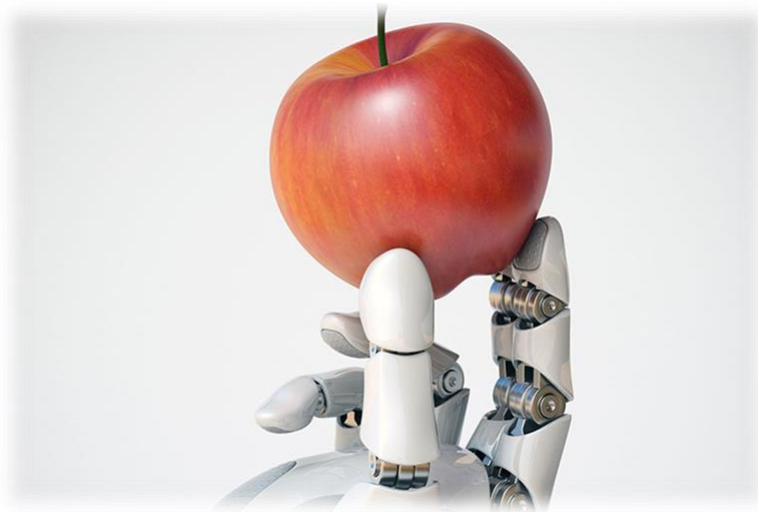




ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

Πτυχιακή Εργασία

**«ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙΝΟΤΟΜΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΒΛΕΨΗ
ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΩΝ ΚΙΝΔΥΝΩΝ »**
**“DEVELOPMENT OF INNOVATIVE TOOLS FOR THE PREDICTION OF
FOOD HAZARDS”**



Φοιτήτρια: Ζαχαρούλα Θεοδωρακοπούλου

ΑΜ: 16027

Επιβλέπουσα καθηγήτρια: Ευσταθία Τσάκαλη

Αθήνα, Αύγουστος 2021



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

**ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙΝΟΤΟΜΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΩΝ
ΚΙΝΔΥΝΩΝ**

ΕΥΣΤΑΘΙΑ ΤΣΑΚΑΛΗ, ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ ΚΑΝΕΛΛΟΥ, ΑΝΘΙΜΙΑ ΜΠΑΤΡΙΝΟΥ

Η πτυχιακή εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την κάτωθι Εξεταστική Επιτροπή:

Α/α	ΟΝΟΜΑ ΕΠΩΝΥΜΟ	ΒΑΘΜΙΔΑ/ΙΔΙΟΤΗΤΑ	ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ
1.	ΕΥΣΤΑΘΙΑ ΤΣΑΚΑΛΗ	ΕΠΙΚΟΥΡΗ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ	
2.	ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ ΚΑΝΕΛΛΟΥ	ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ ΜΕΛΟΣ	
3.	ΑΝΘΙΜΙΑ ΜΠΑΤΡΙΝΟΥ	ΕΠΙΚΟΥΡΗ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ ΜΕΛΟΣ	

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ/ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη ΖΑΧΑΡΟΥΛΑ ΘΕΟΔΩΡΑΚΟΠΟΥΛΟΥ του ΣΤΑΥΡΟΥ, με αριθμό μητρώου 16027 φοιτήτρια του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Επιστημών Τροφίμων του Τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

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

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

*Επιθυμώ την απαγόρευση πρόσβασης στο πλήρες κείμενο της εργασίας μου **μέχρι 29/09/2022** και έπειτα από αίτηση μου στη Βιβλιοθήκη και έγκριση του επιβλέποντα καθηγητή

Η Δηλούσα



ΖΑΧΑΡΟΥΛΑ ΘΕΟΔΩΡΑΚΟΠΟΥΛΟΥ - Φοιτήτρια

Ψηφιακή Υπογραφή Επιβλέπουσας

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους βοήθησαν στην εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας τόσο πρακτικά όσο και υποστηρικτικά.

Αρχικά, οφείλω να ευχαριστήσω την επιβλέπουσα καθηγήτρια κ. Τσάκαλη Ευσταθία για τις πολύτιμες υποδείξεις και γνώσεις που μου πρόσφερε καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας μου.

Είναι πολύ σημαντικό να ευχαριστήσω την εταιρία Agroknow για την ευκαιρία που μου δόθηκε να χρησιμοποιήσω ως υπόδειγμα εφαρμογής για την πρόβλεψη διατροφικών κινδύνων το προϊόν της FOODAKAI. Πιο συγκεκριμένα ευχαριστώ τους κ. Γιάννη Στοίτση (Partner & CTO at Agroknow) και κ. Μιχάλη Παπακωνσταντίνου (Data Services Leader at Agroknow) για την απερίγραπτη στήριξή τους, τις συμβουλές και τις γνώσεις που μου προσέφεραν καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας μου.

Περιεχόμενα

Περίληψη	9
Abstract	10
Εισαγωγή.....	11
1. Ασφάλεια τροφίμων και τεχνητή νοημοσύνη.....	12
2. Ψηφιακές τεχνολογίες προβλέψεων και η εφαρμογή τους στην εφοδιαστική αλυσίδα	14
3. FOODAKAI.....	19
4. Τροπικά φρούτα	23
4.1 Αβοκάντο	24
Προέλευση, παραγωγή και διατροφική αξία	24
Καρπός.....	24
Είδη και ποικιλίες	25
4.2 Ανανάς.....	26
Προέλευση, παραγωγή και διατροφική αξία	26
Βοτανικά χαρακτηριστικά και καρπός	26
Είδη και ποικιλίες	27
Απαιτήσεις του φυτού	28
4.3 Μάνγκο.....	28
Προέλευση, παραγωγή και διατροφική αξία	28
Βοτανικά χαρακτηριστικά και καρπός	29
Είδη και ποικιλίες	30
Απαιτήσεις του φυτού	30
4.4 Παπάνα.....	31
Προέλευση, παραγωγή και διατροφική αξία	31
Βοτανικά χαρακτηριστικά και καρπός	31
Είδη και ποικιλίες	32
Απαιτήσεις του φυτού	32
5. Πιθανοί κίνδυνοι.....	33
5.1 Χημικοί.....	33
5.1.1 Ζιζανιοκτόνα.....	33

5.1.2 Εντομοκτόνα.....	36
5.1.3 Μυκητοκτόνα	39
5.1.4 Χημικές ουσίες στη συσκευασία	41
5.2 Βιολογικοί	42
5.2.1 Βακτήρια.....	43
5.2.2 Ζύμες	45
5.2.3 Μύκητες.....	45
5.2.4 Ιοί.....	46
5.2.5 Παράσιτα	46
5.3 Φυσικοί.....	46
6. Αποτελέσματα προβλέψεων στα τροπικά φρούτα.....	47
6.1 Μάνγκο.....	47
6.2 Παπάνα.....	52
6.3 Ανανάς.....	56
6.4 Αβοκάντο	59
7. Συμπεράσματα	64
Βιβλιογραφία	66
Ελληνική βιβλιογραφία:	66
Ξένη βιβλιογραφία:	68

Περιεχόμενα εικόνων

Εικόνα 1: Δέντρο αβοκάντο, πηγή: unsplash	25
Εικόνα 2: Ανανάς, πηγή: unsplash	26
Εικόνα 3: Δέντρο μάνγκο, πηγή: unsplash	30
Εικόνα 4: Δέντρο παπάνας, πηγή: unsplash	32
Εικόνα 5: Αριθμός προβλέψεων για μάνγκο, πηγή: FOODAKAI	48
Εικόνα 6: Βαθμός ακρίβειας για μάνγκο, πηγή: FOODAKAI	48
Εικόνα 7: Κατανομή των απορρίψεων ανά μήνα (μάνγκο) , πηγή: FOODAKAI	49
Εικόνα 8: Χάρτης περιστατικών απόρριψης για μάνγκο, πηγή: FOODAKAI	49
Εικόνα 9: Κατανομή περιστατικών απόρριψης μάνγκο με χώρα προέλευσης το Περού, πηγή: FOODAKAI	50
Εικόνα 10: Κίνδυνοι με αυξητική τάση για το μάνγκο, πηγή: FOODAKAI	51
Εικόνα 11: Αναδυόμενοι κίνδυνοι για μάνγκο, πηγή: FOODAKAI	52
Εικόνα 12: Βαθμός ακρίβειας για παπάνα, πηγή: FOODAKAI	52
Εικόνα 13: Εικόνα 5: Αριθμός προβλέψεων για παπάνα, πηγή: FOODAKAI	53
Εικόνα 14: Κατανομή των απορρίψεων ανά μήνα (παπάνα) , πηγή: FOODAKAI	53
Εικόνα 15: Χάρτης περιστατικών απόρριψης για παπάνα, πηγή: FOODAKAI	54
Εικόνα 16: Κατανομή περιστατικών απόρριψης παπάνα με χώρα προέλευσης την Ταϊλάνδη, πηγή: FOODAKAI	54
Εικόνα 17: Κίνδυνοι με αυξητική τάση για την παπάνα, πηγή: FOODAKAI	55
Εικόνα 18: Αναδυόμενοι κίνδυνοι για παπάνα, πηγή: FOODAKAI	56
Εικόνα 19: Βαθμός ακρίβειας για ανανά, πηγή: FOODAKAI	56
Εικόνα 20: Εικόνα 13: Αριθμός προβλέψεων για ανανά, πηγή: FOODAKAI	56
Εικόνα 21: Κατανομή των απορρίψεων ανά μήνα (ανανά) , πηγή: FOODAKAI	57
Εικόνα 22: Χάρτης περιστατικών απόρριψης για ανανά, πηγή: FOODAKAI	57
Εικόνα 23: Κατανομή περιστατικών απόρριψης ανανά με χώρα προέλευσης την Δομινικανή Δημοκρατία, πηγή: FOODAKAI	58
Εικόνα 24: Κίνδυνοι με αυξητική τάση για την ανανά, πηγή: FOODAKAI	59
Εικόνα 25: Αναδυόμενοι κίνδυνοι για ανανά, πηγή: FOODAKAI	59
Εικόνα 26: Βαθμός ακρίβειας για αβοκάντο, πηγή: FOODAKAI	59
Εικόνα 27: Εικόνα 20: Αριθμός προβλέψεων για αβοκάντο, πηγή: FOODAKAI	60
Εικόνα 28: Κατανομή των απορρίψεων ανά μήνα (αβοκάντο) , πηγή: FOODAKAI	60
Εικόνα 29: Χάρτης περιστατικών απόρριψης για αβοκάντο, πηγή: FOODAKAI	61
Εικόνα 30: Κατανομή περιστατικών απόρριψης αβοκάντο με χώρα προέλευσης το Μεξικό, πηγή: FOODAKAI	61
Εικόνα 31: Κίνδυνοι με αυξητική τάση για το αβοκάντο, πηγή: FOODAKAI	62
Εικόνα 32: Αναδυόμενοι κίνδυνοι για αβοκάντο, πηγή: FOODAKAI	62

Περιεχόμενα πινάκων

Πίνακας 1: Τύποι περιστατικών και τιμές ταξινόμησης της σοβαρότητάς τους	20
Πίνακας 2: Κατηγορίες κινδύνων και τιμές ταξινόμησης της σοβαρότητάς τους.....	21
Πίνακας 3: Τιμές κατάταξης για την πιθανότητα εμφάνισης κινδύνων	21
Πίνακας 4: Τροπικά φρούτα και έντομα που τα προσβάλλουν	38
Πίνακας 5: Εύρος θερμοκρασίας ανάπτυξης ανά τύπο μικροοργανισμού	44

Περίληψη

Το αντικείμενο της παρούσας εργασίας είναι η παρουσίαση της ανάπτυξης καινοτόμων εργαλείων με σκοπό την πρόβλεψη διατροφικών κινδύνων. Συγκεκριμένα επιλέχθηκαν τέσσερα τροπικά/υποτροπικά φρούτα, τα: αβοκάντο, μάνγκο, παπάια και ανανάς, ως μέσο προβολής για την παρουσίαση προβλεπόμενων κινδύνων, οι οποίοι έχουν υπολογισθεί από το μοντέλο βαθιάς εκμάθησης της εφαρμογής FOODAKAI. Αρχικά, γίνεται αναφορά στην ιστορική εξέλιξη της ασφάλειας τροφίμων και ο συσχετισμός της με την ψηφιακή τεχνολογία τεχνητής νοημοσύνης. Έπειτα παρουσιάζονται εφαρμογές της τεχνολογίας προβλέψεων καθώς και η παρουσίαση των αποτελεσμάτων ενός ερωτηματολογίου. Ακολουθεί μια περιγραφή της εφαρμογής FOODAKAI και του τρόπου λειτουργίας της. Στη συνέχεια, παρουσιάζονται αναλυτικά τα φρούτα παραδίδοντας πληροφορίες για τα βοτανικά χαρακτηριστικά τους, απαιτήσεις καλλιέργειας κ.ά. Στο επόμενο κεφάλαιο παρατίθενται όλοι οι πιθανοί τύποι κινδύνων των φρούτων οι οποίοι είναι ικανοί να προκαλέσουν την απόρριψή τους από την αγορά τροφίμων. Στο έκτο κεφάλαιο, πραγματοποιείται αναλυτική παρουσίαση των αποτελεσμάτων πρόβλεψης κινδύνων από την εφαρμογή FOODAKAI, τα οποία αφορούν τα συγκεκριμένα τροπικά φρούτα. Εν κατακλείδι, στο τελευταίο κεφάλαιο τονίζεται η σημαντικότητα και ανάγκη για την μελέτη ανάπτυξης νέων εργαλείων πρόβλεψης διατροφικών κινδύνων με γνώμονα τη συμβολή πολλών και διαφορετικών παραγόντων.

Λέξεις-κλειδιά: ασφάλεια τροφίμων, τεχνητή νοημοσύνη, πρόβλεψη κινδύνων, τροπικά φρούτα

Abstract

The purpose of this paper is to present the development of innovative tools for the prediction of food hazards. Specifically, four tropical/ subtropical fruits were selected: avocado, mango, papaya, and pineapple, as a means of projection for the presentation of predicted risks, which have been calculated from the deep learning model of the FOODAKAI application. Firstly, reference is made to the historical development of food safety and its correlation with the artificial intelligence technology. Then, applications of forecasting technology are presented as well as the presentation of the results of a questionnaire. The purpose of the questionnaire was to assess the attitude of food technologists as to the reference to such digital technologies and their application in production processes. Furthermore, there is a description of the FOODAKAI application and how it works. Then, the fruits are presented in detail, giving information about their botanical characteristics, cultivation requirements, etc. The next chapter lists all the possible types of fruit hazards that are likely to cause rejection by the food market. Then, a detailed presentation of the risk prediction results from the FOODAKAI application, which concern the specific tropical fruits, takes place. In conclusion, the last chapter emphasizes the importance and need to study the development of new tools for predicting food risks based on the contribution of many different factors.

Keywords: food safety, artificial intelligence, risk prediction, tropical fruits

Εισαγωγή

Η παραδοχή πως τα φαγητά που καταλήγουν στο πιάτο του καταναλωτή είναι πάντοτε ασφαλή είναι λάθος. Δυστυχώς, από τη στιγμή της παραγωγής ενός προϊόντος μέχρι που θα είναι έτοιμο για κατανάλωση, περνά από πολλά στάδια της παραγωγικής διαδικασίας. Αν σε αυτά τα στάδια δεν τηρούνται οι κανόνες υγιεινής ή οι σωστές πρακτικές, υπάρχει περίπτωση να αναπτυχθεί κάποιος κίνδυνος. Κάθε χρόνο χιλιάδες άτομα αρρωσταίνουν εξαιτίας της παρουσίας κάποιου παθογόνου μικροοργανισμού στο φαγητό τους. Το 2018 το Κέντρο Ελέγχου Ασθενειών (Centers for Disease Control and Prevention, εφεξής CDC), ανακοίνωσε πως 1 στους 6 Αμερικανούς δηλαδή περίπου 48 εκατομμύρια άνθρωποι, αρρώστησαν εξαιτίας κάποιας τροφογενής ασθένειας. Από αυτούς οι 148.000 νοσηλεύτηκαν ενώ μόλις 3.000 έχασαν την ζωή τους. Τον 21^ο αιώνα λοιπόν, υπάρχουν άνθρωποι που πεθαίνουν από ασιτία ενώ ταυτόχρονα κάποιοι άλλοι πεθαίνουν από τροφογενείς ασθένειες.

Η διαχείριση και αποτροπή εμφάνισης των κινδύνων στα τρόφιμα ίσως αποτελεί το κυριότερο ζήτημα που απασχολεί τους τεχνολόγους τροφίμων. Οι υπεύθυνοι πρέπει να χρησιμοποιούν και να εξετάζουν κάθε μέσο το οποίο είναι ικανό να διευκολύνει την δουλειά τους στην αξιολόγηση ενός κινδύνου. Οπότε επιθυμητή είναι η εξάντληση όλων των πόρων και τεχνολογικών μέσων ώστε να βοηθήσουν στην αντιμετώπιση τέτοιων ζητημάτων ασφαλείας. Η ανάπτυξη καινοτόμων εργαλείων για την πρόβλεψη διατροφικών απειλών είναι ένας από τους πολλούς τρόπους με τους οποίους αυτό γίνεται εφικτό. Αποφασίστηκε λοιπόν η ενασχόληση της παρούσας εργασίας με το συγκεκριμένο εργαλείο προβλέψεων καθώς θεωρώ πως η επιτυχημένη και σωστή χρήση τους είναι ικανή να μειώσει τα ποσοστά των ασθενών εξαιτίας τροφογενούς λοίμωξης. Επιπλέον, όσο λιγότερο διαθέσιμα γίνονται τα μη ασφαλή προϊόντα, τόσο μικρότερη σπατάλη αυτών γίνεται, γεγονός που βοηθά στην διαχείριση των αποβλήτων. Βέβαια, αν δεν ήταν τεράστιος ο όγκος των τροφίμων που οδηγούνται στα απόβλητα, αυτά θα μπορούσαν να δοθούν για να τραφεί ένα μέρος από τα 811 εκατομμύρια ανθρώπων που μένουν χωρίς φαγητό. Όλα αυτά τα γεγονότα υποδεικνύουν μια παγκόσμια αποσυνδεδεμένη τροφική αλυσίδα. Επομένως, πιστεύω πως η αντιμετώπιση όλων των ζητημάτων με τα κατάλληλα εργαλεία και τη παρεμπόδιση άλλων παραγόντων που συμβάλλουν στη μη βιωσιμότητα, όπως οι εκπομπές μεθανίου στην η κλιματική αλλαγή έχουν μεγάλη σημασία. Έτσι, η παγκόσμια αποσυνδεδεμένη τροφική αλυσίδα είναι ένα κομμάτι αυτού του περίπλοκου παζλ βιωσιμότητας που η ανθρωπότητα καλείται να λύσει.

1. Ασφάλεια τροφίμων και τεχνητή νοημοσύνη

Ένας από τους βασικούς στόχους των βιομηχανιών τροφίμων είναι να παράγουν προϊόντα τα οποία είναι πρωτίστως ασφαλή και ποιοτικά όταν εκείνα θα φτάσουν στα χέρια του καταναλωτή. Ασφάλεια τροφίμων ορίζεται «η διαβεβαίωση ότι το τρόφιμο δεν θα προκαλέσει βλάβη στην υγεία του καταναλωτή όταν το τρόφιμο παρασκευάζεται και/ ή καταναλώνεται σύμφωνα με την προβλεπόμενη χρήση του» (*Codex Alimentarius Commission, 1997*).

Σήμερα, οι μέθοδοι κατά τις οποίες πραγματοποιείται η διαχείριση της ασφάλειας και ποιότητας των προϊόντων, διαφέρουν σε πολλά επιμέρους χαρακτηριστικά με εκείνες που χρησιμοποιούσαν παλαιότερα. Στο παρελθόν, όταν ακόμη δεν υπήρχε η ανάπτυξη μεθόδων που υφίσταται σήμερα, στην επιστήμη της τεχνολογίας τροφίμων, ο έλεγχος για την υγιεινή που εφαρμόζαν οι βιομηχανίες τροφίμων επικεντρωνόταν στον εργαστηριακό κυρίως μικροβιολογικό έλεγχο των τελικών προϊόντων.

Το πρώτο βήμα προς την αλλαγή των πρακτικών αυτών, ήρθε το 1959 όταν, η NASA (National Aeronautics and Space Administration), η εταιρία παραγωγής τροφίμων Pillsbury και τα εργαστήρια του Αμερικανικού Στρατού (U.S. Army Laboratories), συνεργάστηκαν για την δημιουργία ασφαλών τροφίμων που προορίζονταν για τις επερχόμενες διαστημικές αποστολές (SafeFood Team Alliance, 2019). Ως κατευθυντήρια γραμμή για την παραγωγή αυτών των τροφίμων είχαν το σύστημα Ανάλυσης Κινδύνων και Κρίσιμων Σημείων Ελέγχου. Αυτές οι διαδικασίες που ακολούθησαν καθιστούν την πρώτη έκδοση του συστήματος Ανάλυσης Κινδύνων και Κρίσιμων Σημείων Ελέγχου ή αλλιώς HACCP (Hazard Analysis Critical Control Points) που υπάρχει μέχρι και σήμερα.

