



Ολοκληρωμένη αξιοποίηση υποπροϊόντων γλυκοπατάτας για την απομόνωση και ποσοτικοποίηση βιοδραστικών ενώσεων, στο πλαίσιο βιώσιμης διατροφής και κυκλικής οικονομίας: ανάπτυξη νέου λειτουργικού τροφίμου σε μορφή στιγμιαίου γεύματος με βάση παραδοσιακά προϊόντα.

Integrated utilization of sweet potato by-products for the isolation and quantification of bioactive compounds, in the context of sustainable nutrition and circular economy: development of a new functional food in the form of an instant meal based on traditional products.



Ονοματεπώνυμο Φοιτήτριας : Ζουλάκη Ευαγγελία

ΑΜ: 2820015

Επιβλέπον καθηγητής : Χατζημητάκος Θεόδωρος

Καρδίτσα, 2025

Πρόλογος - Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση της παρούσας πτυχιακής εργασίας, θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες σε όσους με στήριξαν και συνέβαλαν με οποιοδήποτε τρόπο στην επίτευξη αυτού του στόχου.

Πρώτα απ'όλα, ευχαριστώ θερμά τον επιβλέπον καθηγητή μου, Χατζημητάκο Θεόδωρο, για την καθοδήγηση, την πολύτιμη βοήθεια και την υποστήριξή του καθ'όλη την διάρκεια εκπόνησης της εργασίας. Οι γνώσεις και οι παρατηρήσεις του υπήρξαν καθοριστικές για την πορεία και την ποιότητα της εργασίας. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τους διδάσκοντες και το προσωπικό του Τμήματος Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας για τις γνώσεις και τις εμπειρίες που μου προσέφεραν καθ'όλη την πενταετή φοίτηση. Ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένειά μου για την αμέριστη υποστήριξη, υπομονή και ενθάρρυνση που μου προσέφεραν όλα αυτά τα χρόνια. Τέλος, ευχαριστώ τους φίλους και συμφοιτητές μου για την συντροφιά, συνεργασία και τις δημιουργικές ανταλλαγές απόψεων που πλούτισαν την ακαδημαϊκή μου εμπειρία.

Περίληψη

Η παρούσα μελέτη εστιάζει στην ολοκληρωμένη αξιοποίηση των υποπροϊόντων της γλυκοπατάτας (*Ipomoea batatas* L., ποικιλία *Beauregard*) με στόχο την απομόνωση και ποσοτικοποίηση βιοδραστικών ενώσεων υψηλής διατροφικής και βιολειτουργικής αξίας. Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στις φλούδες, οι οποίες αποτελούν πλούσια πηγή πολυφαινόλων, καροτενοειδών, φυτοστερολών και β-καροτενίου. Τα εκχυλίσματα αξιοποιήθηκαν για την ανάπτυξη νέου λειτουργικού τροφίμου, το οποίο αξιολογήθηκε ως προς τη θρεπτική σύσταση και τις βιοδραστικές ικανότητες με έμφαση στα αντιοξειδωτικά (FRAP, DPPH, Folin–Ciocalteu). Τα αποτελέσματα ανέδειξαν σημαντική συγκέντρωση βιοδραστικών μορίων και ισχυρή αντιοξειδωτική δράση, επιβεβαιώνοντας την προστιθέμενη αξία των υποπροϊόντων και τη δυνατότητά τους να συμβάλουν σε βιώσιμα πρότυπα διατροφής και στην προώθηση της κυκλικής οικονομίας μέσω της δημιουργίας καινοτόμων τροφίμων με υψηλή λειτουργικότητα και ενισχυμένο διατροφικό προφίλ.

Λέξεις κλειδιά : ποικιλία *Beauregard*, υποπροϊόντα, διατροφική αξία, βιοδραστικά συστατικά, βιταμίνη .

