνη και λουτεολίνη καθώς και στις βιταμίνες Α και C (Kintzios, 2000).

Πίνακας 1.3. Ενδεικτική διατροφική αξία, θρεπτικά στοιχεία και βιταμίνες φασκόμηλου (Αμερικάνικο Υπουργείο Γεωργίας, www.usda.gov πρόσβαση στις 28 Νοεμβρίου 2019).

Διατροφική αξία	Μονάδα	Φασκόμηλο (1,7 g)
Νερό	g	0,13
Ενέργεια	kcal	5
Πρωτεΐνες	g	0,22
Λιπαρά	g	0,12
Υδατάνθρακες	g	1,03
Διαιτητικές ίνες	g	0,7
Σάκχαρα	g	0,07
Θρεπτικά στοιχεία	Μονάδα	Φασκόμηλο (1,7 g)
Ασβέστιο (Ca)	mg	34
Σίδηρος (Fe)	mg	1,41
Μαγνήσιο (Mg)	mg	6
Φώσφορος (P)	mg	5
Κάλιο (K)	mg	26
Νάτριο (Na)	mg	1
Ψευδάργυρος (Zn)	mg	0,06
Βιταμίνες	Μονάδα	Φασκόμηλο (1,7 g)
Βιταμίνη Β3 (Νιασίνη)	mg	0,070
Βιταμίνη Β6	mg	0,020
Φολικό οξύ, DFE	μg	5
Βιταμίνη Β12	μg	0
Βιταμίνη Α, RAE	μg	7
Βιταμίνη Α, IU	IU	137
Βιταμίνη Ε (α-τοκοφερόλη)	mg	0,03

Βιταμίνη D (D2+D3)	μg	0
Βιταμίνη D	IU	0
Βιταμίνη K (φυλλοκινόνη)	μg	10,6
Λιπίδια	Μονάδα	Φασκόμηλο (1,7 g)
Κορεσμένα λιπαρά	g	0,009
Μονοακόρεστα	g	0,016
Πολυακόρεστα	g	0,075
Χοληστερόλη	mg	0
Άλλα	Μονάδα	Φασκόμηλο (1,7 g)
καφεΐνη	mg	0

1.9. Σκοπός της πτυχιακής εργασίας

Ο σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να μελετηθούν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της τηγανητής πατάτας μετά την εμφάνισή της σε εκχύλισμα φασκόμηλου σε τέσσερις διαφορετικούς χρόνους 30', 60', 90' και 120'. Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν στην εν λόγω εργασία ήταν η δομή και το χρώμα.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Τα δείγματα πατάτας εμβαπτίστηκαν σε υδατικό εκχύλισμα φασκόμηλου 2% w/w.

2.1. Τηγάνισμα

Το στάδιο του τηγανίσματος πραγματοποιήθηκε σε οικιακή φριτέζα στην οποία προστέθηκε περίπου 1 L ηλιέλαιο μέχρι να καλυφθούν πλήρως τα δείγματα. Το έλαιο θερμάνθηκε έως ότου να φτάσει στη θερμοκρασία των 180 °C κι έπειτα προστέθηκαν οι πατάτες και τηγανίστηκαν για 8 min. Μετά το πέρας του χρόνου τα δείγματα πατάτας τοποθετήθηκαν σε σκεύη αλουμινίου μέχρι να κρυώσουν.

2.2. Δομή

Οι μετρήσεις σκληρότητας πραγματοποιήθηκαν με τη συσκευή αναλυτή δομής Computer Controlled Electronic Tensile Tester (TC1000). Η δομή μετρήθηκε στις ωμές πατάτες τόσο πριν όσο και μετά τον εμβαπτισμό τους σε νερό και φασκόμηλο αντίστοιχα. Μετά το τηγάνισμα η δομή ξαναμετρήθηκε. Η ταχύτητα καθόδου του εμβόλου της συσκευής ήταν 100mm/s. Η διάμετρος του εμβόλου ήταν 3,0 cm και η μέγιστη παραμόρφωση 72%.

2.3. Χρώμα

Η μέτρηση έγινε με αναλυτή χρώματος, miniscan XE plus by HunterLab. Πραγματοποιήθηκαν 3 μετρήσεις στο κάθε δείγμα για τις παραμέτρους L^* , a^* και b^* , και υπολογίστηκε ο μέσος όρος.

Η παράμετρος L^* εκφράζει τη φωτεινότητα από μαύρο στο λευκό σε μια κλίμακα από 0 έως 100 ($L^*=0$ μαύρο, $L^*=100$ λευκό). Όσο μεγαλύτερο είναι το L^* τόσο πιο φωτεινό είναι το χρώμα του δείγματος.

Η παράμετρος a^* εκφράζει την απόκλιση μεταξύ των χρωμάτων κόκκινο και πράσινο. Οι τιμές μπορεί να είναι θετικές και αρνητικές, όπου η τιμή είναι θετική τότε το χρώμα πλησιάζει στο κόκκινο ενώ όπου είναι αρνητική πλησιάζει στο πράσινο. Οι τιμές μπορεί να κυμαίνονται από -120 έως +120.

