



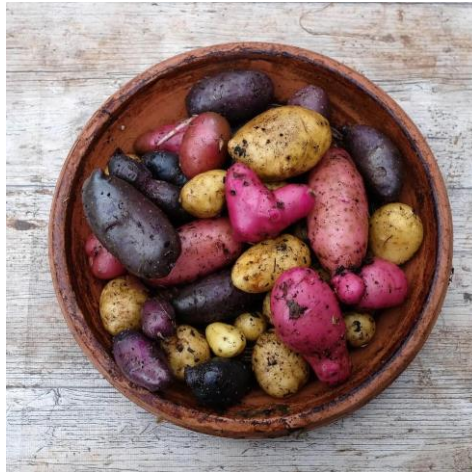
**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ:

**«Αξιολόγηση ποικιλιών πατάτας με διάφορους χρωματισμούς σάρκας
και φλοιού σε καλλιέργεια στον αγρό»**

**«The evaluation of potato cultivars with different flesh and peel color
under field conditions»**



ΣΤΑΥΡΟΥ ANNA-ΛΑΜΠΡΙΝΗ Α.Μ.: 0417117 ΑΕΜ.: 02229

Επιβλέπων καθηγητής: Πετρόπουλος Σπυρίδων

Βόλος, 2023

Μέλη τριμελούς επιτροπής:

1. Πετρόπουλος Σπυρίδων, Αναπληρωτής Καθηγητής (ως επιβλέπων μέλος ΔΕΠ)
2. Δαναάτος Νικόλαος, Καθηγητής
3. Καρκάνης Ανέστης, Αναπληρωτής καθηγητής

Υπεύθυνη Δήλωση

«Ο κάτωθι υπογεγραμμένος φοιτητής έχω επίγνωση των συνεπειών του Νόμου περί λογοκλοπής και δηλώνω υπεύθυνα ότι είμαι συγγραφέας αυτής της Πτυχιακής Εργασίας, έχω δε αναφέρει στην βιβλιογραφία μου όλες τις πηγές τις οποίες χρησιμοποίησα και έλαβα ιδέες ή δεδομένα. Δηλώνω επίσης ότι, οποιοδήποτε στοιχείο ή κείμενο το οποίο έχω ενσωματώσει στην εργασία μου προερχόμενο από βιβλία ή άλλες εργασίες ή το διαδίκτυο, γραμμένο ακριβώς ή παραφρασμένο, το έχω πλήρως αναγνωρίσει ως πνευματικό έργο άλλου συγγραφέα και έχω αναφέρει ανελλιπώς το όνομά του και την πηγή προέλευσης. Επίσης δηλώνω ότι η παρούσα πτυχιακή εργασία εκπονήθηκε σύμφωνα με τον κανονισμό εκπόνησης πτυχιακής εργασίας του ΤΓΦΠΑΠ».

Η Φοιτήτρια,

Σταύρου Άννα-Λαμπρινή

Ευχαριστίες

Ευχαριστώ τους καθηγητές μου και ιδιαίτερα τον κ. Σπυρίδωνα Πετρόπουλο, για την καθοδήγηση και την υποστήριξη που μου παρείχε καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της εργασίας και για την άψογη συνεργασία που είχαμε για την επιτυχή παρουσίαση της. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου για τη συμπαράστασή τους όλα αυτά τα χρόνια καθώς και την αδερφή μου και τον σύντροφό μου για τη βοήθειά και τη συμβολή τους στην ολοκλήρωση της διπλωματικής αυτής.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	7
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	8
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ	9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1:	12
1.1. Προέλευση και παγκόσμια παραγωγή πατάτα.....	12
1.2. Βοτανικά χαρακτηριστικά.....	14
1.3 Πολλαπλασιασμός πατάτας.....	15
1.4. Εδαφοκλιματικές συνθήκες.....	16
1.5. Ποικιλίες πατατών.....	17
1.6. Σημασία βάρους κονδύλων και απόδοση ανά ποικιλία.....	19
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. Η τεχνική της καλλιέργειας της πατάτας	21
2.1. Άρδευση.....	21
2.2. Λίπανση.....	21
2.3. Σκάλισμα.....	22
2.4. Συγκομιδή.....	22
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Ο ρόλος της πατάτας στην ανθρώπινη διατροφή	23
3.1. Πρωτεΐνες	24
3.2. Λιπίδια.....	24
3.3. Βιταμίνες & μέταλλα	25
3.4. Οργανικά Οξέα.....	25
3.5. Σάκχαρα.....	25
3.6. Γλυκοαλκαλοειδή.....	26
3.7. Αντιοξειδωτικά.....	26
1. Ανθοκυανίνες.....	27
2. Καροτενοειδή.....	29
3.8. Η σημασία του φλοιού της πατάτας	29
3.9. Σημασία των πρόσθετων τροφίμων στη σύγχρονη διατροφή.....	30
3.10. Σκοπός μελέτης	31

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Υλικά και Μέθοδοι.....	32
4.1 Περιγραφή πειράματος.....	32
4.2. Συγκομιδή και διαδικασία μέτρησης.....	33
4.3. Μέθοδοι εργαστηριακών αναλύσεων.....	35
4.4. Χημικές Αναλύσεις.....	36
4.4.1. Διατροφικές Αναλύσεις.....	36
Υγρασία.....	36
Τέφρα.....	36
Ακατέργαστη πρωτεΐνη.....	37
Ακατέργαστο λίπος.....	37
4.5. Ανάλυση Φυσικών Ιδιοτήτων.....	38
4.5.1. Χρώμα κονδύλων	38
4.5.2. Ανάλυση υφής	39
4.5.3. Αντιοξειδωτική Δραστηριότητα.....	39
4.6. Στατιστική ανάλυση.....	40
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Αποτελέσματα-Συζήτηση.....	41
5.1. Αποτελέσματα μετρήσεων βάρους.....	41
5.2. Χημική ανάλυση.....	46
5.3 Φυσικές Ιδιότητες.....	48
5.4: Αντιοξειδωτική δράση.....	54
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Συμπεράσματα.....	56
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 : Βιβλιογραφία.....	58

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Παραγωγή πατάτας παγκοσμίως το 2021 (FAO, 2023)	13
Εικόνα 2: Οι 10 κύριες χώρες παραγωγή πατάτας 2021 (FAO, 2023).....	13
Εικόνα 3: Blaue Anneliese.....	17
Εικόνα 4: Violet Queen.....	17
Εικόνα 5: Schwarzer Teufel.....	18
Εικόνα 6: Blaue Neuseelander.....	18
Εικόνα 7: Purple Rain	18
Εικόνα 8: Black Eye.....	18
Εικόνα 9: Kefermarkter Zuchtstamm.....	18
Εικόνα 10: Lily rose.....	18
Εικόνα 11: Ποικιλία Liseta, Μάρτυρας.....	19
Εικόνα 12: Διατροφική αξία κονδύλου ανά 100 g νωπού προϊόντος (Campos & Ortiz, 2019).....	23
Εικόνα 13: Δομή των κυριότερων ανθοκυανινών (Crozier et al., 2009).....	27
Εικόνα 14: Κόνδυλοι πριν την φύτευση.....	32
Εικόνα 15: Φύτευση στο αγρόκτημα.....	32
Εικόνα 16: Συγκομιδή κονδύλων.....	32
Εικόνα 17: Οι 3 κατηγορίες των ποικιλιών.....	33
Εικόνα 18: 29 πατάτες και οι φλοιοί τους αφότου μετατράπηκαν σε σκόνη.....	36
Εικόνα 19. Κλίβανος για προσδιορισμό της περιεκτικότητας σε τέφρα.....	37
Εικόνα 20: Protein Digester.....	37
Εικόνα 21: Αποστακτήρας Kjeldahl.....	37
Εικόνα 22: Εξαγωγέας Soxhlet.....	38
Εικόνα 23: Φορητό χρωματόμετρο CR 400.....	38
Εικόνα 24: Αναλυτής υφής.....	39
Εικόνα 25 : Χρωματική απεικόνιση των δειγμάτων της σάρκας σε νωπή αποξηραμένη με κατάψυξη μορφή	50
Εικόνα 26: Χρωματική απεικόνιση των δειγμάτων φλοιών σε νωπή αποξηραμένη με κατάψυξη μορφή.....	52

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Απεικόνιση αριθμού πατατόσπορων που φυτεύτηκαν και φυτών κατά την συγκομιδή.....	33
Πίνακας 2: Ποικιλίες που χρησιμοποιήθηκαν.....	34
Πίνακας 3.α: Αποτελέσματα μετρήσεων βάρους και αποδόσεις ανά 1000m ²	41
Πίνακας 3.β: Αποτελέσματα βάρους των τριών κατηγοριών.....	44
Πίνακας 4: Εκατοστιαία σύνθεση των σαρκών των κονδύλων εκφρασμένη σε g/100 g νωπού βάρους (fw), σε kcal/100 g fw και kJ/100 g fw.....	47
Πίνακας 5: Συντεταγμένες L*, a* και b* των νωπών και του ψυχρά αποξηραμένων δειγμάτων της σάρκας των κονδύλων.....	48
Πίνακας 6: Συντεταγμένες L*, a* και b* των νωπών και του ψυχρά αποξηραμένων δειγμάτων φλοιών των κονδύλων.....	51
Πίνακας 7: Προφίλ υφής, pH και aW των δειγμάτων της σάρκας των κονδύλων.....	53
Πίνακας 8: Ανάλυση TBARS των πέντε καλύτερων δειγμάτων από σάρκα και φλοιό.....	55

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

Γράφημα 1: Απεικόνιση αποδόσεων ανά 1000m ² των ποικιλιών σε αυξητική σειρά.	43
Γράφημα 2: Απεικόνιση του ποσοστού των κονδύλων της κάθε κατηγορίας σε κάθε ποικιλία.....	46

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η πατάτα (*Solanum tuberosum* L.) θεωρείται σήμερα από τις σημαντικότερες καλλιέργειες παγκοσμίως, ενώ συμβάλει στην ανθρώπινη διατροφή με την κατανάλωσή των κονδύλων της για χιλιάδες χρόνια. Αποτελεί σημαντική πηγή υδατανθράκων, αμύλου, πρωτεϊνών, βιταμινών και μετάλλων. Οι έγχρωμες ποικιλίες εκτός των παραπάνω περιέχουν και μεγάλες ποσότητες αντιοξειδωτικών και συνεπώς θεωρούνται πιο ευεργετικές για την ανθρώπινη υγεία συγκριτικά με τις κιτρινόσαρκες-λευκόσαρκες. Την αντιοξειδωτική τους δράση την οφείλουν στις φαινολικές ενώσεις που περιέχουν, κυρίως στις ανθοκυανίνες που είναι επίσης υπεύθυνες για το μωβ ή κόκκινο χρωματισμό του κονδύλου. Σημαντική είναι η χρήση των ανθοκυανινών τις τελευταίες δεκαετίες ως φυσικές χρωστικές σε τρόφιμα και ποτά, ενώ η αυξημένη περιεκτικότητά τους στο φλοιό των έγχρωμων ποικιλιών τον καθιστά έναν καλό υποψήφιο για την εκχύλιση τέτοιων ουσιών. Στόχος του πειράματος που πραγματοποιήθηκε ήταν η σύγκριση της απόδοσης 29 έγχρωμων ποικιλιών πατάτας τόσο μεταξύ τους όσο και σε σχέση με 2 ποικιλίες μάρτυρες αναφορικά με το βάρος και τον αριθμό των παραγόμενων κονδύλων. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκαν εργαστηριακές αναλύσεις για την εξέταση του διατροφικού, χημικού και βιοδραστικού προφίλ, καθώς και των φυσικών ιδιοτήτων των 29 έγχρωμων ποικιλιών, ξεχωριστά για την σάρκα και το φλοιό των κονδύλων. Τα αποτελέσματα έδειξαν καμία έγχρωμη ποικιλία δεν κατάφερε να φτάσει τις αποδόσεις των μαρτύρων, ενώ στην πλειοψηφία τους παρήγαγαν κονδύλους μικρού και μεσαίου μεγέθους, σε αντίθεση με τους μάρτυρες που παρήγαγαν μεγάλους. Στο εργαστηριακό μέρος λόγω του μεγάλου αριθμού δειγμάτων, παρατηρήθηκε αλληλοεπικάλυψη των αποτελεσμάτων συνεπώς δεν κατάφερε να γίνει η κατηγοριοποίησή τους για τον κάθε παράγοντα και απλά να γίνεται η μελέτη ορίων και σχολιασμός τους.

Λέξεις-Κλειδιά: Πατάτα, Καλλιέργεια πατάτας, Έγχρωμες ποικιλίες, Φλοιός, Διατροφικό προφίλ.

ABSTRACT

The potato (*Solanum tuberosum* L.) is considered one of the most important crops in the world today, and has contributed to the human diet through the consumption of its tubers for thousands of years. It is an important source of carbohydrates, starch, proteins, vitamins and minerals. In addition to the above, coloured varieties contain large amounts of antioxidants and are therefore considered more beneficial to human health than yellow-white varieties. Their antioxidant activity is due to the phenolic compounds they contain, mainly anthocyanins, which are also responsible for the purple or red colouring of the tuber. The use of anthocyanins as natural colouring agents in food and drink has become important in recent decades, and their increased content in the peel of coloured varieties makes them a good candidate for the extraction of such substances. The aim of the carried out experiment was to compare the performance of 29 coloured potato cultivars with each other and with two control cultivars in terms of weight and number of tubers produced. Laboratory analyses were then carried out to examine the nutritional, chemical and bioactive profiles and physical properties of the 29 coloured varieties, separately for the flesh and peel of the tubers. The results showed that none of the coloured varieties could match the yields of the controls, and the majority of them produced small and medium sized tubers, in contrast to the controls which produced large ones. In the laboratory part, due to the large number of samples, there was an overlap of results therefore it was not possible to categorize the results for each factor; therefore, we simply studied the limits and commented on them.

Keywords: Potato, Potato cultivation, Coloured varieties, Peel, Nutritional profile.

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Προέλευση και παγκόσμια παραγωγή πατάτας

Η πατάτα (*Solanum tuberosum* L.), γνωστή και ως «γεώμηλο», είναι μία από τις πιο σημαντικές καλλιέργειες τροφίμων παγκοσμίως. Προέρχεται από τα οροπέδια των Άνδεων της νότιας Αμερικής (Χιλή, Κολομβία, Περού κ.ά.) περιοχές όπου ζούσαν Ινδιάνοι, Ίνκας και Αζτέκοι.

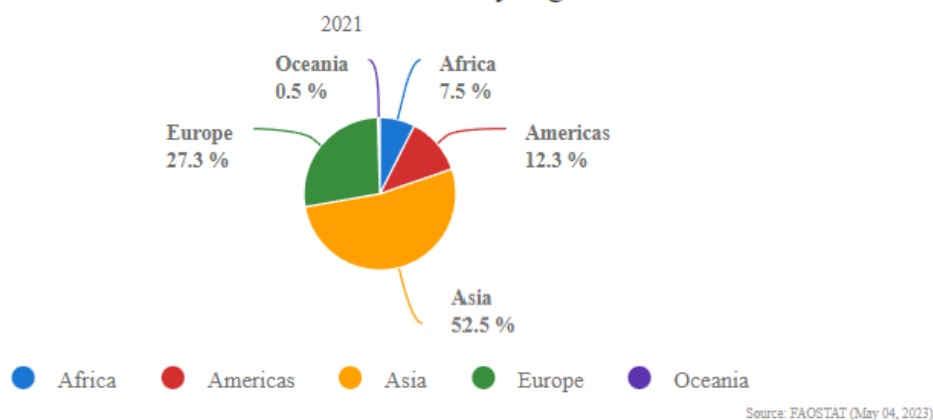
Στην Ευρώπη εισήχθη τον 15ο με 16ο αιώνα από Ισπανούς εξερευνητές όπου αντιμετώπιστηκε με καχυποψία ως καλλιέργεια λόγω του άνθους της το οποίο φέρει αρκετές ομοιότητες με τα άνθη του δηλητηριώδους φυτού της μπελαντόνας και κατ' επέκταση θεωρήθηκε και ο κόνδυλος μη εδώδιμος. Επιπλέον ήταν κοινή πεποίθηση ότι συμβάλλει σε μια ποικιλία ασθενειών όπως η λέπρα λόγω του ακανόνιστου σχήματος των κονδύλων το οποίο θύμιζε στον κόσμο τα κακοσχηματισμένα άκρα των ασθενών (De Jong, 2016). Η μορφολογία του φυτού, μαζί με την προκατάληψη απέναντι στους λαούς από όπου προήλθε, οδήγησε στην αρχική χρήση του φυτού ως έκθεμα βοτανικών κήπων. Με τον καιρό όμως άρχισε να καλλιεργείται στις περισσότερες Ευρωπαϊκές χώρες για την θρέψη των κατώτερων κοινωνικών στρωμάτων και των ζώων λόγω του χαμηλού κόστους και του όγκου της (ικανοποιούσε εύκολα το αίσθημα της πείνας) με αποτέλεσμα την εξάπλωσή της ως βασικό προϊόν διατροφής του πληθυσμού. Σε συνδυασμό με το καλαμπόκι (επίσης εισαγόμενο από την Αμερική) παρατηρήθηκε μεγάλη αύξηση προσφοράς τροφίμων η οποία είχε σημαντικό ρόλο στην αύξηση του πληθυσμού από το 1750 έως το 1850 (De Jong, 2016). Μία από τις χώρες όπου όχι μόνο χρησιμοποιήθηκε αλλά κυριάρχησε η καλλιέργεια της πατάτας ήταν η Ιρλανδία τόσο λόγω των ευνοϊκών κλιματικών, όσο και των κοινωνικοοικονομικών συνθηκών. Η προσθήκη του τρόφιμου αυτού στην ιρλανδική κουζίνα ήταν ο κύριος λόγος που την παραπάνω χρονική περίοδο παρατηρήθηκε τριπλασιασμός του πληθυσμού της χώρας. Μάλιστα η διατροφή των κατοίκων ήταν τόσο εξαρτώμενη από την πατάτα που η εμφάνιση περονόσπορου στις φυτείες του νησιού προκάλεσε λιμό με αποτέλεσμα των θάνατο εκατομμυρίων ανθρώπων μέσα σε χρονικό διάστημα 5 ετών κατά τον 19^ο αιώνα.

Στην Ελλάδα καθυστέρησε η εισαγωγή της συγκεκριμένης καλλιέργειας συγκριτικά με την υπόλοιπη Ευρώπη. Η ύπαρξη φυλλαδίου με τίτλο «Καλλιέργεια των γεωμήλων» στην Κέρκυρα, το οποίο χρονολογείτε λίγα χρόνια πριν την επανάσταση του 1821, υποδηλώνει ότι είχε ήδη αρχίσει η καλλιέργεια τουλάχιστον στα νησιά του Ιονίου αλλά η κανονική εισαγωγή της σε όλη την χώρα έγινε με το τέλος της επανάστασης χάρη στον κυβερνήτη Ιωάννη Καποδίστρια. Γενικά ένας από τους στόχους του κυβερνήτη ήταν ο εκσυγχρονισμός της γεωργίας αλλά επέλεξε συγκεκριμένα το γεώμηλο ως ένα φθινό και θρεπτικό τρόφιμο για τον λαό των μετεπαναστικών χρόνων ο οποίος οριακά λιμοκτονούσε. Η αρχή πραγματοποιήθηκε στην Αίγινα το 1828 και στην συνέχεια η καλλιέργεια επεκτάθηκε και στην υπόλοιπη Ελλάδα.

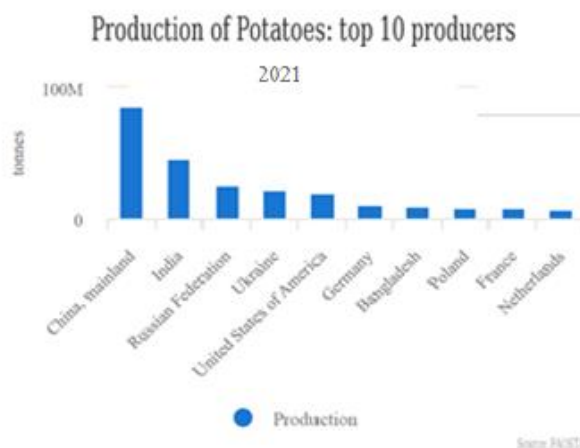
Σήμερα οι πατάτες είναι η τρίτη σημαντικότερη καλλιέργεια τροφίμων στον κόσμο και καταναλώνονται τακτικά από δισεκατομμύρια ανθρώπους. Η πατάτα

καλλιεργείται σε 150 χώρες σε έκταση μεγαλύτερη των 20 εκατομμυρίων εκταρίων ενώ η συνολική παγκόσμια παραγωγή της το 2020 κυμάνθηκε στους 359 εκατομμύρια τόνους, σημειώνοντας αύξηση σε σχέση με τους 333,6 εκατομμύρια τόνους παραγωγής του 2010 (FAOSTAT, 2022). Η χώρα με την μεγαλύτερη παραγωγή πατάτας είναι η Κίνα, ακολουθούμενη από την Ινδία, τη Ρωσία και τις ΗΠΑ. Μαζί η Κίνα και η Ινδία παράγουν περίπου το ένα τρίτο της παγκόσμιας παραγωγής πατάτας. Έχει παρατηρηθεί όμως και δραματική αύξηση της κατά κεφαλήν κατανάλωσης στις αναπτυσσόμενες χώρες από 10 kg σε 22 kg κατά την περίοδο 1960–2008 (Zaheer & Akhtar, 2016)

Production share of Potatoes by region



Εικόνα 1 Παραγωγή πατάτας παγκοσμίως το 2021 (FAO, 2023)



Εικόνα 2 Οι 10 κύριες χώρες παραγωγή πατάτας 2021 (FAO, 2023)

Το 2008 ανακηρύχθηκε ως Διεθνές έτος Πατάτας (IYP) από τα Ηνωμένα Έθνη με σκοπό την αύξηση της ενημέρωσης των πολιτών για τη σχέση που υπάρχει μεταξύ της φτώχειας, του υποσιτισμού, της επισιτιστικής ασφάλειας, και τον πιθανό ρόλο της πατάτας στην καταπολέμηση της πείνας. Οι τωρινές ανατιμήσεις και γενικά η οποιαδήποτε αύξηση στην τιμή των τροφίμων επηρεάζει κυρίως τους κατοίκους με χαμηλό εισόδημα των ανεπτυγμένων

χωρών και τις αναπτυσσόμενες χώρες. Δεν είναι τυχαία επομένως η κατακόρυφη αύξηση στην παραγωγή και στην κατανάλωση πατάτας. Αυτός μπορεί να είναι ένας από τους λόγους που η παραγωγή και η κατανάλωση πατάτας με την πάροδο των ετών έχουν αυξηθεί κατακόρυφα ως διατροφική πηγή ενέργειας σε αυτές τις χώρες (Agricultural, 1992).

Τις επόμενες δεκαετίες, η θρέψη του συνεχώς αυξανόμενου πληθυσμού θα είναι από τα βασικότερα προβλήματα παγκοσμίως με τις ουσιαστικές βελτιώσεις στο παγκόσμιο σύστημα τροφίμων να γίνονται απαραίτητες. Μεταξύ άλλων τροφίμων, η καλλιέργεια της πατάτας μπορεί να συμβάλει στην κάλυψη των απαιτήσεων σε τροφή διεθνώς, διότι συνδυάζει εξαιρετικά υψηλή δυνατότητα απόδοσης, καθώς παράγει μεγάλη ποσότητα εδώδιμου προϊόντος σε μικρή ποσότητα γης, με υψηλή θρεπτική αξία. Επίσης λόγω της μεγάλης ποικιλίας κατανομής της και της τρέχουσας καλλιέργειας και ζήτησης είναι μείζονος σημασίας καλλιέργεια για τις αναπτυσσόμενες χώρες με υψηλά επίπεδα φτώχειας και υποσιτισμού. Μάλιστα σύμφωνα με το Γενικό Διευθυντή του FAO, QU Dongyu's στην ομιλία του στο World Potato Congress, η παγκόσμια παραγωγή έχει την δυνατότητα να αυξηθεί σε 500 εκατομμύρια τόνους το 2025 και 750 εκατομμύρια τόνους το 2030 εάν γίνει εστίαση στη βελτίωση των αποδόσεων και στην πλήρη αξιοποίηση των ιστορικών περιοχών καλλιέργειας πατάτας (<https://www.fao.org/newsroom /detail/ doubling-global-potato-production-in-10-years-is-possible/en>).

1.2. Βοτανικά χαρακτηριστικά

Η πατάτα (επιστημονικό όνομα: *Solanum tuberosum* L.) ανήκει στην οικογένεια των Σολανωδών (Solanaceae) η οποία περιλαμβάνει σημαντικά καλλιεργούμενα κηπευτικά είδη όπως η μελιτζάνα, η τομάτα, η πιπεριά κ.λπ. Εκτός από καλλιεργούμενα φυτά σημαντικά για την ανθρώπινη διατροφή, η συγκεκριμένη οικογένεια περιλαμβάνει διάφορα ζιζάνια καθώς και δηλητηριώδη φυτά.