Από το 1960, και έπειτα από το επιτυχές εγχείρημα της Pillsbury, ακολούθησαν πολλαπλές βελτιώσεις του συστήματος HACCP. Διεθνείς Οργανισμοί και Κρατικές Υπηρεσίες ασφάλειας τροφίμων όπως η Αμερικάνικη Διεύθυνση Τροφίμων και Φαρμάκων (FDA)¹ και ο Διεθνής Οργανισμός Υγείας (WHO)² δήλωναν υπέρμαχοι του συστήματος HACCP και συμβούλευαν τις επιχειρήσεις τροφίμων να το εντάξουν στις παραγωγικές τους διαδικασίες. Λίγα χρόνια αργότερα, το 1963, οι οργανισμοί FAO και WHO ίδρυσαν την Επιτροπή Κώδικα

¹ <https://www.fda.gov/>

² <https://www.who.int/>

Τροφίμων (Codex Alimentarius Commission) για την συλλογή συστάσεων, την εφαρμογή πρακτικών και την υιοθέτηση διεθνών κοινών προδιαγραφών τροφίμων (Caballero, Finglas, & Told, 2016). Το 1997 το σύστημα HACCP ενσωματώνεται στον Codex Alimentarius και έκτοτε παγκοσμίως δημιουργούνται συνεχώς κανονισμοί και πρότυπα που λειτουργούν ως κατευθυντήριες γραμμές των επιχειρήσεων τροφίμων (Caballero, Finglas, & Told, 2016).

Πλέον οι βιομηχανίες τροφίμων, ανεξάρτητα από το μέγεθός τους, πρέπει να ακολουθούν τα απαραίτητα προγράμματα διαχείρισης ελέγχου για τα προϊόντα που παράγουν ώστε, να εξασφαλίζουν την διάθεση ασφαλών προϊόντων που δεν εγκυμονούν κινδύνους για την υγεία των καταναλωτών (Τσάκνης, 2018). Η σωστή διαχείριση των δύο εννοιών ποιότητα και ασφάλεια είναι το βασικό συστατικό επιτυχίας και υπερίσχυσης μιας βιομηχανίας ανάμεσα στους ανταγωνιστές της (Τσάκνης, 2018). Αξίζει να σημειωθεί πως η ασφάλεια ενός τρόφιμου είναι αναπόσπαστο κομμάτι των χαρακτηριστικών της ποιότητας του και όχι το αντίστροφο (Τσάκνης, 2018). Οι απαιτήσεις των καταναλωτών για την βελτίωση στην ποιότητα των αγαθών αλλά και η ανάγκη των επιχειρήσεων για εξέλιξη έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη συστημάτων Διαχείρισης της Ασφάλειας των Τροφίμων (ΣΔΑΤ). Ένα από τα πιο διαδεδομένα πρότυπα ΣΔΑΤ είναι το ISO 22000:2018 το οποίο έχει διεθνή ισχύ, αποτελεί μέρος του συνόλου προτύπων ISO και εστιάζει στην ασφάλεια του τρόφιμου συμπεριλαμβάνοντας την έννοια του HACCP. Οι επιχειρήσεις που εφαρμόζουν τα ΣΔΑΤ αποσκοπούν στην συμμόρφωση γύρω από το σύστημα Διοίκησης Ολικής Ποιότητας (Total Quality Management) (Michalis M. Efstratiadis, 2009). Δηλαδή, επιθυμούν ταυτόχρονα την ποιότητα, μείωση χρόνου και κόστους με την λειτουργία και συμμετοχή όλου του προσωπικού και των διαδικασιών της επιχείρησης.

Η εφαρμογή των ΣΔΑΤ εξακολουθεί να έχει κυρίαρχη θέση στη ρουτίνα εργασιών των επιχειρήσεων τροφίμων, όμως η αναζήτηση νέων τρόπων για εξέλιξή τους θεωρείται απαραίτητη. Ένα κομμάτι της εξέλιξης αποτελεί η ενσωμάτωση καινούργιων τεχνολογιών, όπως είναι η τεχνητή νοημοσύνη, στις παραγωγικές διαδικασίες για την βελτίωση τους. «Τεχνητή νοημοσύνη ονομάζεται η ικανότητα μιας μηχανής να αναπαράγει τις γνωστικές λειτουργίες ενός ανθρώπου, όπως είναι η μάθηση, ο σχεδιασμός και η δημιουργικότητα» (Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, 2020).

Πλέον, υπάρχει διαθέσιμος ένας τεράστιος όγκος πληροφοριών που είναι δυνατό να αντληθεί από όλα τα στάδια παραγωγής, από τα οποία περνούν οι πρώτες ύλες μέχρι να αποκτήσουν τη μορφή του τελικού προϊόντος. Ορισμένα παραδείγματα αποτελούν τα δεδομένα

για την προέλευση, την καλλιέργεια, τη διαχείριση πριν τη συγκομιδή και τις συνθήκες αποθήκευσης και μεταφοράς. Η αξιοποίηση του συγκεκριμένου είδους δεδομένων μπορεί να αποδειχτεί πολύ χρήσιμη πληροφορία για την διαχείριση ενός Κρίσιμου Σημείου Ελέγχου. Για παράδειγμα, αν έπειτα από έλεγχο σε φορτηγό μεταφοράς νωπών φρούτων και λαχανικών, γνωστοποιούταν βλάβη στο ψυγείο του, θα ήταν εύκολη η ιχνηλάτηση για την εύρεση των συγκεκριμένων παρτίδων όπου μετέφερε. Έτσι, οι υπεύθυνοι θα εντόπιζαν τα προϊόντα που μεταφέρθηκαν σε ακατάλληλες συνθήκες θερμοκρασίας, με αποτέλεσμα την πρόωρη ωρίμανση τους και ενδεχομένως την ανάπτυξη κάποιου παθογόνου μικροοργανισμού.

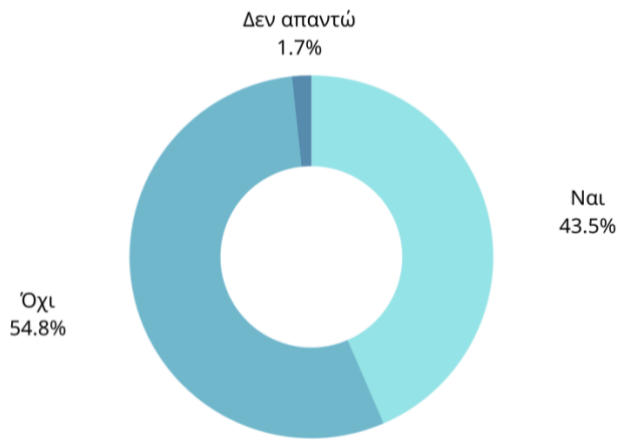
2. Ψηφιακές τεχνολογίες προβλέψεων και η εφαρμογή τους στην εφοδιαστική αλυσίδα

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται αύξηση της διαθεσιμότητας των δεδομένων που σχετίζονται με την παραγωγή τροφίμων καθώς, η τεχνολογία ριζώνει όλο και περισσότερο στις παραγωγικές διαδικασίες. Εξαιτίας αυτής της πληθώρας δεδομένων, είναι απαραίτητη η συλλογή και επεξεργασία τους με ορθό τρόπο ώστε να είναι χρήσιμα για τις επιχειρήσεις τροφίμων. Για αυτό το λόγο οι επιχειρήσεις που επιθυμούν να οργανώσουν τα δεδομένα και να τα αξιοποιήσουν, καλούνται να δημιουργήσουν εσωτερικά εργαλεία ή να συνεργαστούν με εταιρείες που παρέχουν υπηρεσίες έρευνας και ανάπτυξης. Πλέον, υπάρχουν διαθέσιμες εφαρμογές οι οποίες ασχολούνται τόσο με την συγκέντρωση της χρήσιμης πληροφορίας όσο με την μορφοποίησή της με κύριο σκοπό την αξιολόγηση κινδύνων που εγκυμονούν για τις πρώτες ύλες που χρησιμοποιούν. Ανάλυση κινδύνου είναι η διαδικασία που ακολουθείται για την εύρεση και αξιολόγηση πιθανών κινδύνων καθώς και των συνθηκών που διευκολύνουν την εμφάνιση ορισμένων κινδύνων με στόχο την αντιμετώπισή τους, ώστε να μην προσβάλλουν την ασφάλεια των τροφίμων (Τσάκνης, 2021). Κίνδυνος ονομάζεται η απειλή για την ανθρώπινη υγεία που προέρχεται από οποιονδήποτε χημικό, βιολογικό ή φυσικό παράγοντα. Η γνώση αυτών καθιστούν πιο εύκολη την εκτίμηση της επικινδυνότητας δηλαδή, το μέγεθος του ρίσκου που υπάρχει από την έκθεση του καταναλωτή σε έναν κίνδυνο. Αυτή η επικινδυνότητα είναι ένας παράγοντας που υπολογίζεται από την γνώση της σοβαρότητας των συνεπειών ενός κινδύνου και την πιθανότητα εμφάνισής του.

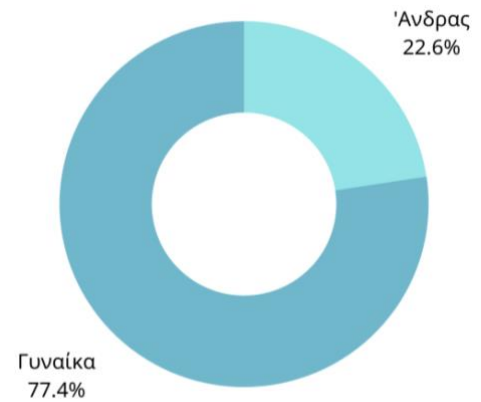
Εξάλλου η τεχνολογία προβλέψεων έχει εφαρμοστεί στο παρελθόν για να εξυπηρετήσει άλλες διαδικασίες στην παραγωγή τροφίμων. Παράδειγμα αποτελεί η έρευνα που διεξήγαγαν οι Mohamed Tarek Khadir και John Ringwood το 2003, όπου χρησιμοποίησαν το μοντέλο πρόβλεψης ελέγχου (MPC), το οποίο αξιοποιείται για τον έλεγχο μιας διαδικασίας λαμβάνοντας υπόψιν ένα σύνολο περιορισμών. Στην συγκεκριμένη έρευνα μελετήθηκε ο σχεδιασμός γραμμικού και μη γραμμικού MPC προκειμένου να βελτιωθεί ο έλεγχος της θερμοκρασίας παστερίωσης σε μονάδα γάλακτος (Khadir & Ringwood, 2003).

Τον Ιανουάριο του 2021, ο FDA ανακοίνωσε την αρχή ενός μακροχρόνιου σχεδίου του που αντιπροσωπεύει το ξεκίνημα μιας διαφορετικής προσέγγισης για την διαχείριση της ασφάλειας τροφίμων, με σύμμαχο την τεχνολογία όπως και άλλα εργαλεία. Ο απώτερος σκοπός αυτού του σχεδίου είναι η δημιουργία ενός πιο ψηφιακού, ευκολότερα ανιχνεύσιμου συστήματος τροφίμων. Συγκεκριμένα, επισήμανε πως οι ψηφιακές τεχνολογίες εξυπηρετούν την πρόβλεψη και αποτροπή διαφόρων ζητημάτων ασφάλειας καθώς και την καλύτερη αντίδραση όταν εκείνα αναδύονται. Ο FDA είναι από τους πρώτους Διεθνείς Οργανισμούς που κάνουν αναφορά στις ψηφιακές τεχνολογίες πρόβλεψης και την θετική επίδραση που μπορούν να έχουν στην αλυσίδα τροφίμων. Αξίζει να σημειωθεί η ακόλουθη δήλωση για τα μοντέλα προβλέψεων. «Οι σύγχρονες προσεγγίσεις για την ασφάλεια των τροφίμων δημιουργούν νέες ροές δεδομένων - και διατίθενται εργαλεία για την ταχεία ανάλυση μεγάλων δεδομένων - διερευνούμε την προληπτική τους αξία. Επιδιώκουμε να βελτιώσουμε και να ενισχύσουμε τις αναλυτικές αιτίες και τις αναλυτικές προβλέψεις. Τα ευρήματα των βασικών αναλύσεων μπορούν να αποτελέσουν ένα σημαντικό βήμα για να βοηθήσουν τη βιομηχανία να τροποποιήσει τις πρακτικές για να αποφύγει τους προσδιορισμένους κινδύνους και να παρέχει πιο ισχυρά δεδομένα για προγνωστικά αναλυτικά στοιχεία» (FDA, 2021).

Με αφορμή λοιπόν τα παραπάνω και για την διεξαγωγή της παρούσας εργασίας, αποφασίστηκε η δημιουργία ενός ερωτηματολογίου με σκοπό την διερεύνηση της στάσης των συναδέλφων τεχνολόγων τροφίμων όσον αφορά τις ψηφιακές τεχνολογίες και την εφαρμογή τους στην εφοδιαστική αλυσίδα για την εκτίμηση των μελλοντικών κινδύνων. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται παρακάτω:

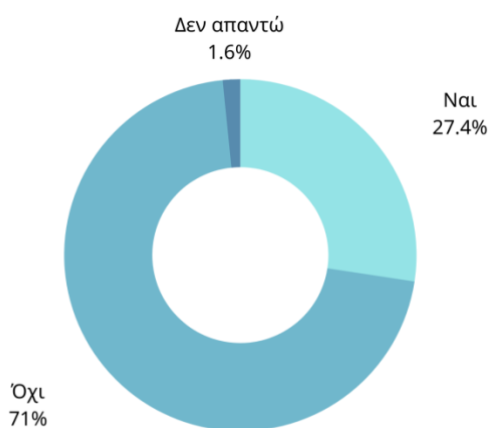
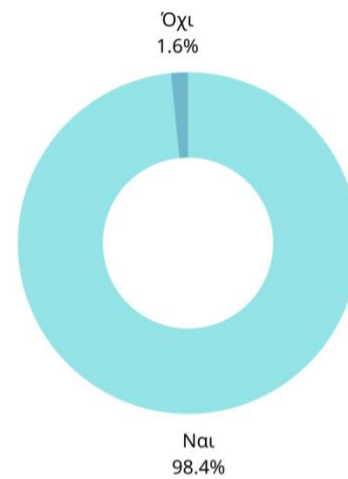


Διάγραμμα 2: Ηλικία

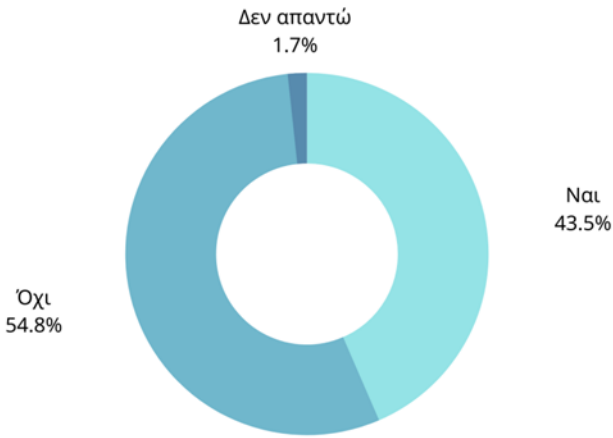


Διάγραμμα 1: Φύλο

Διάγραμμα 3 : Έχετε σπουδάσει Επιστήμη και Τεχνολογία Τροφίμων ή κάποια επιστήμη που σχετίζεται με το κλάδο των τροφίμων;

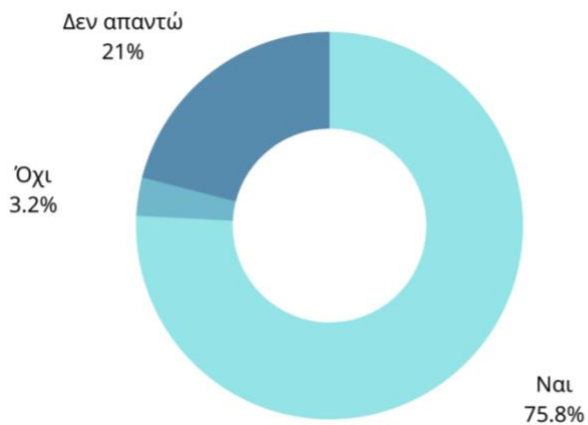
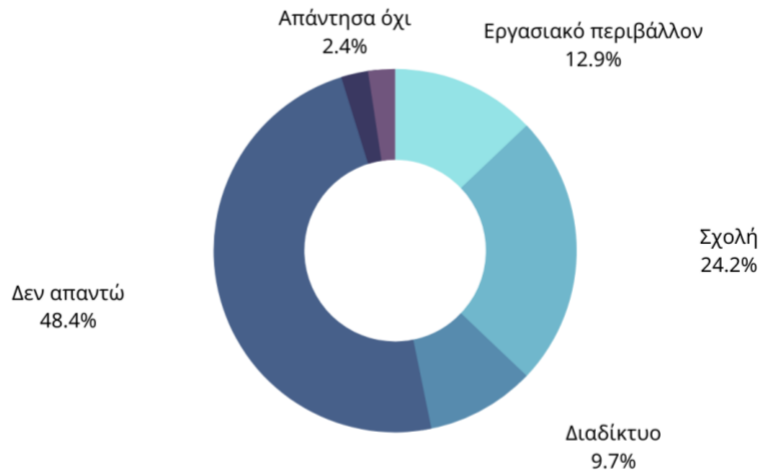


Διάγραμμα 4: Εργάζεσθε σε κάποια επιχείρηση ως τεχνολόγος τροφίμων;

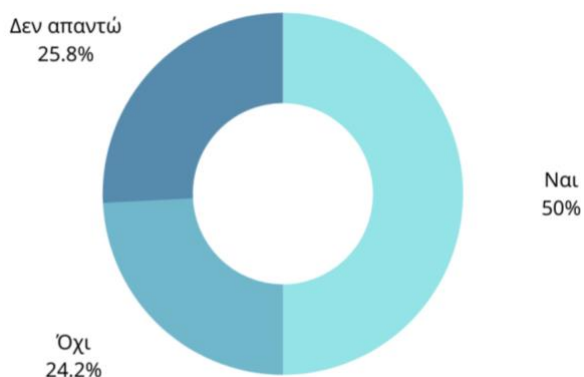


Διάγραμμα 5: Γνωρίζετε για τις ψηφιακές τεχνολογίες (predictive analytics) που βοηθούν στην εκτίμηση μελλοντικών κινδύνων των τροφίμων;

Διάγραμμα 6: Αν απαντήσατε ναι στην προηγούμενη ερώτηση, από που μάθατε για την τεχνολογία αυτή;



Διάγραμμα 7: Θα εντάσσατε μια τέτοια τεχνολογία στην επαγγελματική καθημερινότητά σας, για τη διαχείριση κινδύνων των πρώτων υλών;



Διάγραμμα 8: Αν απαντήσατε πως δεν θα την εντάσσατε στην καθημερινότητά σας και γνωρίζατε πως οι Διεθνείς Οργανισμοί Τροφίμων και Φαρμάκων (όπως ο FDA, EFSA, FAO κ.λπ.) σκοπεύουν στην έρευνα για εφαρμογή της τεχνολογίας για πρόβλεψη κινδύνων, θα αλλάζατε άποψη;

Το δείγμα της έρευνας αποτελούνταν από 62 άτομα, συγκεκριμένα οι άνδρες καταλαμβάνουν ποσοστό 22,6 % και οι γυναίκες 77,4% (Διάγραμμα 1). Οι περισσότεροι είναι ηλικίας από 18 έως 28 ετών με ποσοστό 75,8%, από 29-39 σε ποσοστό 17,7% και 40 έως 60 ετών με ποσοστό 6,5% (Διάγραμμα 2). Όπως παρουσιάζεται και στο Διάγραμμα 3 το μεγαλύτερο ποσοστό των ερωτηθέντων (98,4%) έχουν σπουδάσει Επιστήμη και Τεχνολογία Τροφίμων ή κάποια επιστήμη που σχετίζεται με τον κλάδο των τροφίμων. Ωστόσο, οι περισσότεροι δεν εργάζονται σε κάποια επιχείρηση ως τεχνολόγος τροφίμων (Διάγραμμα 4). Είναι σημαντικό να αναφερθεί, σύμφωνα με το Διάγραμμα 5, πως ένα μεγάλο ποσοστό των ερωτηθέντων (54,8%) δεν γνώριζε για τις ψηφιακές τεχνολογίες (predictive analytics). Επίσης, παρατηρώντας το Διάγραμμα 6 φαίνεται πως υπάρχει μια ποικιλία στο τρόπο που τα άτομα έμαθαν για τις ψηφιακές τεχνολογίες, όπως είναι η Σχολή στην οποία σπούδασαν (24,2%), το διαδίκτυο (9,7%) και το εργασιακό περιβάλλον (12,9%). Οι περισσότεροι απάντησαν θετικά στην χρήση της συγκεκριμένης τεχνολογίας για την διαχείριση των κινδύνων των πρώτων υλών στο επάγγελμά τους με ποσοστό 75,8% (Διάγραμμα 7). Τέλος, όσοι απάντησαν αρνητικά στην προηγούμενη ερώτηση φαίνεται πως οι περισσότεροι θα άλλαζαν άποψη εάν γνώριζαν πως μεγάλοι οργανισμοί όπως οι Διεθνείς Οργανισμοί Τροφίμων και Φαρμάκων (ο FDA, EFSA, FAO κ.λπ.) επένδυσαν στην έρευνα για εφαρμογή της τεχνολογίας για πρόβλεψη κινδύνων (Διάγραμμα 8). Το σύνολο των απαντήσεων των ερωτηθέντων αποκαλύπτει πως η πλειοψηφία δεν γνωρίζει για την ύπαρξη τέτοιων τεχνολογιών και τη σύνδεσή τους με την ασφάλεια τροφίμων. Παρ' όλα αυτά παρατηρείται πως διατηρούν μια θετική στάση απέναντι στην ένταξη της τεχνολογίας στις διαδικασίες διαχείρισης της ασφάλειας τροφίμων. Θα πρέπει να τονισθεί πως το δείγμα είναι μικρό και αποτελεί μια εκτίμηση της άποψης των επιστημόνων τεχνολόγων τροφίμων και της γνώσης τους για την σχέση ψηφιακών τεχνολογιών και της ασφάλειας τροφίμων.