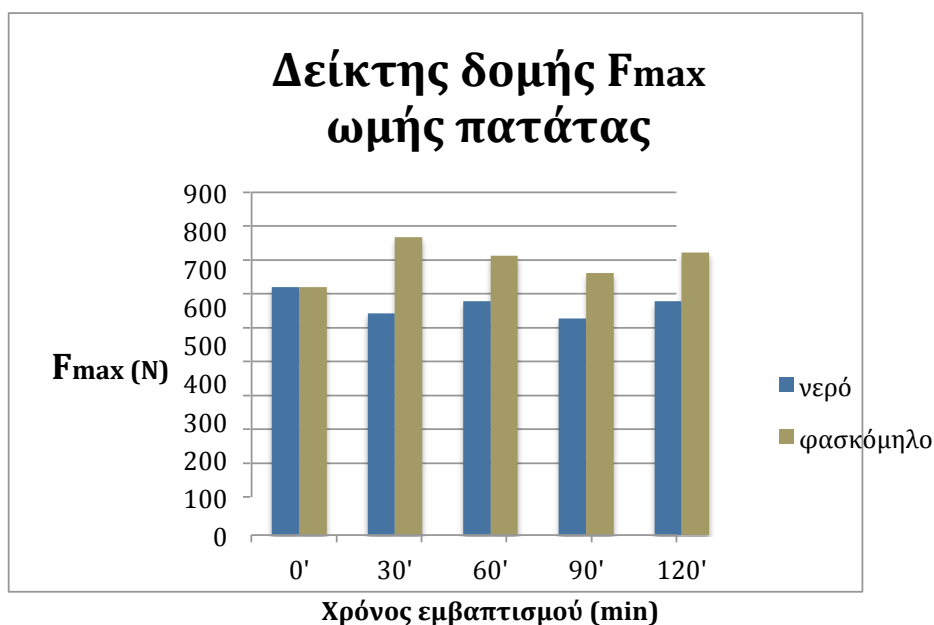
Η παράμετρος b^* εκφράζει την απόκλιση μεταξύ των χρωμάτων κίτρινο και μπλε. Οι τιμές μπορεί να είναι τόσο θετικές όσο και αρνητικές. Όταν η τιμή έχει θετικό

πρόσημο το χρώμα είναι προς το κίτρινο, ενώ όταν η τιμή έχει αρνητικό πρόσημο το χρώμα είναι προς το μπλε. Οι τιμές μπορεί να κυμαίνονται από -120 έως +120.

Οι μετρήσεις έγιναν στις ωμές πατάτες αμέσως μετά την κοπή τους, αφότου εμβαπτίστηκαν σε νερό και φασκόμηλο και στην τηγανητή τους μορφή. Επιπλέον έγιναν μετρήσεις χρώματος στο φασκόμηλο μετά τον εμβαπτισμό των δειγμάτων πατάτας.

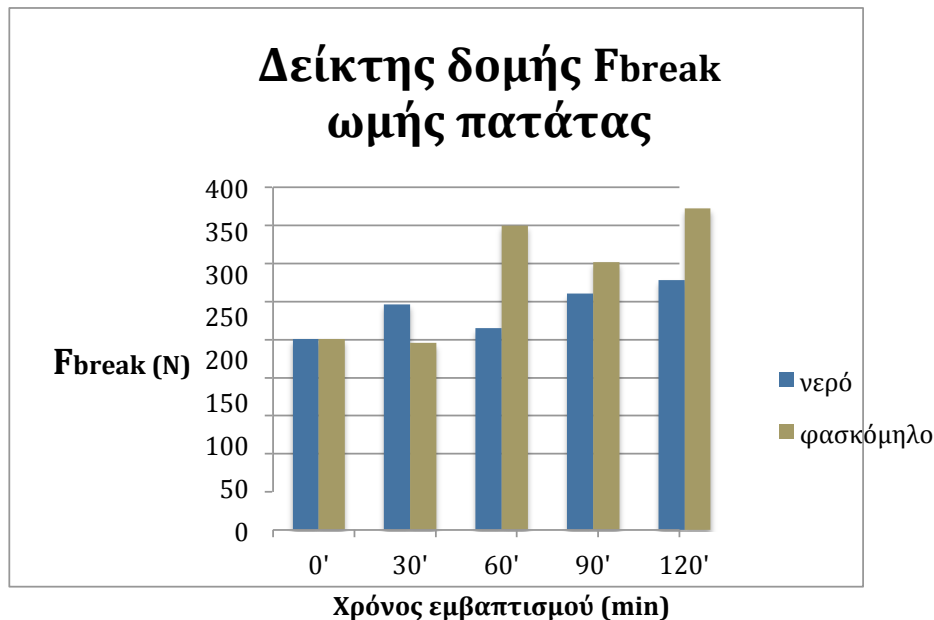
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

3.1. Μετρήσεις Δομής



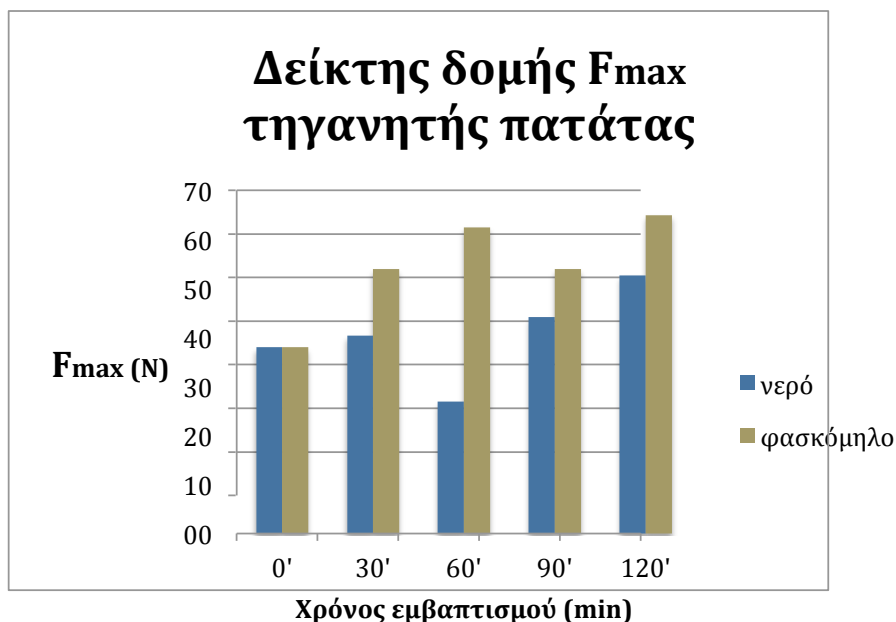
Εικόνα 3.1. Δείκτης δομής F_{max} για τις ωμές πατάτες που εμβαπτίστηκαν σε νερό και φασκόμηλο για τους χρόνους 0', 30', 60', 90', 120'.