Είναι ποώδες, πολυετές φυτό που καλλιεργείται όμως ως ετήσιο, με βιολογικό κύκλο που διαρκεί από τρεις έως πέντε μήνες, ενώ έχει πλούσια θαμνώδη ανάπτυξη. Η πατάτα καλλιεργείται μόνο για το εδώδιμο μέρος της, τους κονδύλους, με σκοπό την πώλησή τους είτε ως τρόφιμο για νωπή κατανάλωση ή μετά από βιομηχανική επεξεργασία (κατεψυγμένη, προτηγανισμένη ,τσιπς κλπ.), είτε ως πολλαπλασιαστικό υλικό.

Το φυτό της αποτελείται από τα ακόλουθα βοτανικά τμήματα:

Ριζικό σύστημα: Η πατάτα αναπτύσσει κεντρικό ριζικό σύστημα με πολυάριθμα λεπτά ινώδη ριζίδια στη βάση των βλαστών που αποσκοπούν στην απορρόφηση το νερού και θρεπτικών στοιχείων και όχι στην αποθήκευση ουσιών. Οι υγιείς ρίζες έχουν λευκό χρωματισμό ή έχουν το χρώμα της άμμου και παίρνουν οριζόντια ανάπτυξη, ενώ το μήκος εξαρτάται από την υγρασία και τη γονιμότητα του εδάφους αφού σε ορισμένα εδάφη, όπως τα ελαφριά, το ριζικό σύστημα μπορεί να φτάσει μέχρι και το 1 μέτρο (Τσακώνης Π., 2022)

Βλαστοί: Η πατάτα φέρει υπέργειους και υπόγειους βλαστούς. Οι υπέργειοι βλαστοί είναι πράσινου χρώματος, αναπτύσσονται στα αρχικά στάδια κάθετα και το ύψος τους φθάνει από 60 εκ. - 150 εκ. Με την ωρίμανση της καλλιέργειας οι βλαστοί αποδυναμώνονται, κιτρινίζουν και τελικά ξηραίνονται (Χα-

Πετρόπουλος, 2014). Οι υπόγειοι βλαστοί ονομάζονται στόλωνες και με την ανάπτυξη τους δημιουργούνται οι κόνδυλοι.

Κόνδυλοι: Είναι το εμπορεύσιμο μέρος του φυτού και χρησιμεύουν ως όργανα αποθηκείωσης αμύλου. Από μορφολογικής άποψης είναι διογκωμένοι υπόγειοι τροποποιημένοι βλαστοί και φέρουν χαρακτηριστικά βλαστού. Εξωτερικά παρατηρείται ο φλοιός ο οποίος αποτελείται από τη φελλώδη επιδερμίδα και το φελλογενή ιστό όπου βρίσκονται οι χρωστικές που είναι υπεύθυνες για τον εξωτερικό χρωματισμό των έγχρωμων κονδύλων. Στη συνέχεια υπάρχει το κάμβιο και οι ηθμαγγειώδεις δεσμίδες και τέλος η σάρκα κονδύλου που αποτελείται από το σπογγώδη παρεγχυματικό ιστό, πλούσιο σε νερό και άμυλο. Η δημιουργία τους γίνεται κατά την κονδυλοποίηση με την αύξηση σε μέγεθος του στόλωνα, αφού τερματιστεί η διαμήκης ανάπτυξη. Εξωτερικά φέρει οφθαλμούς στους άξονες των ουλών των φύλλων και φακίδια. Ανάλογα την καλλιεργούμενη ποικιλία οι κόνδυλοι παρουσιάζουν ποικίλα μεγέθη, σχήματα και χρώματα του φλοιού καθώς και της σάρκας που μπορεί να είναι από κιτρινωπό έως ιώδες με ενδιάμεσους χρωματισμούς.

Φύλλα: Είναι σύνθετα, με 7-9 εναλλασσόμενα φυλλάρια με ελλειπτικό σχήμα και βαθύ πράσινο χρωματισμό. Επίσης έχουν οδοντωτή περιφέρεια και χνούδι στην επιφάνειά τους. Βέβαια το χρώμα και η μορφή των φυλλαρίων μπορεί να αλλάζει ανάλογα με τις περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν κατά την διάρκεια της ανάπτυξής τους, καθώς και την ποικιλία που επηρεάζουν το χρώμα, το μέγεθος και τη μορφή των φυλλαρίων. Λόγω της ύπαρξης σολανίνης είναι τοξικά.

Άνθη: Τα άνθη είναι πενταμερή, δηλαδή κάθε άνθος έχει πέντε στήμονες, με συμπέταλη στεφάνη υπόλευκη ή ιώδη ή κίτρινη και σχηματίζουν ταξιανθίες. Είναι ερμαφρόδιτα και αναπτύσσονται από τη μασχάλη του τελευταίου φύλλου κάθε βλαστού. Ο στύλος είναι μακρύς και η ωοθήκη είναι συνήθως δίχωρη.

Καρπός: Είναι ράγα δίχωρη, μικρού μεγέθους και πράσινου χρώματος με σχήμα επίπεδο-σφαιρικό. Μέσα σε κάθε καρπό περιέχονται 200-300 σπόροι και χρησιμοποιούνται για καλλιέργεια σε χώρες όπως το Βιετνάμ και η Κίνα, όπου είναι δύσκολο να διατηρηθούν οι πατατόσποροι, καθώς και για ερευνητικούς σκοπούς (Χα-Πετρόπουλος, 2014).

1.3 Πολλαπλασιασμός πατάτας

Ο πολλαπλασιασμός της πατάτας γίνεται με δύο τρόπους: εγγενώς με βοτανικούς σπόρους ή αγενώς με κονδύλους. Ο πρώτος είναι περιορισμένης σημασίας αφού έχει ως αποτέλεσμα κονδύλους με ανομοιομορφα χαρακτηριστικά. Χρησιμοποιείται αποκλειστικά σε ερευνητικό επίπεδο με στόχο τη δημιουργία νέων ποικιλιών. Οι καλύτερες μέσες θερμοκρασίες για εκβλάστηση του σπόρου είναι οι 15-20°C (Νικόπουλος, 2004).

Στην πράξη χρησιμοποιείται ο αγενής τρόπος όπου γίνεται με φύτευση προβλαστημένων ή μη κονδύλων που είναι γνωστοί ως πατατόσποροι. Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται ομοιομορφία στην ανάπτυξη των φυτών, στην ανάπτυξη των κονδύλων και στο χρόνο συγκομιδής (Χα-Πετρόπουλος, 2014). Για να μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο πατατόσπορος πρέπει να έχει εξέλθει από το στάδιο του λήθαργου που βρίσκεται μετά την έναρξη της κονδυλοποίησης.

Σε αυτό το στάδιο είναι αδύνατο να βλαστήσουν τα φύτρα από τους οφθαλμούς ακόμα και αν οι συνθήκες είναι ιδανικές. Ο έλεγχος της ποιότητας και της καθαρότητας από παθογόνα γίνεται από συγκεκριμένους οργανισμούς πιστοποίησης και χωρίζεται σε τρεις κατηγορίες.

Η προβλάστηση του πατατόσπορου είναι μια μέθοδος όπου φυτεύονται κόνδυλοι με ανεπτυγμένα φύτρα στο χωράφι με σκοπό την επιτάχυνση της ανάπτυξης του φυτού. Η γρήγορη ανάπτυξη είναι επιθυμητή τόσο για την αποφυγή μολύνσεων της καλλιέργειας όσο για την αύξηση των αποδόσεων. Σαν διαδικασία διαρκεί 3-4 εβδομάδες όπου οι πατατόσποροι μεταφέρονται σε χώρους όπου επικρατούν θερμοκρασίες 6-8 °C και ολοκληρώνεται όταν τα φύτρα φτάσουν τα 1,5-2,5 εκ.

1.4. Εδαφοκλιματικές συνθήκες

Η πατάτα είναι φυτό ψυχρής εποχής με καλύτερη προσαρμογή σε βόρειες και ορεινές περιοχές. Λόγω όμως του πολύ μεγάλου αριθμού ποικιλιών με διαφορετικές απαιτήσεις και αντοχές η καλλιέργεια της μπορεί να πραγματοποιηθεί σε ποικιλίες εδαφοκλιματικές συνθήκες. Η καλλιέργειά της εντοπίζεται κυρίως στις εύκρατες περιοχές του βόρειου ημισφαιρίου τους καλοκαιρινούς μήνες όπου δεν είναι συχνή η εμφάνιση παγετών. Σε αυτές τις περιοχές η παραγωγή στοχεύει στην πώληση του προϊόντος ενώ η παραγωγή σε τροπικές περιοχές (Άνδεις, Ασία κλπ.) γίνεται τόσο για την κάλυψη των διατροφικών αναγκών του πληθυσμού όσο και για εξαγωγή και πώληση (Muthoni et al., 2010).

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, η καλλιέργεια της πατάτας γίνεται σε ένα ευρύ φάσμα θερμοκρασιών, ωστόσο για μέγιστη παραγωγή η μέση θερμοκρασία πρέπει να κυμαίνεται από 16-21°C. Επιπλέον απαιτεί ένα σταθερό κλίμα με μικρές θερμοκρασιακές διαφορές μεταξύ ημέρας και νύχτας. Αποφεύγεται η φύτευση της πατάτας σε περιοχές με συχνούς παγετούς αφού απαιτείται ένα διάστημα τριών έως τεσσάρων μηνών απουσία παγετών για να ολοκληρωθεί σωστά η ανάπτυξή. Στις χώρες με μεσογειακό κλίμα όπου οι θερμοκρασίες είναι σχετικά υψηλές οι πατάτες καλλιεργούνται σε μεγάλο βαθμό στον καλλιεργητικό κύκλο χειμώνα-άνοιξης (φύτευση από τον Νοέμβριο έως τον Ιανουάριο και συγκομιδή από τον Μάρτιο έως τις αρχές Ιουνίου) για πρώιμη παραγωγή και όχι στο συνήθη κύκλο (άνοιξη-καλοκαίρι) (Ierna et al., 2011).

Ενώ είναι δυνατή η καλλιέργεια της πατάτας σε πολλά είδη εδάφους, προτιμάται αυτά με ελαφριά σύσταση και καλό αερισμό, με καταλληλότερα τα αμμοπηλώδη ή πηλοαμμώδη αμώδη, αφού επιτρέπουν την απρόσκοπτη ανάπτυξη των κονδύλων. Προτιμούνται επίσης τα εδάφη που διαθέτουν υψηλή περιεκτικότητα σε οργανική ύλη, ενώ ιδιαίτερα σημαντική είναι και η καλή στράγγιση. Όσον αφορά το pH του εδάφους άριστο θεωρείται το ελαφρά όξινο (pH: 5 με 6,5) αλλά μπορεί να ευδοκιμήσει με καλά αποτελέσματα και σε ελαφρά αλκαλικά εδάφη με pH έως 7,5.

1.5. Ποικιλίες πατατών

Η πατάτα είναι μία γενετικά ποικιλόμορφη καλλιέργεια λόγω της συνεχής αναπαραγωγής και βελτίωσης τα τελευταία 8000 χρόνια, από την αρχική της εξημέρωση, με αποτέλεσμα σήμερα να υπάρχουν περίπου 5000 γνωστές ποικιλίες, καλλιεργήσιμες και μη. Τα καλλιεργούμενα είδη πατάτας έχουν βασικό αριθμό χρωμοσωμάτων $n = 12$ και περιλαμβάνουν διπλοειδή ($2n = 2x = 24$), τριπλοειδή ($2n = 3x = 36$), τετραπλοειδή ($2n = 4x = 48$) ή πενταπλοειδή ($2n = 5x = 60$) είδη (Ortiz & Mares, 2017). Η ταξινόμησή τους μπορεί να γίνει με βάση διάφορα κριτήρια, όπως τα μορφολογικά χαρακτηριστικά τους, την πρωιμότητά τους, τη χρήση τους κ.λπ. Στην πρώτη κατηγορία περιλαμβάνεται ο χρωματισμός του κονδύλου, ο οποίος μπορεί να είναι λευκός, κίτρινος, κοκκινωπός ή μωβ, καθώς και το σχήμα του π.χ. μακρόστενος, στρογγυλός ή επίπεδος.

Στη Νότια Αμερική, από όπου προέρχεται και η καλλιέργεια, θεωρείται ότι εξακολουθούν να καλλιεργούνται από αυτόχθονες αγρότες 3000 ποικιλίες οι οποίες ποικίλλουν σε μεγάλο βαθμό ως προς το χρώμα του φλοιού και της σάρκας, αλλά και ως προς το σχήμα των κονδύλων (Ortiz & Mares, 2017). Σύμφωνα με τον Brown (2005) οι κόνδυλοι με έγχρωμη σάρκα ή φλοιό έχουν περίπου τις διπλάσιες συγκεντρώσεις φαινολικών ενώσεων συγκριτικά με τις ποικιλίες που έχουν λευκή ή κίτρινη σάρκα, συνεπώς και αυξημένη αντιοξειδωτική ικανότητα.

Οι ποικιλίες με μωβ-μπλε σάρκα συναντώνται σε αποχρώσεις από λιλά έως σκούρο μωβ, σχεδόν μαύρο ενώ και το σχήμα τους ποικίλει από στρογγυλό έως επίμηκες. Συνήθως το χρώμα του φλοιού είναι ανάλογο της σάρκας, αν όχι πιο έντονο αφού στον φλοιό παρατηρείται μεγαλύτερη περιεκτικότητα ανθοκυανών, συγκεκριμένα της πετουινιδίνης η οποία είναι υπεύθυνη για το μωβ χρώμα των κονδύλων. Έχουν διαφορετική γεύση από τις κλασσικές λευκόσαρκες ή κιτρινόσαρκες ποικιλίες, ενώ η σάρκα τους είναι αφράτη, αμυλώδης. Κάποιες από αυτές τις ποικιλίες είναι:



Εικόνα 3: Blaue Anneliese



Εικόνα 4: Violet Queen



Εικόνα 5: Schwarzer Teufel



Εικόνα 6: Blaue Neuseelander



Εικόνα 7: Purple Rain



Εικόνα 8: Black Eye

Οι ερυθρόσαρκες ποικιλίες οφείλουν το χρώμα τους επίσης στην περιεκτικότητα ανθοκυανίνων που υπάρχει στους κονδύλους, με την ουσία της πελαργονιδίνης να κυριαρχεί. Όπως και στις μωβ ποικιλίες ο φλοιός έχει μεγαλύτερες συγκεντρώσεις από τη σάρκα, η οποία συνήθως έχει λευκές αποχρώσεις (Rodríguez-Saona et al., 1998). Το σχήμα των κονδύλων ποικίλει από οβάλ σε ελαφρώς επίμηκες ενώ γευστικά έχουν ήπια, ελαφρώς γλυκιά γεύση. Κάποιες από αυτές τις ποικιλίες είναι:



Εικόνα 9: Kefermarkter Zuchtstamm



Εικόνα 10: Lily rose

Στην Ελλάδα κυριαρχούν οι ποικιλίες που η σάρκα των κονδύλων έχει λευκό ή κίτρινο χρώμα. Μάλιστα, περιοχές όπως η Βοιωτία, η Δράμα και η Αρκαδία είναι γνωστές για την καλλιέργεια και την πώληση του συγκεκριμένου λαχανικού. Μερικές από τις πιο κοινές ποικιλίες που καλλιεργούνται είναι:

- Srunta: Είναι μια μεσοπρώιμη ποικιλία Ολλανδικής προέλευσης. Οι κόνδυλοί είναι μεγάλοι, ωοειδείς με κίτρινη επιδερμίδα, ελαφρά κίτρινη σάρκα. Επιτυγχάνει υψηλές αποδόσεις στο ελληνικό κλίμα αφού είναι ανθεκτική στις υψηλές θερμοκρασίες και στην ξηρασία.
- Liseta: Ποικιλία που προήλθε από τη Srunta με παρόμοιους μορφολογικά κονδύλους. Πρώιμη ποικιλία με γρήγορη κονδυλοποίηση και υψηλές αποδόσεις. Είναι μία ιδιαίτερα προσαρμοστική ποικιλία αφού μπορεί να επιβιώσει σε ποικίλες κλιματολογικές συνθήκες και τύπους εδαφών. Η συγκεκριμένη ποικιλία χρησιμοποιήθηκε και στο συγκεκριμένο πείραμα ως μάρτυρας σύγκρισης με τις έγχρωμες ποικιλίες.



Εικόνα 11: Ποικιλία Liseta, Μάρτυρας

1.6. Σημασία βάρους κονδύλων και απόδοση ανά ποικιλία

Η μέτρηση του βάρους του κάθε κονδύλου είναι ένας εύκολος τρόπος προσδιορισμού της απόδοσης κάθε ποικιλίας. Είναι προφανές ότι όσο αυξάνεται το βάρος τόσο αυξάνεται και η συνολική απόδοση συνεπώς και το κέρδος του παραγωγού. Οι ποικιλίες με μικρότερους κονδύλους (baby πατάτες) είναι επίσης επιθυμητές από τους αγοραστές αφού το μέγεθος τους τις καθιστά εύκολες στο μαγείρεμα και θεωρούνται ελκυστική προσθήκη σε ένα γεύμα. Συνεπώς εκτός από το βάρος μία ακόμα σημαντική παράμετρος που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη είναι ο αριθμός κονδύλων ανά φυτό, ο οποίος επίσης αυξάνεται αναλογικά με την απόδοση. Για την αξιολόγηση καινούριων ποικιλιών πρέπει να αποδειχθεί ότι η αναμενόμενη απόδοση ανταγωνίζεται τις ήδη υπάρχουσες ποικιλίες και συνεπώς μπορεί να διεισδύσει στην αγορά.

Οι κόνδυλοι της πατάτας μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ανάλογα το μέγεθός τους σε: μικρές, μεσαίες και μεγάλες. Μεγάλο μέγεθος έχουν οι ποικιλίες Liseta, Farida (περίπου 80 mm) από τους μάρτυρες και οι Blue Star, Violet Queen (60-80 mm) από τις έγχρωμες (<https://www.hzpc.com/our-potato-varieties>), ενώ μικρού μεγέθους από τις έχουν οι Purple Fiesta, Blaue Tannenzapfen, Linzer Blaue, Black Princess (15-25 mm). Επίσης υπάρχουν

και οι ποικιλίες με επιμήκεις κονδύλους Blaue Bamberger Hörnchen, η Wildkartoffel, Blaue Ajanhuiiri (50-120 mm) οι οποίες όμως θεωρούνται ότι έχουν μεσαίου μεγέθους κονδύλους αφού λόγω του σχήματος τους είναι μακριές αλλά χωρίς μεγάλο βάρος. Όλες οι υπόλοιπες ποικιλίες θεωρούνται μεσαίου μεγέθους με τις Blaue Veltlin, Blaue Hindelbank και Purple from Congo να κυμαίνονται στα 45-70 mm, τις Hermanas Blaue, Königsblau, Blaue Anneliese, Violine de Boree, Fleur Bleue, Blaue Neuseeländer, Schwarzer Teufel, Red Salad Potato, Pink of Bolivia, Königspurpur, Highland Burgundy Red στα 35-60 mm και τέλος τις Katermarkter Zuchtstamm, Lily Rose, Purple Rain, Blue from Peru και Black eye στα 35 έως 65 mm (Ζαχαράκης, 2022).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. Η τεχνική της καλλιέργειας της πατάτας

Η πατάτα χρειάζεται φροντίδα σαν φυτό έτσι ώστε να επιτύχει υψηλές αποδόσεις. Οι πιο συνήθεις μεταχειρίσεις που κάνουν οι παραγωγοί πριν την συγκομιδή είναι: η άρδευση, η λίπανση και το σκάλισμα.

2.1. Άρδευση

Η πατάτα είναι μια από τις πιο ευαίσθητες καλλιέργειες τόσο στην περίσσεια όσο και στο έλλειμμα εδαφικού νερού λόγω του σχετικά ρηχού ριζικού της συστήματος και επειδή συχνά καλλιεργείται σε εδάφη με χαμηλή έως μέτρια ικανότητα συγκράτησης νερού (King, 2020). Για την καλλιέργειά της μπορούν να χρησιμοποιηθούν όλοι οι τύποι συστημάτων άρδευσης, αλλά τα συστήματα που προσφέρουν συχνή και ομοιόμορφη εφαρμογή νερού έχουν καλύτερα αποτελέσματα. Η ποσότητα του παρεχόμενου νερού, ο αριθμός και η συχνότητα των αρδεύσεων εξαρτάται από την κατανομή των βροχοπτώσεων, το στάδιο της καλλιέργειας και τις περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν.

Στα αρχικά στάδια της καλλιέργειας δεν χρειάζονται μεγάλες ποσότητες νερού, ενώ αυτό αλλάζει με την έναρξη της κονδυλοποίησης όπου τα φυτά γίνονται ιδιαίτερα απαιτητικά όσον αφορά την πρόσληψη νερού. Σε αυτό το στάδιο πρέπει να γίνονται συχνά ποτίσματα, ομοιόμορφα κατανεμημένα στο χρόνο με μικρές ποσότητες κάθε φορά. Η καλλιέργεια έχει τις μεγαλύτερες απαιτήσεις σε νερό κατά την διόγκωση των κονδύλων όπου το έδαφος είναι καλό να παραμένει υγρό. Η πρόσληψη μη επαρκών ποσοτήτων νερού αυτή την περίοδο μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την πτώση των αποδόσεων επειδή τα φυτά απορροφούν το νερό που τους λείπει από τους κονδύλους, οι οποίοι συρρικνώνονται.

Η άρδευση μπορεί να γίνει με δύο τρόπους, με αυλάκια ή με καταιονισμό. Ο πρώτος τρόπος προτιμάται από τους μικροπαραγωγούς ως μία απλή και φθηνή μέθοδος αφού δεν απαιτεί ιδιαίτερο μηχανικό εξοπλισμό. Με αυτό το σύστημα ετησίως χρειάζονται 10 αρδεύσεις. Η άρδευση με καταιονισμό ή αλλιώς τεχνητή βροχή από την άλλη χρησιμοποιείται για μεγάλες εκτάσεις και γίνεται με κινητούς σωλήνες ή με κανόνι τεχνητής βροχής ή με μπεκ μικρής διατομής (4-15 χιλιοστά του μέτρου ή και μικρότερα) (Πάσσαμ κ.α., 2011). Αυτό το σύστημα απαιτεί συνολικά περίπου 20 αρδεύσεις, διπλάσιο αριθμό από το προηγούμενο.

2.2. Λίπανση

Η λίπανση στη καλλιέργεια της πατάτας έχει πολύ βασικό ρόλο αφού είναι υπεύθυνη σε μεγάλο βαθμό για τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των κονδύλων. Απαιτεί υψηλές ποσότητες αζώτου, φωσφόρου και καλίου καθώς και μέταλλα όπως το μαγνήσιο. Ο τρόπος λίπανσης αλλάζει ανάλογα τη σύσταση του εδάφους και τις απαιτήσεις της ποικιλίας. Μπορεί να γίνει με απλή επίστρωση ή με υδρολίπανση. Συνήθως χωρίζεται σε 2 φάσεις, τη βασική που γίνεται με τη φύτευση και την επιφανειακή λίπανση που πραγματοποιείται 15-20 ημέρες

πριν και μετά το σκάλισμα καθώς και κατά την διάρκεια του. Χρησιμοποιούνται λιπάσματα με τα τρία κυρίαρχα μακροθρεπτικά στοιχεία, το άζωτο, το κάλιο και το φώσφορος για τη βελτίωση της απόδοσης, ενώ συχνή είναι και η χρήση κοπριάς κατά τη βασική λίπανση. Συνολικά, για άριστες αποδόσεις η καλλιέργεια της πατάτας έχει ανάγκη από 17-20 κιλά αζώτου ανά στρέμμα, 12-15 κιλά φωσφόρου ανά στρέμμα και 4-5 κιλά καλίου ανά στρέμμα (Πάτσαλος, 2005).