3. FOODAKAI

Μία από τις εφαρμογές που ασχολούνται με την ανάλυση των δεδομένων που σχετίζονται με τα τρόφιμα είναι το FOODAKAI, το οποίο εξάγει εξατομικευμένες πληροφορίες για την παγκόσμια αλυσίδα εφοδιασμού των τροφίμων. Συγκεκριμένα, συλλέγονται δεδομένα από τις δημοσιεύσεις των Φορέων Ελέγχου Τροφίμων (για την Ελλάδα υπάρχει ο Εθνικός Φορέας Ελέγχου Τροφίμων, εφεξής ΕΦΕΤ) σχετικά με τις ανακλήσεις προϊόντων. Οι τέσσερις βασικές πληροφορίες που συγκεντρώνονται για κάθε ανάκληση είναι: το προϊόν της ανάκλησης, ο κίνδυνος δηλαδή η αιτία για την οποία έγινε η ανάκληση, η ημερομηνία κατά την οποία πραγματοποιήθηκε η ανάκληση και η χώρα προέλευσης του προϊόντος. Επιπλέον, συλλέγονται πληροφορίες όπως το όνομα του προϊόντος, το Lot του, Ο χρόνος ζωής/ η ημερομηνία ανάλωσης, ο παραγωγός, ο προμηθευτής/διανομέας καθώς και περαιτέρω στοιχεία που πιθανώς υπάρχουν στο δημοσίευμα και επεξηγούν το λόγο της ανάκλησης.

Για την ταξινόμηση του είδους των προϊόντων υπάρχουν τριάντα σύνολα τα οποία έχουν υποκατηγορίες με σκοπό την καλύτερη δυνατή ομαδοποίηση. Αντίστοιχα οι κίνδυνοι ανάλογα το είδος τους, ταξινομούνται σε εννέα σύνολα. Αυτή η ιεράρχηση των προϊόντων έχει δημιουργηθεί με βάση το σύστημα Rapid Alert System for Food and Feed (εφεξής RASFF) και το FoodEx2 από την European Food Safety Authority (εφεξής EFSA). Η κατηγοριοποίηση των κινδύνων προέκυψε επίσης από το σύστημα RASFF.

Η συγκέντρωση και αξιοποίηση αυτών των δεδομένων καθιστούν δυνατή την παροχή χρήσιμων πληροφοριών στις βιομηχανίες τροφίμων. Ανάμεσα σε αυτές είναι και μία διαφορετική προσέγγιση του υπολογισμού του ρίσκου των πρώτων υλών του τελικού προϊόντος και του αριθμού των εν δυνάμει ανακλήσεων για τις συγκεκριμένες πρώτες ύλες. Ο υπολογισμός του $risk^3$ από την πλατφόρμα FOODAKAI είναι αποτέλεσμα τριών παραγόντων και περιγράφεται από την παρακάτω εξίσωση:

Risk = Σοβαρότητα περιστατικών x Σοβαρότητα συνεπειών του κινδύνου x Πιθανότητα εμφάνισής του κινδύνου

³ ο βαθμός στον οποίο είναι πιθανή μια επιβλαβής συνέπεια στην υγεία και η σοβαρότητα αυτής της συνέπειας, ως αποτέλεσμα της ύπαρξης μιας πηγής κινδύνου

Το ρίσκο όπως υπολογισθεί με την παραπάνω εξίσωση και ανάλογα με την τιμή του, κατατάσσεται σε:

- 15 = Χαμηλό (I)
- 16 - 24 = Χαμηλό (II)
- 25 - 48 = Μεσαίο (III)
- 49 - 75 = Υψηλό (IV)

Με τον όρο Σοβαρότητα περιστατικών εννοείται είναι η σοβαρότητα που βασίζεται στον τύπο του συμβάντος (π.χ. ανάκληση φαγητού, απόρριψη συνόρων). Παρακάτω βρίσκεται ένας πίνακας με τις τιμές ταξινόμησης της σοβαρότητας που αντιστοιχίζονται σε τύπους συμβάντων.

Πίνακας 1: Τύποι περιστατικών και τιμές ταξινόμησης της σοβαρότητάς τους

Τύπος περιστατικού	Τιμή
Ανάκληση (Food Alert/Recall)	5
Απόρριψη στα σύνορα (Border Rejection)	4
Πληροφορία (Information)	3
Ειδοποίηση για προσοχή (Information for attention)	2
Ειδοποίηση για παρακολούθηση (Information for follow up)	1

Σοβαρότητα κινδύνου, είναι η σοβαρότητα του κινδύνου βάσει των επιπτώσεων στην υγεία του ανθρώπου. Λεπτομερείς τιμές για τη σοβαρότητα του κινδύνου παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 2: Κατηγορίες κινδύνων και τιμές ταξινόμησης της σοβαρότητάς τους

Κατηγορία κινδύνου	Τιμή
Αλλεργιογόνα (Allergens)	3
Βιολογικοί (Biological)	3
Χημικοί (Chemical)	2
Ξένα σώματα (Foreign bodies)	2
Απάτη (Fraud)	2
Οργανοληπτικά χαρακτηριστικά (Organoleptic aspects)	1

Πιθανότητα: είναι η πιθανότητα να προκύψει ο συγκεκριμένος κίνδυνος για το συγκεκριμένο συστατικό. Η κατάταξη της πιθανότητας γίνεται με βάση τις τιμές στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 3: Τιμές κατάταξης για την πιθανότητα εμφάνισης κινδύνων

Πιθανότητα εμφάνισης κινδύνου		Τιμή
> 75%	Συχνό (Frequent)	5
75-50%	Πιθανό (Possible)	4
50%-25%	Περιστασιακό (Occasional)	3
10-25%	Απόμακρη Πιθανότητα (Small possibility)	2
<10%	Απίθανο (Unlikely)	1

Για την διεκπεραίωση της παρούσας εργασίας, αξίζει να σημειωθεί ο τρόπος κατά τον οποίο υπολογίζονται αυτές οι προβλέψεις. Δεδομένης της πληροφορίας που έχει συλλεχθεί τα τελευταία είκοσι χρόνια και της κατάλληλης κατηγοριοποίησής της δημιουργούνται επιμέρους χρονοσειρές ανακλήσεων ανά μήνα. Παραδείγματος χάριν, τί συνέβη τα τελευταία είκοσι χρόνια στα περιστατικά ανάκλησης για τα φρούτα και λαχανικά όσον αφορά τους χημικούς κινδύνους. Με τη βοήθεια τεχνολογιών τεχνητής νοημοσύνης και χρήση των δεδομένων αυτών, το μοντέλο που εκπαιδεύθηκε μπορεί να προβλέψει με αρκετή ακρίβεια τον αριθμό των περιστατικών ανάκλησης μέχρι και δώδεκα μήνες στο μέλλον. Η συγκεκριμένη μέθοδος, ωστόσο, έχει ασφαλείς προβλέψεις μόνο όταν ο όγκος των δεδομένων είναι επαρκής. Μέσα από πειράματα και δοκιμές αυτό παρατηρείται να συμβαίνει για χρονοσειρές οι οποίες περιλαμβάνουν περισσότερα ή ίσα από 400 περιστατικά ανάκλησης. Για την παραγωγή των προβλέψεων χρησιμοποιήθηκε μοντέλο βαθείας μάθησης (deep learning) και πιο συγκεκριμένα, το Prophet, ένα μοντέλο που έχει αναπτυχθεί από το Facebook και είναι εστιασμένο στην εκπαίδευση και πρόβλεψη πάνω σε δεδομένα χρονοσειρών (Taylor & Letham, 2017). Το συγκεκριμένο μοντέλο δέχεται σαν είσοδο (training dataset), τις χρονοσειρές των ανακλήσεων τα τελευταία 40 χρόνια ανά μήνα. Στηριζόμενο στην εποχικότητα των δεδομένων αυτών εκπαιδεύεται για να προβλέψει τον αριθμό των ανακλήσεων ανά συστατικό για τους επόμενους 12 μήνες. Από τη χρονοσειρά εισόδου, οι τελευταίοι 12 μήνες χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό της ακρίβειας του μοντέλου και την επιβεβαίωσή του.

4. Τροπικά φρούτα

Τα τροπικά φρούτα που καλλιεργούνται παγκοσμίως προέρχονται από τροπικά ή υποτροπικά καρποφόρα δέντρα τα οποία απαραίτητα πληρούν τα παρακάτω κριτήρια:

1. Η καταγωγή και καλλιέργειά τους από τροπικές ή υποτροπικές περιοχές.
2. Ελάχιστη ανθεκτικότητα στους παγετούς.
3. Δεν αναπτύσσονται κάτω των 10 °C.

Ως τροπικό χαρακτηρίζεται εκείνο το κλίμα όπου η μέση θερμοκρασία του είναι 27 °C. Το κλίμα όπου η σχετική υγρασία είναι χαμηλότερη από το τροπικό και έχει θερμότερα καλοκαίρια/ψυχρότερους χειμώνες σε σχέση με το τροπικό χαρακτηρίζεται ως υποτροπικό κλίμα. Σε αυτό το κλίμα η διάρκεια της ημέρας έχει μεγαλύτερες αυξομειώσεις κατά τη διάρκεια του έτους, σε σύγκριση με το τροπικό όπου η πιο μεγάλη μέρα έχει διάρκεια 13 ωρών, καθώς και η μέση θερμοκρασία του χειμώνα δεν είναι κάτω των 10°C. Επίσης, τα τροπικά διαφέρουν από τα υποτροπικά καθώς για την ανάπτυξή τους απαιτούν μέσο όρο θερμοκρασιών πάνω από 10 °C όμως, είναι ευαίσθητα σε θερμοκρασίες άνω των 20 °C ενώ παράλληλα χρειάζονται υψηλή ατμοσφαιρική υγρασία. Έχουν γίνει προσπάθειες και πλέον ορισμένα είδη καλλιεργούνται σε διαφορετικά κλίματα, όμως η επιτυχημένη απόδοση σε μεγάλες ποσότητες των συγκεκριμένων φρούτων περιορίζεται κυρίως στις περιοχές της Γης με τροπικά/υποτροπικά κλίματα. Αυτό οφείλεται στο γεγονός διαφόρων παραγόντων που επηρεάζουν την καρποφορία τους όπως η προσαρμοστικότητα της καλλιέργειας, η ευκολία πολλαπλασιασμού, η δημιουργία καινούργιων ποικιλιών, η αποδοχή της γεύσης κ.ά. (Γενική Διεύθυνση Φυτικής Παραγωγής, 2011).

Για το εμπορικό έτος 2019 7,7 εκατομμύρια τόνοι τροπικών φρούτων αναμείχθηκαν σε εμπορικές συναλλαγές (FAO, 2020). Έπειτα από ανεπίσημους υπολογισμούς και ξεχωρίζοντας τη μπανάνα, ανάμεσα στα υπόλοιπα τροπικά φρούτα την πρωτιά κατέχει ο ανανάς με 40 % ποσοστό σε παγκόσμιες εξαγωγές. Ακολουθούν τα αβοκάντο με 28%, τα μάνγκο/γκουάβα/μαγγούστες 27% και τέλος η παπάνα με ποσοστό 5% σε εξαγωγές.

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μια αυξημένη τάση προτίμησης των τροπικών και υποτροπικών φρούτων από τους Ευρωπαίους καταναλωτές. Πλέον αποτελούν σημαντικό συστατικό της καθημερινής τους διατροφής καθώς, είναι πλούσια πηγή βιταμινών, μετάλλων αλλά και φυτικών ινών. Επιπλέον, περιέχουν φυτοχημικές και αντιοξειδωτικές δράσεις οι οποίες

δημιουργούν τις ιδανικές ευκαιρίες για καινοτομία και την ανάπτυξη νέων προϊόντων, εκμεταλλευόμενων των θετικών τους στοιχείων. Εξάλλου στις περιοχές όπου καλλιεργούνται, οι τοπικοί πληθυσμοί τα αξιοποιούν και ως εναλλακτικές θεραπείες για διάφορες ασθένειες.

Στην παρούσα εργασία θα αναφερθούμε στα φρούτα που εμφανίζονται πρώτα στην κατάταξη των εμπορικών συναλλαγών παγκοσμίως όσον αφορά τα τροπικά φρούτα και αυτά είναι ο ανανάς, το αβοκάντο, το μάνγκο και η παπάνα.

4.1 Αβοκάντο

Προέλευση, παραγωγή και διατροφική αξία

Το αβοκάντο ή αλλιώς *Persea* της οικογένειας φυτών *Lauraceae* είναι ένα δένδρο του οποίου η καλλιέργεια ξεκίνησε στις περιοχές της Κεντρικής Αμερικής και του Μεξικού. Έπειτα επεκτάθηκε στις υπόλοιπες περιοχές των Η.Π.Α, την Κούβα, το Ισραήλ, την Αυστραλία, τη Νότια Αφρική όπως και την Ελλάδα. Στην Ελλάδα καλλιεργείται κυρίως στην Κρήτη και συγκεκριμένα το νομό Χανίων, τους νομούς Μεσσηνία και Λακωνία της Πελοποννήσου, τα Κύθηρα τον Πόρο και σε άλλες περιοχές. Γενικώς, το αβοκάντο ευδοκίμει σε συνθήκες ζεστών καλοκαιριών και ήπιων χειμώνων. Καταναλώνεται νωπό, μάλιστα τα τελευταία χρόνια κυριαρχεί η τάση να συνοδεύει κυρίως τα πρωινά γεύματα αλλά συνδυάζεται επίσης σε σαλάτες ή ακόμη και σε πιάτα ορεκτικών. Έχει υψηλή διατροφική αξία καθώς περιέχει 3-30% λάδι, μία σύσταση ανάλογη με αυτή του ελαιόλαδου. Επιπλέον είναι πλούσια πηγή κυρίως της βιταμίνης Α αλλά και των βιταμινών Β και C σε μικρότερη περιεκτικότητα. Το επεξεργασμένο ενδοκάρπιό του χρησιμοποιείται ως τροφή πουλερικών.

Καρπός

Το αβοκάντο είναι δρύπη δηλαδή αποτελείται από ένα λεπτό δερματώδες εξωκάρπιο, παχύ δερματώδες μεσοκάρπιο και ένα ξυλώδες ενδοκάρπιο. Η ποικιλία και ο τύπος του καρπού επηρεάζουν το μέγεθος και το σχήμα του. Το σχήμα μπορεί να είναι απιοειδές-σφαιρικό με στρογγυλή ή πεπιεσμένη άκρη και ο φλοιός του λείος ή τραχύς με σκούρο ή ανοιχτό πράσινο χρώμα. Το μεσοκάρπιο συντελείται παρεγχυματικά κύτταρα τα οποία περιέχουν λάδι και το χρώμα του μπορεί να είναι ανοικτό πράσινο ή πρασινοκίτρινο (Βασιλακάκης, 2016). Αξίζει να

σημειωθεί πως ο καρπός του αβοκάντο δεν ωριμάζει όσο βρίσκεται στο δένδρο αλλά μόνο αφού συλλεχθεί γεγονός που συνδέεται άμεσα με την αναπνευστική του δραστηριότητα.



Εικόνα 1: Δέντρο αβοκάντο, πηγή: unsplash

Είδη και ποικιλίες

Λόγω ορισμένων διαφοροποιήσεων σε βοτανικά χαρακτηριστικά, διαχωρίζεται σε τρία δενδροκομικά είδη: το είδος του Μεξικού (*Persea americana Miller var. Drymifolia*), της Γουατεμάλας (*Persea nubigena Miller var. Guatemalensis*) και των Δυτικών Ινδιών (*Persea americana Miller var. American*) (Duarte, Chaves, Borges, & Mendonça, 2016). Στο είδος του Μεξικού ανήκει η ποικιλία *Bacon*, ένα υψηλό δένδρο, το οποίο είναι ανθεκτικό σε χαμηλές θερμοκρασίες. Οι καρποί της συγκεκριμένης ποικιλίας έχουν ωοειδές σχήμα μεσαίου μεγέθους και πράσινο φλοιό. Οι ποικιλίες *Pollock*, *Walden* ανήκουν στον τύπο των Δυτικών Ινδιών. Τέλος, όσον αφορά τον τύπο της Γουατεμάλας έχει διάφορες ποικιλίες, ανάμεσα σε αυτές ανήκουν είναι οι εξής: *Benik* (βαθύ πράσινο χρώμα, τραχύς φλοιός, μεσαίου μεγέθους καρπός), *Nabal* (στρογγυλό σχήμα, λείος φλοιός, ευαίσθητη στο κρύο) και *Reed* (μεσαίου μεγέθους καρπός, σφαιρικό σχήμα, τραχύς φλοιός). Η ποικιλία *Hass* (υβρίδιο μεταξύ των διαφορετικών τύπων) είναι η πιο διαδεδομένη εμπορική ποικιλία (Saúco, Herrero, & Hormaza, 2014). Η περιεκτικότητά της σε λιπαρά ανέρχεται περίπου στο 12%, έχει σκούρο πράσινο χρώμα με τραχύ φλοιό και ωοειδές σχήμα και είναι ευαίσθητη στις πολύ υψηλές θερμοκρασίες (Βασιλακάκης, 2016).

4.2 Ανανάς

Προέλευση, παραγωγή και διατροφική αξία

Η καλλιέργειά του ανανά ξεκίνησε από τις περιοχές της Βόρειας Βραζιλίας, την Αργεντινή και την Παραγουάη. Πλέον το 50% της παραγωγής ανανά προέρχεται την Ταϊλάνδη, την Βραζιλία, τις Φιλιππίνες και την Κίνα. Η υπόλοιπη παραγωγή οφείλεται κυρίως στις · Κόστα Ρίκα, Μεξικό, Ινδία, Νιγηρία, Κένυα και Ινδονησία (Medina & García, 2005). Γενικώς αυτό το φρούτο αποτελεί πηγή βιταμίνης C, A, E, B6 καθώς και φυτικών ινών. Ο ανανάς καταναλώνεται κυρίως νωπός σε φρουτοσαλάτα ή κονσερβοποιημένος. Επιπλέον, αποτελεί βασικό συστατικό παραδοσιακών πιάτων των περιοχών στις οποίες καλλιεργείται.



Εικόνα 2: Ανανάς, πηγή: unsplash

Βοτανικά χαρακτηριστικά και καρπός

Ο ανανάς *Ananas comosus L.* της οικογένειας φυτών *Bromeliaceae* είναι ποώδες, πολυετές φυτό. Συντίθεται από μία σκληρή ράβδο και κηρώδη φύλλα φυλοταξίας. Έχει κυλινδρικό-οβάλ σχήμα, στο εσωτερικό του βρίσκεται χυμώδης σάρκα όπου στο μέσο της βρίσκεται η σκληρή ράβδος. Το κηρώδες περίβλημά έχει αρχικά πράσινο, πράσινο-κίτρινο ή κίτρινο χρώμα. Κατά τη διάρκεια της ωρίμανσής του η χλωροφύλλη που υπάρχει στο περίβλημα εξασθενεί και το χρώμα του μετατρέπεται κίτρινο ή κίτρινο-μωβ (Medina & García, 2005).

Ανάλογα με την ποικιλία στην οποία ανήκει, το χρώμα των φύλλων του παίρνει πράσινο ή μωβ χρώμα.