Παρατηρούμε ότι ο δείκτης δομής F_{max} είναι μεγαλύτερος για τα δείγματα πατάτας που εμβαπτίστηκαν σε φασκόμηλο. Πρακτικά αυτό σημαίνει πως τα δείγματα πατάτας που εμβαπτίστηκαν σε φασκόμηλο είναι πιο σκληρά από τα αντίστοιχα που εμβαπτίστηκαν σε νερό. Με την εμβάπτιση των δειγμάτων σε υδατικό εκχύλισμα φασκόμηλου λόγω οσμωτικών φαινομένων που λαμβάνουν χώρα κατά τη διάρκεια εμβάπτισης των δειγμάτων απομακρύνεται η υγρασία από την εσωτερική δομή της πατάτας με συνέπεια την ενίσχυση της σκληρότητας στα δείγματα αυτά.



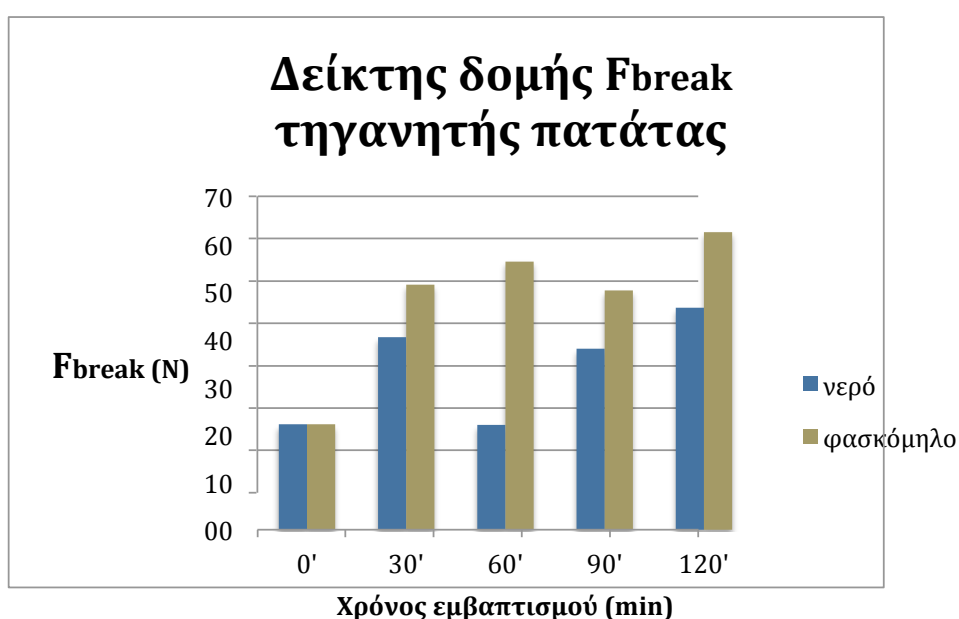
Εικόνα 3.2. Δείκτης δομής F_{break} για τις ωμές πατάτες που εμβαπτίστηκαν σε νερό και φασκόμηλο για τους χρόνους 0', 30', 60', 90', 120'.

Η δύναμη κατά την οποία σπάει το δείγμα είναι μεγαλύτερη για τα δείγματα που εμβαπτίστηκαν σε φασκόμηλο. Από την παραπάνω γραφική παράσταση συμπεραίνουμε ότι για τα δείγματα πατάτας, που εμβαπτίστηκαν σε φασκόμηλο απαιτείται μεγαλύτερη δύναμη από αυτά που εμβαπτίστηκαν σε νερό.



Εικόνα 3.3. Δείκτης δομής F_{max} για τις τηγανητές πατάτες που εμβαπτίστηκαν σε νερό και φασκόμηλο για τους χρόνους 0', 30', 60', 90', 120'.

Στα τηγανητά δείγματα πατάτας παρατηρείται μείωση της παραμέτρου F_{max} τόσο σε αυτά που εμβαπτίστηκαν σε νερό, όσο και σε αυτά που εμβαπτίστηκαν σε φασκόμηλο. Αυτό σημαίνει ότι τα δείγματα είναι πολύ πιο μαλακά μετά το τηγάνισμα. Κατά την διάρκεια του τηγανίσματος λαμβάνουν χώρα πολλά φαινόμενα αλλά ένα από τα βασικότερα είναι η ζελατινοποίηση του αμύλου. Αλλάζει η εσωτερική δομή των δειγμάτων και χάνεται η κρυσταλλικότητα του αμύλου, κατά συνέπεια δημιουργούνται μαλακότερες δομές. Ωστόσο, όπως στα ωμά, έτσι και στα τηγανητά δείγματα πατάτας αυτά που εμβαπτίστηκαν σε φασκόμηλο εμφανίζονται πιο σκληρά από τα δείγματα που έμειναν για παρόμοιο χρονικό διάστημα σε νερό.

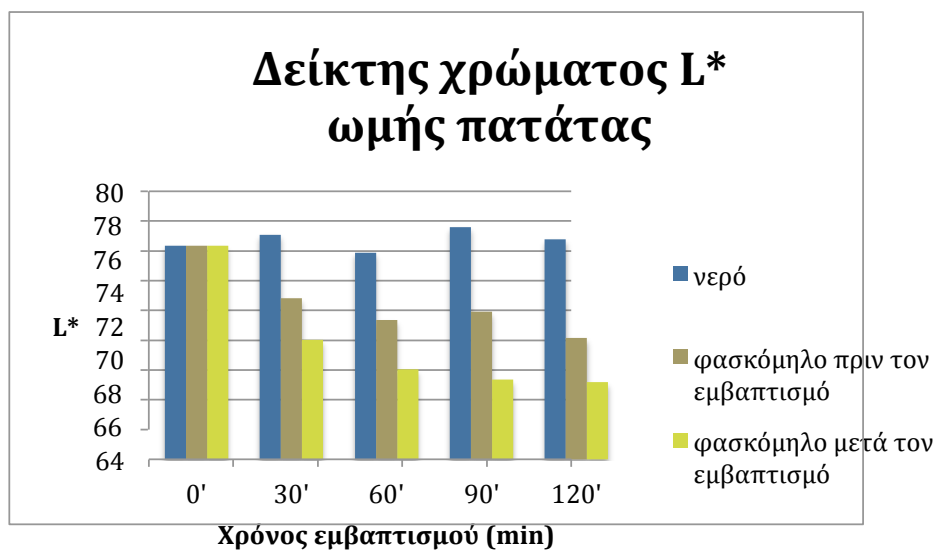


Εικόνα 3.4. Δείκτης δομής F_{break} για τις τηγανητές πατάτες που εμβαπτίστηκαν σε νερό και φασκόμηλο για τους χρόνους 0', 30', 60', 90', 120'.