2.3. Σκάλισμα

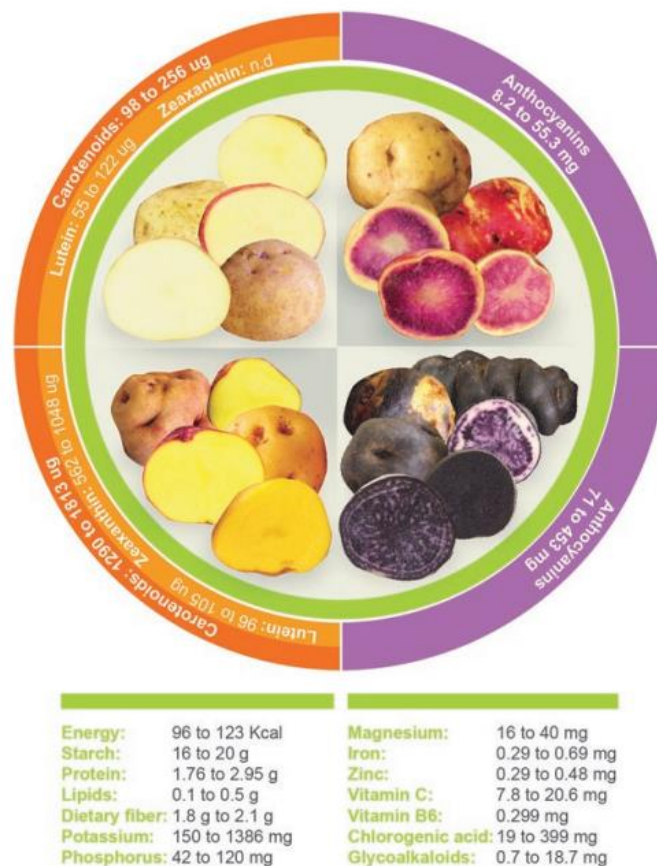
Το σκάλισμα του εδάφους στην καλλιέργεια πατάτας αποσκοπεί στον καλύτερο αερισμό των ριζών, στην καλύτερη αποστράγγιση αλλά και στη διαχείριση ζιζανίων. Το πρώτο σκάλισμα πραγματοποιείται πριν την φύτευση ώστε να βελτιωθεί η ποιότητα του εδάφους και να αυξηθούν οι αποδόσεις ενώ τα επόμενα σκαλίσματα στοχεύουν στην εξάλειψη των ζιζανίων ώστε να μην ανταγωνίζονται το φυτό της πατάτας ως προς την απορρόφηση νερού και θρεπτικών στοιχείων. Η ζιζανιοκτονία γίνεται συνήθως με συνδυαστική χρήση σκαλίσματος και ζιζανιοκτόνων 2-3 μήνες μετά τη φύτευση και πριν την έναρξη της κονδυλοποίησης έτσι ώστε να μην τραυματιστούν οι κόνδυλοι.

2.4. Συγκομιδή

Η **συγκομιδή** πραγματοποιείται συνήθως 90-150 ημέρες μετά τη φύτευση ανάλογα την πρωιμότητα της ποικιλίας, τις περιβαλλοντικές συνθήκες που επικράτησαν κατά την περίοδο ανάπτυξης, την εποχή σποράς κ.α. Η ξήρανση του βλαστού καθώς και η μάρανση-κιτρίνισμα του φυλλώματος είναι καθοριστικά στοιχεία που μαρτυρούν ότι οι κόνδυλοι είναι έτοιμοι για εξαγωγή. Η συγκομιδή μπορεί να γίνει χειρωνακτικά, με απλό σκάψιμο ή μηχανικά με την χρήση πατατοεξαγωγών μονής ή διπλής γραμμής που εκριζώνουν τα φυτά και αφήνουν τους κόνδυλους ορατούς για συλλογή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Ο ρόλος της πατάτας στην ανθρώπινη διατροφή

Για χιλιάδες χρόνια η πατάτα αποτελεί βασικό συστατικό της ανθρώπινης διατροφής σε διάφορες μορφές, αλλά ακόμα και σήμερα πολλοί καταναλωτές δε γνωρίζουν τα σημαντικά οφέλη της για την υγεία. Το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού την θεωρεί εσφαλμένα τρόφιμο πλούσιο σε θερμίδες και λιπαρά, ειδικά συγκριτικά με άλλες πηγές υδατανθράκων όπως το ρύζι ή τα ζυμαρικά, ενώ στην πραγματικότητα οι πατάτες έχουν αμελητέα λιπαρά και χαμηλή ενεργειακή πυκνότητα παρόμοια με τα όσπρια (Visvanathan et al., 2016). Η πηγή υδατάνθρακα παίρνει τη μορφή του αμύλου στους κονδύλους, το οποίο θεωρείται και το κύριο συστατικό τους. Εκτός από πηγή αμύλου όμως περιέχουν καλό ποσοστό πρωτεϊνών, φυτικών ινών, μετάλλων, βιταμινών (μαγνήσιο, κάλιο, βιταμίνη C) και άλλων φυτοχημικών, όπως φαινολικά και καροτενοειδή. Επιπλέον λόγω των αντιοξειδωτικών ιδιοτήτων ορισμένων συστατικών της αυξάνεται η συμβολή της για την ανθρώπινη υγεία.



Εικόνα 12: Διατροφική αξία κονδύλου ανά 100 g νωπού προϊόντος (Campos & Ortiz, 2019)

Σε πολλές ανεπτυγμένες χώρες η ημερήσια κατανάλωση προϊόντων πατάτας ανά ενήλικα κυμαίνεται από 50 έως 150 γραμμάρια ενώ στις αναπτυσσόμενες χώρες καταναλώνεται σε αρκετά μεγαλύτερες ποσότητες των 300 έως 800 γραμμαρίων ανά άτομο (Campos & Ortiz, 2019). Για αυτή τη διαφορά ευθύνεται η έλλειψη πρόσβασης σε τροφές με υψηλό ενεργειακό απόθεμα όπως το κρέας και τα γαλακτοκομικά προϊόντα που παρατηρείται στις αναπτυσσόμενες χώρες. Το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειας παρέχεται από το άμυλο, το οποίο αντιστοιχεί σε έως και 120 kcal για 100 γραμμάρια νωπού προϊόντος (Εικόνα 12). Η αποθήκευση του αμύλου γίνεται στους μύς και το συκώτι ως γλυκογόνο και λειτουργεί ως άμεσα διαθέσιμη ενέργεια. Βέβαια σε σύγκριση με άλλες κοινές αμυλούχες τροφές όπως ζυμαρικά ή ρύζι, μια μερίδα πατάτες (με φλούδα) περιέχει λιγότερη ενέργεια και υδατάνθρακες, ενώ περιέχει περισσότερες φυτικές ίνες, σίδηρο, βιταμίνη C, φυλλικό οξύ και βιταμίνη B6 (Furrer et al., 2018).

3.1. Πρωτεΐνες

Οι πατάτες θεωρούνται από τις πλουσιότερες πηγές πρωτεϊνών συγκριτικά με άλλες καλλιέργειες ρίζας ή κονδύλου άλλα σε σύγκριση με άλλα ωμά λαχανικά η συνολική της περιεκτικότητα είναι χαμηλή. Η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες εξαρτάται γενικά από την ωριμότητα του κονδύλου και την ποικιλία και κυμαίνεται μεταξύ 1,5 και 3%. Η πατατίνη είναι η κυριότερη αποθηκευτική πρωτεΐνη και έχει αποδειχθεί ότι διαθέτει αντιοξειδωτική δράση (Visvanathan et al., 2016). Το προφίλ των αμινοξέων της πατάτας είναι γενικά υψηλό σε ασπαράγινη (το πιο άφθονο αμινοξύ της), γλουταμινικό οξύ και ασπαρτικό οξύ ενώ περιέχει χαμηλά επίπεδα μεθειονίνης, κυστεΐνης και ιστιδίνης (Furrer et al., 2018). Το συγκεκριμένο προφίλ σε συνδυασμό με το γεγονός ότι οι πατάτες υπερβαίνουν τα συνιστώμενα επίπεδα απαραίτητων αμινοξέων (π.χ. λυσίνη, τρυπτοφάνη κ.α.) καθιστά τις πρωτεΐνες της πατάτας υψηλής ποιότητας. Συγκεκριμένα, η βιολογική αξία (BV) των πρωτεϊνών της πατάτας κυμαίνεται μεταξύ 90 και 100 ανάλογα με την ποικιλία και είναι παρόμοια με την βιολογική αξία ολόκληρου αυγού (BV=100) και υψηλότερη από τη σόγια (BV=84) και τα όσπρια (BV=73) (Camire et al., 2009).

3.2. Λιπίδια

Οι πατάτες έχουν μικρό ποσοστό φυσικών λιπιδίων με ίδια επίπεδα σε όλες τις ποικιλίες ~0,1% νωπού βάρους. Αποτελούνται κυρίως από φωσφολιπίδια, γλυκολιπίδια και γαλακτολιπίδια και ουδέτερα λιπίδια, όπως ακυλογλυκερόλες και ελεύθερα λιπαρά οξέα. Η μεγάλη πλειοψηφία (90%) των λιπαρών οξέων στην πατάτα είναι το παλμιτικό, λινολεϊκό και λινολενικό οξύ ενώ τα πολυακόρεστα λιπίδια αποτελούν περίπου το 70-76% των λιπιδίων της πατάτας (Furrer et al., 2018). Η υψηλή περιεκτικότητα σε ακόρεστα λιπαρά οξέα αυξάνει τη θρεπτική αξία του λίπους που υπάρχει στην πατάτα (Kharumnuid et al., 2021).

3.3. Βιταμίνες & μέταλλα

Η πατάτα θεωρείται ως καλή πηγή πολλών βιταμινών και μετάλλων, με κύρια βιταμίνη της να θεωρείται η βιταμίνη C (ασκορβικό οξύ). Μάλιστα η πατάτα συνεισφέρει περίπου στο 20% της διατροφικής πρόσληψης ασκορβικού οξέος στην Ευρώπη (Galdón et al., 2010). Ωστόσο, η περιεκτικότητα σε βιταμίνη C και άλλες βιταμίνες έχει διαπιστωθεί ότι εξαρτάται σε σημαντικό βαθμό από την ποικιλία καθώς και το περιβάλλον και τη διάρκεια αποθήκευσης.

Όσον αφορά τα μέταλλα, πολλά από τα ανόργανα συστατικά των όπως το ασβέστιο (Ca), το κάλιο (K), το μαγνήσιο (Mg) και ο σίδηρος (Fe) μπορούν να χαθούν αφού συγκεντρώνονται στη φλούδα, μέρος που συχνά απορρίπτεται από τους καταναλωτές. Οι συγκεντρώσεις της σάρκας από την άλλη ποικίλλουν ανάλογα τη διαθεσιμότητα των ανόργανων συστατικών στο έδαφος στο οποίο καλλιεργήθηκε οπότε εξαρτάται από την τοπική σύσταση του εδάφους καθώς και από την εφαρμογή ανόργανων λιπασμάτων.

3.4. Οργανικά Οξέα

Στην πατάτα τα οργανικά οξέα συμβάλλουν στην οξύτητα (το pH) των κονδύλων της, επηρεάζοντας τη γεύση καθώς και το χρώμα, αφού είναι υπεύθυνα για την παρεμπόδιση του ενζυμικού καφέ χρωματισμού που παρατηρείται μετά το μαγείρεμα. Τα οργανικά οξέα είναι βιολογικά σημαντικά επειδή αποτελούν μέρος διαφόρων βιοχημικών μεταβολικών διαδρομών ενώ παρατηρείται η μείωση της συγκεντρωσής τους με την ωρίμανση λόγω της μετατροπής τους σε σάκχαρα ή της χρήσης τους ως αναπνευστικά υποστρώματα. Σύμφωνα με έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τους (Sampaio, Barreira, et al., 2021) τα τρία κύρια οργανικά οξέα που βρέθηκαν στους κονδύλους ήταν το οξαλικό, το μηλικό και το κιτρικό οξύ ενώ άλλα οργανικά οξέα όπως το ασκορβικό (βιταμίνη C), το γλυκόξινο, το ακονιτικό, το γαλακτικό, το τρυγικό και το φουμαρικό οξύ είχαν εντοπιστεί σε προηγούμενες μελέτες (Rodríguez et al, 2010), (Petropoulos et al, 2020). Το κιτρικό οξύ είναι εξαιρετικό φυσικό συντηρητικό και δρα συνεργιστικά με το ασκορβικό οξύ. Κατά την περίοδο αποθήκευσης παρατηρείται η μείωσή του σε αντίθεση με το μηλικό οξύ του οποίου η συγκέντρωσή αυξάνεται και είναι υπεύθυνο για την χαρακτηριστική γεύση της πατάτας. Τέλος, το οξαλικό οξύ θεωρείται αντιθρεπτική ένωση διότι σχηματίζει αδιάλυτα άλατα με το ασβέστιο μειώνοντας τη βιοδιαθεσιμότητας του μετάλλου αυτού.

3.5. Σάκχαρα

Οι πατάτες περιέχουν σημαντικές ποσότητες ελεύθερων σακχάρων, με κυριότερους μονοσακχαρίτες και δισακχαρίτες τη γλυκόζη, τη φρουκτόζη και τη σακχαρόζη. Η περιεκτικότητά τους εξαρτάται από παράγοντες όπως ο γονότυπος, η ωριμότητα της καλλιέργειας, η μέση θερμοκρασία, η διαχείριση της άρδευσης και της λίπανσης. Στην παρουσία αυτών των ελεύθερων

σακχάρων σχηματίζεται από τις ασπαραγίνες κατά τη διαδικασία των αντιδράσεων Maillard το ακρυλαμίδιο, μια ένωση που έχει ταξινομηθεί ως πιθανώς καρκινογόνος για τον άνθρωπο. Για αυτό η περιεκτικότητα σε αναγωγικά σάκχαρα στις πατάτες πρέπει να διατηρείται κάτω από 100 mg/100 g νωπού βάρους για να αποφευχθεί ο σχηματισμός ακρυλαμιδίου, κατά το μαγείρεμα σε υψηλές θερμοκρασίες (Campos & Ortiz, 2019). Είναι επίσης σημαντικό να σημειωθεί ότι η ψυχρή αποθήκευση μπορεί να αυξήσει την περιεκτικότητα σε αναγωγικά σάκχαρα γεγονός που μπορεί να οδηγήσει σε ανεπιθύμητο μαύρισμα, πικρές γεύσεις και αυξημένα επίπεδα ακρυλαμιδίου κατά το μαγείρεμα. Σύμφωνα με τους (Sampaio, Barreira, et al., 2021) παρατηρήθηκε ότι η γλυκόζη είναι το πιο άφθονο σάκχαρο στην πατάτα ανεξαρτήτως του χρώματος της σάρκας, με την υψηλότερη περιεκτικότητα στις ποικιλίες με μωβ χρώμα ενώ έχει παρατηρηθεί ότι οι ερυθρόσαρκες ποικιλίες έχουν υψηλότερη συνολική περιεκτικότητα σε σάκχαρα

3.6. Γλυκοαλκαλοειδή

Όπως και άλλα μέλη της οικογένειας Solanaceae, οι πατάτες περιέχουν γλυκοαλκαλοειδή, αζωτούχες ενώσεις που ο ρόλος τους είναι η προστασία του κονδύλου από μολύνσεις. Οι ενώσεις αυτές είναι τοξικές για βακτήρια, μύκητες, ιούς, έντομα, ζώα, γεγονός που προστατεύει τον κόνδυλο αλλά τον καθιστά και επιβλαβή για τον άνθρωπο σε περίπτωση κατανάλωσης υψηλών ποσοτήτων όπου μπορεί να οδηγήσει σε ανεπιθύμητες ενέργειες όπως η διαταραχή των κυτταρικών μεμβρανών, ενώ σε χαμηλά επίπεδα δρουν ευεργετικά. Τα δύο κύρια γλυκοαλκαλοειδή που βρίσκονται στις πατάτες είναι η α-χακονίνη και η α-σολανίνη, με την α-σολανίνη να είναι πιο άφθονη. Το μέγιστο καθορισμένο επίπεδο για τα γλυκοαλκαλοειδή της πατάτας είναι 20 mg ανά 100 g νωπού βάρους με την περιεκτικότητα των περισσότερων ποικιλιών να κυμαίνεται μεταξύ 3 και 10 mg ανά 100 g κονδύλων. (Visvanathan et al., 2016). Τα επίπεδα αυτά επηρεάζονται από τις κλιματικές συνθήκες κατά την διάρκεια της παραγωγής (πχ στρες, ξηρασία, φως), από την διάρκεια αποθήκευσης των κονδύλων και από το μαγείρεμα, το οποίο μειώνει σημαντικά την περιεκτικότητά τους. Επίσης παρατηρείται συσσώρευσή τους στις φλούδες των κονδύλων οπότε με την αφαίρεσή τους μειώνεται δραστικά ο κίνδυνος για την υγεία.

3.7. Αντιοξειδωτικά

Αντιοξειδωτικά θεωρούνται τα μόρια που προστατεύουν τα κύτταρα του ανθρώπινου οργανισμού καταστρέφοντας τις ελεύθερες ρίζες, με αποτέλεσμα να αναστέλλονται οι διαδικασίες οξειδώσεως. Οι χημικές ενώσεις που υπάρχουν στα λαχανικά και στα φρούτα με αυτές τις ιδιότητες είναι: οι βιταμίνες C και E, τα καροτενοειδή και τα φλαβονοειδή Tena et al., (2020) και μπορούν να βοηθήσουν στην αποφυγή εκφυλιστικών ασθενειών που επηρεάζουν το κυκλοφορικό σύστημα αλλά και στην πρόληψη σχετιζόμενων με την ηλικία νευροεκφυλιστικών ασθενειών όπως η νόσος του Αλτσχάιμερ.

Η πατάτα θεωρείται από τις σημαντικότερες πηγές αντιοξειδωτικών στην ανθρώπινη διατροφή επειδή καταναλώνεται καθημερινά σε υψηλές ποσότητες, με τα αντιοξειδωτικά συστατικά της να χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες ανάλογα της δομής τους και των μεταβολικών τους σχέσεων. Η πρώτη ομάδα αποτελείται από τις αρωματικές φαινολικές ενώσεις, οι οποίες περιλαμβάνουν τα φλαβονοειδή (ανθοκυανίνες και φλαβονόλες), η δεύτερη ομάδα περιλαμβάνει τα ισοπρενοειδή αντιοξειδωτικά (καροτενοειδή και οι τοκοφερόλες) και η τρίτη ομάδα περιλαμβάνει αντιοξειδωτικά που σχετίζονται με τις λειτουργίες του ασκορβικού οξέος (βιταμίνη C) και της γλουταθειόνης (Campos & Ortiz, 2019). Συνήθως, οι ποικιλίες με υψηλή περιεκτικότητα σε καροτενοειδή έχουν χαμηλή περιεκτικότητα σε ανθοκυανίνες και αντίστροφα, με τις πρώτες να κυριαρχούν στις ποικιλίες με κιτρινόσαρκους κονδύλους και τις δεύτερες στις έγχρωμες ποικιλίες.

3.7.1. Ανθοκυανίνες

Οι ανθοκυανίνες είναι φυσικές χρωστικές, υποκατηγορία των φλαβονοειδών, που υπάρχουν σε όλα τα τμήματα των φυτών. Προσδίδουν από κόκκινο μέχρι μπλε-μωβ χρωματισμό με στόχο την προσέλκυση επικονιαστών ενώ ταυτόχρονα προστατεύουν το φυτό από περιβαλλοντικούς παράγοντες όπως η ξηρασία, το κρύο και η ακτινοβολία του ηλίου. Επιπλέον οι ανθοκυανίνες συμβάλλουν στις αντιοξειδωτικές ιδιότητες ορισμένων τροφίμων προλαμβάνοντας την οξείδωση με την απομάκρυνση των ελεύθερων ριζών και τη μείωση του οξειδωτικού στρες. Για αυτό θεωρούνται ευεργετικές για την υγεία καθώς μειώνουν τον κίνδυνο παχυσαρκίας, καρκίνου και καρδιαγγειακών παθήσεων. Υπάρχουν 6 κοινές ανθοκυανιδίνες (πελαργονιδίνη, κυανιδίνη, πεονιδίνη, δελφινιδίνη, πετουνιδίνη και μαλβιδίνη), των οποίων οι δομές μπορούν να ποικίλλουν ανάλογα με τη γλυκοζιτική υποκατάσταση στις θέσεις R₁ και R₂ ενώ πρόσθετες παραλλαγές μπορούν να εμφανιστούν με ακυλίωση των ομάδων σακχάρων με οργανικά οξέα (Lee et al., 2005).

Πελαργονιδίνη: R₁ = H, R₂ = H

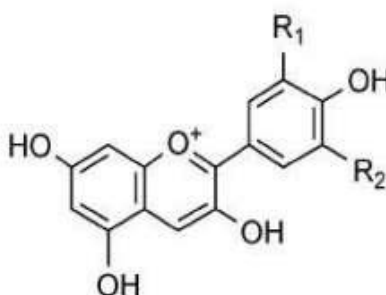
Κυανιδίνη: R₁ = OH, R₂ = H

Πεονιδίνη: R₁ = OCH₃, R₂ = H

Δελφινιδίνη: R₁ = OH, R₂ = OH

Πετουνιδίνη: R₁ = OCH₃, R₂ = OH,

Μαλβιδίνη: R₁ = OCH₃, R₂ = OCH₃



Εικόνα 13: Δομή των κυριότερων ανθοκυανινών (Crozier et al., 2009).

Στην πατάτα, η περιεκτικότητα σε φαινολικές ενώσεις είναι ανάλογη με τον χρωματισμό του κονδύλου, όσο πιο έντονος χρωματικά ο κόνδυλος τόσο μεγαλύτερη και η περιεκτικότητα των φαινολικών. Οι έγχρωμες ποικιλίες με ερυθρόσαρκους και μωβ κονδύλους σπάνια βρίσκονται εκτός του κέντρου

προέλευσης της πατάτας στις Άνδεις ενώ η μέση περιεκτικότητα σε πολυφαινολικές ενώσεις είναι υψηλότερη δύο έως τρεις φορές συγκριτικά με τις ποικιλίες με κίτρινου χρώματος. Η περιεκτικότητα των ανθοκυανινών εξαρτάται έκτος από την ποικιλία και από τοποθεσία στην οποία καλλιεργήθηκε. Το αυξημένο υψόμετρο, ο αυξημένος αριθμός βροχοπτώσεων ετησίως και οι χαμηλότερες μέσες ετήσιες θερμοκρασίες προκαλούν υψηλότερες συγκεντρώσεις ανθοκυανινών (Lachman et al., 2009).

Οι πιο σημαντικές ανθοκυανίνες που υπάρχουν στις έγχρωμες ποικιλίες είναι ακυλιωμένοι με υδροξυκιναμωμικό οξύ γλυκοζίτες. Οι ακυλιωμένες ανθοκυανίνες έχουν σταθερή δομή και ως εκ τούτου μπορούν με την απομόνωσή τους να χρησιμοποιηθούν ως φυσικές χρωστικές στη βιομηχανία τροφίμων. Συγκεκριμένα, σύμφωνα με τους (Giusti et al., 2014) στους μωβ κονδύλους παρατηρούνται πέντε από τις έξι κύριες κατηγορίες ανθοκυανιδίων: η πετουινιδίνη, η πελαργονιδίνη, η κυανιδίνη, η πεονιδίνη και η μαλβιδίνη, με τις δύο πρώτες να κυριαρχούν ποσοτικά, ενώ στους ερυθρόσαρκους κονδύλους υπάρχουν τρεις κύριες ανθοκυανιδίνες: η πελαργονιδίνη και η πεονιδίνη, η κυανιδίνη, με τις δύο πρώτες να βρίσκονται σε σχεδόν ίσες ποσότητες.

Οι ανθοκυανίνες θεωρούνται μια καλή επιλογή ως φυσικοί χρωστικοί παράγοντες λόγω των έντονων χρωματισμών που προσδίδουν, της χαμηλής τοξικότητάς και του ευρέος φάσματος των θετικών επιδράσεων που παρουσιάζουν στην υγεία (Sampaio, Petropoulos, et al., 2021). Ήδη χρησιμοποιούνται ευρέως ως φυσικές χρωστικές σε διάφορα τρόφιμα για την αναπλήρωση των απωλειών μπλε χρώματος κατά την επεξεργασία ή για την προσθήκη μπλε χρώματος σε άχρωμα προϊόντα, ενώ άλλες ενώσεις όπως τα καροτενοειδή και οι βηταλαΐνες θεωρούνται καλές πηγές άλλων αποχρώσεων (Petropoulos et al., 2019). Συγκεκριμένα οι ανθοκυανίνες που περιέχονται στους κονδύλους πατάτας είναι καλές υποψήφιες για την εκχύλιση και την χρήση τους ως χρωστικές λόγω της σταθερότητας που παρουσιάζουν. Άλλα έγχρωμα λαχανικά της οικογένειας Solonaceae όπως η πιπεριά (*Capsicum* spp.) και η μελιτζάνα (*Solanum melongena*) παρουσιάζουν επίσης αυξημένη περιεκτικότητα ανθοκυανινών στους άγουρους καρπούς, ωστόσο κατά την ωρίμανση παρατηρείται μείωση έως και μηδενισμός της συγκέντρωσής τους (Liu et al., 2018).

Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι για τη μέτρηση της περιεκτικότητας σε ανθοκυανίνες σε φυτικά εκχυλίσματα, συμπεριλαμβανομένων φασματοφωτομετρικών, χρωματογραφικών και οπτικών μεθόδων. Η μέθοδος διαφορικού pH ανήκει στην πρώτη κατηγορία και χρησιμοποιείται εκτενώς για την αξιολόγηση της ποιότητας φρούτων, λαχανικών ή ποτών. Είναι μια γρήγορη και απλή μέθοδος που βασίζεται στη δομική μετατροπή της ανθοκυανίνης που συμβαίνει με την αλλαγή του σε 2 διαφορετικές τιμές pH. Όπως εξηγείται από τους (Lee et al., 2005) οι μονομερείς ανθοκυανίνες υφίστανται αντιστρεπτό δομικό μετασχηματισμό σε συνάρτηση με το pH με την απορρόφηση της χρωστικής να είναι γραμμικά ανάλογη με την συγκέντρωσή της. Σε pH 1,0 έχουν έγχρωμη μορφή (χρωματισμούς από πορτοκαλί σε μωβ) ενώ σε pH 4,5 έχουν άχρωμη μορφή. Η συγκεκριμένη μέθοδος δεν μπορεί να μετρήσει τις

πολυμερισμένες χρωστικές ανθοκυανίνες επειδή απορροφούν και στις δύο παραπάνω τιμές pH.

3.7.2. Καροτενοειδή

Τα καροτενοειδή είναι μια ομάδα κίτρινων, πορτοκαλί και κόκκινων χρωστικών ουσιών με θετικές επιδράσεις στην ανθρώπινη υγεία όπως η ενίσχυση του ανοσοποιητικού συστήματος και η μείωση του κινδύνου εμφάνισης εκφυλιστικών ασθενειών. Τα καρότα και ντομάτες περιέχουν υψηλές ποσότητες των συγκεκριμένων χρωστικών, με την πατάτα να μην θεωρείται ιδιαίτερα καλή πηγή καροτενοειδών. Οι κύριες μορφές που υπάρχουν στους κονδύλους είναι η λουτεΐνη και η ζεαξανθίνη. Οι συγκεκριμένες μορφές έχουν αποδειχτεί ότι είναι ιδιαίτερα ευεργετικές για τους οφθαλμούς αφού προστατεύουν επιλεκτικά την ωχρά κηλίδα και παρεμποδίζουν την εκφύλιση της που συμβαίνει λόγω ηλικίας καθώς και την εμφάνιση καταρράκτη. Η περιεκτικότητά τους σχετίζεται σε μεγάλο βαθμό με το χρώμα της σάρκας, με τις σκουροκίτρινες ποικιλίες να παρουσιάζουν περίπου δεκαπλάσιες συγκεντρώσεις ολικών καροτενοειδών σε σχέση με τις λευκόσαρκες ποικιλίες. Η συγκέντρωση των καροτενοειδών (βιολαξανθίνη, λουτεΐνης, β-καροτενίου κ.α.) στους ωμούς κονδύλους πατάτας φαίνεται να κυμαίνεται από 0,1 έως 442 μg/100 g νωπού βάρους, ανάλογα με την ποικιλία πατάτας ενώ η βιοδιαθεσιμότητά τους κυμαίνεται από 24 έως 82% σε κιτρινόσαρκους κονδύλους με την λουτεΐνη να αποτελεί το 76 έως 82% και την ζεαξανθίνη από 24 έως 55% (Campos & Ortiz, 2019). Συνολικά, η συμβολή των καροτενοειδών με βάση την πατάτα στη διατροφική πρόσληψη μπορεί να είναι σημαντική, ιδίως σε χώρες όπου η πατάτα καταναλώνεται ως βασική καλλιέργεια.

3.8. Η σημασία του φλοιού της πατάτας

Ο φλοιός του κονδύλου θεωρείται το εξωτερικό μέρος του περιδέρματος και χρησιμεύει ως προστατευτικό φράγμα έναντι παθογόνων και απωλειών νερού. Το πάχος του εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τον γονότυπο ενώ άλλοι παράγοντες που το επηρεάζουν είναι τα ψυχρά και υγρά εδάφη (λεπτότερο δέρμα), η λίπανση με άζωτο και κάλιο (μειώνεται το πάχος και η αντοχή του δέρματος) ενώ η προσθήκη μικροθρεπτικών συστατικών όπως ασβέστιο, μαγγάνιο και θειικός σίδηρος μπορεί να αυξήσει τον αριθμό των κυττάρων του (Samraio et al., 2020). Η χρωματική ποικιλομορφία του φλοιού συνδέεται με τη συσσώρευση χρωστικών ουσιών στο περίδερμα και στους περιφερειακούς ιστούς με τις πιο κοινές χρωστικές ουσίες που απομονώνονται να είναι οι ανθοκυανίνες οι οποίες δίνουν στον φλοιό μωβ, κόκκινο ή λευκό χρώμα.

Εκτιμάται ότι πάνω από 50% της συνολικής παγκόσμιας παραγωγής πατάτας καταναλώνεται μετά από επεξεργασία, που χωρίζεται κυρίως σε τέσσερις τύπους προϊόντων: κατεψυγμένες, αποξηραμένες, παρασκευασμένες/συντηρημένες πατάτες και άμυλο πατάτας (Samraio et al., 2020). Σχεδόν πάντα κατά την μεταποίηση οι φλούδες αφαιρούνται με τις

απώλειες που προκαλούνται να κυμαίνονται από 15% έως 40% του συνολικού βάρους ανάλογα την διαδικασία που εφαρμόζεται. Υπάρχει πρόβλημα στη διαχείριση των αποβλήτων φλοιών πατάτας αφού συνήθως απορρίπτονται από τις βιομηχανίες σε χωματερές ή χρησιμοποιούνται για ζωοτροφές. Μία αποτελεσματική και φιλική προς το περιβάλλον λύση για την επαναχρησιμοποίηση των γεωργικών αποβλήτων είναι η εκχύλιση των βιοδραστικών μορίων των φυτών, με τις φλούδες της πατάτας να θεωρούνται ένας καλός υποψήφιος λόγω της υψηλής περιεκτικότητάς τους σε ουσίες με υψηλή προστιθέμενη αξία (άμυλο, πρωτεΐνες, φαινολικές ενώσεις, πολυσακχαρίτες). Ήδη εφαρμόζεται η ενσωμάτωση διάφορων μορίων που προέρχονται από την εκχύλιση των φλοιών των κονδύλων σε τρόφιμα, όπως η χρήση διαιτητικών ινών στο ψωμί με αποτέλεσμα τη μείωση της σκληρότητας του κατά τη διάρκεια αποθήκευσης 7 ημερών (Curti et al, 2016).

Η διατροφική αξία των φλοιών είναι σημαντική και περιλαμβάνει κυρίως άμυλο, διαιτητικές ίνες και πρωτεΐνες. Τα πιο άφθονα μακροθρεπτικά συστατικά είναι οι υδατάνθρακες (κυρίως άμυλο), σε 69-88 g/100 g επί ξηρού βάρους με την πρωτεΐνη να ακολουθεί αν και η περιεκτικότητά της ποικίλλει ευρέως μεταξύ των μελετών, κυμαινόμενη από 2 έως 17 g/100 g επί ξηρού βάρους (Sampaio et al., 2020). Όσον αφορά τα διαλυτά σάκχαρα, οι Jeddou et al. (2016) αναφέρουν ότι η συνολική περιεκτικότητα τους στο φλοιό είναι χαμηλή και κυμαίνεται γύρω στο 0,9-1,0% επί ξηρού βάρους, με την γλυκόζη να κυριαρχεί (πχ στην ποικιλία Sprunta αποτελεί το 76,25% των μονοσακχαριτών). Ο φλοιός των κονδύλων περιγράφεται επίσης ως πλούσια πηγή φαινολικών ενώσεων, με την περιεκτικότητά τους να είναι έως και δεκαπλάσια από την περιεκτικότητα της σάρκας όταν και τα δύο μέρη του κονδύλου είναι χρωματισμένα (Wu et al., 2012). Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι συγκεντρώσεις των φαινολικών ενώσεων φαίνεται να μειώνονται προς το κέντρο του κονδύλου ενώ ορισμένες ενώσεις (πχ καφεϊκό οξύ, βανιλίνη) ανιχνεύονται σπάνια στην σάρκα. Οι συγκεντρώσεις των ανθοκυανών είναι σημαντικά υψηλότερες στη φλούδα, πλησιάζοντας τα 900 mg στους μοβ σαρκώδεις και τα 500 mg στους ερυθρόσαρκους τύπους ανά 100 g νωπού βάρους (Brown, 2005). Αυτό καθιστά τους φλοιούς ένα πολύτιμο υποπροϊόν για περαιτέρω βιομηχανική επεξεργασία με στόχο την απομόνωση των φυσικών χρωστικών και των αντιοξειδωτικών.

3.9. Σημασία των πρόσθετων τροφίμων στη σύγχρονη διατροφή

Τα πρόσθετα τροφίμων είναι χημικές ουσίες που προστίθενται σε ένα προϊόν με σκοπό την διατήρηση της θρεπτικής αξίας του καθώς και την βελτίωση της γεύσης ή/και της εμφάνισής του. Επιπλέον, πρόσθετα όπως οι φυτικές ίνες, οι βιταμίνες και τα μέταλλα μπορούν να βελτιώσουν τη θρεπτική ικανότητα ενός τροφίμου. Τα φυσικά πρόσθετα τροφίμων κερδίζουν όλο και περισσότερο το ενδιαφέρον της βιομηχανίας τροφίμων αφού οι καταναλωτές, ενώ προτιμούν ένα τρόφιμο χωρίς πρόσθετα, όταν αυτό δεν είναι δυνατό, θα επιλέξουν ένα τρόφιμο που περιέχει φυσικά πρόσθετα έναντι των συνθετικών (Carocho et al., 2014). Επιπλέον η χρήση των συνθετικών συντηρητικών έχει πιθανές

καρκινογόνες δράσεις στην ανθρώπινη υγεία ενώ η εφαρμογή φυσικών συντηρητικών φαίνεται να έχει χαμηλές ή καθόλου παρενέργειες.

Οι μονάδες επεξεργασίας τροφίμων απορρίπτουν τους παλιούς ή τους κονδύλους που θεωρούνται μη εμπορεύσιμοι λόγω σχήματος ή μικρού μεγέθους. Σύμφωνα με τους Torres et al. (2020) οι απορριπτόμενοι αυτοί κόνδυλοι αντιπροσωπεύουν έως και το 30% της συνολικής παραγωγής και θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν για την ανάκτηση πολύτιμων ενώσεων, όπως το άμυλο από τη σάρκα, πρωτεΐνες από τα λύματα επεξεργασίας και αντιοξειδωτικά από τους φλοιούς. Οι φλοιοί έχουν πρόσφατα κερδίσει το ενδιαφέρον της ερευνητικής κοινότητας και της βιομηχανίας τροφίμων και φαρμάκων λόγω της αντιοξειδωτικής και αντιμικροβιακής τους δράσης. Αυτές τις ιδιότητες τις οφείλουν στην υψηλή περιεκτικότητα σε φαιολικές ενώσεις, οι οποίες αποτρέπουν την οξείδωση των λιπιδίων στα έλαια και στο κρέας (Jansone & Gaile, 2015). Μάλιστα οι φλοιοί κονδύλων μπλε ή κόκκινου χρώματος αποτελούν ιδανικούς υποψήφιους διότι παρουσιάζουν περίπου τρεις φορές υψηλότερες ποσότητες συνολικής περιεκτικότητας σε πολυφαινόλες σε σχέση με τους κονδύλους με κίτρινη-λευκή σάρκα, καθώς και δύο έως τρεις φορές υψηλότερη αντιοξειδωτική δράση (Petropoulos et al., 2019). Επιπλέον, χρωστικές ενώσεις όπως οι ανθοκυανίνες και τα καροτενοειδή χρησιμοποιούνται ευρέως ως φυσικές χρωστικές σε διάφορα τρόφιμα, για το μπλε και πορτοκαλί χρωματισμό τους αντίστοιχα, και μπορούν να εξαχθούν από τα απόβλητα των κονδύλων. Συνεπώς η πατάτα είναι ένα λαχανικό το οποίο μπορεί να προσφέρει αρκετά φυσικά πρόσθετα τροφίμων για την ανθρώπινη διατροφή.

3.10. ΣΚΟΠΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Ο κύριος στόχος του πειράματος ήταν η αξιολόγηση 29 έγχρωμων ποικιλιών πατάτας ως προς την απόδοση τους σε ελληνικές εδαφοκλιματικές συνθήκες συγκριτικά με 2 κίτρινοσάρκες ποικιλίες-μάρτυρες. Οι αποδόσεις της κάθε ποικιλίας συγκρίθηκαν ποσοτικά, με βάση το νωπό βάρος καθώς και τον αριθμό των κονδύλων που παρήγαγε. Έπειτα μελετήθηκε το διατροφικό, χημικό, φυσικό και βιοδραστικό προφίλ των έγχρωμων ποικιλιών, ξεχωριστά για την σάρκα και το φλοιό των κονδύλων. Ο σκοπός των αναλύσεων αυτών ήταν, εκτός από την σύγκριση των ποικιλιών μεταξύ τους ως προς την απόδοση και τα αγρονομικά τους χαρακτηριστικά, να διαπιστωθεί ποια μπορεί να είναι η ενδεχόμενη χρήση τους στη βιομηχανία τροφίμων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

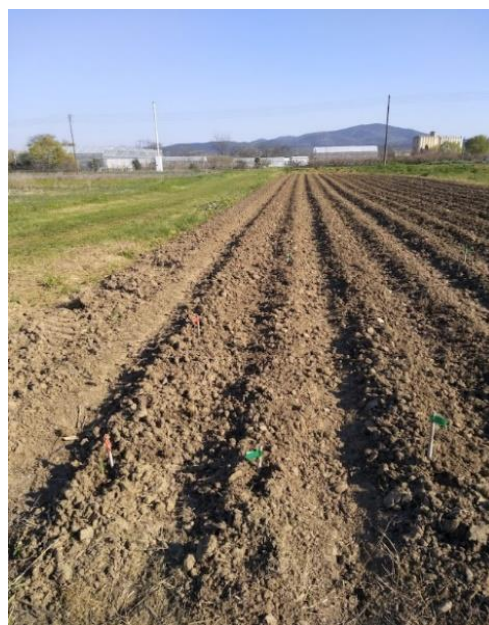
4.1 Περιγραφή πειράματος

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε το ακαδημαϊκό έτος 2020 στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο. Για την διεξαγωγή του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν κόνδυλοι έγχρωμων ποικιλιών συμπληρωματικά με κονδύλους από μάρτυρες. Στις 20 Μαρτίου έγινε η φύτευση προβλαστημένων κονδύλων, δηλαδή πατατόσπορων που ήδη είχαν αρχίσει να φυτρώνουν (Εικόνα 14). Αρχικά ανοίχτηκαν 2 σειρές αναχωμάτων των 40 μέτρων με την χρήση τσάπας στα οποία τοποθετήθηκαν διαφορετικού αριθμού πατατόσποροι ανάλογα την ποικιλία (Πίνακας 3). Οι αποστάσεις φύτευσης που χρησιμοποιήθηκαν ήταν 0,75m x 0,30m, με την πρώτη τιμή να αντιστοιχεί στην απόσταση μεταξύ των γραμμών και την δεύτερη μεταξύ των φυτών της πατάτας. Προκειμένου να είναι ευδιάκριτο το σημείο που καλλιεργήθηκε ο κάθε γονότυπος, τοποθετήθηκαν σημαϊάκια στην αρχή της κάθε ποικιλία. Τέλος, αφού ο κάθε κόνδυλος βρισκόταν στην σωστή θέση σκεπαζόταν με χώμα, πάλι με την χρήση τσάπας.

Κατά την διάρκεια διεξαγωγής του πειράματος εφαρμόστηκε βασική λίπανση 15-15-15 με 67 kg/στρέμμα και επιφανειακή 26-0-0 με 6 kg/στρέμμα. Η άρδευση γινόταν ανά τακτά χρονικά διαστήματα με καταιονισμό. Η τελευταία μεταχείριση που εφαρμόστηκε ήταν ένα σκάλισμα χειρωνακτικά στις 26 Ιουνίου για την απομάκρυνση των ζιζανίων που είχαν αναπτυχθεί ανάμεσα στα φυτά αλλά και ανάμεσα στις γραμμές, αλλά και για το παράχωμα των κονδύλων.



Εικόνα 14: Κόνδυλοι πριν την φύτευση



Εικόνα 15: Φύτευση στο αγρόκτημα

4.2. Συγκομιδή και διαδικασία μέτρησης

Η συγκομιδή των κονδύλων πραγματοποιήθηκε από τις 22 έως τις 25 Ιουλίου. Συγκεκριμένα στις 22 Ιουλίου συγκομίστηκαν οι ποικιλίες BP1-BP16, στις 23 Ιουλίου οι BP17-BP21 και στις 25 Ιουλίου οι BP22-BP30 καθώς και οι μάρτυρες. Αρχικά έγινε μέτρηση των φυτών της κάθε ποικιλίας (Πίνακας 3) και στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε σκάλισμα του εδάφους με τσάπα κάτω και γύρω από το κάθε φυτό έτσι ώστε να βγουν στην επιφάνεια οι κόνδυλοι. Μετά την τοποθέτησή τους μέσα σε πλαστικά δίχτυα, διαφορετικό για κάθε ποικιλία, οι κόνδυλοι μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο Λαχανοκομίας της σχολής Γεωπονικών Επιστημών του πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο τέλος κάθε ημέρας. Αφού τελείωσε η συγκομιδή καταγράφηκε ο αριθμός και με την χρήση ζυγαριάς ακριβείας το συνολικό βάρος όλων των κονδύλων για κάθε ποικιλία ξεχωριστά. Έπειτα οι κόνδυλοι κατηγοριοποιήθηκαν με βάση το βάρος τους σε: μικρούς (<15 g.), μεσαίους (15-50 g.) και μεγάλους (>50 g.) (Εικόνα 17) και το βάρος της κάθε κατηγορίας μετρήθηκε ξεχωριστά. Η παραπάνω διαδικασία επαναλήφθηκε για την κάθε ποικιλία.

Ποικιλία	ΣΕΙΡΑ 1		Ποικιλία	ΣΕΙΡΑ 2	
	Αριθμός	Αριθμός		Αριθμός	Αριθμός
	Πατατόσπορων	Φυτών		Πατατόσπορων	Φυτών
	ΦΥΤΕΥΣΗ	ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ		ΦΥΤΕΥΣΗ	ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ
BP17	20	19			
BP16	11	11	Liseta	17	17
BP15	10	10	Farida	45	45
BP14	24	20	BP30	52	50
BP13	20	19	BP29	49	45
BP12	13	13	BP28	30	28
BP11	19	19	BP27	10	10
BP10	12	12	BP26	5	4
BP9	12	11	BP25	10	10
BP8	16	15	BP24	4	3
BP7	15	13	BP23	16	15
BP6	14	12	BP22	17	15
BP5	7	7	BP21	17	16
BP4	31	25	BP20	23	21
BP3	8	5	BP19	22	20
BP1	6	4	BP18	5	5

Πίνακας 1: Απεικόνιση αριθμού πατατόσπορων που φυτεύτηκαν και φυτών κατά την συγκομιδή



Εικόνα 16: Συγκομιδή κονδύλων



Εικόνα 17: Οι 3 κατηγορίες των ποικιλιών

Αναλυτικά οι ποικιλίες που χρησιμοποιηθήκαν απεικονίζονται στον παρακάτω πίνακα

Πίνακας 2. Ποικιλίες που χρησιμοποιήθηκαν.

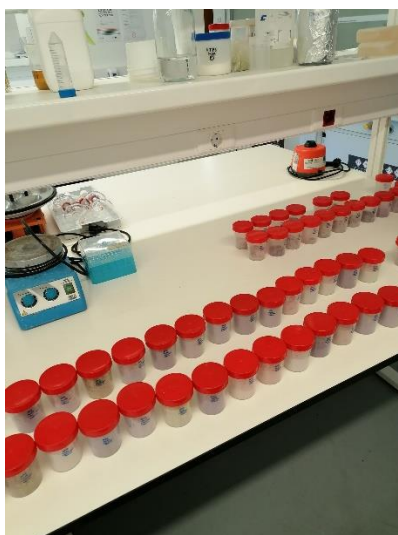
Κωδικός	Φωτογραφία	Όνομα ποικιλίας	Χώρα	Κωδικός	Φωτογραφία	Όνομα ποικιλίας	Χώρα
BP1		Highland Burgundy Red	England	BP3		Blaue St Galler	Switzerland
BP4		Hermans Blaue	Germany	BP5		Königspurpur	Germany
BP6		Königsbau (Valfi)	Czech Republic	BP7		Blaue Anneliese	Germany
BP8		Black Princess	England	BP9		Blue Star	Netherland
BP10		Violet Queen	Italy	BP11		Violine de Boree	France
BP12		Red Salad Potato	Germany	BP13		Purple Fiesta	Canada
BP14		Linzer Blaue	Austria	BP15		Schwarzer Teufel	Germany

BP16		Blaue Tannenzapfen	Germany	BP17		Blaue Bamberger Hörnchen	Germany
BP18		Fleuer Bleue	France	BP19		Wildkartoffel	Germany
BP20		Blaue Veltlin	Italy	BP21		Blaue Hindelbank	Switzerland
BP22		Blaue Ajanhuiiri	Bolivia	BP23		Blaue Neuseeländer	New Zealand
BP24		Kefermarkter Zuchtstamm	Austria	BP25		Lilly Rose	England
BP26		Black Eye	Germany	BP27		Purple Rain	Germany
BP28		Pink of Bolivia	Bolivia	BP29		Purple from Congo	Congo
BP30		Blue from Peru	Peru				
ΜΑΡΤΥΡΕΣ							
		Farida			Liseta		

Πηγή (Rodrigues, 2021)

4.3. Μέθοδοι εργαστηριακών αναλύσεων

Αφότου πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις βάρους, οι κόνδυλοι των έγχρωμων ποικιλιών υποβλήθηκαν σε διάφορες αναλύσεις ως προς το διατροφικό προφίλ τους, καθώς και για το χρώμα του φλοιού και της σάρκας τους. Από κάθε ποικιλία επιλέχτηκαν τυχαία 10 κόνδυλοι ως αντιπροσωπευτικό δείγμα. Μετά την ανάλυση της υγρασίας και του pH, η σάρκα διαχωρίστηκε από το φλοιό και αμφότερα λυοφιλοποιήθηκαν (Labconco Freezone 4.5, MI, USA), αλέστηκαν σε λεπτή σκόνη και διατηρήθηκαν στο σκοτάδι μέχρι περαιτέρω ανάλυσης.



Εικόνα 18: 29 πατάτες και οι φλοιοί τους αφότου μετατράπηκαν σε σκόνη

4.4. Χημικές Αναλύσεις

4.4.1. Διατροφικές Αναλύσεις

Οι αναλύσεις για το διατροφικό προφίλ (πρωτεΐνες, λίπη, υγρασία και τέφρα) πραγματοποιήθηκαν σύμφωνα με την επίσημη μεθοδολογία του AOAC, 17η έκδοση (AOAC, 2016).

Υγρασία

Για τον προσδιορισμό της υγρασίας των κονδύλων και του φλοιού τους χρησιμοποιήθηκε ένας αναλυτής υγρασίας Adam Equipment (μοντέλο PBM 163, Οξφόρδη, ΗΠΑ). Τα δείγματα παρασκευάστηκαν από 2 g σάρκας και φλοιού και στη συνέχεια τοποθετήθηκαν σε μεταλλικές πλάκες. Στη συνέχεια έγινε εισαγωγή του δείγματος στην συσκευή όπου θερμάνθηκε σε σταθερή θερμοκρασία μέχρι την ολική εξάτμιση του νερού. Η τιμή του προϊόντος υπολογίστηκε αφαιρώντας το τελικό βάρος από το αρχικό.

Τέφρα

Ο προσδιορισμός της περιεκτικότητας των κονδύλων σε τέφρα έγινε με τη μέθοδο AOAC 923.03 (κάυση οργανικού υλικού). Το λυοφιλοποιημένο δείγμα, (0,25 g) ζυγίστηκε και τοποθετήθηκε σε κλίβανο (Muffle, Optic Ivymen System, N-8L, Barcelona, Ισπανία, Εικόνα 19)) για 5 ώρες στους 550 °C, όπου αποτεφρώθηκε. Το τελικό προϊόν υπολογίστηκε αφότου έγινε αφαίρεση του βάρους της τέφρας από το αρχικό δείγμα.