Είδη και ποικιλίες

Οι διαφορετικές ποικιλίες ανανά που υπάρχουν μέχρι σήμερα έχουν προκύψει από σωματικές μεταλλάξεις. Δεν υπάρχουν βιβλιογραφικές αναφορές που να αναπτύσσουν τις διαφορετικές ποικιλίες του ανανά (Medina & García, 2005). Ο διαχωρισμός και η ταξινόμησή τους γίνεται με βάση την εμπορική παραγωγή και την εμπειρική εκμάθηση από γενιά σε γενιά. Οι βασικότερες εμπορικές ποικιλίες που τελικά διακρίνονται παρουσιάζονται παρακάτω:

- **Cayena lisa:** Ίσως η σημαντικότερη καθώς περίπου το 70% των κονσερβοποιημένων και φρέσκων ανανάδων ανήκουν σε αυτή την ποικιλία. Ο κύκλος της παραγωγής της είναι αρκετά μεγάλος σε σχέση με τις υπόλοιπες (TFNET NEWS COMPILATION , 2016). Το χρώμα της σάρκας είναι κίτρινο και έχει υψηλή περιεκτικότητα σε σάκχαρα καθώς έχει από 13 έως 19 °Brix (Medina & García, 2005).
- **Spanish from Singapur:** Χρησιμοποιείται κυρίως στην παραγωγή κονσερβοποιημένου ανανά. Έχει σχετικά μικρή περιεκτικότητα σε σάκχαρα, από 10 έως 12 °Brix και παράγει πολύ καλής ποιότητας χυμό. Η σάρκα του είναι ινώδης με χρυσαφένιο-κίτρινο χρώμα (TFNET NEWS COMPILATION , 2016). Ο καρπός ζυγίζει 1,1 έως 1,3 κιλά, έχει κυλινδρικό σχήμα και το χρώμα από σκούρο μωβ κατά την ωρίμανση μετατρέπεται σε σκούρο κόκκινο-πορτοκαλί.
- **Green Selacia:** Η ποικιλία αυτή προέκυψε από μετάλλαξη της Spanish from Singapur. Επίσης αξιοποιείται για κονσερβοποίηση και το χρώμα της σάρκας του ανανά είναι το ίδιο με της Spanish from Singapur, χρυσαφένιο-κίτρινο (Medina & García, 2005).
- **Queen:** Προορίζεται κυρίως για κατανάλωση ως νωπό καθώς έχει υψηλή περιεκτικότητα σε σάκχαρα (14 έως 18 °Brix) και δεν μπορεί εύκολα να κονσερβοποιηθεί. Το βάρος κυμαίνεται από 0,5 έως 1 κιλό (συνήθως 600-800 g). Ο καρπός έχει κωνικό σχήμα, το

χρώμα των φύλλων του είναι μωβ ενώ της σάρκας χρυσαφένιο-κίτρινο (TFNET NEWS COMPILATION , 2016).

- **Red Spanish:** Αποτελεί την πιο διαδεδομένη ποικιλία για καλλιέργεια ανανά στις Δυτικές Ινδίες, το Μεξικό και την Βενεζουέλα. Έχει κόκκινο κυκλικό σχήμα και η σάρκα του είναι αρωματική, ινώδης, με ωχρό κίτρινο χρώμα και μεγάλο πυρήνα. Το βάρος του καρπού συνήθως είναι 1 έως 2 κιλά και η σχετικά μεσαία η περιεκτικότητά του σε σάκχαρα, συνήθως 12 °Brix (TFNET NEWS COMPILATION , 2016).
- **Perolera:** Ονομάζεται επίσης ως "Tachirense", "Capachera", "Motilona" και "Lebrija". Στην Βενεζουέλα είναι η δεύτερη πιο διαδεδομένη ποικιλία ανανά. Έχει κυλινδρικό σχήμα, κίτρινη χρώμα ενώ το βάρος του συνήθως είναι περίπου 3-4 κιλά. Επίσης αυτή η ποικιλία περιέχει μικρή ποσότητα σακχάρων αφού μπορεί να έχει μέγιστα 12 °Brix (Morton, 1987).

Απαιτήσεις του φυτού

Συνήθως ο ανανάς βρίσκεται σε λιγότερα από 800 μέτρα υψόμετρο από την επιφάνεια της θάλασσας ωστόσο, σε ορισμένες περιοχές όπως στην Κένυα και την Μαλαισία είναι δυνατό να βρεθεί σε μεγαλύτερο υψόμετρο. Όταν όμως συμβαίνει αυτό τότε ο καρπός του ανανά έχει ήπια γεύση και η σάρκα του ξεθωριασμένο χρώμα (Medina & García, 2005). Η ευνοϊκή θερμοκρασία ανάπτυξης του κυμαίνεται από 18 έως 36° C. Παρόλο που αντέχει για μικρό χρονικό διάστημα σε χαμηλή θερμοκρασία, η παρατεταμένη παραμονή σε αυτή έχει αρνητική επίδραση. Επιβραδύνει την ανάπτυξη και κατ' επέκταση την ωρίμανση του καρπού με αποτέλεσμα τα φρούτα να είναι πιο όξινα (Morton, 1987). Όσον αφορά τα χαρακτηριστικά του εδάφους, το φυτό του ανανά απαιτεί ελαφρώς όξινο έδαφος που αερίζεται και αποστραγγίζει καλά (Βασιλόπουλος, 2012).

4.3 Μάνγκο

Προέλευση, παραγωγή και διατροφική αξία

Το μάνγκο ή αλλιώς *Mangifera indica L.* της οικογένειας *Anacardiaceae* θεωρείται το ροδάκινο των τροπικών περιοχών. Η προέλευση του είναι από την Ινδία αφού εκεί καλλιεργείται εδώ και χιλιάδες χρόνια. Μάλιστα είναι από τα πιο δημοφιλή τροπικά φρούτα στην ανατολή. Από το 2016 έως το 2017 η παγκόσμια παραγωγή μάνγκο αυξήθηκε κατά 4% και συγκεκριμένα έφτασε

στα 48,4 εκατομμύρια τόνους (FAO, 2019). Όσον αφορά την παραγωγή ανά περιοχές για το 2017, την πρώτη θέση κατέχει η Ασία με 75 %, ακολουθούν η Αφρική, Λατινική Αμερική και η Καραϊβική με 15, 10 % αντίστοιχα (FAO, 2019). Η πρώτη χώρα στην παραγωγή σημαντικών ποσοτήτων μάνγκο είναι η Ινδία καθώς κατέχει το 40-50 % της παγκόσμιας παραγωγής. Επίσης οι εξαγωγές του μάνγκο για το έτος 2017 αυξήθηκαν κατά 6% σε σχέση με το προηγούμενο έτος (FAO, 2019). Τα τελευταία χρόνια υπάρχει μεγάλη ζήτηση για μάνγκο σε πολλές χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, το ίδιο συμβαίνει και στην Ελλάδα. Στην χώρα μας δεν υπάρχουν πολλές καλλιέργειες μάνγκο ωστόσο έχει παρατηρηθεί πως αυτό μπορεί να επιτευχθεί καλύτερα στις νοτιότερες περιοχές της χώρας. Το φρούτο μάνγκο θεωρείται υπερτροφή καθώς έχει πολύ υψηλή διατροφική αξία. Συγκεκριμένα αποτελεί πλούσια πηγή διαιτητικών ινών, βιταμίνης Α και C, πολυφαινόλων και καροτενοειδών (Βασιλακάκης, 2016). Περιέχει επίσης τις βιταμίνες Β6 και Κ και ανόργανα άλατα όπως το κάλιο σε μικρότερες συγκεντρώσεις. Είναι σημαντική πηγή αντιοξειδωτικών ουσιών και ω πολυακόρεστων λιπαρών οξέων. Η πολυφαινόλη μάνγκο, η μανγκιφερίνη (mangiferin) σε συνδυασμό με τις κερκετίνη, κατεχίνες, τανίνες βοηθούν στον περιορισμό των ελεύθερων ριζών οξυγόνου που είναι τοξικές για τον ανθρώπινο οργανισμό (Βασιλακάκης, 2016).

Βοτανικά χαρακτηριστικά και καρπός

Το δέντρο είναι αειθαλές μεγάλου μεγέθους σε ύψος φθάνει περίπου τα 40 μέτρα και πλάτος 15 μέτρα. Λίγα από τα χαρακτηριστικά του είναι οι στιβαροί βραχίονες, η πυκνή κόμη, οι βαθιές ρίζες στο έδαφος και το γεγονός ότι η καλλιέργειά του κρατάει για πολλά χρόνια (Βασιλακάκης, 2016). Τα φύλλα του είναι μεγάλα με αρχικά κοκκινωπό χρώμα που στην συνέχεια μετατρέπεται σε πράσινο και έχουν ωοειδές σχήμα. Τα αρσενικά ή ερμαφρόδιτα άνθη του έχουν κίτρινο-κόκκινο έως μερικές φορές ροζ χρώμα και σχηματίζουν ταξιανθία σε σχήμα πυραμίδας. Ανθίζουν από τον Μάιο έως τον Σεπτέμβρη. Ο καρπός συνήθως έχει μήκος 5-23 εκατοστά και το σχήμα του μπορεί να είναι σφαιρικό ή ωοειδές. Ο φλοιός του ώριμου καρπού έχει πορτοκαλί-κίτρινο-κόκκινο χρώμα. Η σάρκα έχει κίτρινο χρώμα και πολλές ίνες οι οποίες προεξέχουν από το σκληρό μεσοκάρπιο του.



Εικόνα 3: Δέντρο μάνγκο, πηγή: unsplash

Είδη και ποικιλίες

Τα μάνγκο που καλλιεργούνται σήμερα είναι κυρίως υβρίδια παλαιών ποικιλιών. Αυτές οι νέες ποικιλίες προέκυψαν από την ανάγκη των καλλιεργητών να έχουν καρπούς με πιο ελκυστικούς προς τον καταναλωτή με ωραιότερο χρώμα, γεύση και γενικότερη εμφάνιση καθώς και μεγαλύτερη ανθεκτικότητα και μακρά μετασυλλεκτική ζωή. Ωστόσο στην βιβλιογραφία αναφέρεται πως πολλές από αυτές τις νέες ποικιλίες είναι αποτέλεσμα τυχαίων υβριδίων (Βασιλακάκης, 2016). Μερικές από αυτές τις ποικιλίες είναι οι εξής: Kent, Palmer, Irwin, Keitt, Tommy Atkins, Kesar, Champagne, Haden, Van Dyke κ.ά.

Απαιτήσεις του φυτού

Η καλλιέργεια του μάνγκο απαιτεί ελαφρά εδάφη με καλή αποστράγγιση και δεν έχει μεγάλες απαιτήσεις όσον αφορά το νερό. Η βέλτιστη θερμοκρασία για την ανάπτυξή του είναι από 24 έως 27 °C με υψηλή ατμοσφαιρική υγρασία. Τα ενήλικα δέντρα είναι ευαίσθητα σε θερμοκρασίες κάτω των - 4 °C και τα νεαρά δέντρα κάτω των 0,6 °C (Γενική Διεύθυνση Φυτικής Παραγωγής, 2011).

4.4 Παπάνα

Προέλευση, παραγωγή και διατροφική αξία

Η παπάνα ή *Carica papaya* είναι ένα από τα 21 είδη της οικογένειας φυτών *Caricaceae*. Η προέλευσή του φυτού είναι ασαφής ωστόσο, καλλιεργείται περισσότερο στη Κεντρική Αμερική και το Μεξικό (*Encyclopedia Britannica, 2019*). Μεγάλες εκτάσεις υπάρχουν επίσης στην Αργεντινή, την Βραζιλία και τα νησιά του Ειρηνικού. Στο εμπόριο κυκλοφορούν δύο τύποι παπάνας, της Χαβάης και του Μεξικού. Ο καρπός της παπάνας συνήθως καταναλώνεται νωπός σε φρουτοσαλάτες ή κονσερβοποιημένος και αποτελεί σημαντική πηγή αντιοξειδωτικών θρεπτικών συστατικών, ριβοφλαβίνης, βιταμίνης Α, φυλλικού οξέος και μετάλλων και φυτικών ινών. Επιπλέον, οι ανώριμοι καρποί και το γαλάκτωμα του δέντρου περιέχουν την παπαΐνη, ένα ένζυμο το οποίο χρησιμοποιείται από την βιομηχανία σε παρασκευάσματα κρέατος καθώς συμβάλλει στην μαλακότητα του κρέατος (Βασιλακάκης, 2016). Εξαιτίας των ιδιαίτερων ιδιοτήτων της αξιοποιείται ακόμη και ως φάρμακο για την αντιμετώπιση προβλημάτων στην χώνεψη.

Βοτανικά χαρακτηριστικά και καρπός

Το δέντρο της παπάνας είναι αειθαλές και μοιάζει με φοίνικα καθώς έχει φοινικοειδή φύλλα. Το ύψος του μπορεί να φτάσει μέχρι 10 μέτρα. Με την σωστή φροντίδα το δέντρο αυτό μπορεί και αποφέρει φρούτα για 20 χρόνια, ίσως και περισσότερα (Mossler & Crane, 2002). Τα αρσενικά φυτά έχουν πλούσια κίτρινου χρώματος άνθη όμως δεν σχηματίζουν πολύ συχνά καρπούς. Αντίθετα, τα θηλυκά φυτά έχουν άνθη λευκού-κρεμ χρώματος και έχουν πλουσιότερη βλάστηση από ότι τα αρσενικά. Το σχήμα του καρπού της παπάνας είναι κυλινδρικό και μοιάζει με πεπόνι ή μεγάλο αγγούρι. Το μέγεθος και το χρώμα διαφέρει ανάλογα την ποικιλία, παρ' όλα αυτά συνήθως ζυγίζει από 9 έως 11,5 κιλά (*Encyclopedia Britannica, 2019*). Η σάρκα του καρπού κατά την ωρίμανση παίρνει κίτρινο, πορτοκαλο-κόκκινο χρώμα. Στο εσωτερικό του υπάρχουν μικρά σφαιρίδια καφέ ή μαύρου χρώματος τα οποία ονομάζονται σπέρματα και είναι τυλιγμένα από μια ζελατινώδη ουσία.



Εικόνα 4: Δέντρο παπάνας, πηγή: unsplash

Είδη και ποικιλίες

Μεταξύ των δύο εμπορικών ποικιλιών, της Χαβάης και του Μεξικού, επικρατεί συνήθως περισσότερο εκείνος από την Χαβάη. Η συγκομιδή αυτού γίνεται εύκολα καθώς το ύψος του δέντρου δεν φτάνει πάνω από τα 2,5 μέτρα. Ενώ, του Μεξικού είναι δυσκολότερος στην συγκομιδή και ζυγίζει περισσότερα κιλά (Βασιλακάκης, 2016).

Απαιτήσεις του φυτού

Ευδοκιμεί σε περιοχές με αρκετά ζεστό κλίμα και δεν αντέχει στους παγετούς και ισχυρούς ανέμους. Απαιτεί πολύ νερό και η ιδανική θερμοκρασία για την ανάπτυξή του είναι περίπου στους 15°C. Το έδαφος θα πρέπει να είναι γόνιμο και να στραγγίζει καλά με pH εύρους από 5 έως 7 (Βασιλόπουλος, 2012).

5. Πιθανοί κίνδυνοι

Όπως αναλύθηκε στο κεφάλαιο δύο, κίνδυνος στην επιστήμη τροφίμων θεωρείται η απειλή στην ανθρώπινη υγεία που προκαλείται από οποιοδήποτε χημικό, βιολογικό ή φυσικό παράγοντα. Με μεγαλύτερη λεπτομέρεια αναφέρονται στις παρακάτω παραγράφους.

5.1 Χημικοί

Με την ονομασία χημικοί κίνδυνοι εννοούνται όλοι οι πιθανοί παράγοντες/ουσίες, οι οποίες βρίσκονται στο τρόφιμο είτε φυσικά είτε επειδή προστέθηκαν κατά την παραγωγή ή επεξεργασία και αποδεικνύεται πως έχουν αρνητική επίδραση στην υγεία του καταναλωτή. Οι χημικοί κίνδυνοι που προσβάλλουν την καλλιέργεια των νωπών φρούτων είναι κατά βάση χημικές ουσίες, οι οποίες βρίσκονται στην συσκευασία και η χρήση φυτοπροστατευτικών παρασκευασμάτων στους αγρούς (Hussain & Gooneratne, 2017). Ωστόσο, τα φρούτα μπορούν να προσβληθούν και από φυσικές χημικές ουσίες όπως είναι οι αφλατοξίνες. Επίσης από περιβαλλοντικούς ρύπους όπως τα βαρέα μέταλλα, οι ραδιενεργές ουσίες κ.ά. Τέλος, από προϊόντα που χρησιμοποιούνται πριν από την συσκευασία παραδείγματος χάριν, υπολείμματα καθαριστικών, λιπαντικών, απολυμαντικών κ.λπ.

Τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα, είναι φυτοφάρμακα που χρησιμοποιούνται από τους γεωργούς για την καταπολέμηση της δράσης βλαπτικών οργανισμών και ασθενειών που καταβάλουν τις καλλιέργειές τους. Τα ζιζανιοκτόνα, εντομοκτόνα και μυκητοκτόνα διαμορφώνουν το σύνολο των πιο συχνά χρησιμοποιούμενων φυτοπροστατευτικών φαρμάκων. Τα υπόλοιπα είδη είναι κατηγορίες όπως τα ακαρεοκτόνα, νηματωδοκτόνα, βακτηριοκτόνα, φυκοκτόνα κ.ά. (ΤΡΥΦΙΝΟΠΟΥΛΟΥ, 2018).

5.1.1 Ζιζανιοκτόνα

Ζιζάνιο θεωρείται οποιοδήποτε αυτοφυές ή καλλιεργούμενο φυτό το οποίο βρίσκεται σε ορισμένο έδαφος μία συγκεκριμένη περίοδο και είναι ανεπιθύμητο από τον άνθρωπο. Αυτή η έννοια είναι παραβλητή αφού σε πολλά παραδείγματα καλλιεργειών ένα φυτό θεωρείται ζιζάνιο το καλοκαίρι ενώ, τον χειμώνα ή την άνοιξη στο ίδιο ακριβώς έδαφος είναι απαραίτητο. Ένας λόγος για τον οποίο μπορεί να συμβαίνει αυτό είναι πως το καλοκαίρι υπάρχει μια άλλη επιθυμητή καλλιέργεια σε αυτό το έδαφος και η συνύπαρξη τους είναι ανταγωνιστική για τα θρεπτικά συστατικά τους εδάφους, το νερό, το φως κ.ά. Αντίθετα, τον χειμώνα το συγκεκριμένο

υποτιθέμενο ζιζάνιο του καλοκαιριού αποδεικνύεται χρήσιμο για την προστασία του εδάφους και τον εμπλουτισμό του με θρεπτικά στοιχεία (ΝΤΟΥΜΟΣ, 2018). Ωστόσο, αυτά τα φυτά που χαρακτηρίζονται ως ζιζάνια, εκτός από την αρνητική επίδραση τους στα καλλιεργούμενα φυτά είναι δυνατόν να επηρεάζουν και την υγεία των ζώων ή/και του ανθρώπου. Αναφορικά κάποιες από τις αιτίες για τον χαρακτηρισμό ενός φυτού σε ζιζάνιο περιγράφονται παρακάτω:

- Η ανταγωνιστική συνύπαρξη με κάποια καλλιέργεια για θρεπτικά συστατικά, φως και νερό, όπως περιεγράφηκε παραπάνω
- Η δηλητηρίαση ζωντανών οργανισμών
- Αυξάνουν τον κίνδυνο πυρκαγιάς τους καλοκαιρινούς μήνες (ξερά χόρτα)
- Δυσχεραίνουν τις απαραίτητες διαδικασίες και εργασίες για την συντήρηση των επιθυμητών καλλιεργειών
- Η παραγωγή τοξικών ουσιών οι οποίες εμποδίζουν την ανάπτυξη των επιθυμητών καλλιεργειών (ΝΤΟΥΜΟΣ, 2018).

Ο διαχωρισμός τους μπορεί να πραγματοποιηθεί με γνώμονα πολλούς και διαφορετικούς παράγοντες όπως είναι ο τύπος ανάπτυξης τους (ποώδη, θαμνώδη και δενδρώδη), τη μορφολογία (πλατύφυλλα, στενόφυλλα) και σε είδη, υποείδη, βιότοπους ή πληθυσμούς ανάλογα με τα βοτανικά χαρακτηριστικά τους. Όμως, από γεωπονική άποψη ο πιο ενδιαφέροντας τρόπος κατάταξης είναι ανάλογα με τη διάρκεια του βιολογικού κύκλου τους σε ετήσια, διετή και πολυετή. Τα ετήσια ζιζάνια ολοκληρώνουν το βιολογικό τους κύκλο εντός ενός έτους. Τα διετή ζιζάνια στο πρώτο έτος τους αναπτύσσονται σε σχήμα ροζέτας ενώ στον δεύτερο ανθίζουν, φέρνουν σπόρο και έπειτα ολοκληρώνεται ο κύκλος τους. Τέλος, ο βιολογικός κύκλος των πολυετών ζιζανίων είναι πάνω από δύο χρόνια.