Αντίστοιχα από την παραπάνω γραφική παράσταση διαπιστώνουμε πως όντως τα δείγματα πατάτας που εμβαπτίστηκαν σε φασκόμηλο απαιτούν μεγαλύτερη δύναμη για να σπάσει η δομή τους σε σχέση με τα δείγματα που εμβαπτίσαμε σε νερό.

Από όλες τις γραφικές παραστάσεις φαίνεται ότι δεν μπορούμε να έχουμε ολοκληρωμένα συμπεράσματα για το αν η επίδραση του χρόνου παραμονής των δειγμάτων πατάτας επιδρά με συγκεκριμένο τρόπο στην σκληρότητα των δειγμάτων. Το είδος του διαλύματος που εμβαπτίζονται τα δείγματα λόγω φαινομένων ώσμωσης επηρεάζει την δύναμη παραμόρφωσης.

3.2. Μετρήσεις Χρώματος



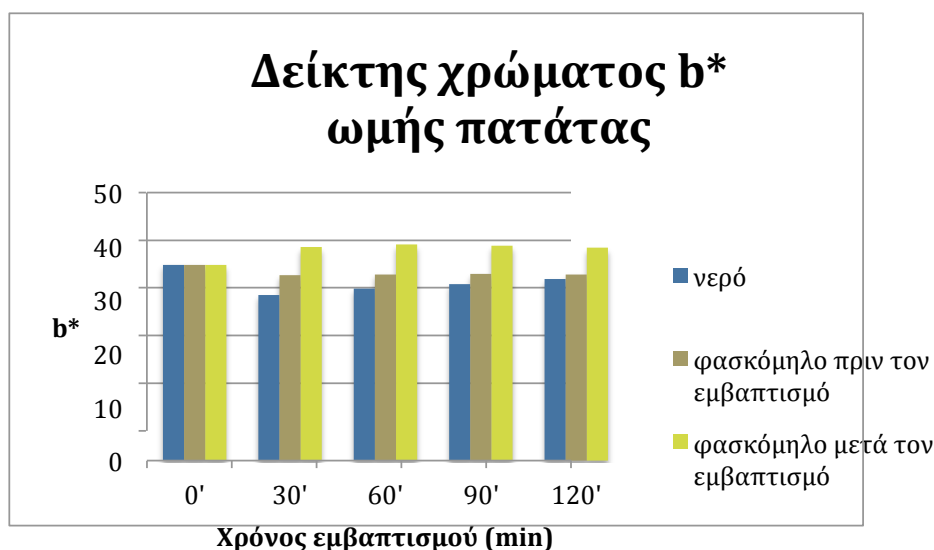
Εικόνα 3.5. Δείκτης χρώματος L* για τις ωμές πατάτες που εμβαπτίστηκαν σε νερό και φασκόμηλο για τους χρόνους 0', 30', 60', 90', 120'.

Όσον αφορά στα δείγματα πατάτας που εμβαπτίζονται σε νερό παρατηρούμε ελαφρύ αποχρωματισμό της κίτρινης απόχρωσης που όμως δεν επηρεάζεται από την πάροδο του χρόνου καθώς είναι παρόμοιος για τους χρόνους 30', 60', 90' και 120'. Αντίθετα, στα δείγματα πατάτας που εμβαπτίζονται σε φασκόμηλο παρατηρείται χρωματισμός των δειγμάτων λόγω του φασκόμηλου. Ο χρωματισμός αυτός δεν είναι ανάλογος της διάρκειας του χρόνου παραμονής των δειγμάτων στο υδατικό εκχύλισμα φασκόμηλου.



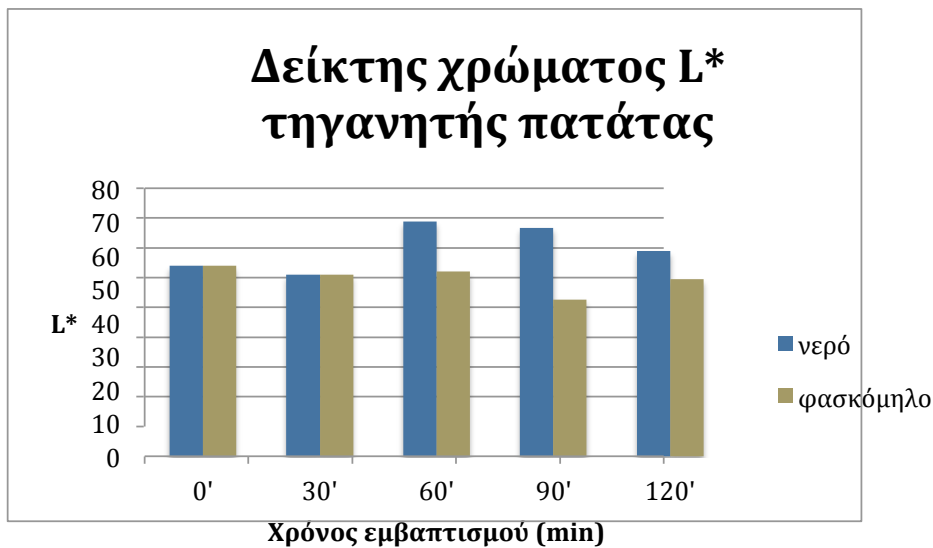
Εικόνα 3.6. Δείκτης χρώματος a* για τις ωμές πατάτες που εμβαπτίστηκαν σε νερό και φασκόμηλο για τους χρόνους 0', 30', 60', 90', 120'.