Εικόνα 19. Κλίβανος για προσδιορισμό της περιεκτικότητας σε τέφρα

Ακατέργαστη πρωτεΐνη

Ο προσδιορισμός της περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη υπολογίστηκε χρησιμοποιώντας τη μέθοδο AOAC 920.87, (χρήση ισχυρού οξέος για την καταστροφή οργανικής ύλης και υπολογισμός των πρωτεϊνών βάση της ποσότητας του αζώτου (N) στο δείγμα). Η ανάλυση πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας τη μέθοδο Macro-Kjeldahl και συντελεστή μετατροπής το 6,24 ($N \times 6,24$). Κάθε λυοφιλοποιημένο δείγμα (0,5 g) υποβλήθηκε σε πέψη με τον καταλύτη, $K_2SO_4 / CuSO_4$, και σε 15 mL θειικού οξέος για 70 λεπτά στους 400 °C (Εικόνα 20). Μετά την ψύξη, τα δείγματα τοποθετήθηκαν στον αποστακτήρα Kjeldahl (μοντέλο Pro-Nitro-A, JP Selecta, Barcelona) από όπου πάρθηκαν τα αποτελέσματα της ποσότητας του αζώτου (Εικόνα 21)



Εικόνα 20: Protein Digester

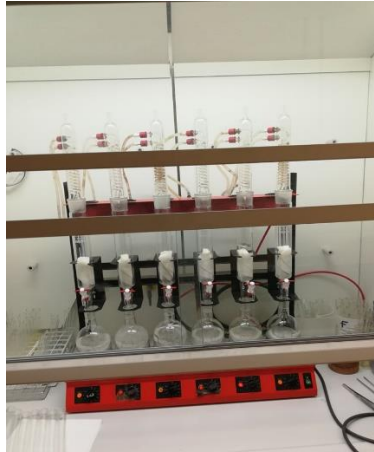


Εικόνα 21: Αποστακτήρας Kjeldahl

Ακατέργαστο λίπος

Ο προσδιορισμός της περιεκτικότητας σε ακατέργαστο λίπος υπολογίστηκε με τη μέθοδο AOAC 920.85 (χρήση συσκευής soxhlet για εκχύλιση λίπους). Αφότου μετρήθηκε το βάρος κάθε λυοφιλοποιημένου δείγματος, τα δείγματα τοποθετήθηκαν σε γυάλινες φυάλες, καλύφθηκαν με βαμβάκι και εισήχθησαν στον εξαγωγέα (Εικόνα 22), μαζί με πετρελαϊκό αιθέρα. Αφότου υποβλήθηκαν σε θέρμανση για 4 ώρες στους 80 °C

πραγματοποιήθηκε η μεταφορά του λιπώδους διαλύματος σε δοκιμαστικούς σωλήνες ώστε να γίνει εξάτμιση. Η περιεκτικότητα σε λίπος υπολογίστηκε με την μέτρηση του βάρους του δοκιμαστικού σωλήνα πριν και μετά την εξάτμιση και την αφαίρεση των δύο τιμών.



Εικόνα 22: Εξαγωγή Soxhlet

4.5. Ανάλυση Φυσικών Ιδιοτήτων

4.5.1. Χρώμα κονδύλων

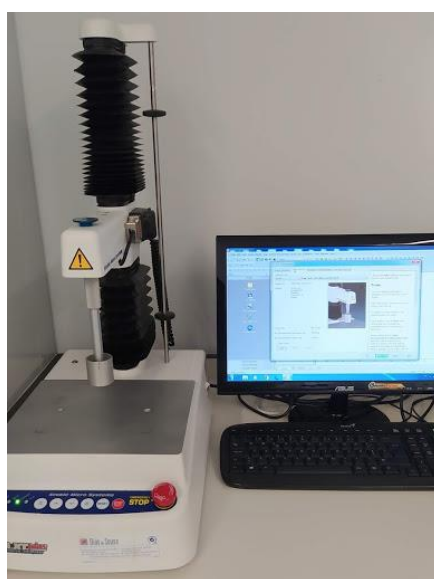
Τα χρώματα της σάρκας και των φλοιών των κονδύλων αναλύθηκαν εις τριπλούν με τη βοήθεια του φορητού χρωματόμετρου CR 400 από την Konica Minolta (Τόκιο, Ιαπωνία) που περιγράφεται από τους (Carocho et al., 2020). Χρησιμοποιήθηκε το πρότυπο Διεθνούς Επιτροπής Φωτισμού (CIE), με φωτιστικό D65, με διάφραγμα 8 mm και 10° παρατήρησης. Σύμφωνα με τον χώρο μέτρησης του CIE $L^* a^* b^*$ όπου το L^* αντιπροσωπεύει τη φωτεινότητα ($L = 0$ μαύρο, $L = 100$ λευκό), το a^* αντιπροσωπεύει την ερυθρότητα ($-a = 0$ πρασινάδα, $+ a =$ ερυθρότητα) και το b^* αντιπροσωπεύει το κιτρίνισμα ($-b =$ γαλάζιο, $+ b =$ κίτρινο).



Εικόνα 26: Φορητό χρωματόμετρο CR 400

4.5.2. Ανάλυση υφής

Οι κόνδυλοι υποβλήθηκαν σε ανάλυση υφής σε αναλυτή TA.XT Plus (Εικόνα 27) από την Stable Micro Systems (Vienna Court, Godalming, Ηνωμένο Βασίλειο), με κυψέλη φορτίου 30 kg. Η ανάλυση που χρησιμοποιήθηκε ήταν μια «ανάλυση προφίλ υφής» (TPA), μια ανάλυση που μιμείται την ανθρώπινη μάσηση κάνοντας δύο συμπιέσεις στο ίδιο υλικό, καταφέροντας να εξαγάγει αρκετές παραμέτρους χρησιμοποιώντας μακροεντολές σε θεμελιώδεις παραμέτρους. Με αυτόν τον τρόπο ήταν δυνατό να αναλυθεί η σκληρότητα, η θραυσσιμότητα, η αντοχή, η συνοχή, η ελαστικότητα, η κολλώδης ικανότητα και η μασητική ικανότητα. Χρησιμοποιώντας έναν μεταλλικό κύλινδρο 35 mm (P / 35) ως ανιχνευτή, μια ταχύτητα προ-δοκιμής 5 mm/s, μια ταχύτητα δοκιμής 3 mm/s, μια ταχύτητα μετά τη δοκιμή 10 mm/s και μια τάση παραμόρφωσης 25% ανά κόνδυλο, από δύναμη 10 g ως έναυσμα για την ανάλυση. Τα αποτελέσματα αναλύθηκαν χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα Exponent.



Εικόνα 27: Αναλυτής υφής

4.5.3. Αντιοξειδωτική Δραστηριότητα

Η αντιοξειδωτική δράση αναλύθηκε μέσω της δοκιμασίας αντιδραστικών ουσιών θειοβαρβιτουρικού οξέος (TBARS). Εν συντομία, κυτταρικά λύματα παρασκευάστηκαν με προσθήκη κυττάρων εγκεφάλου χοίρου σε ρυθμιστικό διάλυμα Tris-HCl (20 mM, pH=7,4, ψύξη) και στη συνέχεια το εναιώρημα φυγοκεντρήθηκε στα 3500 g για 10 λεπτά. Τα δείγματα λύματος επωάστηκαν με αντιδραστήριο θειοβαρβιτουρικό οξύ (TBA), τριχλωροξικό οξύ (TCA) και HCl (υδροχλωρικό οξύ) σε υδατόλουτρο στους 37,5 °C για 10 λεπτά. Δέκα (10) mg από κάθε εκχύλισμα προστέθηκαν σε 1,0 mL Tris-HCl, από το οποίο πραγματοποιήθηκαν διαδοχικές αραιώσεις, λαμβάνοντας τις προς δοκιμή συγκεντρώσεις. Σε κάθε αραιώση εκχυλίσματος προστέθηκαν 100 μL ασκορβικού οξέος, 100 μL θειικού σιδήρου και 100 μL του αιωρήματος του προϊόντος λύσης. Παρασκευάστηκαν δύο δείγματα ελέγχου με ρυθμιστικό διάλυμα Tris-HCl και με αιθανολικό διαλύτη. Οι αραιώσεις τοποθετήθηκαν σε λουτρό νερού για 20 λεπτά στους 80 °C. Η απορρόφηση μετρήθηκε στα 535 nm σε συσκευή ανάγνωσης μικροπλάκων (Bio-Tek Instruments, Inc., Winooski, USA). Η αντιοξειδωτική δράση εκφράστηκε σε EC₅₀ (η συγκέντρωση που μειώνει κατά 50% τα οξειδωτικά που υπάρχουν στο διάλυμα).

4.6. Στατιστική ανάλυση

Όλη η στατιστική ανάλυση διεξήχθη με τη χρήση SPSS με επίπεδο σημαντικότητας 0,05. Χρησιμοποιήθηκε η one-way ANOVA, καθώς και το Tukey's test για ομοσκεδαστικά και Tamhane T2 για ετεροσκεδαστικά δείγματα ως δοκιμασίες post-hoc. Τα γραφήματα σχεδιάστηκαν με το πρόγραμμα Prim 9 από την StatGraphics (The Plains, VA, ΗΠΑ).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. Αποτελέσματα-Συζήτηση

5.1.1. Αποτελέσματα μετρήσεων βάρους

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων για το βάρος που προέκυψε από την κάθε ποικιλία με μονάδα μέτρησης τα κιλά (kg). Ο μέσος αριθμός κονδύλων ανά φυτό υπολογίστηκε διαιρώντας τον αριθμό κονδύλων από τον αριθμό των φυτών που συγκομίσθηκαν και η απόδοση ανά 1000 m² πολλαπλασιάζοντας το συνολικό βάρος*φυτά προς τον αριθμό των φυτών ανά στρέμμα που είναι 4444 (αποστάσεις φύτευσης είναι 0,75*0,3 m)/Αριθμός φυτών.

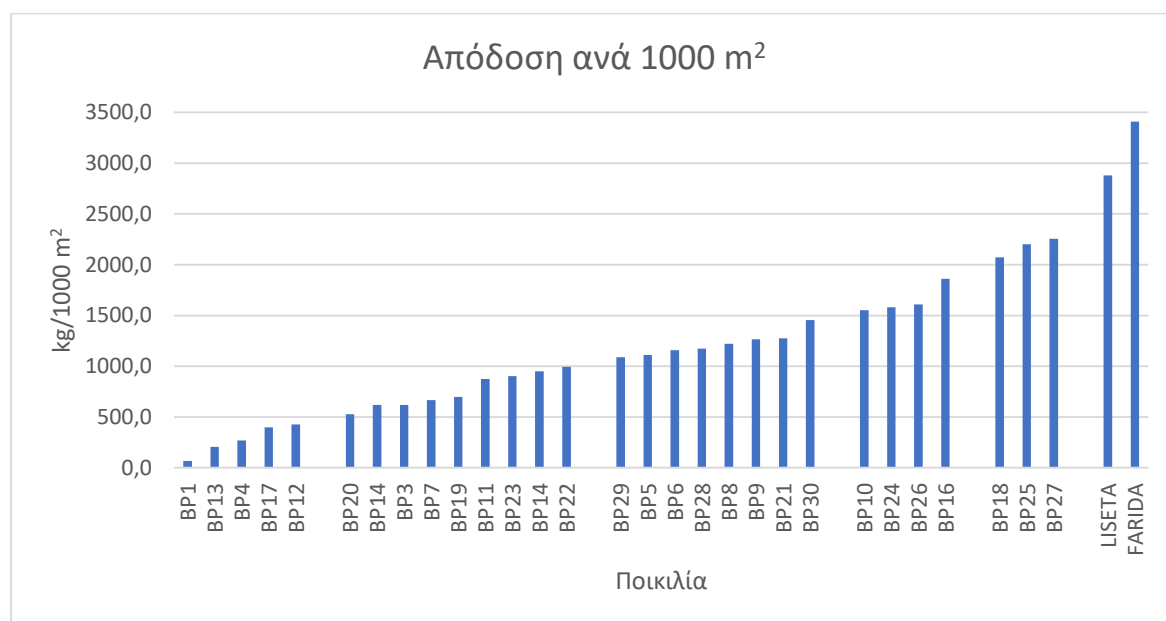
Πίνακας 3.α.: Αποτελέσματα μετρήσεων βάρους και αποδόσεις ανά 1000m²

ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΥΤΩΝ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΝΔΥΛΩΝ	ΜΕΣΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΝΔΥΛΩΝ ΑΝΑ ΦΥΤΟ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ ΚΟΝΔΥΛΩΝ (kg)	ΑΠΟΔΟΣΗ ΑΝΑ 1000m ² (kg)
BP1	4	10	2,50	0,06	66,66
BP3	5	25	5,00	0,697	619,5
BP4	25	70	2,80	1,512	268,8
BP5	7	47	6,71	1,750	1111,0
BP6	12	79	6,58	3,126	1157,7
BP7	13	131	10,08	1,945	664,9
BP8	15	132	8,80	4,127	1222,7
BP9	11	44	4,00	3,130	1264,5
BP10	12	111	9,25	4,193	1552,8
BP11	19	90	4,74	3,744	875,7
BP12	13	49	3,77	1,247	426,3
BP13	19	22	1,16	0,888	207,7
BP14	20	92	4,60	2,785	618,8
BP15	10	89	8,90	2,136	949,2
BP16	11	159	14,45	4,603	1859,6
BP17	19	109	5,74	1,704	398,6
BP18	5	49	9,80	2,333	2046,6
BP19	20	119	5,95	3,135	696,6
BP20	21	148	7,05	2,499	528,8
BP21	16	105	6,56	4,591	1275,2
BP22	15	138	9,20	3,359	995,2
BP23	15	148	9,87	3,052	904,2
BP24	3	34	11,33	1,068	1582,1
BP25	10	129	12,90	4,952	2200,7
BP26	4	71	17,75	1,448	1608,7
BP27	10	94	9,40	5,071	2553,5
BP28	28	410	14,64	7,389	1172,7
BP29	45	380	8,44	10,962	1082,6
BP30	50	396	7,92	16,364	1454,43
LISETA	17	131	7,71	9,717	2878,8

FARIDA	46	436	9,48	34,528	3409,8
--------	----	-----	------	--------	--------

Οι έγχρωμες ποικιλίες εξετάστηκαν ως προς την απόδοσή τους σε σύγκριση με τους μάρτυρες, Farida και Liseta. Στο Γράφημα 1 φαίνονται οι αποδόσεις ανά 1000 m² αναλυτικά για όλες τις ποικιλίες σε αύξουσα σειρά. Είναι εμφανές ότι οι μάρτυρες είχαν τις υψηλότερες αποδόσεις, με την ποικιλία Farida να κατέχει την πρώτη θέση με αισθητή διαφορά. Η τιμή της στα 3409,8 kg/1000 m² (Πίνακας 3.α.) βρίσκεται εντός του εύρους τιμών που έχει αναφερθεί από τους Kundu et al., 2022 οι οποίοι σε πείραμα που διεξήχθη σε έξι τοποθεσίες στο Μπαγκλαντές για τρεις γενιές βρήκαν ότι η μέση απόδοση της ποικιλίας κυμαίνεται από 3306 kg/1000 m² έως 4442 kg/1000 m². Αντίθετα η Liseta παρουσίασε υψηλότερη απόδοση στα 2878,8 kg/1000 m² (Πίνακας 3.α.) συγκριτικά με την έρευνα των (Silj & Jonovic, 2012) κατά την πενταετή περίοδο (2007 – 2011) στον πειραματικό αγρό της Γεωπονικής Σχολής στο ανατολικό Σαράγεβο όπου οι τιμές κυμάνθηκαν από 2309 kg/1000 m² έως 2382 kg/1000 m². Αυτή η απόκλιση μπορεί να οφείλεται στον διαφορετικό τύπο του εδάφους των δύο περιοχών, τη δομή του, καθώς και από τις μετεωρολογικές συνθήκες κατά τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου. Καμία από τις έγχρωμες ποικιλίες δεν κατάφερε να πλησιάσει την παραγωγή των μαρτύρων, ενώ τις επόμενες καλύτερες αποδόσεις είχαν οι ποικιλίες BP27 (Purple Rain), BP25 (Lily Rose) BP18 (Fleuer Bleue), με αποδόσεις που ξεπέρασαν τα 2000 kg/1000 m² (Γράφημα 1). Από πείραμα που διεξήχθη το ίδιο καλλιεργητικό έτος με τις ίδιες ποικιλίες σε φυτοδοχεία στο αγρόκτημα του Βελεστίνου προέκυψαν παρόμοια αποτελέσματα, με τις παραπάνω ποικιλίες να θεωρούνται από τις πιο παραγωγικές αφού είχαν την μικρότερη διαφορά από τους μάρτυρες (Ζαχαράκης, 2022). Οι υπόλοιπες ποικιλίες φαίνεται να έχουν αρκετά μικρότερες αποδόσεις, με την πλειοψηφία τους να μην ξεπερνά τα 1500 kg/1000 m² όπως φαίνεται αναλυτικά στο Γράφημα 1, είχαν δηλαδή μικρότερη από την μισή παραγωγή των μαρτύρων. Τις χαμηλότερες αποδόσεις με τιμές μικρότερες των 500 kg/1000 m² είχαν οι ποικιλίες BP13 (Purple Fiesta), BP4 (Hermans Blaue), BP17 (Blaue Bamberger Hörnchen), BP12 (Red Salad Potato) και η BP1 (Highland Burgundy Red) η οποία αποδείχθηκε η λιγότερο παραγωγική ποικιλία ενώ ταυτόχρονα είχε και την μικρότερη τιμή μέσου αριθμού κονδύλων ανά φυτό. Όπως φαίνεται στον Πίνακα 3.1, αρκετές ποικιλίες έχουν μεγαλύτερο μέσο αριθμό κονδύλων ανά φυτό συγκριτικά με τους μάρτυρες. Κάποιες από αυτές είναι η BP16 (Blaue Tannenzapfen), η BP24 (Kefermarkter Zuchstamm), η BP25 (Lily Rose) καθώς και η BP28 (Pink of Bolivia). Βέβαια οι περισσότερες έγχρωμες ποικιλίες έχουν κονδύλους μικρού ή μεσαίου μεγέθους, σε αντίθεση με τους μάρτυρες που παράγουν κυρίως μεγάλους κονδύλους, συνεπώς παρόλο έχουν μεγαλύτερο αριθμό κονδύλων που ανά φυτό η παραγωγή τους δεν είναι μεγαλύτερη, ενώ οι κόνδυλοί τους δε είναι το ίδιο εμπορεύσιμοι για νωπή κατανάλωση με βάση το παραγόμενο μέγεθος. Τα παραπάνω αποτελέσματα δεν συμπίπτουν με αυτά των (Pazderu et al., 2015) οι οποίοι αξιολόγησαν την παραγωγή 13 ποικιλιών πατάτας

διαφορετικού χρώματος σε δύο τοποθεσίες της Τσέχικης Δημοκρατίας με διαφορετικές περιβαλλοντικές συνθήκες κατά τρία έτη (2009-2011) αφού ανέφεραν υψηλότερες τιμές αποδόσεων: 2850 kg/1000m² έως 5996 kg/1000m² για τις ποικιλίες με μωβ κονδύλους και 4182 kg/1000m² έως 6898 kg/1000m² για τις ερυθρόσαρκες. Καμία έγχρωμη ποικιλία δεν έφτασε τις παραπάνω αποδόσεις παρόλο που τα δύο πειράματα είχαν τρεις ίδιες ποικιλίες που εξετάστηκαν, τις BP1, BP3 και BP30 με αποδόσεις 4182 kg/1000 m², 4570 kg/1000 m² και 4720 kg/1000 m² αντίστοιχα έναντι 66 kg/1000 m², 619,5 kg/1000 m² και 1454,4 kg/1000 m² (Πίνακας 3.α.). Ιδιαίτερα σημαντική βρέθηκε να είναι η επίδραση της τοποθεσίας στην απόδοση της παραγωγής των κονδύλων στο πείραμα των (Pazderů et al., 2015) αφού ο μέσος όρος των 13 ποικιλιών καθόλα τα έτη ήταν 5676 kg/1000 m² στην περιοχή με το υψηλότερο υψόμετρο (460 m), η οποία είχε και είχε χαμηλότερη ετήσια θερμοκρασία και συχνότερες βροχοπτώσεις, έναντι των 4319 kg/1000 m² στην περιοχή χαμηλού υψομέτρου (178 m). Συνεπώς η περιοχή του Βελεστίνου που έχει ακόμα μικρότερο υψόμετρο (120 m), υψηλότερες θερμοκρασίες και μικρότερο αριθμό ετήσιων βροχοπτώσεων είναι λογικό να παρουσιάζει χαμηλότερες αποδόσεις λόγω των διαφορετικές συνθηκών αύξησης και ανάπτυξης που επικρατούν.



Γράφημα 1: Απεικόνιση αποδόσεων ανά 1000m² των ποικιλιών σε αυξητική σειρά

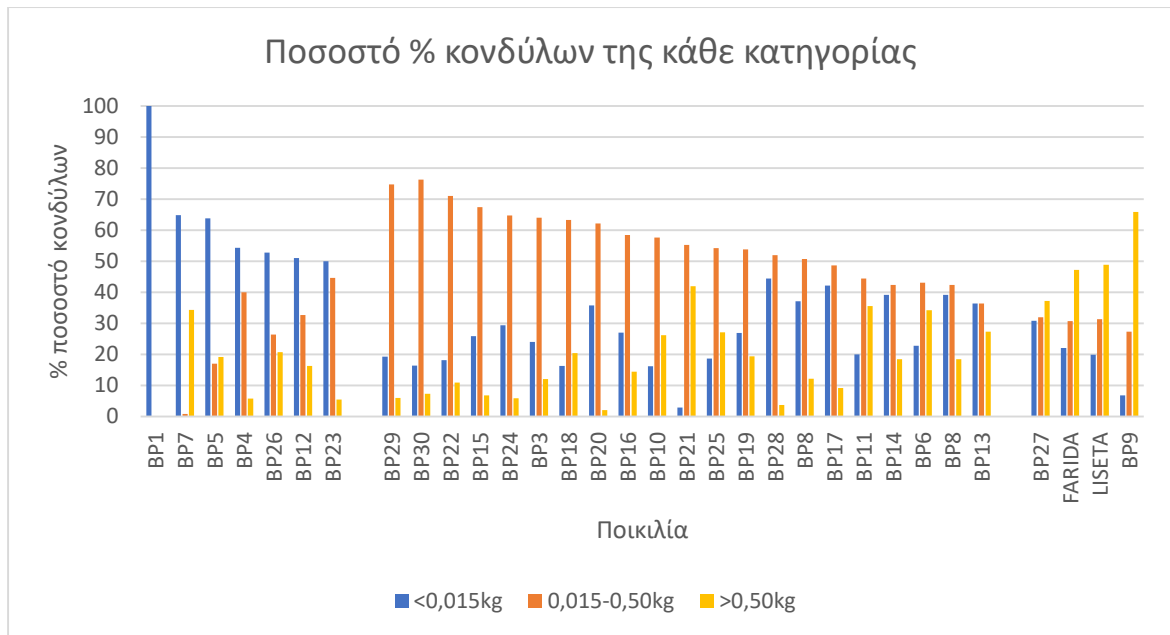
Πίνακας 3.β. Αποτελέσματα βάρους των τριών κατηγοριών

ΠΟΙΚΙ- ΛΙΕΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΝΔΥΛΩΝ <0,015kg	ΜΕΣΟ ΒΑΡΟΣ <0,015kg	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ <0,015kg	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΝΔΥΛΩΝ 0,015-0,05 kg	ΜΕΣΟ ΒΑΡΟΣ 0,015-0,05 kg	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ 0,015-0,05 kg	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΝΔΥΛΩΝ >0,05kg	ΜΕΣΟ ΒΑΡΟΣ >0,05kg	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ >0,05kg
BP1	10	0,006	0,06	0	0	0	0	0	0
BP3	6	0,008	0,048	16	0,028	0,448	3	0,067	0,201

BP4	38	0,01	0,38	28	0,029	0,812	4	0,08	0,32
BP5	30	0,029	0,87	8	0,029	0,232	9	0,072	0,648
BP6	18	0,009	0,162	34	0,03	1,02	27	0,072	1,944
BP7	85	0,008	0,68	1	0,05	0,05	45	0,027	1,215
BP8	49	0,012	0,588	67	0,033	2,211	16	0,083	1,328
BP9	3	0,01	0,03	12	0,036	0,432	29	0,092	2,668
BP10	18	0,009	0,162	64	0,029	1,856	29	0,075	2,175
BP11	18	0,008	0,144	40	0,03	1,2	32	0,075	2,4
BP12	25	0,007	0,175	16	0,024	0,384	8	0,086	0,688
BP13	8	0,007	0,056	8	0,029	0,232	6	0,1	0,6
BP14	36	0,011	0,396	39	0,029	1,131	17	0,074	1,258
BP15	23	0,012	0,276	60	0,024	1,44	6	0,07	0,42
BP16	43	0,008	0,344	93	0,027	2,511	23	0,076	1,748
BP17	46	0,005	0,23	53	0,018	0,954	10	0,052	0,52
BP18	8	0,009	0,072	31	0,04	1,24	10	0,099	0,99
BP19	32	0,011	0,352	64	0,023	1,472	23	0,057	1,311
BP20	53	0,006	0,318	92	0,021	1,932	3	0,083	0,249
BP21	3	0,007	0,021	58	0,031	1,798	44	0,063	2,772
BP22	25	0,007	0,175	98	0,023	2,254	15	0,062	0,93
BP23	74	0,012	0,888	66	0,026	1,716	8	0,056	0,448
BP24	10	0,019	0,19	22	0,029	0,638	2	0,12	0,24
BP25	24	0,008	0,192	70	0,028	1,96	35	0,08	2,8
BP26	28	0,009	0,252	14	0,032	0,448	11	0,068	0,748
BP27	29	0,009	0,261	30	0,032	0,96	35	0,11	3,85
BP28	182	0,006	1,092	213	0,024	5,112	15	0,079	1,185
BP29	74	0,016	1,184	287	0,027	7,749	23	0,091	2,093
BP30	65	0,012	0,78	302	0,042	12,684	29	0,1	2,9
LISETA	26	0,008	0,208	41	0,029	1,189	64	0,13	8,32
FARIDA	96	0,009	0,864	134	0,036	4,824	206	0,14	28,84