Παραδείγματα ορισμένων ειδών χειμερινών ζιζανίων είναι τα εξής:

- *Galium aparine* (Κολλητσίδα), *Rubiaceae*
- *Chamomilla recutita* (Χαμομήλι) *Asteraceae* (*Compositae*)
- *Papaver rhoeas* (Παπαρούνα) *Papaveraceae*
- *Malva spp* (Μολόχα) *Malvaceae*
- *Allium roseum* (Αγριοκρέμμυδο) *Liliaceae*
- *Apera spica-venti* (Ανεμόχορτο), *Poaceae* (*Gramineae*)

- *Rumex spp.* (Λάπαθο) *Polygonaceae*
- *Agropyron (Elymus) repens* (Αγρόπυρο) *Poaceae (Gramineae)*

Παραδείγματα ορισμένων ειδών θερινών ζιζανίων είναι τα εξής:

- *Cyperus esculentus* (Κίτρινη κόπερη) *Cyperaceae*
- *Solanum elaeagnifolium* (Σολανό) *Solanaceae*
- *Convolvulus arvensis* (Περικοκλάδα) *Convolvulaceae*
- *Phragmites australis* (Νεροκάλαμο) *Poaceae (Gramineae)*
- *Cyperus esculentus* (Κίτρινη κόπερη) *Cyperaceae*
- *Solanum elaeagnifolium* (Σολανό) *Solanaceae*
- *Convolvulus arvensis* (Περικοκλάδα) *Convolvulaceae*
- *Abutilon theophrasti* (Αγριομπαμπακιά) *Malvaceae*

Οι αγρότες για να αποφύγουν την ανάπτυξη ζιζανίων στα εδάφη που υπάρχουν τα καλλιεργούμενα φυτά τους εφαρμόζουν ζιζανιοκτόνα. Η βασική λειτουργία που πραγματοποιούν τα ζιζανιοκτόνα είναι η αναστολή της ανάπτυξης ή η νέκρωση του φυτού μέσω μιας βιοχημικής ή φυσιολογικής διεργασίας τους. Για την παραγωγή τους χρησιμοποιείται μια δραστική χημική ουσία, η προέλευση της οποίας διαφοροποιεί τις τρεις κατηγορίες ζιζανιοκτόνων: τα φυσικά, τα χημικά και τα παράγωγα φυσικών τοξινών. Στα φυσικά ανήκουν τα ζιζανιοκτόνα εκείνα, των οποίων οι τοξίνες προκύπτουν από άλλα φυτά ή μικροοργανισμούς (π.χ. anisomycin). Στα χημικά εκείνα των οποίων η δραστική ουσία έχει παραχθεί στο εργαστήριο (π.χ. iodosulfuron, glyphosate, mesosulfuron), ενώ στα παράγωγα φυσικών τοξινών εκείνα που παρήχθησαν στο εργαστήριο και μιμούνται τη δράση των φυσικών τοξινών (π.χ. methoxyphenone) (ΝΤΟΥΜΟΣ, 2018). Ένας άλλος τρόπος κατάταξης είναι ανάλογα με τον τρόπο εφαρμογής τους, για παράδειγμα, διαχωρισμός ανάμεσα σε εκείνα που ψεκάζονται στο έδαφος και στα υπόλοιπα που ψεκάζονται στο φύλλωμα. Ένας επιπλέον τρόπος, σύμφωνα με το μηχανισμό λειτουργίας τους σε καταστολείς της φωτοσύνθεσης, βιοσύνθεσης χρωστικών κ.ά. (Τζιάπρας, 2007).

5.1.2 Εντομοκτόνα

Η εφαρμογή εντομοκτόνων από τους αγρότες στις καλλιέργειες τους είναι η μέθοδος με την οποία αντιμετωπίζουν την προσβολή τους από ξενιστές/έντομα. Οι παραγωγοί θεωρούν τα έντομα ως το κυριότερο εμπόδιο της υψηλής απόδοσης της σοδιάς τους (Heong, Escalada, & Mai, 1994). Τα εντομοκτόνα είναι οργανικές συνθετικές ενώσεις οι οποίες θανατώνουν εκείνα τα έντομα που τρέφονται από το φύλλωμα, τους καρπούς ή άλλα τμήματα της καλλιέργειας. Ταξινομούνται σε οργανοφωσφορικά, καρβαμιδικά, πυρεθρινοειδή, οργανοχλωριωμένα, φωσφίνη, βρωμιούχο μεθύλιο, δινιτροορθοκρεζόλη και πολτοί ορυκτέλαιων. Ένας διαφορετικός τρόπος ταξινόμησης είναι ανάλογα με τον τρόπο επίδρασής τους σε εντομοκτόνα επαφής, στομάχου και ασφυκτικά ή καπνογόνου δράσης. Η χημική τους σύνθεση τα ξεχωρίζει σε ανόργανα και οργανικά. Τα ανόργανα είναι ενώσεις μετάλλων ή μη (π.χ. χαλκού, υδραργύρου) και η χρήση τους είναι απαγορευμένη καθώς είναι τοξικά για τον άνθρωπο. Από την άλλη, τα οργανικά χωρίζονται σε φυσικά και συνθετικά. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα φυσικά, τα οποία είναι οργανικές ενώσεις κυρίως φυτικής προέλευσης που εμφανίζουν εντομοκτόνες ιδιότητες λόγω των τοξικών ουσιών που περιέχουν. Αξίζει να σημειωθεί πως ακόμη και τα φυτικά σκευάσματα αποδεικνύονται τοξικά για τους ανθρώπους και το περιβάλλον, όταν δεν χρησιμοποιούνται κατάλληλα. Επομένως, η παραδοχή πως το φυτικό εντομοκτόνο σημαίνει μη τοξικό είναι λάθος και είναι απαραίτητη η επιλογή ενός εντομοκτόνου κατάλληλου για τη συγκεκριμένη κατάσταση που χρειάζεται να αντιμετωπιστεί (Murray, Miles, & Daniels, 2013). Ορισμένα παραδείγματα φυτικών εντομοκτόνων παρουσιάζονται παρακάτω:

- Νικοτίνη- νορνικοτίνη
- Πυρεθρίνες
- Ροτενόνη, διάφορα ροτενοειδή
- Βερατρίνη και συγγενή αλκαλοειδή
- Αναβασίνη και νεονικοτίνη

Πυρεθροειδή

Στα πυρεθροειδή ανήκουν οι πυρεθρίνες (φυτικά) και τα συνθετικά πυρεθροειδή. Οι πυρεθρίνες είναι εστέρες των αλκοολών πυρεθρολόνης και κινερολόνης, με τα οξέα χρυσανθεμικό και πυρεθρικό και παράγονται από άνθη Compositae του γένους Chrysanthemum (Pyrethrum). Τα συνθετικά πυρεθροειδή διακρίνονται σε σταθερά (π.χ. cypermethrin, deltamethrin) και ασταθή (π.χ. prothrin, tetramethrin) (Λουπάκη , 2009).

Οργανοφωσφορούχα εντομοκτόνα

Τα οργανοφωσφορούχα ανήκουν στα ευρέως διαδεδομένα εντομοκτόνα επαφής. Σε αυτή την κατηγορία βρίσκονται μερικά από τα πιο τοξικά για τον άνθρωπο. Λόγω της τοξικότητάς τους τα περισσότερα έχουν αποσυρθεί, όμως ορισμένα όπως το chlorpyrifos, phorate, acephate, phosmet και το dimethoate χρησιμοποιούνται μέχρι και σήμερα (Lin, Zhang, Wu, & Liu, 2021).

Καρβαμιδικά

Είναι εστέρες ή οξίμες του καρβαμιδικού οξέος και κατά βάση εντομοκτόνα επαφής. Μερικά από αυτά που υπάρχουν ακόμα είναι τα pirimicarb και το methiocarb. Τα υπόλοιπα αυτής της κατηγορίας έχουν αποσυρθεί εξαιτίας της τοξικότητάς τους (Λουπάκη , 2009).

Οργανοχλωριομένα

Οργανικές ενώσεις στις οποίες προστίθεται χλώριο. Έχουν ισχυρή επίδραση έναντι των εντόμων ωστόσο, έχουν και τεράστια αρνητική επίδραση στο περιβάλλον καθώς τα περισσότερα της κατηγορίας αυτής έχουν αυξημένη υπολειμματική διάρκεια. Δηλαδή, διατηρούνται στο έδαφος και το υδατικό περιβάλλον για πολύ καιρό και επηρεάζουν αρνητικά τα ζώα. Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν τα methoxychlor, endosulfan, isoberzan κ.ά. (ΣΟΥΧΛΑΣ, 2019).

Παρακάτω παρουσιάζονται μερικά από τα έντομα που προσβάλλουν τα: αβοκάντο, παπάνα, ανανά και μάνγκο που συνήθως οι αγρότες προτιμούν τη χρήση εντομοκτόνου για την απαλλαγή από αυτά:

Πίνακας 4: Τροπικά φρούτα και έντομα που τα προσβάλλουν

Αβοκάντο	Παπάνα	Ανανάς	Μάνγκο
<p>Ο θρίπας των θερμοκηπίων (<i>Heliothrips haemorrhoidalis</i>). Συμβάλει στην ποιοτική υποβάθμιση του φρούτου καθώς, οι βλάβες που προκαλεί είναι μόνο εξωτερικές. Συνήθως προσβάλλει τους καρπούς και τα φύλλα.</p>	<p>Λευκόμυγα. οι ενήλικες όσο και οι νύμφες ρουφούν τον χυμό του φυτού και μειώνουν τη ζωτικότητα του φυτού. Όταν είναι μεγάλοι πληθυσμοί προκαλούν παραγωγή μελιτώματος που ευνοεί την δημιουργία μούχλας.</p>	<p>«Mealybug», ρουφούν το χυμό και όταν είναι μεγάλος πληθυσμός προκαλούν αφυδάτωση του φυτού (κίτρινα ή κόκκινα φύλλα).</p>	<p>Χοάνη μάνγκο. Ρουφούν το χυμό του φρούτου με αποτέλεσμα τη μείωση της σφριγηλότητας των φυτών. Δημιουργία μούχλας.</p>
<p>Η μύγα της Μεσογείου (<i>Ceratitis capitata</i>). Προσβάλλει τους ώριμους καρπούς.</p>	<p>Ακρίδες. Έχουν την ικανότητα να ρουφούν το χυμό του φρούτου και να εκχύνουν το τοξικό σάλιο τους με αποτέλεσμα το σχηματισμό κίτρινων κηλίδων στα φύλλα.</p>	<p>Θυσανόπτερα. Ρουφούν το χυμό του φρούτου και προκαλούν αλλοιώσεις των φύλλων που σε σοβαρές περιπτώσεις το χρώμα τους γίνεται καφέ.</p>	<p>Μεσαία ταξιανθία. Προκαλούν καθυστερημένη ανάπτυξη της ταξιανθίας και ο άξονας της κάμπτεται, στο σημείο εισόδου της προνύμφης.</p>
<p>Κάμπιες της οικογένειας <i>Geometridae</i>. Εμφάνιση στις αρχές του καλοκαιριού. Προκαλούν πτώση των φύλλων.</p>	<p>Ψείρα. Σχηματισμός μαύρης μούχλας λόγω παραγωγής μελιτώματος.</p>	<p>«Λευκή λαβίδα». Καταστρέφει τις ρίζες του φυτού.</p>	<p>«Mango nut weevil». Τρώει τον άγουρο ιστό και μετατρέπεται σε κοτυληδόνες. Δημιουργεί ζιγκ-ζαγκ τούνελ στην σάρκα του φρούτου.</p>

Αλευρώδεις: οι αλευρώδεις προκαλούν ζημιές σε τροπικά κλίματα στις παράκτιες ζώνες. Προκαλούν φυλλόπτωση.			«Leaf webber», τρέφεται από το φύλλο.
---	--	--	---------------------------------------

5.1.3 Μυκητοκτόνα

Χρησιμοποιούνται για την θανάτωση των παρασίτων στα φυτά. Τα μυκητοκτόνα συνήθως είναι περισσότερο τοξικά για τον άνθρωπο σε σχέση με τα έντομα. Αν τα κατατάξουμε σύμφωνα με τη σύνθεσή τους διακρίνονται σε προστατευτικά (ή μη συστηματικά) και διασυστηματικά (ή συστηματικά). Τα προστατευτικά μένουν και δρουν μόνο στην περιοχή που εφαρμόστηκαν σε αντίθεση με τα διασυστηματικά τα οποία, αφού εφαρμοστούν μεταφέρονται και στα υπόλοιπα μέρη του φυτού (ΤΡΥΦΙΝΟΠΟΥΛΟΥ, 2018).

Στην ομάδα των προστατευτικών ανήκουν:

- Ανόργανα άλατα χαλκού με το κυριότερο να είναι ο θεικός χαλκός (CuSO_4) σε συνδυασμό με υδροξείδιο του ασβεστίου (Ca(OH)_2) που έχει την κοινή ονομασία, βορδιγάλειος πολτός. Έχει σχετικά μικρό κόστος και μεγάλη υπολειμματική διάρκεια ωστόσο, σε κάποιες περιπτώσεις μπορεί να προκαλέσει αναστολή της βλάστησης και της ανάπτυξης του φυτού.
- Το θειάφι (S_2) είναι από τα παλαιότερα μυκητοκτόνα και πέρα από αυτή έχει και ακαρεοκτόνο δράση. Όπως και ο βορδιγάλειος πολτός, το ίδιο και το θειάφι έχει αρκετά χαμηλό κόστος και δεν αφήνει υπολείμματα στα γεωργικά προϊόντα. Πάραυτα μπορεί να εφαρμοστεί σε λιγότερες καλλιέργειες.
- Τα μυκητοκτόνα με βάση το διθειοκαρβαμιδικό οξύ όπως το mancozeb, propineb. Συνήθως προτιμώνται έναντι των χαλκούχων διότι έχουν μικρότερη φυτοτοξικότητα.
- Τα οργανικά προστατευτικά πλεονεκτούν λόγω της μηδαμινής φυτοτοξικότητάς τους και της δυνατότητας για ευρεία χρήση.

Τα οργανικά διασυστηματικά μυκοκτόνα, όπως προαναφέρθηκε, μόλις εφαρμοστούν μεταφέρονται στο εσωτερικό των κυττάρων του φυτού προς τα πάνω (αποπλαστική κίνηση) ή προς τα κάτω (συμπλαστική κίνηση). Ένας επιπλέον τρόπος ταξινόμησης είναι σύμφωνα με την χημική τους σύνθεση σε: ανόργανα (θειάφι, βορδιγάλιος πολτός), διμεθυλο-διθειοκαρβαμιδικά (mancozeb, propineb) και βενζιμιδαζολικά (carbendazim).

Οι αγρότες είναι τόσο υπεύθυνοι για την ποιότητα και ασφάλεια των προϊόντων που διαθέτουν όσο και για την εξυπηρέτηση των οικονομικών συμφερόντων τους. Συνήθως καταφεύγουν στην χρήση φυτοπροστατευτικών προϊόντων αφού η καλλιέργειά τους βρίσκεται σε απειλή και ενώ παράλληλα η καταστροφή της θα ήταν ιδιαίτερα ζημιογόνα. Έως το 1991 τα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης διέθεταν δικές τους νομοθεσίες όσον αφορά τη χρήση φυτοπροστατευτικών φαρμάκων. Από τότε και έπειτα, θεσπίστηκε μια συγκεκριμένη διαδικασία ελέγχου και έγκρισης τέτοιου είδους φαρμάκων ώστε να περιοριστεί ο κίνδυνος που εγκυμονεί από την αλόγιστη χρήση τους. Στο πρώτο στάδιο της διαδικασίας αυτής η Ευρωπαϊκή Ένωση ελέγχει την δραστική ουσία που προορίζεται να χρησιμοποιηθεί σε φυτοπροστατευτικά προϊόντα. Στο δεύτερο στάδιο, τα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης αποφασίζουν αν εγκρίνουν τα φυτοπροστατευτικά φάρμακα τα οποία περιέχουν την συγκεκριμένη δραστική ουσία. Η απόφαση της έγκρισης ή της απόρριψης ενός φυτοφαρμάκου εξαρτάται από τις περιβαλλοντικές και γεωργικές συνθήκες της εκάστοτε περιοχής. Αξίζει να σημειωθεί πως όταν ο κάτοχος της άδειας ενός φυτοπροστατευτικού προϊόντος επιθυμεί να το χρησιμοποιήσει σε άλλο κράτος μπορεί, αφού πρώτα λάβει την απαραίτητη άδεια από αυτό (Ευρωπαϊκό Εκλεκτικό Συνέδριο, 2020).

Το 2014 η Ευρωπαϊκή Ένωση για να περιορίσει ακόμη περισσότερο την εφαρμογή φυτοφαρμάκων κατέστησε υποχρεωτική την έννοια της ολοκληρωμένης φυτοπροστασίας. Η έννοια αυτή υπάρχει στην γεωργία και χρησιμοποιείται αρκετές δεκαετίες και αποτελεί μια φιλικότερη προς το περιβάλλον διαχείριση των προβλημάτων στις καλλιέργειες. Ουσιαστικά αφορά την πρόληψη κινδύνου μέσω εφαρμογής γεωργικών πρακτικών και υποστηρίζει την χρήση κάποιου φυτοφαρμάκου ως την έσχατη λύση έναντι επιβλαβών οργανισμών (Ευρωπαϊκό Εκλεκτικό Συνέδριο, 2020).

5.1.4 Χημικές ουσίες στη συσκευασία

Ένας άλλος χημικός κίνδυνος που είναι πιθανό να προκύψει, είναι σε σχέση με την συσκευασία ενός τρόφιμου και την πιθανή μετανάστευση προς το τρόφιμο ορισμένης ουσίας που αυτή περιέχει. Ως μετανάστευση εννοείται η μεταφορά ουσιών με χαμηλό μοριακό βάρος από τη συσκευασία στο συσκευασμένο προϊόν, εξαιτίας κάποιων φυσικών ή/και χημικών διεργασιών. Βέβαια υπάρχουν περιπτώσεις όπως, η ωρίμανση του κρασιού ή του ούισκι όπου αυτή η αλληλεπίδραση του τρόφιμου με την συσκευασία είναι επιθυμητή. Σημαντικό ρόλο κατέχει η φύση του προϊόντος που θα συσκευαστεί καθώς και το υλικό της συσκευασίας. Έτσι, για την αποφυγή αυτών των ανεπιθύμητων μεταναστεύσεων διάφορων χημικών ουσιών είναι απαραίτητη η μελέτη των χημικών και φυσικών ιδιοτήτων των τροφίμων που θα συσκευαστούν αλλά και του τύπου της συσκευασίας (Κοκάς, 2014). Συγκεκριμένα, όσον αφορά τις χάρτινες συσκευασίες, η μετανάστευση διαλυτών, χρωστικών ακόμα και συγκολλητικών ουσιών που χρησιμοποιούνται για την παρασκευή της συσκευασίας, συνήθως τυγχάνει σε τρόφιμα με υγρή μορφή καθώς έχουν μεγάλη περιεκτικότητα σε οξέα, νερό και λιπαρές ουσίες. Επιπλέον κίνδυνος για την υγεία των καταναλωτών δημιουργείται όταν μεταφέρονται στα τρόφιμα μέταλλα που έρχονται από την αλληλεπίδραση των μεταλλικών συσκευασιών με τα συσκευασμένα τρόφιμα. Αυτό το φαινόμενο είναι ένας τύπος διάβρωσης και επηρεάζει σημαντικά την συσκευασία τροφίμων με μεταλλικές συσκευασίες αφού σχετίζεται άμεσα με την ασφάλεια και ποιότητα του προϊόντος. Τέλος, από τις πλαστικές συσκευασίες μπορούν επίσης να μεταναστεύσουν στο τρόφιμο ουσίες όπως τα μονομερή/πολυμερή από τα οποία παράγονται τα πλαστικά, αλδεΐδες, κετόνες και ακεταλδεΐδες που προκύπτουν από την επεξεργασία των πλαστικών και συγκολλητικές ουσίες και χρωστικές. Τα πιο επιβλαβή για την υγεία του καταναλωτή είναι τα μονομερή των πλαστικών, οι αλδεΐδες και οι διοξίνες (Κοκάς, 2014). Ωστόσο, για τα νωπά φρούτα επομένως και τα τροπικά, πιο συχνά χρησιμοποιείται η συσκευασία MAP. Η συσκευασία σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα ορίζεται ως «η μέθοδος κατά την οποία το τρόφιμο συσκευάζεται σε αέριο περιβάλλον διαφορετικής σύστασης απ' αυτήν του ατμοσφαιρικού αέρα» (Παπαδάκης, 2018). Ουσιαστικά η MAP χρησιμοποιείται για να καθυστερήσει την ποιοτική υποβάθμιση λόγω φυσικών χημικών διεργασιών των φρούτων όπως και την ανάπτυξη μικροοργανισμών. Αξίζει να τονιστεί πως η σύσταση της τροποποιημένης ατμόσφαιράς είναι κάτι που συνεχώς αλλάζει καθώς, με το πέρασ του χρόνου τα φρούτα δεν σταματούν να αναπνέουν, να αναπτύσσουν μικροοργανισμούς ή να

απορροφούν τα αέρια της ατμόσφαιρας. Το αέριο που προστίθενται μπορεί να είναι και μίγμα αερίων. Τα πιο συχνά χρησιμοποιούμενα παρουσιάζονται παρακάτω:

- Οξυγόνο (O₂)
- Διοξείδιο του άνθρακα (CO₂)
- Άζωτο (N₂)
- Ευγενή αέρια (π.χ. Ar)
- Μονοξείδιο του άνθρακα (CO), διοξείδιο του θείου (SO₂) (σπάνια)

Το καθένα από αυτά επιλέγεται για να εξυπηρετήσει συγκεκριμένο σκοπό όπως, η παρεμπόδιση ανάπτυξης μικροοργανισμών ή λόγω της αντιμικροβιακής δράσης τους (SO₂). Παρά των πολλών πλεονεκτημάτων που ο συγκεκριμένος τύπος συσκευασίας παρουσιάζει (χρηστική, υγιεινή, απαλλαγμένη από διαρροές οσμών και χρήση πρόσθετων υλών), υπάρχουν και ορισμένα βασικά μειονεκτήματα. Το κυριότερο αποτελεί το μεγάλο κόστος του εξοπλισμού καθώς και του ποιοτικού ελέγχου μιας τέτοιας συσκευασίας (Παπαδάκης, 2018). Έτσι, ένας πιθανός κίνδυνος θα ήταν η χρήση μη κατάλληλου αερίου ή συνδυασμού αερίων στην συσκευασία MAP για συγκεκριμένο φρούτο, γεγονός που θα είχε αρνητική επίδραση στην ασφάλεια του συσκευασμένου τρόφιμου. Είναι αναγκαίο να τονιστεί το γεγονός ότι η επίδραση που έχουν οι χημικοί κίνδυνοι στον ανθρώπινο οργανισμό σχεδόν πάντα εμφανίζονται μακροπρόθεσμα καθώς, η συχνή αλληλεπίδραση με αυτούς φέρνει ως αποτέλεσμα την συσσώρευση καταλοίπων τους στον ανθρώπινο οργανισμό. Εξάλλου, στο παρελθόν έχουν γίνει συσχετισμοί εμφάνισης της ασθένειας καρκίνου με κατάλοιπα των φυτοπροστατευτικών φαρμάκων από την κατανάλωση φρέσκων φρούτων και λαχανικών ακόμη και του ελαιόλαδου.