Τα δείγματα πατάτας που εμβαπτίζονται σε φασκόμηλο παρουσιάζουν σταδιακή αύξηση των τιμών της παραμέτρου χρώματος a^* κυρίως μετά από 60' εμβαπτισμό στο υδατικό εκχύλισμα φασκόμηλου λόγω φαινολικών ουσιών που περιέχονται στο φασκόμηλο. Με το φαινόμενο αυτό διαπιστώνουμε ότι τα δείγματα πατάτας όσο περισσότερο χρόνο βρίσκονται στο φασκόμηλο, τόσο το χρώμα τους τείνει προς το κόκκινο. Ενώ στα 0' η απόκλιση του δείκτη a^* είναι 2,41, στα 30' η τιμή αυτή πέφτει στο 1,04. Έπειτα στα 60' η τιμή γίνεται αρνητική, που σημαίνει ότι ενώ το χρώμα των δειγμάτων ήταν κοκκινωπό στα 60' άρχισε να πρασινίζει. Τέλος, τόσο στα 90' όσο και στα 120' η τιμή του δείκτη a^* ανεβαίνει και γίνεται περίπου 0,30 που σημαίνει ότι το χρώμα των δειγμάτων τείνει και πάλι προς το κόκκινο.



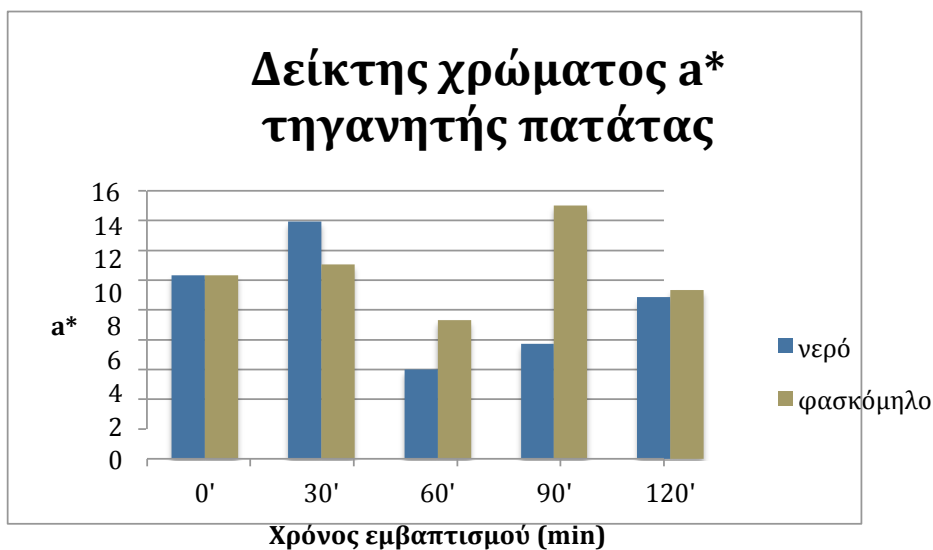
Εικόνα 3.7. Δείκτης χρώματος b^* για τις ωμές πατάτες που εμβαπτίστηκαν σε νερό και φασκόμηλο για τους χρόνους 0', 30', 60', 90', 120'.

Στα δείγματα πατάτας που εμβαπτίστηκαν σε νερό παρατηρείται μείωση του δείκτη b^* , δηλαδή τα δείγματα να είναι λιγότερο κίτρινα. Στα δείγματα πατάτας που εμβαπτίστηκαν σε φασκόμηλο ο δείκτης b^* παραμένει σταθερός ανεξάρτητα από τον χρόνο εμβαπτισμού και είναι μεγαλύτερος σε σχέση με τις τιμές σε αντιστοιχα δείγματα που είχαν εμβαπτιστεί σε νερό.



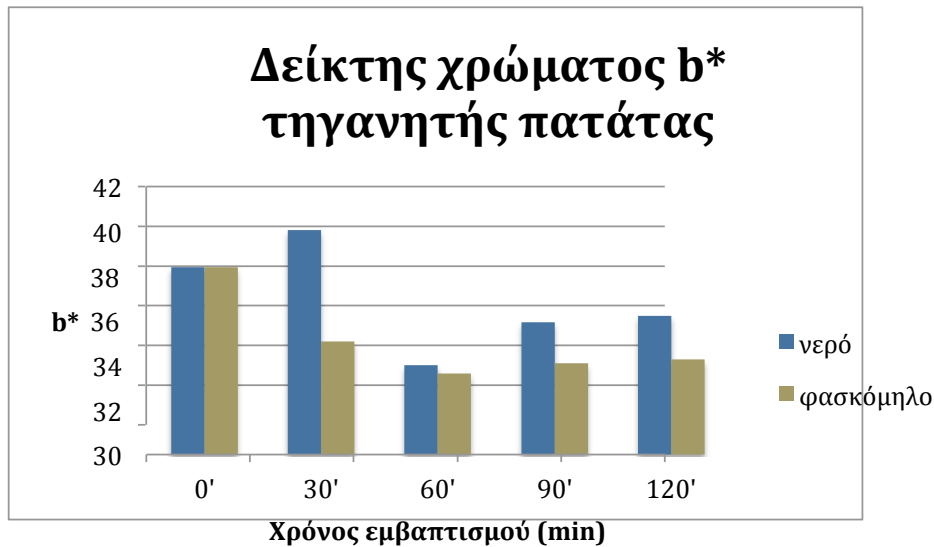
Εικόνα 3.8. Δείκτης χρώματος L* για τις τηγανητές πατάτες που εμβάπτιστηκαν σε νερό και φασκόμηλο για τους χρόνους 0', 30', 60', 90', 120'.

Παρατηρούμε μια ανομοιόμορφη αύξομείωση του δείκτη χρώματος L* τόσο στα δείγματα που εμβάπτιστηκαν σε νερό όσο και σε αυτά που εμβάπτιστηκαν σε φασκόμηλο. Ωστόσο παρατηρούμε πως τα δείγματα που εμβάπτιστηκαν σε νερό είναι πιο φωτεινά από αυτά που εμβάπτιστηκαν σε φασκόμηλο, φαινόμενο που παρατηρήσαμε και στα ωμά δείγματα και επομένως οι χρωστικές από το φασκόμηλο παρέμειναν στην επιφάνεια των δειγμάτων πατάτας.