Στη συνέχεια εξετάστηκαν οι τρεις κατηγορίες με βάση το βάρος των κονδύλων: <0,015 kg, 0,015-0,050 kg, >0,050 kg. Στο Γράφημα 2 φαίνονται τα ποσοστά κονδύλων που ανήκουν σε κάθε κατηγορία για την κάθε ποικιλία ξεχωριστά. Είναι εμφανές ότι οι έγχρωμες ποικιλίες στην πλειοψηφία τους παράγαν κονδύλους μεσαίου μεγέθους, ενώ σε μικρότερο ποσοστό μικρού μεγέθους κονδύλους. Συγκεκριμένα οι ποικιλίες BP5 (Königsbau) και BP7

(Blaue Annalise) είχαν με διαφορά το μεγαλύτερο ποσοστό κονδύλων μικρού μεγέθους (μέσο βάρος μικρότερο από 0,015kg) συγκριτικά με τις άλλες δύο κατηγορίες με την τελευταία να είναι η μόνη ποικιλία που δεν παρήγαγε σχεδόν καθόλου κονδύλους μεσαίου μεγέθους. Η ποικιλία BP1, εκτός από την μικρότερη απόδοση ανά 1000 m², φαίνεται πως είναι η μόνη ποικιλία που δεν παρουσίασε καθόλου κονδύλους μεγαλύτερους από 0,015 kg καθώς και το μικρότερο μέσο βάρος κονδύλου της συγκεκριμένης κατηγορίας στα 0,006 kg (Πίνακας 5.β.). Οι περισσότερες ποικιλίες είχαν μεγαλύτερο ποσοστό παραγωγής στην κατηγορία μεσαίου μεγέθους (0,015-0,050 kg) συγκριτικά με τις άλλες δύο, με τις BP29 (Blue from Congo), BP30 (Blue from Peru) και BP22 (Blaue Ajanhuri) να έχουν πάνω από 70% των κονδύλων τους σε αυτή την κατηγορία (Γράφημα 2). Σχεδόν ίδια ποσοστά με αυτά των δύο παραπάνω κατηγοριών, με μικρές διαφορές είχαν οι BP8 (Black Princess), BP13 (Purple Fiesta) και BP14 (Linzer Blaue) οι οποίες είναι ποικιλίες με κονδύλους μικρού μεγέθους όπως αναφέρεται στην Ενότητα 1.6. Τέλος, οι μάρτυρες φαίνεται να έχουν το μεγαλύτερο μέσο βάρος στην κατηγορία μεγάλου μεγέθους (>0,05 kg) στα 0,13 kg και 0,14 kg (Πίνακας 3.β.), με την ποικιλία BP24 (Kefermarkter Zuchtstamm) να ακολουθεί στα 0,12 kg. Επιπλέον οι μάρτυρες ήταν από τις μοναδικές ποικιλίες που το μεγαλύτερο ποσοστό των κονδύλων τους ανήκε στην κατηγορία με βάρος μεγαλύτερο των 0,05 kg, δηλαδή θεωρούνταν μεγάλου μεγέθους. Αν και σε πείραμα που πραγματοποιήθηκε στην Ηλεία, η Liseta βρέθηκε να παράγει κυρίως κονδύλους μεγαλύτερους των 0,11kg, με μέσο βάρος στην κατηγορία των μεγάλων κονδύλων 0,33kg, σχεδόν τριπλάσια τιμή από αυτή του πίνακα 3.α. (Μάντης, 2018). Συνεπώς ο μάρτυρας δεν κατάφερε να φτάσει το υψηλό δυνατό της παραγωγής με την διαφορά πιθανότατα να οφείλεται στην περίοδο καλλιέργειας (η φύτευση και η συγκομιδή πραγματοποιήθηκαν ένα μήνα νωρίτερα) ενώ σημαντικό ρόλο έπαιξε η αυξημένη βασική λίπανση (150 kg/στρέμμα έναντι 67 kg/στρέμμα). Οι έγχρωμες ποικιλίες που ανήκαν σε αυτή την κατηγορία ήταν η BP27 καθώς και η BP9 (Blue Star), με την τελευταία να έχει το υψηλότερο ποσοστό μεγάλων κονδύλων περίπου κατά 65% (Γράφημα 2) Όπως έχει ήδη αναφερθεί στην Ενότητα 1.6. η BP9 είναι από τις μόνες έγχρωμες ποικιλίες με κονδύλους μεγάλου μεγέθους οπότε τα παραπάνω αποτελέσματα είναι λογικά. Ωστόσο στον Πίνακα 3.α, φαίνεται να έχει από τις χαμηλότερες τιμές μέσου αριθμού κονδύλων ανά φυτό στα 2,93, γεγονός που εξηγεί την μέτρια παραγωγικότητά της.



Γράφημα 2: Απεικόνιση του ποσοστού των κονδύλων της κάθε κατηγορίας σε κάθε ποικιλία.

5.2. Χημική ανάλυση

Αρχικά αναλύθηκε η θρεπτική σύσταση των δειγμάτων (Πίνακας 4) η οποία εκφράστηκε σε g/100 g νωπού βάρους (fw), ενώ η ενεργειακή αξία εκφράστηκε σε kcal και kJ. Η περιεκτικότητα σε υγρασία που προέκυψε από τα δείγματα νωπών κονδύλων κυμάνθηκε από 71,8 έως 83 g/100 g fw μεταξύ των διαφορετικών ποικιλιών, με την BP1 να παρουσιάζει τη χαμηλότερη ποσότητα υγρασίας και τις BP25 και BP26 την υψηλότερη. Επιπλέον οι συγκεκριμένες ποικιλίες είναι οι μόνες που φαίνεται να έχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ τους και με τις υπόλοιπες βάσει της στατιστικής ανάλυσης. Παρόμοιες τιμές υγρασίας (70,36 έως 81,97 g/100 g fw) έχουν αναφερθεί από τους (Calliope et al., 2018) σε πείραμα που αφορούσε την βιοποικιλότητα της πατάτας των Άνδεων ενώ οι Burlingame et al. (2009) σημείωσαν μεγαλύτερο εύρος τιμών (63–87 g/100 g). Οι διαφορετικές αυτές τιμές υγρασίας μπορεί να αποδοθούν στο μεγάλο αριθμό διαφορετικών γονοτύπων των εξεταζόμενων ποικιλιών πατάτας, στις διαφορετικές συνθήκες ανάπτυξης και την εφαρμογή λίπανσης με άζωτο η οποία να επηρεάζει την κατανομή της ξηράς ουσίας σε μέρη του φυτού.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί η περιεκτικότητα της πατάτας σε λιπίδια και πρωτεΐνες αναμένεται να βρίσκεται σε χαμηλά επίπεδα, αν και είναι υψηλής διατροφικής αξίας λαχανικό. Αξίζει να επισημανθεί ότι ενώ η περιεκτικότητα σε λίπος ήταν χαμηλή, μία μόνο ποικιλία παρουσίασε στατιστική διαφορά, η BP28. Μάλιστα μαζί με την BP18 η οποία είχε 1g/100g fw φαίνεται να είχαν αρκετά υψηλότερη από την αναμενόμενη περιεκτικότητα αφού άλλες μελέτες παρουσίαζαν εύρη μεταξύ 0,05-0,51 g/100 g fw (Burlingame et al., 2009) και 0,1-0,5 g/100 g fw (Campos & Ortiz, 2019). Από την άλλη η περιεκτικότητα των πρωτεϊνών από 1,1 έως 2,8 g/100 g fw φαίνεται να βρίσκεται εντός του εύρους τιμών που έχει αναφερθεί από τους (Campos & Ortiz, 2019) ενώ οι (Calliope et

al., 2018) ανέφεραν ελαφρώς υψηλότερη περιεκτικότητα πρωτεϊνών (1,93-4,85 g/100 g fw) και ταυτόχρονα υψηλότερες τιμές τέφρας, η περιεκτικότητα της οποίας κυμάνθηκε μεταξύ 0,95-1,73 g/100 g fw συγκριτικά με τις τιμές 0,49 και 1,6 g/100 g fw που βρέθηκαν στη παρούσα μελέτη. Σύμφωνα με τον (Πίνακα 4), υπάρχουν δεν υπάρχουν στατιστικές διαφορές μεταξύ των ποικιλιών για τους δύο αυτούς παράγοντες, με εξαίρεση τις BP1 και BP25 οι οποίες παρουσιάζουν τις υψηλότερες και χαμηλότερες τιμές αντίστοιχα.

Όσον αφορά την περιεκτικότητα των υδατανθράκων βρέθηκε να είναι υψηλότερη συγκριτικά με υπόλοιπα μακροθρεπτικά συστατικά, με τιμές που κυμάνθηκαν από 13 έως 23,3 g/100 g fw, οι οποίες συμπίπτουν με τις τιμές από τους (Calliope et al., 2018) (11,87-24,00 g/100 g fw). Όπως είναι γνωστό οι υδατάνθρακες είναι υπεύθυνοι για το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειας (περίπου 95%) των κονδύλων με την μορφή του αμύλου. Συνεπώς είναι αναμενόμενο το ενεργειακό περιεχόμενο να αυξομειώνεται ανάλογα με τις συγκεντρώσεις των υδατανθράκων, κάτι που όντως παρατηρείται στον (πίνακα 4). Οι τιμές κυμάνθηκαν από 65 έως 105 kcal/ 100 g fw και από 272 έως 442 kJ/ 100 g fw με τα αποτελέσματα να συμφωνούν με τους (Burlingame et al., 2009) οι οποίοι ανέφεραν ένα εύρος τιμών μεταξύ 57-100 kcal/100 g fw. Τέλος, δεν παρατηρούνται καθόλου στατιστικές διαφορές μεταξύ των 29 ποικιλιών για τις παραπάνω παραμέτρους αλλά φαίνεται πως την υψηλότερη τιμή είχε η BP1 και τις χαμηλότερες οι BP25 και BP26, αποτελέσματα αντιστρόφως ανάλογα από τις τιμές της υγρασίας.

Πίνακας 4. Εκατοστιαία σύνθεση των σαρκών των κονδύλων εκφρασμένη σε g/100 g νωπού βάρους (fw), σε kcal/100 g fw και kJ/100 g fw. Πηγή (Rodrigues, 2021)

	Υγρασία	Λίπος	Πρωτεΐνες	Τέφρα	Υδατάνθρακες	kcal	kJ
BP1	71,8±0,9 ^a	0,14±0,04 ^a	2,81±0,04 ^g	1,8±0,1 ⁱ	23,3±0,9 ^a	105±3 ^b	442±16 ^b
BP3	77±3 ^{a, b, c}	0,14±0,03 ^a	1,94±0,16 ^{b, c, d, e, f}	1,14±0,09 ^{b, c, d, e, f, g, h}	19±2 ^a	88±12 ^{a, b}	368±51 ^{a, b}
BP4	79±3 ^{a, b, c}	0,13±0,02 ^a	2,0±0,1 ^{b, c, d, e, f}	1,22±0,05 ^{d, e, f, g, h}	16±3 ^a	77±12 ^{a, b}	323±54 ^{a, b}
BP5	78±2 ^{a, b, c}	0,086±0,02 ^a	2,2±0,2 ^{c, d, e, f, g}	1,1±0,2 ^{c, d, e, f, g, h}	17±2 ^a	80±9 ^{a, b}	338±40 ^{a, b}
BP6	79±2 ^{a, b, c}	0,12±0,01 ^a	2,08±0,097 ^{b, c, d, e, f}	1,11±0,02 ^{b, c, d, e, f, g, h}	17±1 ^a	80±6 ^{a, b}	338±28 ^{a, b}
BP7	79,6±0,9 ^{a, b, c}	0,138±0,008 ^a	1,48±0,07 ^{a, b}	1,26±0,03 ^{d, e, f, g, h}	17,4±0,8 ^a	77±3 ^{a, b}	322±15 ^{a, b}
BP8	81±2 ^{b, c}	0,124±0,004 ^a	2,4±0,1 ^{f, g}	1,37±0,03 ^{f, g, h, i}	14±1 ^a	67±7 ^a	281±32 ^a
BP9	77±2 ^{a, b, c}	0,06±0,01 ^a	1,7±0,1 ^{a, b, c, d, e}	1,18±0,07 ^{c, d, e, f, g, h}	19±1 ^a	84±7 ^{a, b}	353±33 ^{a, b}
BP10	81±2 ^{a, b, c}	0,14±0,019 ^a	1,8±0,1 ^{b, c, d, e, f}	1,19±0,06 ^{c, d, e, f, g, h}	15±2 ^a	70±9 ^{a, b}	296±40 ^{a, b}
BP11	74±7 ^{a, b, c}	0,09±0,03 ^a	2,1±0,3 ^{c, d, e, f, g}	1,2±0,2 ^{d, e, f, g, h}	21±6 ^a	95±28 ^{a, b}	400±118 ^{a, b}
BP12	79±4 ^{a, b, c}	0,12±0,01 ^a	1,1±0,1 ^a	1,31±0,07 ^{e, f, g, h}	17±4 ^a	77±19 ^{a, b}	332±79 ^{a, b}
BP13	77±1 ^{a, b, c}	0,162±0,003 ^a	2,5±0,2 ^{f, g}	1,28±0,02 ^{d, e, f, g, h}	18±1 ^a	85±7 ^{a, b}	357±30 ^{a, b}
BP14	79±2 ^{a, b, c}	0,12±0,02 ^a	2,5±0,2 ^{f, g}	1,2±0,1 ^{d, e, f, g, h}	16±2 ^a	76±10 ^{a, b}	318±44 ^{a, b}
BP15	73±4 ^{a, b}	0,21±0,06 ^a	2,3±0,3 ^{e, f, g}	1,6±0,2 ^{h, i}	22±4 ^a	101±17 ^{a, b}	424±71 ^{a, b}
BP16	81±1 ^{a, b, c}	0,12±0,02 ^a	2,1±0,1 ^{c, d, e, f, g}	0,91±0,03 ^{a, b, c, d, e, f}	15±1 ^a	72±7 ^{a, b}	304±33 ^{a, b}
BP17	77±2 ^{a, b, c}	0,14±0,05 ^a	2,2±0,2 ^{c, d, e, f, g}	1,00±0,05 ^{a, b, c, d, e, f, g}	18±2 ^a	86±10 ^{a, b}	361±45 ^{a, b}

BP18	76±4 ^{a, b, c}	1,0±0,8 ^{a, b}	2,2±0,3 ^{c, d, e, f, g}	0,66±0,03 ^{a, b, c}	20±4 ^a	98±13 ^{a, b}	411±55 ^{a, b}
BP19	76±2 ^{a, b, c}	0,13±0,02 ^a	2,3±0,3 ^{d, e, f, g}	0,80±0,06 ^{a, b, c, d, e}	20±2 ^a	91±11 ^{a, b}	384±46 ^{a, b}
BP20	76±2 ^{a, b, c}	0,16±0,02 ^a	2,24±0,08 ^{c, d, e, f, g}	0,94±0,02 ^{a, b, c, d, e, f, g}	20±2 ^a	92±11 ^{a, b}	387±49 ^{a, b}
BP21	78±1 ^{a, b, c}	0,09±0,002 ^a	2,0±0,2 ^{b, c, d, e, f}	0,96±0,02 ^{a, b, c, d, e, f, g}	18±1 ^a	82±7 ^{a, b}	346±30 ^{a, b}
BP22	81±3 ^{b, c}	0,092±0,007 ^a	2,4±0,3 ^{e, f, g}	1,48±0,69 ^{g, h, i}	14±3 ^a	66±14 ^a	278±62 ^a
BP23	75±3 ^{a, b, c}	0,122±0,004 ^a	2,46±0,09 ^{f, g}	1,16±0,04 ^{c, d, e, f, g, h}	20±3 ^a	93±13 ^{a, b}	389±57 ^{a, b}
BP24	80,4±0,9 ^{a, b, c}	0,08±0,01 ^a	1,64±0,03 ^{a, b, c}	0,93±0,08 ^{a, b, c, d, e, f}	16,8±0,8 ^a	74±3 ^{a, b}	313±15 ^{a, b}
BP25	83±1 ^c	0,049±0,007 ^a	1,1±0,1 ^a	0,49±0,08 ^a	15±1 ^a	65±5 ^a	274±21 ^a
BP26	83±2 ^c	0,120±0,002 ^a	2,1±0,1 ^{b, c, d, e, f}	0,74±0,08 ^{a, b, c, d}	13±2 ^a	65±9 ^a	272±38 ^a
BP27	80±1 ^{a, b, c}	0,06±0,01 ^a	1,9±0,14 ^{b, c, d, e, f}	0,61±0,14 ^{a, b}	17,2±0,9 ^a	77±4 ^{a, b}	324±18 ^{a, b}
BP28	79±3 ^{a, b, c}	2±1 ^b	1,69±0,07 ^{a, b, c, d}	0,9±0,2 ^{a, b, c, d, e, f, g}	15±4 ^a	88±10 ^{a, b}	370±43 ^{a, b}
BP29	78±2 ^{a, b, c}	0,11±0,03 ^a	1,8±0,1 ^{b, c, d, e, f}	1,26±0,02 ^{d, e, f, g, h}	18±2 ^a	82±9 ^{a, b}	344±39 ^{a, b}
BP30	79±3 ^{a, b, c}	0,137±0,004 ^a	2,2±0,2 ^{c, d, e, f, g}	0,95±0,08 ^{a, b, c, d, e, f, g}	16±3 ^a	77±15 ^{a, b}	322±64 ^{a, b}

Διαφορετικά γράμματα σε κάθε σειρά σημαίνουν στατιστικά διαφορετικές τιμές, χρησιμοποιώντας p-value 0,05.

5.3 Φυσικές Ιδιότητες

Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε η ανάλυση των φυσικών ιδιοτήτων των δειγμάτων, συγκεκριμένα του χρώματός και της υφής. Το χρώμα μετρήθηκε με φορητό χρωματόμετρο ξεχωριστά για τη σάρκα και τον φλοιό ενώ τα δείγματα εξετάστηκαν στα νωπά δείγματα αλλά και μετά από ξήρανση. Η μέθοδος αφυδάτωσης που χρησιμοποιήθηκε ήταν η μέθοδος της λυοφυλιοποίησης (freeze drying) η οποία βασίζεται στην αφαίρεση του πάγου ενός κατεψυγμένου προϊόντος μέσω εξάχνωσης και της μείωσης της πίεσής του. Ένα από τα πλεονεκτήματά της μεθόδου είναι η διατήρηση του χρώματος εντός ορίων, αν και είναι λογική η αλλαγή λόγω της ασταθούς φύσεως των χρωστικών ουσιών. Οι περισσότερες φυσικές χρωστικές τείνουν να αλλάζουν τον χρωματισμό τους όταν αποξηραίνονται, εξ ου και η σύγκριση μεταξύ νωπών και αποξηραμένων δειγμάτων. Επίσης, όπως έχει ήδη αναφερθεί, οι συγκεντρώσεις των χρωστικών είναι υψηλότερες στο φλοιό, συνεπώς αναλύθηκαν ξεχωριστά από τη σάρκα των κονδύλων. Στον Πίνακα 5 παρουσιάζονται οι τιμές L^* , a^* και b^* που προέκυψαν για τα δείγματα των σαρκών.

Πίνακας 5. Τιμές των παραμέτρων L^* , a^* και b^* των νωπών και του ψυχρά αποξηραμένων δειγμάτων της σάρκας των κονδύλων. Πηγή (Rodrigues, 2021)

Σάρκα						
	Νωπό δείγμα			Ψυχρά αποξηραμένο δείγμα		
	L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*
BP1	64,7±0,4 ^{f, g, h}	8±2 ^{a, b, c, d, e}	15,6±0,2 ^{f, g}	90,5±0,8 ^p	10,4±0,1 ^h	10,9±0,5 ^r
BP3	30±2 ^{a, b}	13,0±0,3 ^{c, d, e, f, g, h}	-4,3±0,4 ^{a, b}	53,57±0,05 ^{c, d}	16,30±0,02 ^r	-8,44±0,02 ^c
BP4	37±1 ^{a, b, c, d}	15±1 ^{c, d, e, f, g, h, i}	-3,0±0,9 ^{a, b, c}	60,74±1 ^h	11,53±0,08 ⁱ	-4,77±0,04 ^g
BP5	50±6 ^{a, b, c, d, e, f, g, h}	19±6 ^{g, h, i, j}	7±2 ^{c, d, e, f}	54,4±0,1 ^{d, e}	7,81±0,04 ^f	19,52±0,03 ^u
BP6	39±5 ^{a, b, c, d, e}	15±2 ^{c, d, e, f, g, h, i}	-5±1 ^a	63,80±0,008 ⁱ	11,6±0,01 ^j	-4,76±0,01 ^g
BP7	28±5 ^{a, b}	12±4 ^{c, d, e, f, g, h}	-2,8±0,9 ^{a, b, c}	52,62±0,09 ^{b, c}	16,64±0,02 ^s	-8,70±0,01 ^c