5.2 Βιολογικοί

Αντίθετα από τους χημικούς κινδύνους, οι βιολογικοί εμφανίζουν τις επιπτώσεις τους πολύ πιο άμεσα και μάλιστα σε μικρό χρονικό διάστημα από την στιγμή που θα καταναλωθούν από τον άνθρωπο. Βιολογικός κίνδυνος θεωρείται οποιοσδήποτε μικροοργανισμός όπως τα βακτήρια, ζύμες, μύκητες, ιοί, πρωτόζωα, παράσιτα, οι τοξίνες και οι μεταβολίτες τους, που προκαλούν αλλοίωση στο τρόφιμο ή είναι επιβλαβείς για την ανθρώπινη υγεία. Οι παθογόνοι μικροοργανισμοί μεταφέρονται στα τρόφιμα μέσω του εδάφους (χώμα, νερό), αέρα, παρασίτων,

εντόμων ακόμα και από τον ίδιο τον άνθρωπο, τους χειριστές μιας καλλιέργειας, μέσω της μη τήρησης των κανόνων υγιεινής. Από την στιγμή που προσβάλλουν το τρόφιμο μπορούν και αναπτύσσονται όταν υπάρχουν οι κατάλληλες συνθήκες. Τέτοιοι παράγοντες είναι η θερμοκρασία, η ενεργότητα ύδατος (a_w), η οξύτητα, το pH, τα θρεπτικά συστατικά του τροφίμου, η σχετική υγρασία, οξειδοαναγωγικό δυναμικό και η παρουσία του οξυγόνου. Οι βιολογικοί κίνδυνοι ανάλογα με την σοβαρότητα τους απέναντι στη ανθρώπινη υγεία μπορούν να διαχωριστούν σε τρεις βασικές κατηγορίες:

- Υψηλής επικινδυνότητας και σοβαρότητας (severe hazard): Παθογόνοι μικροοργανισμοί ή τοξίνες που προκαλούν σοβαρές ασθένειες ακόμη και σε ένα υγιή καταναλωτή ή άτομο ευπαθής ομάδας.
- Μέτριας επικινδυνότητας και σοβαρότητας με ικανότητα εξάπλωσης: Κίνδυνος η παρουσία του οποίου προκαλεί όχι τόσο σοβαρά συμπτώματα σε υγιή άτομα ωστόσο, είναι πολύ εύκολη η μετάδοση του δηλαδή η επιμόλυνση άλλων χώρων επεξεργασίας ακόμη και με πολύ μικρό φορτίο του μικροοργανισμού αυτού.
- Μέτριας επικινδυνότητας και σοβαρότητας με μειωμένη ικανότητα εξάπλωσης: Κίνδυνος η παρουσία του οποίου προκαλεί όχι τόσο σοβαρά συμπτώματα σε υγιή άτομα και η μετάδοση του απαιτεί πολύ υψηλή συγκέντρωση αυτού. Δηλαδή, η ασθένεια περιορίζεται στο άτομο που έχει καταναλώσει το μολυσμένο τρόφιμο.

5.2.1 Βακτήρια

Τα βακτήρια είναι μονοκύτταροι μικροοργανισμοί με σχήμα ραβδοειδές, σπειροειδές ή σφαιρικό και πολύ μικρού μεγέθους. Πολλαπλασιάζονται όταν βρίσκονται σε ιδανικές τιμές θερμοκρασίας, pH, a_w , ποσότητας οξυγόνου και διαθέσιμων θρεπτικών συστατικών. Διακρίνονται σε Gram(+) και Gram(-) λόγω της σύστασης του κυτταρικού τους τοιχώματος. Τα Gram(-) αλλοιώνουν το τρόφιμο, η κατανάλωση του οποίου είναι θανατηφόρα μόνο σε ελάχιστες ιδιαίτερες περιπτώσεις και συνήθως τα συμπτώματα εμφανίζονται περίπου μία ολόκληρη μέρα από την κατανάλωση του μολυσμένου τροφίμου. Τα Gram(+) προκαλούν τροφοτοξίνωση και τα συμπτώματα εμφανίζονται νωρίτερα από ότι στα Gram(-), συνήθως περίπου 5 ώρες μετά την κατανάλωση του τροφίμου. Ορισμένα παραδείγματα Gram(-) βακτηρίων είναι τα εξής: *Salmonella spp.*, *Escherichia coli O157:H7*, *Shigella spp.*, *Campylobacter spp.*, *Yersinia*

enterocolitica. Από την άλλη πλευρά παραδείγματα των Gram(+) βακτηρίων αποτελούν τα: *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Clostridium botulinum*, *Bacillus cereus* κ.ά. Βέβαια, για να πάθει ο καταναλωτής τροφική δηλητηρίαση θα πρέπει να υπάρχει τουλάχιστον μία από τις παρακάτω καταστάσεις:

1. Τοξικώσεις: Να υπάρχουν στο τρόφιμο τοξίνες τις οποίες, παράγει το βακτήριο αφού πρώτα έχει καταφέρει να πολλαπλασιαστεί (π.χ. *Clostridium botulinum*).
2. Τοξικολοιμώξεις: Λοίμωξη του ανθρώπινου οργανισμού από ένα μικροοργανισμό που παράγει τοξίνες στο τρόφιμο (π.χ. *Bacillus cereus*).
3. Λοιμώξεις: Μόλυνση του ανθρώπινου οργανισμού από τον μικροοργανισμό που βρίσκεται στο μολυσμένο τρόφιμο (*Salmonella spp.*).

Οι τοξίνες μπορούν εύκολα να διακριθούν σε ενδοτοξίνες και εξωτοξίνες. Οι πρώτες βρίσκονται μέσα στο κύτταρο του βακτηρίου και είναι αρκετά ανθεκτικές στην θερμότητα ενώ, οι δεύτερες παράγονται μέσα στο κύτταρο του βακτηρίου όμως εξέρχονται από αυτό και διαχέονται σε όλο το τρόφιμο και εύκολα μπορούν να καταστραφούν με την επίδραση θερμότητας. Με βάση την θερμοκρασία οι μικροοργανισμοί διακρίνονται σε ψυχρόφιλοι, ψυχρότροφοι, μεσόφιλοι και θερμόφιλοι.

Πίνακας 5: Εύρος θερμοκρασίας ανάπτυξης ανά τύπο μικροοργανισμού

	Ψυχρόφιλοι	Ψυχρότροφοι	Μεσόφιλοι	Θερμόφιλοι
Ελάχιστη	-5 / + 5 °C	-5 / + 5 °C	5 / 15 °C	40 / 45 °C
Άριστη	12 / 18 °C	20 / 30 °C	30 / 40 °C	50 / 60 °C
Μέγιστη	15 / 20 °C	30 / 35 °C	40 / 47 °C	60 / 90 °C

Οι μικροοργανισμοί όταν βρίσκονται εκτός των ορίων των παραπάνω θερμοκρασιών εκδηλώνουν μειωμένο ρυθμό ανάπτυξης. Πιο συγκεκριμένα αν είναι επιθυμητή η αναστολή της δράσης τους, θα πρέπει να βρίσκονται σε περιβάλλον θερμοκρασίας μικρότερης της ελάχιστης ανάπτυξής τους ενώ, αν είναι επιθυμητή η καταστροφή τους απαιτείται να υποστούν θερμική

επεξεργασία εύρους θερμοκρασίας μεγαλύτερου από την μέγιστη ανάπτυξής τους για ανάλογο χρονικό διάστημα.

5.2.2 Ζύμες

Οι ζύμες είναι μονοκύτταρα με σχήμα σφαιρικό ή ωοειδές. Είναι κατά βάση αερόβιοι μικροοργανισμοί και το μέγεθός τους είναι μεγαλύτερο σε σύγκριση με τα βακτήρια. Προκαλούν μαλακή σήψη και στίγματα στα φρέσκα φρούτα. Μερικές από τις ανεπιθύμητες μεταβολές που προκαλούν είναι η μεταβολή της οξύτητας λόγω της αποδόμησης των οργανικών οξέων, άσχημη γεύση και οσμή και δημιουργία γλοιωδών μεμβρανών. Τα γένη *Cryptococcus*, *Torulaspora* και *Candida tropicalis* αποτελούν μερικά από τα πολυάριθμα παραδείγματα ζυμών που προσβάλλουν τα φρέσκα φρούτα. Άλλα γένη ζυμών είναι *Pichia*, *Hanseniaspora*, *Zygosaccharomyces*, *Rhodotorula* κ.ά. Γενικώς οι ζύμες μπορούν να διακριθούν σε τρεις ομάδες:

1. Επιφάνειας, οι οποίες βρίσκονται στην επιφάνεια όξινων τροφίμων.
2. Οσμώφιλες, των οποίων η άριστη ανάπτυξη επιτυγχάνεται όπου υπάρχει υψηλή περιεκτικότητα σακχάρων και γενικώς μεγάλη οσμωτική πίεση.
3. Αλοάντοχες, οι οποίες αναπτύσσονται σε περιβάλλον υψηλής περιεκτικότητας σε άλας (π.χ. άλμη τυριών, παστό κρέας-ψάρια κ.ά.) (Λιόλιου, 2009).

5.2.3 Μύκητες

Οι μύκητες ή μούχλες αποτελούν νηματοειδή μικροοργανισμούς από τους πιο σημαντικά αλλοιωγόνους στην βιομηχανία τροφίμων. Ορισμένα γένη είναι ικανά να αποδώσουν τοξίνες ιδιαίτερα βλαβερές για τον καταναλωτή. Ωστόσο, μερικά διαφορετικά εκείνα γένη χρησιμοποιούνται για την παραγωγή τροφίμων και ποτών όπως το τυρί ροκφόρ και η μπύρα. Γενικώς, παρουσιάζουν ανεκτικότητα στην υψηλή ενεργότητα ύδατος και το όξινο περιβάλλον των φρούτων (Δαγρές, 2019). Τα γένη *Penicillium*, *Botrytis* και *Rhizopus* είναι εκείνα που προσβάλλουν πιο τακτικά τα φρέσκα φρούτα (Δαγρές, 2019). Αξίζει να σημειωθεί πως οι μυκοτοξίνες αποτελούν προϊόντα μεταβολισμού ορισμένων μυκήτων. Το πιο γνωστό γένος μυκήτων που παράγουν μυκοτοξίνες ίσως είναι το *Aspergillus sp.* καθώς όλα τα είδη του έχουν την ικανότητα να εξελίσσονται σε όλα τα κλίματα ακόμη και τα τροπικά. Επίσης, συγκεκριμένα είδη αυτού του γένους (π.χ. *Aspergillus fumigates*) παράγουν τοξίνες ιδιαίτερα βλαβερές για την ανθρώπινη υγεία (Σιδηρά, 2008).

5.2.4 Ιοί

Οι ιοί δεν έχουν κυτταρική οργάνωση και αποτελούνται από ένα μόριο DNA ή RNA. Αντίθετα από τους υπόλοιπους αλλιώτικους παράγοντες, δεν χρειάζονται θρεπτικά συστατικά ή νερό για να επιβιώσουν. Αναπτύσσονται και παραμένουν αδρανή σε ένα κύτταρο ξενιστή, δηλαδή δεν μπορούν να πολλαπλασιαστούν. Οι κύριες πηγές μόλυνσης είναι από το νερό, η μη τήρηση των κανόνων υγιεινής από τους χειριστές καθώς και η πιθανή μόλυνση του τόπου της καλλιέργειας. Μόνο ορισμένοι από αυτούς είναι δυνατόν να αδρανοποιηθούν μετά από θερμική επεξεργασία, σε υψηλούς βαθμούς θερμοκρασίας για το απαιτούμενο χρονικό διάστημα. Μερικοί από τους ιούς που προσβάλλουν τα τρόφιμα είναι της ηπατίτιδας Α, τύπου Norwalk και Rotavirus (ιοί γαστρεντερίτιδας).

5.2.5 Παράσιτα

Τα παράσιτα είναι οργανισμοί οι οποίοι αντλούν την τροφή τους από τον ξενιστή. Διακρίνονται σε πρωτόζωα (*Naegleria spp.*, *Toxoplasma gondii*), νηματώδη (*Anisakis spp.*, *Trichinella spiralis*), ταινίες (*Taenia solium*, *Taenia saginata*) και τρηματώδη (*Fasciola hepatica*, *Fasciola gigantica*).

5.3 Φυσικοί

Φυσικός κίνδυνος ονομάζεται οποιοδήποτε ξένο αντικείμενο που υπάρχει μέσα σε ένα τρόφιμο, στο οποίο δεν θα βρισκόταν υπό φυσιολογικές συνθήκες και προκαλεί ασθένειες ή τραύματα στον καταναλωτή (ΕΦΕΤ, 2017). Ανάλογα με το είδος της ξένης ύλης διακρίνονται σε ενδογενείς και εξωγενείς φυσικούς κινδύνους. Τους ενδογενείς αποτελούν ξένες ύλες ως προς το τρόφιμο που όμως προέρχονται από κάποια ακατέργαστη πρώτη ύλη. Για παράδειγμα, είναι πιθανό να βρεθούν κόκκαλα φτερά, δέρμα σε ζωικά τρόφιμα ενώ σε στα φρούτα μπορεί να βρεθεί ο βλαστός, ένα φύλλο ή το κουκούτσι. Όσον αφορά τους εξωγενείς είναι αντικείμενα ξένα ως προς το τρόφιμο που όμως έχουν προέλθει από κάποιο στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας. Τέτοια ξένα σώματα μπορεί να είναι ξύλο, πέτρες, μέταλλα, πλαστικό ή γυαλί. Επιπλέον είναι πιθανό να βρεθούν ή περιττώματα από ζώα ή και ολόκληρα έντομα (Πουλτίδου, 2019).

Οι κυριότερες πηγές προέλευσης των ξένων σωμάτων είναι γυάλινες φιάλες, σκεύη και γενικώς τα υλικά συσκευασίας, παλέτες, μηχανήματα, σύρματα και οποιοδήποτε αντικείμενο προκύπτει από λάθος κατά την επεξεργασία. Τέλος, μία πολύ σημαντική πηγή είναι οι χειριστές των τροφίμων κατά την συγκομιδή, μεταφορά, μεταποίηση και επεξεργασία. Αν δεν ακολουθούν

αυστηρά τους κανόνες υγιεινής είναι πολύ εύκολο να επιμολυνθεί το τρόφιμο. Για παράδειγμα, αν ένας χειριστής που εργάζεται στην συσκευασία, δεν έχει αφαιρέσει το δαχτυλίδι του και δεν φοράει γάντια ή δεν φοράει το απαραίτητο σκουφί στα μαλλιά του, τότε είναι πολύ πιθανό να πέσει το δαχτυλίδι ή μία τρίχα από τα μαλλιά του μέσα στην συσκευασία του τροφίμου και να αποτελέσει κίνδυνο. Οι ενδογενείς φυσικοί κίνδυνοι μπορούν να περιοριστούν με μια σωστή ακολουθία σταδίων απομάκρυνσης και καθαρισμού των πρώτων υλών από τις οποίες προέρχονται. Ενώ οι εξωγενείς θα πρέπει να αντιμετωπιστούν με ένα πιο έμμεσο τρόπο δηλαδή, την διατήρηση της υγιεινής, την σωστή συντήρηση των εξοπλισμών και την αρχή της σωστής βιομηχανικής πρακτικής (Καραβίτη, 2006).

6. Αποτελέσματα προβλέψεων στα τροπικά φρούτα

Αφού αναλύθηκαν όλοι οι πιθανοί κίνδυνοι των νωπών τροπικών φρούτων, είναι απαραίτητο να αναφερθεί γιατί οι ενδιαφερόμενοι, όπως βιομηχανίες τροφίμων, παραγωγοί και οι καταναλωτές, πρέπει να ενημερώνονται όταν τελικά προκύψει ο κίνδυνος στο προϊόν. Όσον αφορά τις επιχειρήσεις τροφίμων ειδικά τις μεγάλες οι οποίες διαθέτουν πολλές εγκαταστάσεις σε διάφορες χώρες, μεγάλο αριθμό διαφορετικών προϊόντων και προμηθευτών, πρέπει να ελέγχουν πολύ προσεκτικά τις πρώτες ύλες τους, την προέλευσή τους και να εξετάζουν το μέγεθος της επικινδυνότητας και σοβαρότητας που πιθανόν αυτές φέρουν. Έτσι εξασφαλίζουν πως τα προϊόντα που παράγουν δε διατρέχουν κανένα κίνδυνο για την υγεία των καταναλωτών. Ακριβώς τον ίδιο σκοπό εξυπηρετεί και το μοντέλο προβλέψεων των μελλοντικών περιστατικών απορρίψεων των τροφίμων στην εφαρμογή FOODAKAI. Με την βοήθεια της τεχνητής νοημοσύνης και αξιοποιώντας τα δεδομένα των ιστορικών περιστατικών απόρριψης, υπολογίζεται ο αριθμός των μελλοντικών για κάθε τρόφιμο ξεχωριστά. Παρακάτω παρουσιάζονται τα αποτελέσματα όσον αφορά τα τέσσερα τροπικά φρούτα.

6.1 Μάνγκο

Παρακάτω στην εικόνα 5 φαίνεται πως ο αριθμός των περιστατικών απόρριψης του μάνγκο θα μειωθεί για τους επόμενους δώδεκα μήνες, συγκριτικά με τους τελευταίους δώδεκα. Συγκεκριμένα, τον τελευταίο χρόνο τα περιστατικά απορρίψεων ήταν 51 ενώ αναμένεται από εδώ και πέρα να γίνουν 16 απορρίψεις.

Incidents for mango ⓘ

ACTUAL AND PREDICTED INCIDENTS FOR MANGO

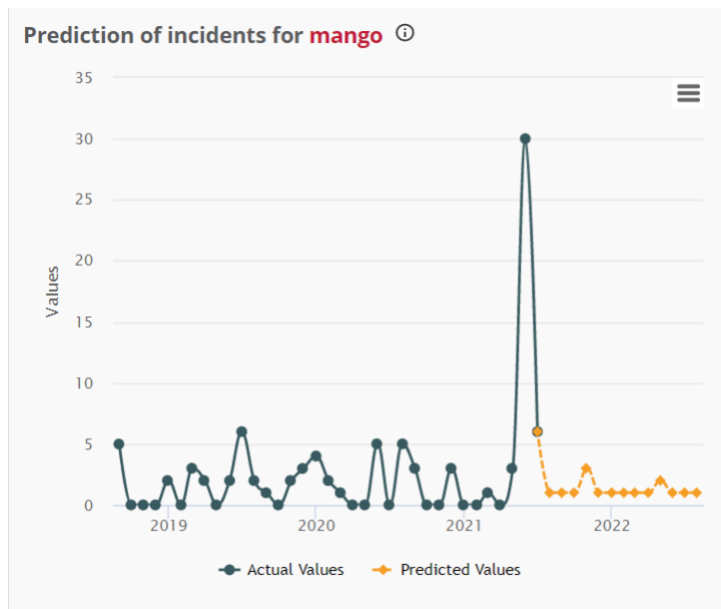
Ingredient	Current year's incidents ⓘ	Next year's incidents ⓘ	Tendency
mango	51	16	▼ 69%

Εικόνα 5: Αριθμός προβλέψεων για μάνγκο, πηγή: FOODAKAI

You are seeing predictions for mango with accuracy 66.8%

Εικόνα 6: Βαθμός ακρίβειας για μάνγκο, πηγή: FOODAKAI

Για να γίνουν αυτές οι προβλέψεις πάντοτε θα πρέπει να υπολογίζεται ο βαθμός ακρίβειας της εκάστοτε πρόβλεψης. Στην περίπτωση του μάνγκο φαίνεται πως ο βαθμός ακρίβειας φτάνει στο 66,8%. Ο βαθμός ακρίβειας επηρεάζεται από τον όγκο των ιστορικών δεδομένων που υπάρχουν διαθέσιμα για το συγκεκριμένο προϊόν (σε αυτή την περίπτωση το μάνγκο). Δηλαδή, αν τα δεδομένα και η εποχικότητα (seasonality) του μάνγκο δεν ήταν επαρκής ώστε το μοντέλο να υπολογίσει ασφαλή αποτελέσματα τότε, η τιμή του βαθμού ακρίβειας (accuracy) θα ήταν πολύ χαμηλή.