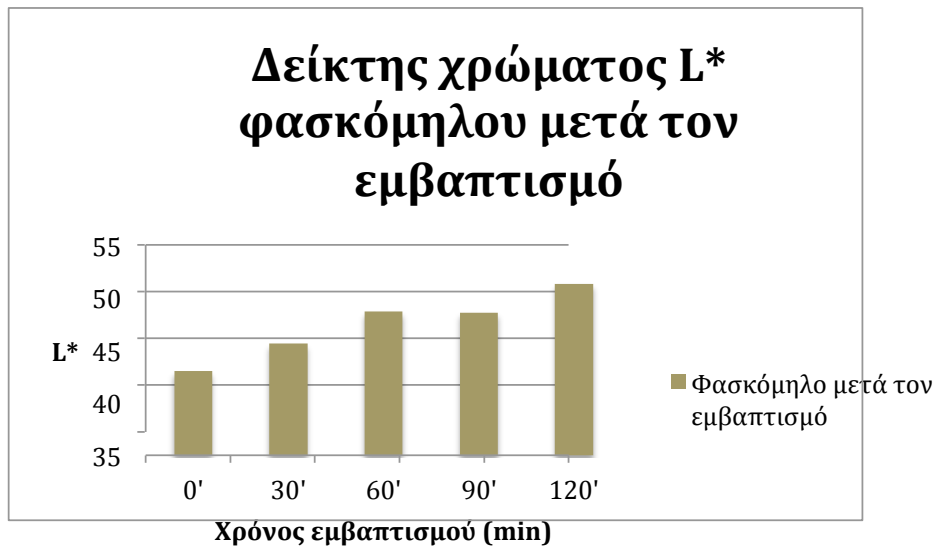
Εικόνα 3.9. Δείκτης χρώματος a* για τις τηγανητές πατάτες που εμβάπτιστηκαν σε νερό και φασκόμηλο για τους χρόνους 0', 30', 60', 90', 120'.

Στον δείκτη χρώματος a^* παρατηρείται μια ανομοιομορφία στα δείγματα πατάτας που εμβαπτίστηκαν είτε σε νερό, είτε σε φασκόμηλο. Επομένως δεν μπορεί να εξαχθεί ασφαλές συμπέρασμα καθώς οι τιμές είναι εντελώς διαφορετικές για όλους τους χρόνους εμβαπτισμού.



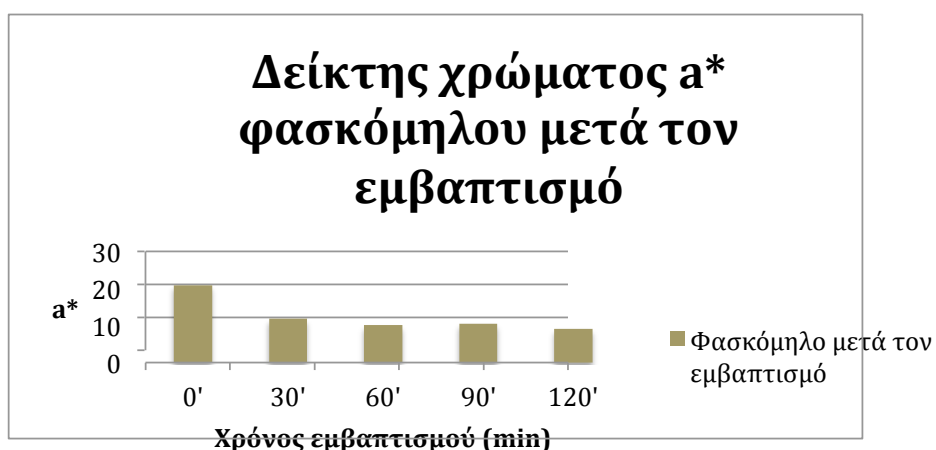
Εικόνα 3.10. Δείκτης χρώματος b^* για τις τηγανητές πατάτες που εμβαπτίστηκαν σε νερό και φασκόμηλο για τους χρόνους 0', 30', 60', 90', 120'.

Μελετώντας το διάγραμμα του δείκτη χρώματος b^* παρατηρούμε πως τα δείγματα πατάτας που εμβαπτίστηκαν σε νερό είναι γενικά πιο κίτρινα σε σχέση με τα αντίστοιχα που εμβαπτίστηκαν σε φασκόμηλο με την μεγαλύτερη διαφορά να παρατηρείται όταν σε χρονική διάρκεια των 30'.



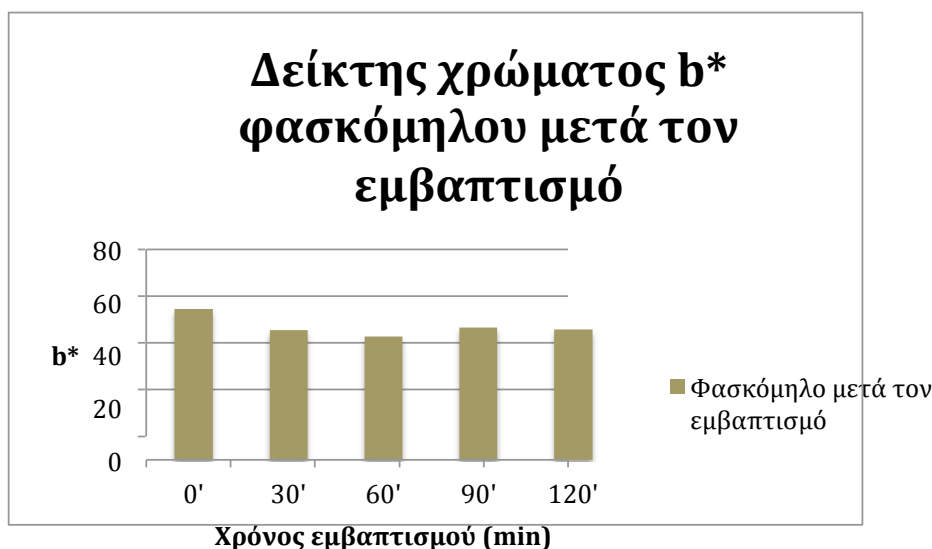
Εικόνα 3.11. Δείκτης χρώματος L* του φασκόμηλου μετά τον εμβαπτισμό της πατάτας για τους χρόνους 0', 30', 60', 90', 120'.