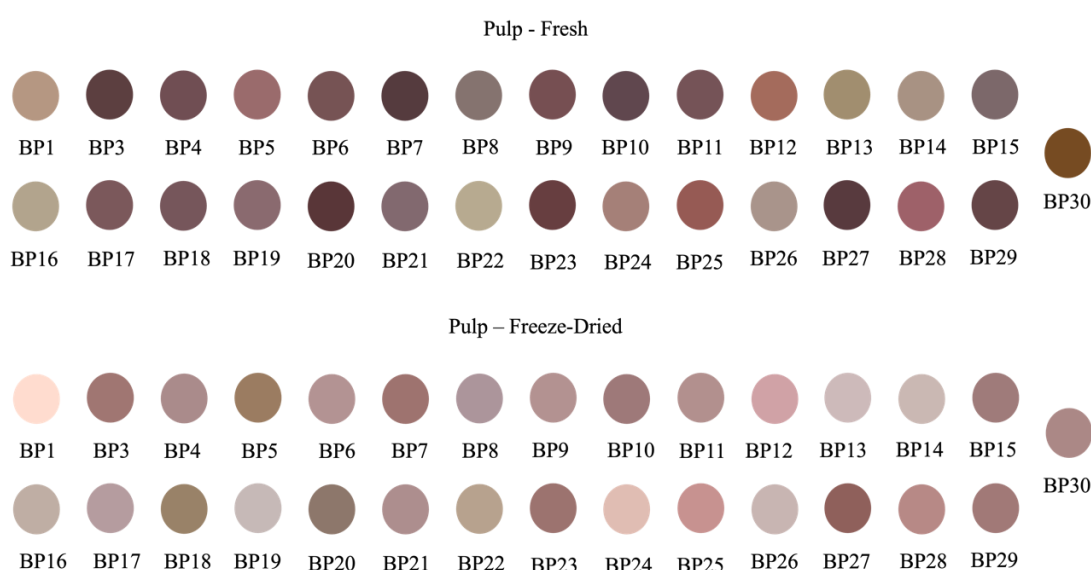
BP8	50±22 ^{a, b, c, d, e, f, g, h}	6±5 ^{a, b, c, d}	5±8 ^{b, c, d, e, f}	63,8±0,1 ^j	9,58±0,04 ^g	0,13±0,01 ⁱ
BP9	38±4 ^{a, b, c, d}	17±1 ^{e, f, g, h, i, j}	-5,5±0,8 ^a	63,5±0,4 ^j	12,3±0,6 ^k	-4,95±0,2 ^g
BP10	33±2 ^{a, b}	12±2 ^{c, d, e, f, g, h}	0,1±0,9 ^{a, b, c, d}	54,4±0,3 ^{d, e}	14,45±0,05 ⁿ	-5,82±0,04 ^{e, f}
BP11	39±7 ^{a, b, c, d, e}	14,9±0,4 ^{c, d, e, f, g, h, i}	-3±1 ^{a, b}	62,79±0,05 ^{i, j}	12,33±0,01 ^k	-5,60±0,01 ^f
BP12	51±1 ^{b, c, d, e, f, g, h}	21±4 ^{h, i, j}	11±8 ^{d, e, f, g}	70,83±0,08 ^m	17,61±0,01 ^t	4,55±0,01 ^l
BP13	60±5 ^{d, e, f, g, h}	2±2 ^{a, b}	19±4 ^g	71,1±0,2 ^m	6,41±0,01 ^e	2,52±0,01 ^j
BP14	62±5 ^{e, f, g, h}	6±5 ^{a, b, c}	11±5 ^{e, f, g}	76,25±0,09 ^o	5,41±0,01 ^d	5,131±0,009 ^m
BP15	46±19 ^{a, b, c, d, e, f, g}	8±5 ^{a, b, c, d, e, f}	2±7 ^{a, b, c, d, e}	55,0±0,1 ^{e, f}	13,60±0,01 ^m	-6,03±0,02 ^e
BP16	68±6 ^{g, h}	1±4 ^{a, b}	14±5 ^{f, g}	72,30±0,4 ⁿ	4,16±0,01 ^a	7,51±0,01 ⁿ
BP17	41±5 ^{a, b, c, d, e, f}	15±1 ^{c, d, e, f, g, h, i}	-4±1 ^{a, b}	66,6±0,2 ^k	9,52±0,03 ^g	-1,94±0,01 ^h
BP18	40±11 ^{a, b, c, d, e}	14±3 ^{c, d, e, f, g, h, i}	-2±3 ^{a, b, c}	55,93±0,01 ^f	4,4±0,2 ^b	17,307±0,007 ^t
BP19	48±4 ^{a, b, c, d, e, f, g, h}	14±0,2 ^{c, d, e, f, g, h, i}	2±1 ^{a, b, c, d, e}	76,03±0,01 ^o	4,40±0,02 ^e	2,466±0,006 ^j
BP20	27±2 ^a	16±1 ^{d, e, f, g, h, i, j}	-5,6±0,6 ^a	51,68±0,01 ^b	6,5±0,01 ^p	-9,66±0,02 ^b
BP21	47±3 ^{a, b, c, d, e, f, g}	11±2 ^{b, c, d, e, f, g}	0,6±2 ^{a, b, c, d, e}	61,88±0,2 ^{h, i}	11,71±0,02 ^j	-4,76±0,01 ^g
BP22	70±1 ^h	-0,4±0,6 ^a	15,3±0,9 ^{f, g}	67,9±0,3 ^l	4,6±0,1 ^c	13,1±0,1 ^s
BP23	31±1 ^{a, b}	18,3±0,8 ^{f, g, h, i, j}	-5,9±0,1 ^a	52,3±0,1 ^b	15,995±0,009 ^q	-8,585±0,009 ^e
BP24	57±4 ^{c, d, e, f, g, h}	13±3 ^{c, d, e, f, g, h}	10±1 ^{d, e, f, g}	79,3±0,1 ⁿ	11,14±0,03 ⁱ	9,77±0,01 ^q
BP25	45±2 ^{a, b, c, d, e, f, g}	24±2 ^{i, j}	14±2 ^{f, g}	65,6±0,1 ^k	19,90±0,01 ^v	8,868±0,007 ^p
BP26	63±3 ^{e, f, g, h}	6±3 ^{a, b, c, d}	8±2 ^{d, e, f}	75,18±0,04 ^o	6,38±0,01 ^e	3,779±0,007 ^k
BP27	28±4 ^{a, b}	14±2 ^{c, d, e, f, g, h, i}	-3,1±0,4 ^{a, b, c}	45,52±0,03 ^a	18,64±0,02 ^u	-10,368±0,017 ^a
BP28	48±3 ^{a, b, c, d, e, f, g, h}	26±2 ^j	5,9±0,9 ^{b, c, d, e, f}	61,45±0,05 ^h	16,72±0,02 ^s	8,36±0,01 ^o
BP29	33±3 ^{a, b}	14±2 ^{c, d, e, f, g, h, i}	-4,4±0,6 ^{a, b}	54,7±0,1 ^e	15,10±0,04 ^o	-6,97±0,02 ^d
BP30	36±7 ^{a, b, c}	14±2 ^{c, d, e, f, g, h, i}	-3,1±2 ^{a, b}	59,79±0,09 ^g	13,38±0,04 ^l	-6,06±0,01 ^e

Διαφορετικά γράμματα σε κάθε σειρά σημαίνουν στατιστικά διαφορετικές τιμές, χρησιμοποιώντας p-value 0,05

Δυστυχώς, δεδομένου του μεγάλου αριθμού των δειγμάτων δεν ήταν δυνατή η κατηγοριοποίηση των τριών χρωματικών συντελεστών λόγω στατιστικών διαφορών, αφού παρατηρείται αλληλοεπικάλυψη μεταξύ των ταξινομήσεων, συνεπώς γίνεται ανάλυση μόνο των χρωματικών ορίων. Αρχικά ο συντελεστής L^* (φωτεινότητα) πήρε τιμές από 27 έως 70, με το πιο ανοιχτόχρωμο δείγμα να είναι αυτό της ποικιλίας BP22 και το πιο σκούρο αυτό της BP20. Οι ακραίες αυτές τιμές ανήκαν σε μωβ ποικιλίες οι οποίες είχαν από λευκή έως έντονη μωβ σάρκα, ενώ στις ερυθρόσαρκες ποικιλίες παρατηρείται μικρότερο εύρος τιμών, από 45 έως 64. Ο συντελεστής a^* (ερυθρότητα) ήταν αναμενόμενο να παίρνει υψηλότερες τιμές στις κόκκινες ποικιλίες, με εξαίρεση την BP1 η οποία έχει ερυθρόλευκη σάρκα, για αυτό είχε και από τις υψηλότερες τιμές για το συντελεστή L^* , με τη BP28 να είναι το ερυθρότερο δείγμα. Την μικρότερη τιμή a^* , δηλαδή το πιο πράσινο δείγμα είχε η ποικιλία BP22. Τέλος, στο συντελεστή b^* (κιτρινισμα) παρατηρήθηκαν αρνητικές τιμές ($-b$ = γαλάζιο) στην πλειοψηφία των δειγμάτων των μωβ ποικιλιών, με τις BP9 και BP23 να έχουν τις χαμηλότερες τιμές (-5,5 και -5,9 αντίστοιχα) ενώ την υψηλότερη τιμή είχε η BP13 η οποία φαίνεται στην Εικόνα 3 ως μία κιτρινόσαρκτη ποικιλία.

Στα δείγματα που υποβλήθηκαν στη μέθοδο freeze drying παρατηρήθηκε αύξηση του συντελεστή L^* σε όλες τις ποικιλίες εκτός της BP22, που είχε την

υψηλότερη τιμή L^* στη νωπή μορφή. Η BP27 ήταν πλέον το πιο σκουρόχρωμο δείγμα με $L^*=45.52$ καθώς και το πιο μπλε δείγμα, αφού είχε την μικρότερη αρνητική τιμή στον συντελεστή b^* ενώ την υψηλότερη, συνεπώς και το πιο κιτρινωπό χρώμα, είχε το δείγμα της ποικιλίας BP5. Το εύρος τιμών του συντελεστή ήταν -10.37 έως 19.52. Η BP1 είχε εκτός από το πιο ανοιχτόχρωμο δείγμα με $L^*=90.5$ και το μοναδικό δείγμα που προήλθε από κόκκινες ποικιλίες στο οποίο αυξήθηκε η ερυθρότητά του μετά την ξήρανση. Βέβαια, ακόμα και με τη μείωση, πάλι το ερυθρότερο δείγμα ανήκε στην BP25, μία κόκκινη ποικιλία με $a^*=19.9$, ενώ το πιο πράσινο δείγμα ανήκε στη BP16 με $a^*=4.16$. Στην Εικόνα 28 παρουσιάζονται τα χρώματα των δειγμάτων πριν και μετά την ξήρανσή τους με τη μέθοδο freeze drying για την καλύτερη κατανόηση της επίδρασης της μεθόδου.



Εικόνα 28: Χρωματική απεικόνιση των δειγμάτων της σάρκας σε νωπή αποξηραμένη με κατάψυξη μορφή. Πηγή (Rodrigues, 2021)

Όπως μπορεί να σημειωθεί από την εικόνα 28, σχεδόν όλα τα δείγματα φαίνεται να έχουν υποστεί αποχρωματισμό με αποτέλεσμα μετά την ξήρανση με κατάψυξη να έχει μειωθεί αισθητά η ένταση του χρώματος. Οπτικά, μόνο το δείγμα της ποικιλίας BP22 φαίνεται να μην έχει αλλάξει, κάτι που φαίνεται και από τον Πίνακα 5 όπου δεν παρατηρήθηκαν μεγάλες διαφορές στις τιμές πριν και μετά την ξήρανση. Ακόμα και μετά τον αποχρωματισμό όμως, τα δείγματα εξακολουθούν να παρουσιάζουν παστέλ αποχρώσεις του χρώματος του νωπού τους δείγματος, συνεπώς θα ήταν πιθανή η χρήση τους ως φυσικές χρωστικές ουσίες στη βιομηχανία τροφίμων.

Στον πίνακα 6 παρουσιάζονται λεπτομερώς οι χρωματικές τιμές των φλοιών στη νωπή και την αποξηραμένη μορφή τους. Όπως και στα δείγματα των σαρκών, παρατηρείται επικάλυψη των ταξινομήσεων στα περισσότερα δείγματα οπότε δεν είναι εφικτή η ομαδοποίηση τους για όλους τους συντελεστές, με μόνο μικρές εκτιμήσεις να είναι δυνατές. Λαμβάνοντας υπόψη τον συντελεστή L^* για τους νωπούς φλοιούς, το εύρος των τιμών ήταν από 19

έως 53.1, αρκετά μικρότερο από αυτό των αντίστοιχων δειγμάτων σάρκας, με την ποικιλία BP3 να έχει το πιο σκούρο δείγμα και τη BP1 το πιο ανοιχτόχρωμο. Όσον αφορά τον συντελεστή a^* διακρίνεται μία ομαδοποίηση των ποικιλιών BP8, BP9, BP11, BP16, BP20, BP28 και BP30, οι οποίες είχαν τις χαμηλότερες τιμές συνεπώς δεν παρουσίασαν στατιστικές διαφορές ως προς το πράσινο χρώμα ενώ την υψηλότερη τιμή είχε η ποικιλία BP25, της οποίας η φλούδα είναι έντονα κόκκινη (εικόνα 28). Στον συντελεστή b^* δεν ήταν δυνατή η ομαδοποίηση των ποικιλιών ενώ και εδώ, όπως και στον συντελεστή L^* , οι ακραίες τιμές (1-21) προήλθαν από τις ποικιλίες BP1 και BP3, με την πρώτη να θεωρείται η πιο γαλάζια και η δεύτερη η πιο κίτρινη. Σε κανένα από τα δείγματα δεν παρατηρήθηκαν αρνητικές τιμές όπως υπήρχαν στα δείγματα των σαρκών. Μετά την ξήρανση με κατάψυξη στα δείγματα των φλοιών, παρατηρήθηκε και εδώ αύξηση της τιμής του συντελεστή L^* στις περισσότερες ποικιλίες. με την πιο ανοιχτόχρωμη να είναι αυτή του δείγματος της BP1 με τιμή 65, ενώ το πιο σκουρόχρωμο είναι το δείγμα της ποικιλίας BP27 με τιμή 27. Οι τιμές του συντελεστή a^* κυμάνθηκαν από 6.07 έως 17.72, με το πιο πράσινο δείγμα να ανήκει στη BP14 και το πιο ερυθρό στη BP28. Τέλος, παρατηρήθηκαν στον συντελεστή b^* αρνητικές τιμές σε ποικιλίες με μωβ φλοιό, με τη μικρότερη να ανήκει στην BP20 και την υψηλότερη, δηλαδή την πιο κίτρινη, στην BP25. Ως προς το χρώμα, οι φλοιοί είναι εξίσου σημαντικοί με τις σάρκες αφού σε αυτούς περιέχεται σχεδόν το 50% των φαινολικών ουσιών (κυρίως ανθοκυανίνες) του κονδύλου, ενώ παρατηρείται η σταδιακή μείωσή τους προς το κέντρο του με αποτέλεσμα ο φλοιός να παρουσιάζει έως και 10 φορές υψηλότερη περιεκτικότητα σε φαινολικά (Friedman, 1997).

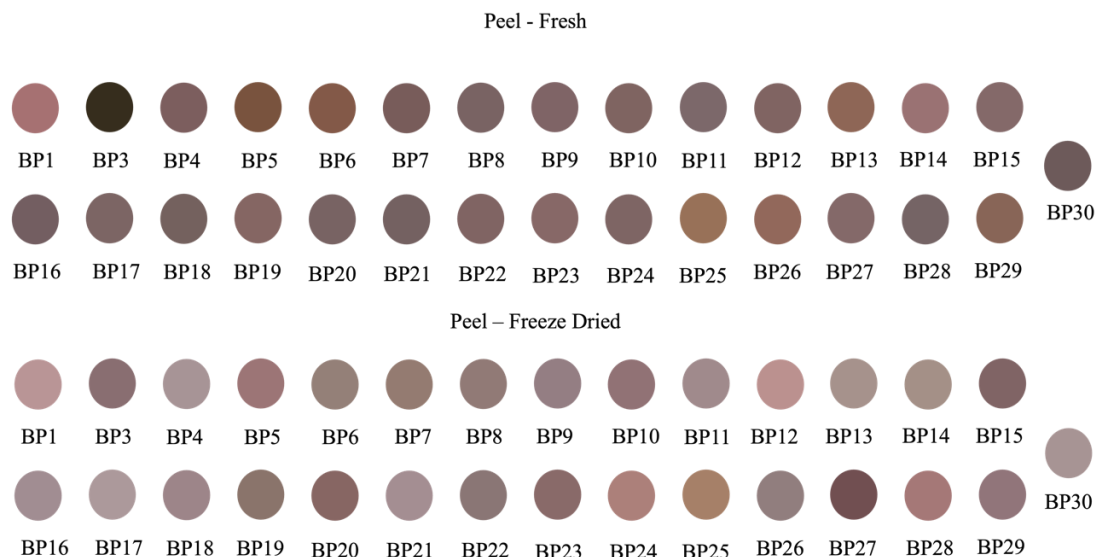
Πίνακας 6. Τιμές των παραμέτρων L^* , a^* και b^* των νωπών και του ψυχρά αποξηραμένων δειγμάτων φλοιών των κονδύλων. Πηγή (Rodrigues, 2021)

Φλοιός						
Νωπό δείγμα	Νωπό δείγμα			Ψυχρά αποξηραμένο δείγμα		
	L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*
BP1	53,1±0,6 ^d	9±1 ^{b, c}	21±0 ^c	65±2 ^q	13,7±0,1 ^o	4,9±0,8 ^l
BP3	19±5 ^a	13±1 ^{c, d}	1±1 ^a	49±1 ^{c, d}	11,3±0,2 ^{k, l}	-2,2±0,4 ^{e, f}
BP4	43±2 ^{b, c, d}	5±1 ^{a, b}	12,6±0,2 ^{b, c}	63±1 ^{n, o, p, q}	7,3±0,1 ^{d, e}	1,6±0,1 ⁱ
BP5	39±8 ^b	19±1 ^{e, f}	13±5 ^{b, c}	53±2 ^{e, f, g, h}	15,8±0,3 ^q	5,5±0,8 ^{l, m}
BP6	42±3 ^{b, c, d}	17±5 ^{d, e, f}	15±2 ^{b, c}	55±1 ^{h, l, j}	6,33±0,06 ^{a, b}	7,1±0,3 ⁿ
BP7	42±1 ^{b, c, d}	6±1 ^{a, b}	11,8±0,1 ^b	53,7±0,2 ^{f, g, h}	7,7±0,2 ^{f, g}	9,11±0,01 ^p
BP8	44±4 ^{b, c, d}	3±3 ^a	3±1 ^{a, b}	53,2±0,1 ^{e, f, g, h}	8,18±0,03 ^h	5,4±0,1 ^{l, m}
BP9	45±1 ^{b, c, d}	3±1 ^a	11±1 ^b	54,92±0,04 ^{h, i}	9,64±0,03 ^j	-0,23±0,02 ^h
BP10	45±1 ^{b, c, d}	6±4 ^{a, b}	10,0±0,4 ^{a, b}	50,94±0,03 ^{d, e, f}	12,65±0,02 ^{m, n}	-3,04±0,01 ^{d, e}
BP11	46±4 ^{b, c, d}	2±3 ^a	8,0±0,9 ^{a, b}	59,40±0,02 ^{k, l, m}	9,09±0,01 ⁱ	-1,62±0,01 ^f
BP12	45±2 ^{b, c, d}	5±2 ^{a, b}	11,1±0,4 ^b	64,06±0,09 ^{o, p, q}	15,74±0,04 ^q	7,09±0,02 ⁿ
BP13	47±0 ^{b, c, d}	15±2 ^{d, e, f}	14,3±0,9 ^{b, c}	62,20±0,01 ^{m, n, o, p}	6,51±0,02 ^b	5,79±0,01 ^m
BP14	52±4 ^{c, d}	6±5 ^{a, b}	16,9±3 ^{b, c}	61,30±0,03 ^{m, n, o}	6,07±0,02 ^a	7,42±0,001 ^{n, o}
BP15	47±1 ^{b, c, d}	4±1 ^{a, b}	11,3±0,5 ^b	45,21±0,2 ^b	11,63±0,05 ^l	-3,60±0,08 ^{c, d}
BP16	42±0 ^{b, c}	1,5±0,6 ^a	1,5±0,1 ^{a, b}	60,59±0,03 ^{l, m, n}	7,88±0,006 ^{g, h}	0,45±0,01 ^h
BP17	45±2 ^{b, c, d}	4±1 ^{a, b}	9±1 ^{a, b}	64,98±0,04 ^{p, q}	7,41±0,01 ^{d, e}	1,54±0,01 ⁱ

BP18	43±3 ^{b, c, d}	6±1 ^{a, b}	7±1 ^{a, b}	57,92±0,02 ^{j, k, l}	9,586±0,005 ^j	-1,37±0,01 ^f
BP19	46±5 ^{b, c, d}	6±7 ^{a, b}	12,3±0,6 ^{b, c}	50,71±0,02 ^{d, e}	6,92±0,02 ^c	8,17±0,02 ^o
BP20	44±2 ^{b, c, d}	3±1 ^a	3,4±0,3 ^{a, b}	46,45±0,01 ^b	12,907±0,001 ⁿ	-7,084±0,007 ^a
BP21	43±1 ^{b, c, d}	3,0±0,5 ^{a, b}	7±1 ^{a, b}	61,22±0,004 ^{m, n, o}	8,83±0,01 ⁱ	-1,19±0,01 ^f
BP22	45±1 ^{b, c, d}	5±2 ^{a, b}	11±1 ^b	51,38±0,09 ^{d, e, f}	7,44±0,02 ^{e, f}	3,523±0,007 ^k
BP23	47±3 ^{b, c, d}	5±2 ^{a, b}	12,2±0,7 ^b	47,82±0,01 ^{b, c}	12,47±0,01 ^m	-5,15±0,02 ^b
BP24	45±4 ^{b, c, d}	3±7 ^{a, b}	10±0,9 ^{a, b}	57,60±0,02 ^{i, j, k}	16,55±0,03 ^r	9,887±0,003 ^p
BP25	51±1 ^{c, d}	20,1±0,3 ^f	12±1 ^b	56,62±0,02 ^{i, j, k}	11,07±0,01 ^k	18,81±0,01 ^q
BP26	47,9±0,9 ^{b, c, d}	14,2±0,7 ^{d, e}	15±2 ^{b, c}	54,44±0,04 ^{i, j, k}	7,10±0,01 ^{c, d}	2,71±0,02 ^{j, k}
BP27	47±1 ^{b, c, d}	3,0±0,3 ^{a, b}	11,1±0,3 ^b	37,24±0,09 ^a	14,85±0,08 ^p	-4,3±0,1 ^c
BP28	44±4 ^{b, c, d}	2±2 ^a	7±0,4 ^{a, b}	54,782±0,005 ^{g, h, i}	17,72±0,02 ^s	7,62±0,01 ^{n, o}
BP29	46±2 ^{b, c, d}	13±1 ^{c, d}	12,6±0,8 ^{b, c}	52,006±0,005 ^{d, e, f, g}	11,62±0,02 ^l	1,375±0,008 ⁱ
BP30	40±2 ^b	3±1 ^a	8±1 ^{a, b}	62,84±0,02 ^{n, o, p, q}	6,99±0,01 ^c	2,657±0,008 ^j

Διαφορετικά γράμματα σε κάθε σειρά σημαίνουν στατιστικά διαφορετικές τιμές, χρησιμοποιώντας p-value 0,05. Πηγή (Rodrigues, 2021)

Στην εικόνα 21 παρουσιάζεται η αλλαγή του χρώματος μεταξύ των δειγμάτων που προήλθαν από φλοιό πριν και μετά την ξήρανση με κατάψυξη. Όπως και στην εικόνα 20 παρατηρείται αποχρωματισμός και μείωση της έντασης στις περισσότερες ποικιλίες άλλα σε αρκετά μικρότερο βαθμό. Φαίνεται ότι η μεταβολή μετά την ξήρανση δεν είναι ιδιαίτερα έντονη, κυρίως λόγω της χαμηλότερης περιεκτικότητας των φλοιών σε νερό συγκριτικά με την σάρκα των κονδύλων κάτι που κατατάσσει τις φλούδες ως μία αξιοσημείωτη πηγή φυσικών χρωστικών ουσιών στην βιομηχανία τροφίμων.



Εικόνα 29: Χρωματική απεικόνιση των δειγμάτων φλοιών σε νωπή αποξηραμένη με κατάψυξη μορφή. Πηγή (Rodrigues, 2021)

Η ανάλυση υφής έγινε με την μέτρηση της σκληρότητας, του pH και της δραστηριότητας νερού (aW) μόνο στα δείγματα που προήλθαν από τις σάρκες των κονδύλων και τα αποτελέσματα φαίνονται στον Πίνακα 7.

Πίνακας 7. Προφίλ υφής, pH και aW των δειγμάτων της σάρκας των κονδύλων. Πηγή (Rodrigues, 2021)

	Σκληρότητα (g)	pH	aW
BP1	18158±5044 ^{a, b}	6,050±0,006 ^{c, d, e}	0,992±0,004 ^b
BP3	26411±7406 ^{a, b, c}	6,33±0,01 ^l	0,984±0,002 ^{a, b}
BP4	22565±3149 ^{a, b, c}	6,02±0,01 ^{c, d}	0,988±0,005 ^{a, b}
BP5	22904±845 ^{a, b, c}	6,10±0,05 ^{d, e, f, g, h}	0,985±0,002 ^{a, b}
BP6	28405±2299 ^{b, c}	6,06±0,04 ^{c, d, e, f}	0,988±0,003 ^{a, b}
BP7	14687±2732 ^a	6,02±0,02 ^{c, d}	0,983±0,003 ^{a, b}
BP8	30853±5743 ^{b, c}	6,02±0,04 ^{c, d}	0,983±0,003 ^{a, b}
BP9	30073±2310 ^{b, c}	6,283±0,006 ^{k, l}	0,986±0,003 ^{a, b}
BP10	25971±304 ^{a, b, c}	6,25±0,02 ^{i, k, l}	0,999±0,003 ^{a, b}
BP11	23688±3728 ^{a, b, c}	6,13±0,02 ^{e, f, g, h, i}	0,987±0,003 ^{a, b}
BP12	23365±1271 ^{a, b, c}	6,06±0,03 ^{c, d, e}	0,988±0,002 ^{a, b}
BP13	21664±5126 ^{a, b, c}	6,18±0,05 ^{g, h, l, j, k}	0,988±0,002 ^{a, b}
BP14	29449±3760 ^{b, c}	6,17±0,07 ^{f, g, h, l, j}	0,987±0,005 ^{a, b}
BP15	31815±2566 ^c	6,11±0,06 ^{d, e, f, g, h}	0,985±0,001 ^{a, b}
BP16	28287±4373 ^{b, c}	6,20±0,01 ^{h, i, j, k}	0,982±0,003 ^a
BP17	21416±6112 ^{a, b, c}	6,06±0,04 ^{c, d, e}	0,983±0,002 ^{a, b}
BP18	25986±1804 ^{a, b, c}	6,26±0,02 ^{j, k, l}	0,983±0,003 ^{a, b}
BP19	32689±7050 ^c	6,24±0,02 ^{i, j, k, l}	0,984±0,003 ^{a, b}
BP20	32689±7050 ^c	5,88±0,01 ^{a, b}	0,988±0,005 ^{a, b}
BP21	22387±7154 ^{a, b, c}	6,20±0,03 ^{h, i, j, k}	0,985±0,001 ^{a, b}
BP22	30189±715 ^{b, c}	6,24±0,02 ^{i, j, k, l}	0,982±0,002 ^a
BP23	31647±4291 ^c	5,83±0,03 ^a	0,982±0,001 ^a
BP24	17855±2724 ^{a, b}	6,09±0,01 ^{d, e, f, g}	0,984±0,001 ^{a, b}
BP25	22877±362 ^{a, b, c}	5,97±0,03 ^{b, c}	0,985±0,002 ^{a, b}
BP26	33877±2352 ^c	6,21±0,05 ^{h, i, j, k}	0,986±0,001 ^{a, b}
BP27	22373±1502 ^{a, b, c}	6,183±0,006 ^{g, h, i, j, k}	0,984±0,003 ^{a, b}
BP28	24052±1828 ^{a, b, c}	5,97±0,01 ^{b, c}	0,985±0,002 ^{a, b}
BP29	23682±4674 ^{a, b, c}	6,02±0,01 ^{c, d}	0,982±0,001 ^a
BP30	27311±3837 ^{a, b, c}	6,037±0,01 ^{c, d, e}	0,985±0,003 ^{a, b}

Ούτε στην ανάλυση της υφής είναι δυνατή η κατηγοριοποίηση των ποικιλιών λόγω του μεγάλου αριθμού δειγμάτων και της αλληλεπίδρασης που φαίνεται να υπάρχει μεταξύ τους. Όσον αφορά την σκληρότητα, φαίνεται οι τιμές να είναι αρκετά υψηλές για όλες τις ποικιλίες, με την BP26 να είναι το σκληρότερο δείγμα με 33,9 Kg και η BP7 το πιο μαλακό με 14,6 Kg. Για το pH και την ενεργότητα του νερού τα αποτελέσματα δείχνουν αρκετά μικρά εύρη τιμών. Συγκεκριμένα το pH κυμάνθηκε από 5,83 στην ποικιλία BP23 έως 6,33 στην ποικιλία BP3, τιμές που συμφωνούν σχεδόν όλες με τους (Romano et al., 2018) οι οποίοι αξιολόγησαν 21 ποικιλίες καλλιεργούμενες στην Ιταλία και ανέφεραν εύρος 5,42 - 6,25. Ο δείκτης pH του πολτού της σάρκας προσδιορίζει τη πιθανότητα υποβάθμισης των κονδύλων από τη ζύμωση και το δραστηριότητα των ενζύμων με την αδρανοποίηση του ενζύμου φωσφορυλάση σε τιμές άνω του 5,5 (Feltran et al., 2004). Συνεπώς αφού όλες οι ποικιλίες του Πίνακα 7 παρουσιάζουν υψηλότερες τιμές αναμένεται να έχουν χαμηλότερη αποικοδόμηση του αμύλου και μεγαλύτερη διάρκεια αποθήκευσης. Εκτός από τη χαμηλότερη τιμή pH, η BP23 φαίνεται να έχει υψηλότερη τιμή για το aW στα 0,992 ενώ την χαμηλότερη η BP1 στα 0,982.