Εικόνα 7: Κατανομή των απορρίψεων ανά μήνα (μάνγκο) , πηγή: FOODAKAI

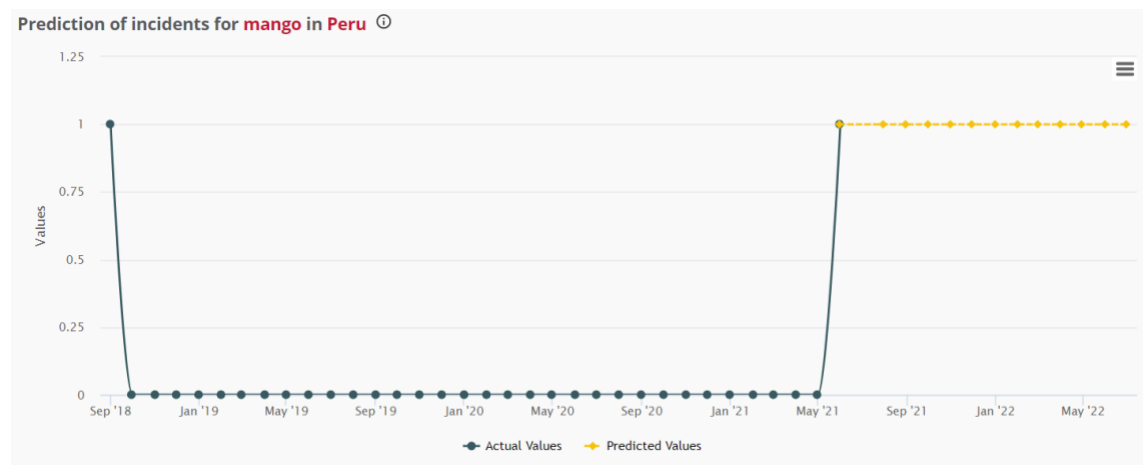
Στην εικόνα 7 παρουσιάζεται η κατανομή των 16 αναμενόμενων περιστατικών ανά μήνα από τον Αύγουστο του 2021 έως τον Αύγουστο του 2022 (πορτοκαλί καμπύλη). Επίσης, φαίνεται ένα μέρος των περιστατικών από τα οποία υπολογίζονται οι προβλέψεις και η κατανομή τους ανά μήνα (πράσινη καμπύλη).



Εικόνα 8: Χάρτης περιστατικών απόρριψης για μάνγκο, πηγή: FOODAKAI

Η εικόνα 8 έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον καθώς παρουσιάζει τις περιοχές από τις οποίες αναμένονται να είναι οι χώρες προέλευσης του μάνγκο. Συγκεκριμένα, η χώρα η οποία αναμένεται να αναμειχθεί περισσότερο σε περιπτώσεις απορρίψεων (12) του φρούτου μάνγκο είναι το Περού. Ακολουθούν η Βραζιλία με 11 αναμενόμενα περιστατικά, το Εκουαδόρ με 9, το Μεξικό με 3 και οι υπόλοιπες χώρες όπως εμφανίζονται στον χάρτη (Αυστραλία, Κίνα, Ινδία κ.λπ.) με 1 περιστατικό.

Αξίζει να αναφερθεί σε αυτό το σημείο πως το μοντέλο εκπαιδεύεται και τρέχει ξεχωριστά για κάθε πιθανό συνδυασμό product/hazard/origin. Πιο συγκεκριμένα, θα τρέξει μια φορά συνολικά για το κάθε προϊόν, μια για κάθε συνδυασμό προϊόντος/χώρας προέλευσης και μια για κάθε συνδυασμό προϊόντος και κινδύνου/λόγου ανάκλησης. Με αυτό τον τρόπο λαμβάνονται καλύτερα υπ' όψιν οι ιδιαιτερότητες του κάθε τέτοιου συνδυασμού και αυτές να αποτυπώνουν πιο ακριβείς προβλέψεις. Ωστόσο, αυτή η προσέγγιση είναι πιθανό να έχει σαν αποτέλεσμα την παρουσία διαφορετικών προβλέψεων συνολικά για ένα προϊόν και διαφορετικές προβλέψεις αν κάποιος αθροίσει όλες τις επιμέρους από τον χάρτη.



Εικόνα 9: Κατανομή περιστατικών απόρριψης μάνγκο με χώρα προέλευσης το Περού, πηγή: FOODAKAI

Από την εικόνα 10 προκύπτει πως τα περιστατικά απορρίψεων για το μάνγκο λόγω παρουσίας φυτοπροστατευτικών προϊόντων θα αυξηθούν κατά 229%. Συγκεκριμένα, προβλέπονται 16 επιπλέον σε σχέση με πέρυσι. Ενώ, η εικόνα 11 φανερώνει τους κινδύνους που πρόκειται να εμφανιστούν σε περιστατικό απόρριψης μάνγκο για πρώτη φορά τα τελευταία 40 χρόνια. Αν πάρουμε για παράδειγμα το Πέρου, το οποίο αναμένεται να εμπλακεί στα περισσότερα περιστατικά απόρριψης μάνγκο για τον επόμενο χρόνο, το μοντέλο προβλέπει πως είναι πολύ πιθανόν να υπάρξει με κάποιον τρόπο μόλυνση της καλλιέργειας του μάνγκο με τον ιό ηπατίτιδας Α, γεγονός που θα οδηγήσει σε ανάκληση της συγκεκριμένης σοδειάς μάνγκο.

Hazards likely to increase for mango ⓘ

HAZARDS LIKELY TO INCREASE

Hazard	Current year's incidents ⓘ	Next year's incidents ⓘ	Tendency
pesticides ⓘ	7	23	229%
coliforms ⓘ	2	8	300%
carbendazim ⓘ		0	-

Εικόνα 10: Κίνδυνοι με αυξητική τάση για το μάνγκο, πηγή: FOODAKAI

Emerging risks identified for mango

EMERGING HAZARDS	
Hazards	
enteroviruses ↗	New
hepatitis a ↗	New
virus ↗	New

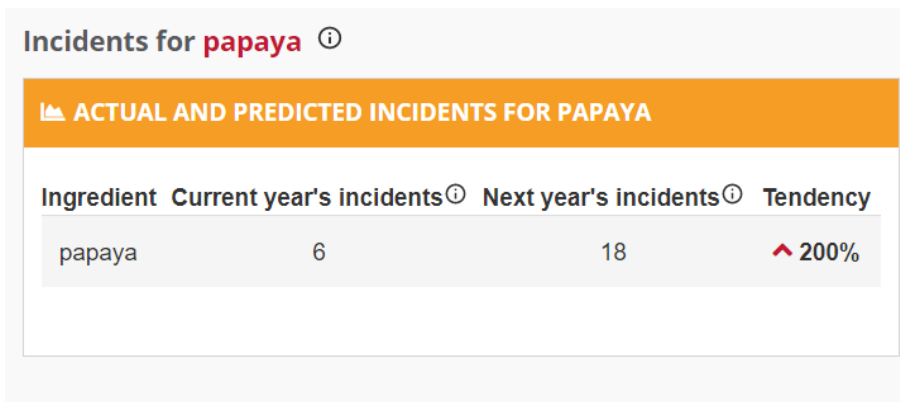
Εικόνα 11: Αναδυόμενοι κίνδυνοι για μάγκο, πηγή: FOODAKAI

6.2 Παπάνα

Τον περασμένο χρόνο υπήρξαν 6 περιπτώσεις απορρίψεων του φρούτου παπάνα ενώ προβλέπεται να πραγματοποιηθούν τριπλάσιες απορρίψεις μέσα στους επόμενους δώδεκα μήνες. Το μοντέλο έχει υπολογίσει αυτή την πρόβλεψη με ποσοστό ακρίβειας 42,5%.

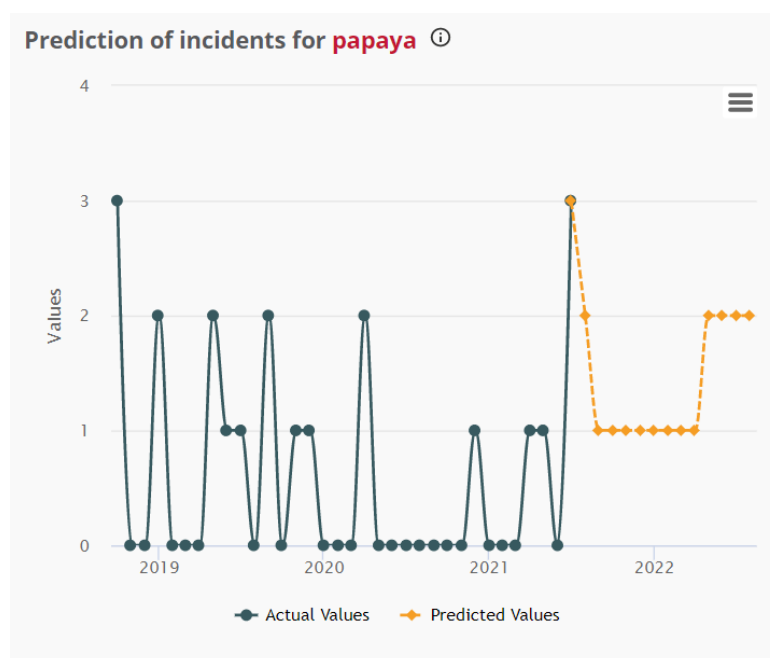
You are seeing predictions for papaya with accuracy 42.5%

Εικόνα 12: Βαθμός ακρίβειας για παπάνα, πηγή: FOODAKAI



Εικόνα 13: Αριθμός προβλέψεων για παπάνα, πηγή: FOODAKAI

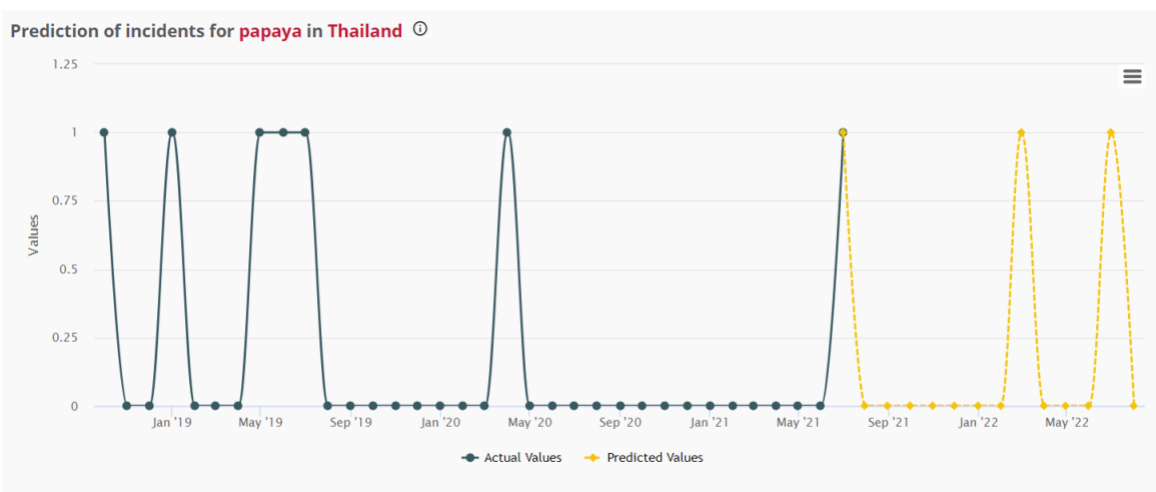
Από την εικόνα 14 φαίνεται η κατανομή ανά μήνα των περιπτώσεων απόρριψης για την παπάνα από το 2019 έως τον Αύγουστο του 2021. Επίσης, η κατανομή ανά μήνα για τα περιστατικά που έχουν προβλεφθεί.



Εικόνα 14: Κατανομή των απορρίψεων ανά μήνα (παπάνα) , πηγή: FOODAKAI



Εικόνα 15: Χάρτης περιστατικών απόρριψης για παπάνα, πηγή: FOODAKAI



Εικόνα 16: Κατανομή περιστατικών απόρριψης παπάνα με χώρα προέλευσης την Ταϊλάνδη, πηγή: FOODAKAI

Από τον χάρτη (εικόνα 15) βγαίνει το συμπέρασμα πως τα περισσότερα περιστατικά των μάνγκο θα έχουν χώρα προέλευσης την Ταϊλάνδη με 5 περιστατικά, ακολουθούν το Μεξικό, η Ινδία, η Βραζιλία και το Εκουαδόρ με λιγότερες περιπτώσεις ως χώρες προέλευσης. Ιδιαίτερο

ενδιαφέρον παρουσιάζει η εικόνα 16 καθώς δείχνει η κατανομή ανά μήνα των περιστατικών απόρριψης παπάνας που έχουν χώρα προέλευσης την Ταϊλάνδη.

Η εικόνα 17 παρουσιάζει τους κινδύνους που φαίνεται να έχουν αυξητική τάση για τους επόμενους δώδεκα μήνες. Συγκεκριμένα, οι απορρίψεις λόγω γενετικά τροποποιημένης παπάνας θα διπλασιαστούν ενώ παράλληλα, οι απορρίψεις εξαιτίας της παρουσίας φυτοπροστατευτικών προϊόντων (μυκητοκτόνο, tebuconazole) θα αυξηθούν. Επίσης προβλέπεται η προσβολή της καλλιέργειας με σαλμονέλα. Από την εικόνα 18 προκύπτει πως για πρώτη φορά έπειτα από 40 χρόνια, προβλέπεται να υπάρξει χρήση της χημικής ένωσης sunset yellow FCF η οποία είναι δηλητηριώδης και θα οδηγήσει στην απόρριψη του προϊόντος.

Hazards likely to increase for **papaya** ⓘ

Hazard	Current year's incidents ⓘ	Next year's incidents ⓘ	Tendency
unauthorised genetically modified ⓘ	2	4	100%
tebuconazole ⓘ		3	-
salmonella ⓘ		1	-
prochloraz ⓘ		0	-

Εικόνα 17: Κίνδυνοι με αυξητική τάση για την παπάνα, πηγή: FOODAKAI

Emerging risks identified for papaya

EMERGING HAZARDS	
Hazards	
unauthorised use of colour e 110 - sunset yellow fcf	New

Εικόνα 18: Αναδυόμενοι κίνδυνοι για παπάνα, πηγή: FOODAKAI

6.3 Ανανάς

Τα περιστατικά απόρριψης του φρούτου ανανά για τον επόμενο χρόνο προβλέπεται να είναι περίπου το ίδιο σε αριθμό με εκείνα του προηγούμενου χρόνου με σχετικά μικρή μείωση. Η πρόβλεψη αυτή υπολογίστηκε από το μοντέλο με βαθμό ακρίβειας 30,1%.

You are seeing predictions for pineapples with accuracy 30.1%

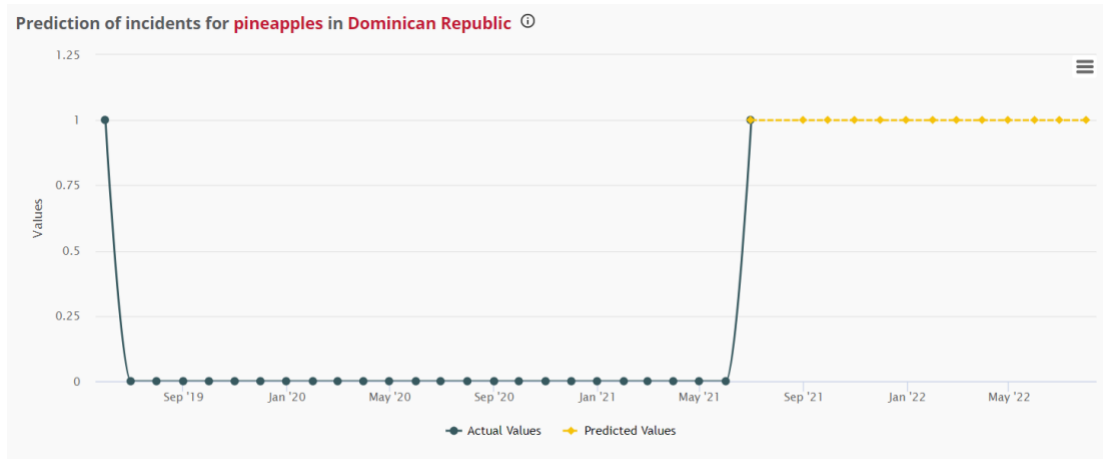
Εικόνα 19: Βαθμός ακρίβειας για ανανά, πηγή: FOODAKAI

Incidents for pineapples ⓘ			
ACTUAL AND PREDICTED INCIDENTS FOR PINEAPPLES			
Ingredient	Current year's incidents ⓘ	Next year's incidents ⓘ	Tendency
pineapples	15	14	▼ 7%

Εικόνα 20: Αριθμός προβλέψεων για ανανά, πηγή: FOODAKAI

Στην εικόνα 21 παρουσιάζεται η κατανομή των περιστατικών ανά μήνα. Από τον Αύγουστο του 2021 έως τον Απρίλιο 2022 αναμένονται ένα περιστατικά απόρριψης ανανά, ένα για κάθε μήνα.

Συμπληρωματικά στην εικόνα 23 προβάλλεται το πως αναμένεται να γίνει η κατανομή των απορρίψεων ανά μήνα.



Εικόνα 23: Κατανομή περιστατικών απόρριψης αναανά με χώρα προέλευσης την Δομινικανή Δημοκρατία, πηγή: FOODAKAI

Παρατηρείται πως η χρήση του συστηματικού οργανοφωσφορικού εντομοκτόνου και ακαρεοκτόνου omethoate, προβλέπεται να αυξηθεί στις καλλιέργειες του ανανά, γεγονός που θα οδηγήσει σε περιστατικό απόρριψης. Ενώ, στην εικόνα 25 τονίζεται πως το μοντέλο δεν έχει υπολογίσει την παρουσία κάποιου νέου κινδύνου στον ανανά, ο οποίος δεν έχει εμφανιστεί τα τελευταία 40 χρόνια.

Hazards likely to increase for pineapples ⓘ

HAZARDS LIKELY TO INCREASE			
Hazard	Current year's incidents ⓘ	Next year's incidents ⓘ	Tendency
omethoate ↗		2	-

Εικόνα 24: Κίνδυνοι με αυξητική τάση για την ανανά, πηγή: FOODAKAI

Emerging risks identified for pineapples

EMERGING HAZARDS
Hazards No emerging hazards for pineapples

Εικόνα 25: Αναδυόμενοι κίνδυνοι για ανανά, πηγή: FOODAKAI

6.4 Αβοκάντο

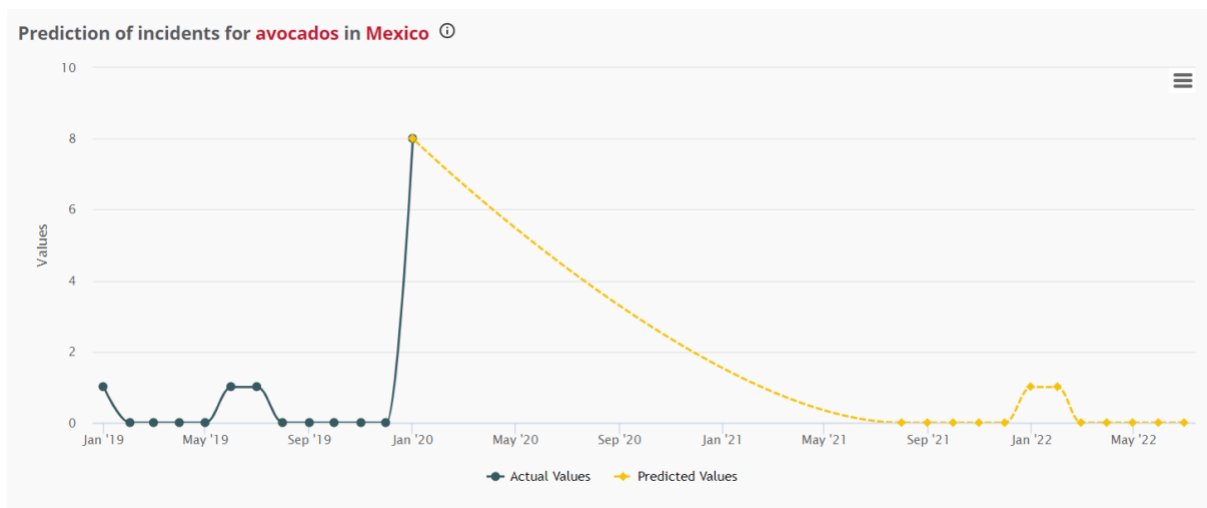
Ομοίως με τον ανανά, στην περίπτωση του αβοκάντο αναμένεται μικρή μειωτική τάση των περιστατικών απόρριψης τον επόμενο χρόνο συγκριτικά με τον προηγούμενο. Αυτή η πρόβλεψη έχει υπολογιστεί με βαθμό ακρίβειας 94%.