Παρατηρούμε πως η φωτεινότητα L* του υδατικού εκχυλίσματος φασκόμηλου αυξάνεται καθώς αυξάνεται ο χρόνος εμβαπτισμού των νοπών δειγμάτων πατάτας, γεγονός αναμενόμενο καθώς τα δείγματα πατάτας φαίνεται ότι απορροφούν χρωστικές του εκχυλίσματος του φασκόμηλου.



Εικόνα 3.12. Δείκτης χρώματος a* του φασκόμηλου μετά τον εμβαπτισμό της πατάτας για τους χρόνους 0', 30', 60', 90', 120'.

Ο δείκτης χρώματος a^* δεν εμφανίζει σημαντικές διακυμάνσεις σε συνάρτηση με τον χρόνο εμβάπτισης των δειγμάτων νωπής πατάτας σε υδατικό εκχύλισμα φασκόμηλου αλλά η παράμετρος a^* έχει την υψηλότερη τιμή όταν δεν έχει έρθει σε επαφή με νωπές πατάτες.



Εικόνα 3.13. Δείκτης χρώματος b^* του φασκόμηλου μετά τον εμβάπτισμό της πατάτας για τους χρόνους 0', 30', 60', 90', 120'.

Όμοια αποτελέσματα εμφανίζονται και για τον δείκτη b^* του υδατικού εκχύλισματος φασκόμηλου πριν και μετά την εμβάπτιση σε διαφορετικές χρονικές περιόδους δειγμάτων σε σχέση με τις νωπές πατάτες.

Η προσθήκη φασκόμηλου πριν το τηγάνισμα της πατάτας αλλάζει βασικά ποιοτικά χαρακτηριστικά της, ενισχύει την εμφάνιση του πιο σκούρου χρώματος λόγω φαινολών που περιέχει ενώ αποτελεί μέσο για τον σχηματισμό πιο σκληρών δομών τηγανητής πατάτας. Το φασκόμηλο ενισχύει τα φαινόμενα καραμελοποίησης σε αυτά τα δείγματα που είναι πλούσια σε ελεύθερα σάκχαρα και άμυλο και που σε συνδιασμό με τις υψηλές θερμοκρασίες του τηγανίσματος μεταποιεί την πατάτα σε προϊόν με διαφορετικά λειτουργικά χαρακτηριστικά.

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Τα δείγματα πατάτας, τόσο τα ωμά όσο και τα τηγανητά που εμβαπτίστηκαν στο φασκόμηλο παραμένουν σκληρότερα και απαιτείται μεγαλύτερη δύναμη για να σπάσουν σε σχέση με τα αντίστοιχα δείγματα που εμβαπτίστηκαν στο νερό.
- Στα ωμά δείγματα πατάτας παρατηρείται μικρή μείωση του κίτρινου χρώματος αυτών που εμβαπτίστηκαν σε νερό και χρωματισμός αυτών που εμβαπτίστηκαν σε φασκόμηλο με αποτέλεσμα τα τελευταία να χάνουν μέρος της φωτεινότητάς τους.
- Ο χρόνος εμβαπτισμού των δειγμάτων πατάτας σε ενυδατικό εκχύλισμα φασκόμηλου δε φαίνεται να επηρεάζει το τελικό χρώμα, αφού ο χρωματισμός των δειγμάτων είναι παρόμοιος για τους χρόνους 30', 60', 90' και 120'.
- Στα τηγανητά δείγματα πατάτας παρατηρείται πως αυτά που εμβαπτίστηκαν σε νερό είναι πιο ανοιχτόχρωμα από εκείνα που εμβαπτίστηκαν σε φασκόμηλο ανεξάρτητα από τον χρόνο παραμονής τους στο υδατικό εκχύλισμα.

5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

5.1. Ελληνική Βιβλιογραφία

Κατσιώτης Σ., Χατζοπούλου Π., 2016. Αρωματικά Φαρμακευτικά Φυτά και Αιθέρια Έλαια. Εκδόσεις Κυριακίδη, Θεσσαλονίκη, σελ. 903-920.

Μπλούκας Γ. Ιωάννης, 2004. Επεξεργασία και Συντήρηση Τροφίμων. Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης, Αθήνα.

Στικούδη Μ., Μαλούπα Ε., Λάζαρη Δ., Κρίγκας Ν., 2015. Με Νου, Αρωματόκηπος και Ευεξία. Εκδόσεις Πατάκη, Αθήνα, σελ. 78-81.

5.2. Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

Arceusz A., Occhipinti A., Capuzzo A. and Maffei E.M., 2013. Comparison of different extraction methods for the determination of a- and b-thujone in sage (*Salvia officinalis* L.) herbal tea. *Journal of Separation Science*, 36(18):3130-3134.

Augustin J. and Painter C.G., 1976. The Effect of Soil Moisture and Nitrogen on Yield and Quality of the Russet Burbank Potato. *American Journal of Potato Research*, 53:275–284.

Biliaderis G.C., 2009. Structural Transitions and Related physical Properties of Starch, *Starch Chemistry and Technology Third Edition*, Academic Press, USA, pp. 293-372.

Bouchon P., 2009. Understanding Oil Absorption During Deep-Fat Frying, *Advances in Food and Nutrition Research*, 57: 209–234.

Bradshaw J.E., 2010. *Root and Tuber Crops*. Springer, United Kingdom, p. 1-53.

Burke J.J., 2011. *Growing the Potato Crop*. Vita, Equity House, Upper Ormond Quay, Dublin 7, Ireland, p.16-26.