5.4: Αντιοξειδωτική δράση

Η ανάλυση της βιοδραστικότητας περιλάμβανε την αντιοξειδωτική δράση μέσω της ανάλυσης TBARS, τα αποτελέσματα της οποίας φαίνονται στον Πίνακα με τιμές που εκφράστηκαν σε EC₅₀. Τα αποτελέσματα των περισσότερων ποικιλιών δεν σημείωσαν σημαντικές τιμές, για αυτόν τον λόγο μόνο τα 5 καλύτερα από τα 29 δείγματα παρουσιάστηκαν στον Πίνακα 8, με τις τιμές που προέκυψαν από την σάρκα να είναι ξεχωριστές από αυτές που προήλθαν από τον φλοιό. Όσον αφορά τα δείγματα της σάρκας οι χαμηλότερες τιμές, συνεπώς και η υψηλότερη αντιοξειδωτική δραστηριότητα, παρατηρήθηκαν σε ποικιλίες με μωβ χρωματισμό. Συγκεκριμένα οι BP16, BP17, BP22 και BP30 ξεχώρισαν χωρίς να έχουν στατιστική διαφορά μεταξύ τους αλλά βρέθηκε να έχουν διαφορά με την ποικιλία BP15 η οποία είχε εμφανώς υψηλότερη τιμή EC₅₀ από αυτές αλλά αρκετά χαμηλή τιμή ώστε να θεωρείται ποικιλία με αντιοξειδωτική δράση. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την ανάλυση των δειγμάτων από τους φλοιούς έδειξαν ότι την υψηλότερη αντιοξειδωτική δραστηριότητα είχε η BP13, ακολουθούμενη από τις BP10, BP30 και BP3 ενώ τη χαμηλότερη είχε η BP28, η μοναδική ποικιλία με κόκκινο χρωματισμό που βρέθηκε να έχει αντιοξειδωτικές ιδιότητες. Μόνο η BP30 βρέθηκε να έχει αξιοσημείωτες τιμές EC₅₀ στη σάρκα καθώς και στο φλοιό της, κατά συνέπεια θεωρείται η ποικιλία με τις καλύτερες αντιοξειδωτικές ιδιότητες. Τα παραπάνω αποτελέσματα δεν συμπίπτουν πλήρως με τους Lachman et al, 2009 οι οποίοι αξιολόγησαν την αντιοξειδωτική ικανότητα 15 έγχρωμων ποικιλιών πατάτας σε πέντε διαφορετικές τοποθεσίες και συμπέραναν ότι ενώ η BP30 παρουσίασε υψηλές τιμές αντιοξειδωτικής ικανότητας, οι BP1 και BP3

είχαν καλύτερα αποτελέσματα. Συγκριτικά με τις πέντε τοποθεσίες τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το αυξημένο ύψος πάνω από το επίπεδο της θάλασσας, το υψηλότερο ετήσιο άθροισμα βροχοπτώσεων και οι χαμηλότερες μέσες ετήσιες θερμοκρασίες προκάλεσαν αύξηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας. Αυτό εξηγεί γιατί η BP1 όταν καλλιεργήθηκε στην Τσέχικη Δημοκρατία εκτός από υψηλές τιμές αντιοξειδωτικής δράσης είχε και μεγάλες αποδόσεις παραγωγής (Κεφάλαιο 6.1.) ενώ στο ελλαδικό κλίμα δεν παρουσίασε καλή ανάπτυξη.

Πίνακας 8. Ανάλυση TBARS των πέντε καλύτερων δειγμάτων από σάρκα και φλοιό. Πηγή (Rodrigues, 2021)

Ποικιλία	Σάρκα	Ποικιλία	Φλοιός
	(EC ₅₀ mg/mL)		(EC ₅₀ mg/mL)
BP15	0,37±0,03 ^b	BP3	0,343±0,009 ^b
BP16	0,076±0,009 ^a	BP10	0,32±0,02 ^{a, b}
BP17	0,07±0,016 ^a	BP13	0,305±0,008 ^a
BP22	0,07±0,016 ^a	BP28	0,38±0,04 ^c
BP30	0,07±0,01 ^a	BP30	0,33±0,03 ^{a, b}

Διαφορετικά γράμματα σε κάθε σειρά σημαίνουν στατιστικά διαφορετικές τιμές, χρησιμοποιώντας p-value 0,05.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Συμπεράσματα

Η πατάτα είναι μια από τις σημαντικότερες καλλιέργειες παγκοσμίως αφού παράγεται σε μεγάλες ποσότητες ετησίως με σκοπό την θρέψη του ανθρώπινου πληθυσμού. Θεωρείται τρόφιμο υψηλής διατροφικής αξίας αφού παρέχει ενέργεια στον ανθρώπινο οργανισμό λόγω της υψηλής περιεκτικότητάς της σε υδατάνθρακες καθώς και σε μέταλλα, φυτικές ίνες και πρωτεΐνες. Αν και οι ποικιλίες με κίτρινο και λευκό χρώμα σάρκας είναι οι πιο διαδεδομένες, το είδος της πατάτας παρουσιάζει ευρεία παραλλακτικότητα όσον αφορά το χρώμα της σάρκας και του φλοιού των κονδύλων, με μωβ και κόκκινους χρωματισμούς να συμπεριλαμβάνονται σε αυτούς. Επιπλέον η υψηλή γενετική ποικιλομορφία που υπάρχει μεταξύ των καλλιεργούμενων ποικιλιών προσδίδει την ικανότητά να αναπτύσσεται σε πολλά διαφορετικά περιβάλλοντα. Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται αυξημένο ενδιαφέρον από τους καταναλωτές για τις έγχρωμες ποικιλίες πατάτας, λόγω των ελκυστικών οργανοληπτικών χαρακτηριστικών τους (χρώμα και γεύση) αλλά και από την βιομηχανία τροφίμων για τα πολυάριθμα πλεονεκτήματά τους έναντι των συμβατικών ποικιλιών.

Εκτός από την υψηλή διατροφική αξία τους, οι ποικιλίες πατάτας περιέχουν επίσης βιοδραστικές ενώσεις με ευεργετικές επιδράσεις για την ανθρώπινη υγεία, όπως φαινολικές ενώσεις και καροτενοειδή, μεταξύ άλλων, με τις πρώτες να υπάρχουν σε σχεδόν διπλάσιες συγκεντρώσεις ενώσεων στις έγχρωμες ποικιλίες. Το μεγαλύτερο ποσοστό φαινολικών στους κονδύλους της πατάτας είναι οι ανθοκυανίνες, οι κύριες φυτοχημικές ουσίες που προσφέρουν στο εδώδιμό μέρος των κονδύλων την αντιοξειδωτική τους δράση ενώ παράλληλα είναι υπεύθυνες για το κόκκινο και μωβ χρώμα τους. Ένα ιδιαίτερα σημαντικό τμήμα του αποτελεί ο φλοιός αφού φαίνεται να περιέχει αξιοσημείωτες ποσότητες θρεπτικών και αντιοξειδωτικών ουσιών. Η περιεκτικότητα σε ανθοκυανίνες, η περιεκτικότητα σε φαινολικά και κατά συνέπεια η αντιοξειδωτική δραστηριότητα είναι σημαντικά υψηλότερη στο φλοιό συγκριτικά με τη σάρκα. Ως παραπροϊόν της βιομηχανίας επεξεργασίας πατάτας, οι φλοιοί των έγχρωμων ποικιλιών ενώ θεωρούνται φυτικά απόβλητα μηδενικής αξίας μπορεί να χρησιμοποιηθούν για την εξαγωγή φυσικών χρωστικών ουσιών και φυσικών αντιοξειδωτικών, αυξάνοντας έτσι την οικονομική τους αξία. Φαίνεται λοιπόν ότι υπάρχουν μεγάλες δυνατότητες για τη χρήση τους από τις βιομηχανίες τροφίμων και φαρμάκων.

Στην παρούσα μελέτη εξετάστηκαν οι αποδόσεις 29 έγχρωμων ποικιλιών πατάτας και στη συνέχεια μελετήθηκε η χημική σύσταση και οι φυσικές ιδιότητες της σάρκας και των φλοιών. Βάση των αποτελεσμάτων φαίνεται πως οι ποικιλίες-μάρτυρες Liseta και Farida υπερέχουν σε παραγωγή από τις έγχρωμες, οι πιο παραγωγικές εκ των οποίων ήταν οι BP27 (Purple Rain), BP25 (Lily Rose) και BP18 (Fleuer Bleue), ενώ την χειρότερη απόδοση να την έχει η BP1 (Highland Burgundy Red). Γενικά παρατηρήθηκαν μικρές και μέτριες αποδόσεις οι οποίες μπορούν να αποδοθούν μέχρι ένα σημείο στο βάρος των κονδύλων της κάθε ποικιλίας. Φαίνεται ότι οι έγχρωμες ποικιλίες παράγαν κυρίως κονδύλους μικρού ή μεσαίου μεγέθους, με βάρος μικρότερο από 0,015

kg/κόνδυλο ή 0,015-0,050 kg/κόνδυλο αντίστοιχα, οπότε δεν καταφέραν να φτάσουν τις αποδόσεις των μαρτύρων, ποικιλιών με μεγάλους κονδύλους με βάρος μεγαλύτερο από 0,050 kg/κόνδυλο.

Όσον αφορά τις εργαστηριακές αναλύσεις, λόγω του μεγάλου αριθμού των δειγμάτων παρατηρήθηκε επικάλυψη στις περισσότερες τιμές των φυσικών και χημικών παραμέτρων οπότε δεν ήταν δυνατή η ομαδοποίηση των ποικιλιών. Τα αποτελέσματα βοήθησαν όμως στην κατανόηση της θερμοδικής αξίας των 29 έγχρωμων ποικιλιών καθώς και την σκληρότητα της σάρκας και την αλκαλικότητα τους. Ιδιαίτερα σημαντικά ήταν τα χρωματικά αποτελέσματα που προήλθαν από φλοιό και σάρκα ξεχωριστά, σε νωπή μορφή αλλά και μετά από αποξήρανση. Οι αλλαγές χρώματος είναι βοηθητικές για τη βιομηχανία τροφίμων ώστε να γνωρίζει τι να περιμένει από τη χρήση παλιών κονδύλων για την εξαγωγή χρωστικών ουσιών. Στην πατάτα όσο πιο έντονος είναι ο χρωματισμός του κονδύλου τόσο μεγαλύτερη και η περιεκτικότητά τους σε χρωστικές (ανθοκυανίνες) συνεπώς οι ποικιλίες με τα εντονότερα χρώματα είναι και οι καλύτεροι υποψήφιοι. Τέλος αναλύθηκε η αντιοξειδωτική δράση των δειγμάτων, με την πλειοψηφία τους να μην δίνει επαρκή αποτελέσματα

Περαιτέρω μελέτες θα μπορούσαν να προσδιορίσουν την περιεκτικότητα των ανθοκυανών, του αμύλου, φυτικών ινών, σολανίνης, σε συνδυασμό με άλλες παραμέτρους για την καλύτερη κατανόηση και διάκρισή τους.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνόγλωσση

- Ζαχαράκης, Ν., (2022). «Αξιολόγηση ποικιλιών πατάτας με έγχρωμη σάρκα σε καλλιέργεια σε φυτοδοχεία». Πτυχιακή εργασία σελ. 38-55
- Μάντης Ν., (2018). «Επίδραση της βασικής λίπανσης με αναστολείς της νιτροποίησης αζώτου στην απόδοση και ποιότητα της πατάτας». Πτυχιακή εργασία σελ. 35-51
- Νικόπουλος, Δ., (2004). «Πατάτα - Ψυχανθή». Σημειώσεις, Εκδόσεις ΤΕΙ Καλαμάτας.
- Πάσσαμ, Χ., Ακουμιανάκης, Κ., Αλεξόπουλος, Α., (2011). «Το φυτό της πατάτας: Μορφολογία, φυσιολογία, ιδιαίτερες απαιτήσεις. Γεωργία Κτηνοτροφία Ειδικό Αφιέρωμα στην Καλλιέργεια της Πατάτας 6/2011 (Ιούλιος – Αύγουστος)». σελ. 18-21.
- Πατσάλος, Κ. (2005). «Η καλλιέργεια της πατάτας». Τομέας Δημοσιότητας Κλάδου Εφαρμογών και Δημοσιότητας. Έκδοση 9/2005. Κύπρος, Λευκωσία.
- Τσακώνης, Π. (2022). «ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΩΝ ΚΟΝΔΥΛΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΦΥΛΛΩΝ ΓΟΝΟΤΥΠΩΝ ΠΑΤΑΤΑΣ (S. tuberosum L.) ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΩΝ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗΤΩΝ». Πτυχιακή εργασία σελ. 10.
- Χα, Ι.Α., & Πετρόπουλος, Σ. (2014). «Γενική λαχανοκομία & υπαίθρια καλλιέργεια λαχανικών». Βόλος, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας

Ξενόγλωσση

- Agricultural, I. (1992). The Potato Crop. In *The Potato Crop*.
<https://doi.org/10.1007/978-94-011-2340-2>
- Burlingame, B., Mouillé, B., & Charrondière, R. (2009). Nutrients, bioactive non-nutrients and anti-nutrients in potatoes. *Journal of Food Composition and Analysis*, 22(6), 494–502. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2009.09.001>
- Calliope, S. R., Lobo, M. O., & Sammán, N. C. (2018). Biodiversity of Andean potatoes: Morphological, nutritional and functional characterization. *Food Chemistry*, 238, 42–50. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.12.074>
- Camire, M. E., Kubow, S., & Donnelly, D. J. (2009). Potatoes and human health. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 49(10), 823–840. <https://doi.org/10.1080/10408390903041996>
- Campos, H., & Ortiz, O. (2019). The potato crop: Its agricultural, nutritional and social contribution to humankind. In *The Potato Crop: Its Agricultural, Nutritional and Social Contribution to Humankind*.
<https://doi.org/10.1007/978-3-030-28683-5>
- Carocho, M., Morales, P., Ciudad-Mulero, M., Fernández-Ruiz, V., Ferreira, E., Heleno, S., Rodrigues, P., Barros, L., & Ferreira, I. C. F. R. (2020). Comparison of different bread types: Chemical and physical parameters. *Food Chemistry*, 310(December 2019).
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125954>

- Crozier, A., Jaganath, I. B., & Clifford, M. N. (2009). Dietary phenolics: Chemistry, bioavailability and effects on health. *Natural Product Reports*, 26(8), 1001–1043. <https://doi.org/10.1039/b802662a>
- De Jong, H. (2016). Impact of the Potato on Society. *American Journal of Potato Research*, 93(5), 415–429. <https://doi.org/10.1007/s12230-016-9529-1>
- Feltran, J. C., Lemos, L. B., & Vieites, R. L. (2004). Technological quality and utilization of potato tubers. *Scientia Agricola*, 61(6), 598–603. <https://doi.org/10.1590/s0103-90162004000600006>
- Friedman, M. (1997). Chemistry, Biochemistry, and Dietary Role of Potato Polyphenols. A Review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45(5), 1523–1540. <https://doi.org/10.1021/jf960900s>
- Furrer, A. N., Chegeni, M., & Ferruzzi, M. G. (2018). Impact of potato processing on nutrients, phytochemicals, and human health. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 58(1), 146–168. <https://doi.org/10.1080/10408398.2016.1139542>
- Galdón, B. R., Mesa, D. R., Elena, M., Rodríguez, R., & Romero, C. D. (2010). Influence of the cultivar on the organic acid and sugar composition of potatoes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90(13), 2301–2309. <https://doi.org/10.1002/jsfa.4086>
- Giusti, M. M., Polit, M. F., Ayvaz, H., Tay, D., & Manrique, I. (2014). Characterization and quantitation of anthocyanins and other phenolics in native andean potatoes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62(19), 4408–4416. <https://doi.org/10.1021/jf500655n>
- Hamouz, K., Lachman, J., Dvořák, P., Orsák, M., Hejtmánková, K., & Čížek, M. (2009). Effect of selected factors on the content of ascorbic acid in potatoes with different tuber flesh colour. *Plant, Soil and Environment*, 55(7), 281–287. <https://doi.org/10.17221/82/2009-pse>
- Ierna, A., Pandino, G., Lombardo, S., & Mauromicale, G. (2011). Tuber yield, water and fertilizer productivity in early potato as affected by a combination of irrigation and fertilization. *Agricultural Water Management*, 101(1), 35–41. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2011.08.024>
- Jansone, I., & Gaile, Z. (2015). Heat of winter cereal crops. *Research for Rural Development*, 1, 40–44.
- Jeddou, K. Ben, Chaari, F., Maktouf, S., Nouri-Ellouz, O., Helbert, C. B., & Ghorbel, R. E. (2016). Structural, functional, and antioxidant properties of water-soluble polysaccharides from potatoes peels. *Food Chemistry*, 205, 97–105. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.02.108>
- Kharumnuid, P., Pandey, N. K., Devarani, L., Chauhan, J. K., Singh, R., Das, B., & Marbaniang, E. K. (2021). Potato production for nutritional security and doubling farmers ' income. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 10(1), 193–197. <https://www.phytojournal.com/archives/2021/vol10issue1S/PartD/S-10-1-42-447.pdf>

- Kundu, B. C., Naznin, S., Kawochar, M. A., Islam, M. M., Al Mahmud, A., Amin, M. N., Uddin, M. N., & Hossain, K. M. D. (2022). Selection of Processing Potato Varieties Through Multi-Location Trials. *Malaysian Journal of Sustainable Agriculture*, *January*, 72–78. <https://doi.org/10.26480/mjsa.02.2022.72.78>
- Lachman, J., Hamouz, K., Šulc, M., Orsák, M., Pivec, V., Hejtmánková, A., Dvořák, P., & Čepl, J. (2009). Cultivar differences of total anthocyanins and anthocyanidins in red and purple-fleshed potatoes and their relation to antioxidant activity. *Food Chemistry*, *114*(3), 836–843. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.10.029>
- Lee, J., Durst, R. W., & Wrolstad, R. E. (2005). Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: Collaborative study. *Journal of AOAC International*, *88*(5), 1269–1278. <https://doi.org/10.1093/jaoac/88.5.1269>
- Liu, Y., Tikunov, Y., Schouten, R. E., Marcelis, L. F. M., Visser, R. G. F., & Bovy, A. (2018). Anthocyanin biosynthesis and degradation mechanisms in Solanaceous vegetables: A review. *Frontiers in Chemistry*, *6*(MAR). <https://doi.org/10.3389/fchem.2018.00052>
- Muthoni, J., Mbiyu, M. W., & Nyamongo, D. O. (2010). A Review of potato seed systems and germplasm conservation in Kenya. *Journal of Agricultural and Food Information*, *11*(2), 157–167. <https://doi.org/10.1080/10496501003680565>
- Ortiz, O., & Mares, V. (2017). The Potato Genome. In *The Potato Genome*. <http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-66135-3>
- Pazderů, K., Hamouz, K., Lachman, J., & Kasal, P. (2015). Yield potential and antioxidant activity of potatoes with coloured flesh. *Plant, Soil and Environment*, *61*(9), 410–416. <https://doi.org/10.17221/416/2015-PSE>
- Petropoulos, S. A., Sampaio, S. L., Di Gioia, F., Tzortzakis, N., Roupheal, Y., Kyriacou, M. C., & Ferreira, I. (2019). Phenolic composition and cell-based biological activities of ten coloured potato peels (*Solanum tuberosum* L.). *Antioxidants*, *8*(12), 1–26. <https://doi.org/10.3390/antiox8120617>
- Rodrigues, C. T. (2021). *Chemical, physical and bioactive properties of different cultivars of potatoes (solanum tuberosum L.) and their peels*.
- Rodriguez-Saona, L. E., Giusti, M. M., & Wrolstad, R. E. (1998). Anthocyanin pigment composition of red-fleshed potatoes. *Journal of Food Science*, *63*(3), 458–465. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1998.tb15764.x>
- Romano, A., Masi, P., Aversano, R., Carucci, F., Palomba, S., & Carputo, D. (2018). Microstructure and tuber properties of potato varieties with different genetic profiles. *Food Chemistry*, *239*, 789–796. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.07.010>
- Sampaio, S. L., Barreira, J. C. M., Fernandes, Â., Petropoulos, S. A., Alexopoulos, A., Santos-Buelga, C., Ferreira, I. C. F. R., & Barros, L.

- (2021). Potato biodiversity: A linear discriminant analysis on the nutritional and physicochemical composition of fifty genotypes. *Food Chemistry*, 345(November 2020).
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128853>
- Sampaio, S. L., Petropoulos, S. A., Alexopoulos, A., Heleno, S. A., Santos-Buelga, C., Barros, L., & Ferreira, I. C. F. R. (2020). Potato peels as sources of functional compounds for the food industry: A review. *Trends in Food Science and Technology*, 103(March), 118–129.
<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.07.015>
- Sampaio, S. L., Petropoulos, S. A., Dias, M. I., Pereira, C., Calhella, R. C., Fernandes, Â., Leme, C. M. M., Alexopoulos, A., Santos-Buelga, C., Ferreira, I. C. F. R., & Barros, L. (2021). Phenolic composition and cell-based biological activities of ten coloured potato peels (*Solanum tuberosum* L.). *Food Chemistry*, 363(December 2020).
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130360>
- Silj, M., & Jovovic, Z. (2012). *LONG-TERM EXAMINATION OF POTATO VARIETIES IN SARAJEVO- ROMANIJA*. February 2016.
<https://doi.org/10.7251/AGSY1203173M>
- Tena, N., Martín, J., & Asuero, A. G. (2020). State of the art of anthocyanins: Antioxidant activity, sources, bioavailability, and therapeutic effect in human health. *Antioxidants*, 9(5). <https://doi.org/10.3390/antiox9050451>
- Visvanathan, R., Jayathilake, C., Chaminda Jayawardana, B., & Liyanage, R. (2016). Health-beneficial properties of potato and compounds of interest. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96(15), 4850–4860.
<https://doi.org/10.1002/jsfa.7848>
- Wu, Z. G., Xu, H. Y., Ma, Q., Cao, Y., Ma, J. N., & Ma, C. M. (2012). Isolation, identification and quantification of unsaturated fatty acids, amides, phenolic compounds and glycoalkaloids from potato peel. *Food Chemistry*, 135(4), 2425–2429.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.07.019>
- Zaheer, K., & Akhtar, M. H. (2016). Potato Production, Usage, and Nutrition—A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(5), 711–721. <https://doi.org/10.1080/10408398.2012.724479>

Ιστοσελίδα

<https://www.hzpc.com/our-potato-varieties>