You are seeing predictions for avocados with accuracy 94.0%

Εικόνα 26: Βαθμός ακρίβειας για αβοκάντο, πηγή: FOODAKAI



Εικόνα 29: Χάρτης περιστατικών απόρριψης για αβοκάντο, πηγή: FOODAKAI



Εικόνα 30: Κατανομή περιστατικών απόρριψης αβοκάντο με χώρα προέλευσης το Μεξικό, πηγή: FOODAKAI

Αυξητική τάση όσον αφορά τους κινδύνους στους καρπούς του αβοκάντο θα σημειωθεί τόσο στους χημικούς όσο στους βιολογικούς. Συγκεκριμένα, παρουσιάζεται και προβλέπεται από το μοντέλο πως το πυρεθροειδές εντομοκτόνο, bifenthrin, το μέταλλο cadmium και το βακτήριο *listeria monocytogenes*, θα είναι οι κύριοι κίνδυνοι αυξητικής τάσης για τους θα

πραγματοποιηθούν περιστατικά απόρριψης του αβοκάντο (εικόνα 31). Ωστόσο, το μοντέλο δεν προέβλεψε την εμφάνιση κάποιου κινδύνου, ο οποίος να μην έχει βρεθεί τα τελευταία 40 χρόνια στο αβοκάντο (εικόνα 32).

Hazards likely to increase for avocados ⓘ

HAZARDS LIKELY TO INCREASE

Hazard	Current year's incidents ⓘ	Next year's incidents ⓘ	Tendency
bifenthrin ↗		18	-
cadmium ↗	1	3	200%
listeria monocytogenes ↗		2	-

Εικόνα 31: Κίνδυνοι με αυξητική τάση για το αβοκάντο, πηγή: FOODAKAI

Emerging risks identified for avocados

EMERGING HAZARDS

Hazards
No emerging hazards for avocados

Εικόνα 32: Αναδυόμενοι κίνδυνοι για αβοκάντο, πηγή: FOODAKAI

Οι πληροφορίες που προβάλλονται είναι χρήσιμες και μπορούν να κατευθύνουν την επιλογή ή τον έλεγχο των πρώτων υλών/τελικών προϊόντων. Αξίζει να σημειωθεί πως τα ιστορικά δεδομένα τα οποία αξιοποιούνται ώστε να υπολογιστούν οι προβλέψεις, προέρχονται από 75 διαφορετικές πηγές (Φορείς Ελέγχου Τροφίμων). Ανάμεσα σε αυτές βρίσκονται οι FDA, Canadian Food Inspection Agency, Ministry of Health, Labour and Welfare Japan, Hellenic Food Authority (EFET), UK Food Standards Agency κ.ά.

Βέβαια, όπως έχει προαναφερθεί οι προβλέψεις υπολογίζονται από το μοντέλο λαμβάνοντας υπόψιν μόνο την εποχικότητα των δεδομένων. Ωστόσο, αυτός δεν είναι ο μόνος παράγοντας ο οποίος μπορεί να επηρεάσει την πρόβλεψη της εμφάνισης ενός κινδύνου στο τρόφιμο. Σίγουρα όμως, αποτελεί βασικό παράγοντα για αυτό τον υπολογισμό. Από την πλευρά της επιστήμης τεχνολογίας τροφίμων, η πρόβλεψη θα ήταν πιο ολοκληρωμένη αν χρησιμοποιούταν μία πιο ολιστική προσέγγιση. Δηλαδή, εάν στους παράγοντες για την εκτίμηση της πρόβλεψης συμπεριλαμβάνονταν και άλλοι επιστημονικοί παράγοντες, οι οποίοι επηρεάζουν την εμφάνιση ενός κινδύνου. Για παράδειγμα, τα καιρικά φαινόμενα ανά περιοχή καθώς και το κλίμα (βροχές, καύσωνας, ξηρασία/τροπικό, εύκρατο κλίμα) επηρεάζουν κατά πολύ την κατάσταση μιας καλλιέργειας και την επιρρέπεια της για προσβολή από ένα κίνδυνο. Ακόμη, σημαντικός παράγοντας μπορεί να είναι ο όγκος της παραγωγής ενός προϊόντος. Καθώς ο όγκος της παραγωγής ή του διαθέσιμου γόνιμου εδάφους για καλλιέργεια φρέσκων προϊόντων ακόμη και ο ανταγωνισμός είναι δυνατόν να οδηγήσουν στην εμφάνιση ενός κινδύνου. Φυσικά, για τον συσχετισμό και την σύνδεση όλων των παραγόντων με σκοπό την παραγωγή μιας τέλει πρόβλεψης, απαιτείται να γίνουν αρκετές μελέτες και πειραματισμοί. Αρκετοί ερευνητές έχουν ξεκινήσει μελέτες όπου πραγματεύονται ακριβώς αυτό το ζήτημα. Το γεγονός πως το κλίμα, ο καιρός και άλλοι γεωργικοί παράγοντες είναι ικανοί να βοηθήσουν στην πρόβλεψη ενός συμβάντος στην ασφάλεια τροφίμων.

Ένα παράδειγμα αποτελεί και η μελέτη των Yamine Bouzembrak και Hans J.P.Marvin μέλη του οργανισμού RIKILT του Πανεπιστημίου Wageningen, οι οποίοι ερεύνησαν τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ διαφορετικών γεωργικών παραγόντων και ορισμένων προϊόντων της αλυσίδας τροφίμων. Συγκεκριμένα, μέσω στατιστικών μοντέλων επιχείρησαν να προσδιορίσουν/ποσοτικοποιήσουν τη σχέση μεταξύ κινδύνων από τις δημοσιεύσεις του RASFF για την χρονική περίοδο 2005 έως 2015, και ορισμένων γεωργικών παραγόντων όπως το κλίμα και οι οικονομικοί

παράγοντες. Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν αφορούσαν φρούτα και λαχανικά που είχαν χώρες προέλευσης την Ινδία, την Τουρκία και την Ολλανδία. Η ακρίβεια πρόβλεψης των κινδύνων έφτασε στο 95%. Οι παράγοντες οι οποίοι είχαν τη μεγαλύτερη συμβολή στην πρόβλεψη κινδύνων ήταν το προϊόν, η χώρα προέλευσης, η γεωργική αξία, η ετήσια παραγωγή, η χώρα που κοινοποίησε το γεγονός και το μέγιστο επιτρεπόμενο όριο χημικών ουσιών. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν πως η συγκεκριμένη στατιστική μέθοδος μπορεί να βοηθήσει στην πρόβλεψη κινδύνων των φρούτων και λαχανικών σε συνδυασμό με τους γεωργικούς παράγοντες.

7. Συμπεράσματα

Η ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας και η εισχώρηση της σε όλες τις επιστήμες είναι αδιάψευστο γεγονός. Έτσι και στην επιστήμη τεχνολογίας τροφίμων η ανάπτυξη καινοτόμων εργαλείων τεχνητής νοημοσύνης αναμφισβήτητα βοηθά στην εξέλιξη της διαδικασίας διαχείρισης της ασφάλειας τροφίμων. Ωστόσο, οι πληροφορίες και τα δεδομένα που είναι διαθέσιμα σε ό,τι αφορά τα τρόφιμα είναι υπέρογκα και ανομοιογενή, γεγονός που καθιστά ακόμη πιο δύσκολη την διαδικασία σωστής διαχείρισής τους. Στις ημέρες μας καταγράφονται τα πάντα από την στιγμή που ξεκινά η καλλιέργεια ενός προϊόντος μέχρι τη στιγμή που θα φτάσει στα χέρια του καταναλωτή. Ίσως όμως να μην είναι όλες οι πληροφορίες χρήσιμες και να δημιουργούν σύγχυση παρά να εξυπηρετούν τον σκοπό. Επομένως, είναι απαραίτητο να γίνεται συλλογή και επεξεργασία των σωστών δεδομένων/παραγόντων που βοηθούν το εκάστοτε ζήτημα ασφάλειας τροφίμων.

Τα τελευταία χρόνια οι προγνωστικές αναλύσεις και η εφαρμογή τους στην παγκόσμια αλυσίδα τροφίμων για τον εντοπισμό πιθανών κινδύνων είναι σίγουρα επίκαιρο ζήτημα. Πλέον, οι βιομηχανίες τροφίμων αναζητούν όλους τους πιθανούς τρόπους να προλαμβάνουν την ανάπτυξη κινδύνων οι οποίοι απειλούν τα προϊόντα τους και όχι να αντιδρούν όταν εκείνοι έχουν ήδη εμφανιστεί. Οι επιστήμονες έχουν προχωρήσει στην μελέτη και ανάπτυξη καινοτόμων εργαλείων με σκοπό τον υπολογισμό της επικινδυνότητας αλλά και την πρόβλεψη κινδύνων μιας

πρώτης ύλης. Όπως έγινε αναφορά στο προηγούμενο κεφάλαιο, η διαδικασία ανάπτυξης μοντέλων βαθείας εκμάθησης για την πρόβλεψη κινδύνων απαιτεί την προσφορά πολλών και διαφορετικών παραγόντων. Καθώς η ανάπτυξη πολλών κινδύνων ασφάλειας των τροφίμων οδηγούνται από παράγοντες εντός και εκτός της αλυσίδας τροφίμων. Ανάμεσα σε αυτούς βρίσκεται η γνώση της ιστορικότητας εμφάνισης των κινδύνων για ένα συγκεκριμένο τρόφιμο καθώς και οι ίδιοι παράγοντες που επηρεάζουν την εμφάνιση ενός κινδύνου, οι κλιματικές/καιρικές συνθήκες αλλά και παράγοντες όπως οικονομικοί και η ανθρώπινη συμπεριφορά. Βέβαια, κρίνεται απαραίτητη η ανάπτυξη νέων ερευνών οι οποίες θα μελετούν τις αλληλεπιδράσεις και συνδέσεις μεταξύ των διαφορετικών παραγόντων με στόχο την έυρεση της κατάλληλης «συνταγής» για την παραγωγή της τέλειας πρόβλεψης κινδύνων.

Αξίζει να σημειωθεί πως τα πλεονεκτήματα της χρήσης μια τέτοιας τεχνολογίας είναι πολυάριθμα. Η πρόγνωση και πρόληψη ενός κινδύνου δεν βοηθά μόνο τις βιομηχανίες τροφίμων ως προς το οικονομικό τους συμφέρον, αποτρέποντάς τες από την ζημία. Αλλά τις αποτρέπει ακόμη και από την απώλεια της εμπιστοσύνης των καταναλωτών και την κακή φήμη της μάρκας, η οποία υπόκειται έπειτα από ένα περιστατικό απόρριψης κάποιου προϊόντος της (brand trust and reputation damage). Παρ' όλα αυτά το πιο σημαντικό πλεονέκτημα είναι η μείωση των περιστατικών απόρριψης και επομένως η μείωση έκθεσης των καταναλωτών σε τρόφιμα ακατάλληλα για κατανάλωση. Τέλος, από παγκόσμια περιβαλλοντική άποψη η πρόληψη κινδύνων και επομένως η μείωση των περιπτώσεων ανακλήσεων οδηγεί σε σημαντική μείωση της σπατάλης τροφίμων (food waste management) υποστηρίζοντας το σχέδιο για την εξέλιξη της παγκόσμιας αλυσίδας τροφίμων σε ένα περισσότερο βιώσιμο περιβάλλον.

Βιβλιογραφία

Ελληνική βιβλιογραφία:

Βασιλακάκης, Μ. Δ. (2016). Ειδική Δενδροκομία, Αβοκάντο. Στο Μ. Δ. Βασιλακάκης, *Γενική και Ειδική Δενδροκομία*. Θεσσαλονίκη: Άγι- Σάββα Δ. Γαρταγάνη.

Βασιλόπουλος, Δ. (2012). *ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ: ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΦΥΤΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΣΕ ΤΡΟΠΙΚΑ ΚΑΙ ΥΠΟΤΡΟΠΙΚΑ ΦΥΤΑ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ*. ΚΑΛΑΜΑΤΑ: ΤΕΙ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣΣΧΟΛΗ. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣΤΜΗΛΑ. ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ.

Γενική Διεύθυνση Φυτικής Παραγωγής. (2011). *ΥΠΟΤΡΟΠΙΚΑ ΦΥΤΑ*. Ανάκτηση από http://www.minagric.gr/greek/data/ipotropika_fyta.pdf

Δαγρές, Ε. (2019). *Αξιολόγηση της αλλοίωσης τροφίμων φυτικής προέλευσης σε διαφορετικές συνθήκες συντήρησης και συσκευασίας με τη χρήση κλασικών τεχνικών και ταχέων μη παρεμβατικών μεθόδων-αισθητήρων*. Αθήνα: Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Ευρωπαϊκό Εκλεκτικό Συνέδριο. (2020). *Ορθολογική χρήση των φυτοπροστατευτικών προϊόντων: περιορισμένη η πρόοδος όσον αφορά τη μέτρηση και τη μείωση των κινδύνων*. Λουξεμβούργο: Ευρωπαϊκή Ένωση.

Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο. (2020). Ανάκτηση από <https://www.europarl.europa.eu/news/el/headlines/society/20200827STO85804/ti-einai-i-techniti-noimosuni-kai-pos-chrisimopoieitai>

ΕΦΕΤ. (2017). *ΟΔΗΓΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΤΩΝ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΣΕ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΤΟΝ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟ ΤΗΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ*. ΕΦΕΤ.

Καραβίτη, Σ. (2006). *Η ανάπτυξη και εφαρμογή του ΗΑΟΟΡ στην τυποποίηση, συσκευασία και αποθήκευση της κορινθιακής & σουλτανίνας σταφίδας*. Καλαμάτα: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ, ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ .

Κοκάς, Χ. (2014). *Παράγοντες που επηρεάζουν τη Συσκευασία Τροφίμων*. Χανιά: ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ.

- Λιόλιου, Ε. (2009). *Μελέτη της επίδρασης ζυμών και γαλακτικών βακτηρίων στη συγκέντρωση ωχρατοξίνης Α σε εργαστηριακά θρεπτικά υποστρώματα*. Αθήνα: Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Λουπάκη , Ε. (2009). *ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ: ΦΥΤΟΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ*. Ηράκλειο.
- ΝΤΟΥΜΟΣ, Κ. (2018). *ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ: ΜΕΛΕΤΗ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ ΒΙΟΤΥΠΩΝ ΗΡΑΣ (*Lolium rigidum* Gaud.) ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΔΟΣΕΙΣ ΖΙΖΑΝΙΟΚΤΟΝΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ*. ΑΘΗΝΑ: ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ.
- Παπαδάκης, Σ. (2018). Συσκευασία σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα. Στο Σ. Ε. Παπαδάκης, *Συσκευασία Τροφίμων* (σσ. 467-489). Αθήνα: Εκδόσεις Τζιόλα.
- Πουλτίδου , Ε. (2019). “*Εφαρμογή Συστήματος HACCP - Ανάλυση επικινδυνότητας στα κρίσιμα σημεία ελέγχου της παραγωγικής διαδικασίας συσκευασμένων κρεάτων και κρεατοπαρασκευασμάτων*”. Λήμνος: ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ, ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΣΧΟΛΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ.
- Σιδηρά, Χ. (2008). *Μικροβιακοί κίνδυνοι φρέσκων φρούτων και λαχανικών*. Καλαμάτα: Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Καλαμάτας.
- ΣΟΥΧΛΑΣ, Β. (2019). *Διαχείριση φυτοπροστασίας θρίπα (*Frankliniella occidentalis*), με βάση επιστημονικά δεδομένα για την ανθεκτικότητα και συμβατότητα εγκεκριμένων φυτοφαρμάκων με βιολογικά σκευάσματα*. Αθήνα: Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Τζιάπρας, Κ. (2007). *Πτυχιακή διατριβή: Επισκόπηση ζιζανίων σε καλλιέργειες εσπεριδοειδών, φασολιού και ελιάς περιφέρειας Λευκωσίας*. Βόλος: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
- ΤΡΥΦΙΝΟΠΟΥΛΟΥ , Ε. (2018). *ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ: Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΤΩΝ ΦΥΤΟΦΑΡΜΑΚΩΝ ΣΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ*. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ: ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΑΝΟΙΧΤΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ, ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ, ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ.
- Τσάκνης. (2018). *Ποιότητα και Ασφάλεια Τροφίμων και Ποτών*. Εκδόσεις Τζιόλα.

Ξένη βιβλιογραφία:

Britannica, The Editors of Encyclopaedia. "papaya". *Encyclopedia Britannica*, 17 May. 2019, <https://www.britannica.com/plant/papaya>. Accessed 24 August 2021.

Caballero, B., Finglas, P., & Told, F. (2016). *Encyclopedia of Food and Health*.

Duarte, P. F., Chaves, M. A., Borges, C. D., & Mendonça, C. B. (2016). Avocado: characteristics, health benefits and uses. Στο *FOOD TECHNOLOGY* (σσ. p.747-754).

FAO. (2019). *MAJOR TROPICAL FRUITS Market Review 2017*. Ανάκτηση από http://www.fao.org/fileadmin/templates/est/COMM_MARKETS_MONITORING/Tropical_Fruits/Documents/CA2895EN.pdf

FAO. (2020). *MAJOR TROPICAL FRUITS Market Review 2019*. Ανάκτηση από <http://www.fao.org/3/cb0834en/CB0834EN.pdf>

FDA. (2021, February 2). New Era of Smarter Food Safety Blueprint, Modern Approaches for Modern Times. United States.

Heong, K., Escalada, M., & Mai, V. (1994). An analysis of insecticide use in rice: Case studies in the Philippines and Vietnam . Στο *International Journal of Pest Management* (σσ. 173-178).

Hussain, M. A., & Gooneratne, R. (2017, March 21). *Understanding the Fresh Produce Safety Challenges*. Ανάκτηση από <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5368542/pdf/foods-06-00023.pdf>

Khadir, M. T., & Ringwood, J. (2003). LINEAR AND NONLINEAR MODEL PREDICTIVE CONTROL DESIGN FOR A MILK PASTEURIZATION PLANT. *Control and Intelligent Systems*.

Lin, X., Zhang, Z., Wu, B., & Liu, J. (2021). *Temporal variability of organophosphate insecticide metabolites over one year in Chinese adults*.

- Medina, J. D., & García, H. S. (2005). *PINEAPPLE: Post-harvest Operations*. FAO.
- Michalis M. Efstratiadis, A. C. (2009). Implementation of ISO 9000 to the food industry: an overview. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 459-473.
- Morton, J. F. (1987). *Fruits of warm climates*. Miami, FL: Creative Resource Systems, Inc. , Box 890, Winterville, N.C. 28590.
- Mossler, M., & Crane, J. (2002). *Florida Crop/Pest Management Profile: Papaya*. University of Florida.
- Murray, T., Miles, C., & Daniels, C. (2013). *Natural Insecticides*.
- SafeFood Team Alliance. (2019, January 13). *The History of HACCP*. Ανάκτηση από Safe food ALLIANCE: <https://safefoodalliance.com/haccp/the-history-of-haccp/>
- Saúco, V. G., Herrero, M., & Hormaza , J. I. (2014). Tropical and Subtropical Fruits. Στο G. R. Dixon, & D. E. Aldous, *Horticulture: Plants for People and Places, Volume 1* (σσ. 123-158).
- Taylor, S. J., & Letham, B. (2017, September 27). Forecasting at scale. *PeerJ*.
- TFNET NEWS COMPILATION . (2016, May 10). *PINEAPPLE – Common Varieties*. Ανάκτηση από INTERNATIONAL TROPICAL FRUITS NETWORK: <https://www.itfnet.org/v1/2016/05/pineapple-common-varieties/>
- Yamine Bouzembrak, Hans J.P. Marvin, Impact of drivers of change, including climatic factors, on the occurrence of chemical food safety hazards in fruits and vegetables: A Bayesian Network approach, *Food Control*, Volume 97, 2019, Pages 67-76, ISSN 0956-7135, <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2018.10.021>.
(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095671351830522X>)