- Burton W.G., 1966. The potato: A Survey of its History and of Factors Influencing its Yield, Nutritive Value, Quality and Storage, Second edition, H. Veenman & Zonen, Netherlands.
- Costa R.M., Oliveira F.A.R., Delaney O. and Gekas V., 1999. Analysis of the heat transfer coefficient during potato frying. *Journal of Food Engineering*, 39(3): 227-336.
- Dana D. and Saguy I.S., 2006. Review: Mechanism of oil uptake during deep-fat frying and the surfactant effect-theory and myth. *Advances in Colloid and Interface Science*, 128-130:267-272.
- Dana D. and Saguy I.S., 2003. Integrated approach to deep fat frying: engineering, nutrition, health and consumer aspects. *Journal of Food Engineering* 56(2-3):143-152.
- Dueik V. and Bouchon P., 2011. Vacuum frying as a route to produce novel snacks with desired quality attributes according to new health trends. *Journal of Food Science*, 76(2):188-195.
- Farinu A. and Baik O.D., 2005. Deep Fat Frying of Foods- Transport Phenomena. *Food Reviews International*, 21:389-410.
- Forbes G.A., Grünwald N.J., Mizubuti E.S.G., Andrade-Piedra J.L. and Garrett K.A., 2007. Potato Late Blight in Developing Countries. *Sustainable Agriculture and Natural Resource Management Knowledgebase*, p.1-23.
- Gali-Muhtasib H., 2006. Anticancer and medicinal properties of essential oil and extracts of East Mediterranean sage (*salvia triloba*). *Advances in Phytomedicine*, 2:169-180.
- Ghorbani A. and Esmailizadeh M., 2017. Pharmacological properties of *Salvia officinalis* and its components. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, 7(4):433-440.
- Gibson S. and Kurilich C.A., 2013. The nutritional value of potatoes and potato products in the UK diet. *Nutr Bull*, 38:389-399.

- Hamidpour M., Hamidpour R., Hamidpour S. and Shahlari M., 2014. Chemistry, Pharmacology, and Medicinal Property of Sage (*Salvia*) to Prevent and Cure Illnesses such as Obesity, Diabetes, Depression, Dementia, Lupus, Autism, Heart Disease, and Cancer. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, 4(2): 82-88.
- Harris M.P., 1992. *The Potato Crop: The scientific basis for improvement*. Springer-Science+Business Media, B.V., Suffolk, p. 533-546.
- Hawkes J.G., 1967. History of the potato. Masters Memorial Lecture. *Journal of the Royal Horticultural Society*, 92:207-302.
- Hayes D. and Laudan R., 2009. *Food and Nutrition: Volume 7*. Marshall Cavendish Reference, Malaysia, p. 995.
- Kalogianni E.P. and Papastergiadis E., 2014. Crust Pore characteristics and their development during frying of French-fries. *Journal of Food Engineering*, 120:175-182.
- Kintzios E.S., 2000. *Sage: The Genus Salvia*. Harwood academic publishers, Amstardam, p. 55-81.
- Kroh W.L., 1994. Caramelisation in food and beverages. *Food Chemistry*, 51(4):373-379.
- Krokida M.K., Oreopoulou V. and Maroulis Z.B., 2000. Water Loss and Oil Uptake as a Function of Frying Time. *Journal of Food Engineering*, 44:39-46.
- Kunisuke I., Yusuke A., Masanori K., Yoichi U. and Motonaka K., 2010. Human–Environment Interactions –Taste, *Comprehensive Natural Products II*, 4: 646-647.
- Lisinska G. and Leszczynski W., 1989. *Potato Science and Technology*. Elsevier Applied Science. London, p. 16-17.
- Lumanlan C.J., Warnakulasuriya M.A.D.B.F. and Jayasena V., 2019. Mechanisms of oil uptake during deep frying and applications of predrying and

- hydrocolloids in reducing fat content of chips. *International Food Science and Technology*, October issue p. 1-10.
- Mallikarjunan P.K., Ngadi M.O. and Chinnan M.S., 2010. *Breaded Fried Foods*. CRC Press Taylor & Francis Group, Boca Raton, p. 149-151.
- Mellema M., 2003. Mechanism and reduction of fat uptake in deep-fat fried foods. *Trends in Food Science & Technology* 14(9):364-373.
- Miranda M.L. and Aguilera, J.M., 2006. Structure and Texture Properties of Fried Potato Products. *Food Reviews International*, 22(2), 173–201.
- Patil V.U., Kawar P.G., Sundaresha S. and Bhardwaj V., 2016. *Biology of Solanum tuberosum (Potato): Series of Crop Specific Biology Documents*. Ministry of Environment, Forest and Climate Change Government of India, p. 11-17.
- Pedreschi F., 2012. Frying of Potatoes: Physical, Chemical, and Microstructural Changes. *Drying Technology*. Taylor & Francis Group, 30(7):707–725.
- Reimerdes E.H. and Franke, K., 2006. Engineering and biotechnological aspects for the manufacturing of high quality fried potato products. *Biotechnology Journal*, 1(4):413–419.
- Singh J. and Kaur L., 2009. *Advances in Potato Chemistry and Technology*, Second Edition. Academic Press, United States of America, p. 273-318.
- Slanina P., 1990. Solanine (glycoalkaloids) in potatoes: Toxicological evaluation. *Food and Chemical Toxicology*, 28(11):759-761.
- Stevenson S.G., Vaisey-Genser M. and Eskin N.A.M., 1984. Quality control in the use of deep frying oils. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 61(6):1102-1108.
- Vitrac O., Trystram G. and Raoult-Wack A-L., 2000. Deep-fat frying of food: heat and mass transfer, transformations and reactions inside the frying material. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 102(8-9):529-538.

Vreugdenhl D., Bradshaw J., Gebhardt C., Govers F., Mackerron D.K.L., Taylor M.A. and Ross H.A., 2007. Potato Biology and Biotechnology Advances and Perspectives. Elsevier, Oxford, pp. 441- 466.

Whistler R.L., BeMiller J.N. and Paschall E.F., 1984. Starch: Chemistry and Technology, Second edition. Academic Press, USA, p. 479-490.

Woo K.S., Kim H.Y., Hwang I.G., Lee S.H. and Jeong H.S., 2015. Characteristics of the Thermal Degradation of Glucose and Maltose Solutions. Preventive Nutrition and Food Science, 20(2):102-109.

Yildiz F., 2010. Advances in Food Biochemistry. CRC Press Taylor & Francis Group, USA, p. 370-371.

5.3. Ιστοσελίδες

United States Department of Agriculture, 2019. Food and Nutrition.

<http://www.usda.gov> (Πρόσβαση στις 28 Νοεμβρίου 2019).