Summary

This study focuses on the integrated utilization of sweet potato (*Ipomoea batatas* L., Beauregard variety) by-products with the aim of isolating and quantifying bioactive compounds of high nutritional and biofunctional value. Particular emphasis was placed on the skins, which are a rich source of polyphenols, carotenoids, phytosterols, and β carotene. The extracts were used to develop a new functional food, which was evaluated for its nutritional composition and bioactive properties, with an emphasis on antioxidants (FRAP, DPPH, Folin–Ciocalteu). The results showed a significant concentration of bioactive molecules and strong antioxidant activity, confirming the added value of the by-products and their potential to contribute to sustainable dietary patterns and promote the circular economy through the creation of innovative foods with high functionality and enhanced nutritional profiles.

Keywords: Beauregard variety, by-products, nutritional value, bioactive compounds, vitamin.

Πίνακας περιεχομένων

Πρόλογος - Ευχαριστίες	i
Περίληψη	ii
Summary	iii
Κεφάλαιο 1 : Εισαγωγή	1
1.1 Βοτανικά Χαρακτηριστικά	4
1.2 Προέλευση	5
1.3 Ποικιλίες Γλυκοπατάτας	5
Beauregard	5
Jewel	6
Evangeline	7
Georgia Jet	7
Ο'Henry	8
1.4 Τεχνικές καλλιέργειας γλυκοπατάτας	9
Εδαφολογικές Συνθήκες	9
Σπορά και Φύτευση	10
Θερμοκρασία και Κλίμα	11
Άρδευση	11
Λίπανση	12
Παράσιτα και Ασθένειες	12
Συγκομιδή	12
Αποθήκευση	13
1.5 Διατροφική Αξία Γλυκοπατάτας	13
Ενέργεια-Υδατάνθρακες	15
Άμυλο	16
Λιπαρά	16
Πρωτεΐνες	16
Βιταμίνες	16
Βιταμίνη Α	17
1.6 Υποπροϊόντα Γλυκοπατάτας	19
Φλούδα γλυκοπατάτας	20
Άλλα υποπροϊόντα γλυκοπατάτας	21
1.7 Βιοδραστικά συστατικά & Ανθρώπινη διατροφή-υγεία	21
Σημασία για την υγεία του ανθρώπου	21

Βασικές κατηγορίες βιοδραστικών συστατικών	22
Πολυφαινόλες	22
Καροτενοειδή	23
Φυτοστερόλες	23
Διατροφικές πηγές πολυφαινολών & καροτενοειδών	23
Σταφύλι	24
Γλυκοπατάτα	24
Ελιά	25
1.8 Μέθοδοι απομόνωσης βιοδραστικών συστατικών	26
Εκχύλιση με νερό	27
Εκχύλιση με διαλύτες	28
1.8 Σκοπός	30
Κεφάλαιο 2 : Πειραματικό Μέρος	31
Πειραματικό Υλικό	31
Υλικά & Μέθοδοι	31
Δοκιμαστικές εκτελέσεις 1ο στάδιο	31
Δοκιμαστικές εκτελέσεις 2ο στάδιο	36
Folin Ciocalteu Method	41
Ferric Reducing Antioxidant Power (Frap) Method	42
DPPH Method	43
UV-Vis Method for the determination of b-carotene	44
Κεφάλαιο 3 : Αποτελέσματα – Συζήτηση	45
Κεφάλαιο 4: Συμπεράσματα	50
Βιβλιογραφία	v

Κατάλογος πινάκων

Πίνακας 1.Αποτελέσματα FAO	2
Πίνακας 2.Χρήση Κονδύλων Γλυκοπατάτας/FAO	3
Πίνακας 3.Διατροφικός πίνακας γλυκοπατάτας/USDA	14
Πίνακας 4. Διατροφικές Πηγές β-καροτενίου	19
Πίνακας 5. Δοκιμή παραγωγής τραχανά σε κλειστό μπολ με βραστό νερό.	36
Πίνακας 6. Συγκεντρωτικός πίνακας αποτελεσμάτων.....	46
Πίνακας 7. Αποτελέσματα έρευνας των Darwish et al.,2020	47
Πίνακας 8. Έντυπο οργανοληπτικού ελέγχου.....	48

Κατάλογος εικόνων

Εικόνα 1. Παραγωγή γλυκοπατάτας στην Ελλάδα/FAO	2
Εικόνα 2. Beauregard	6
Εικόνα 3.Jewel	7
Εικόνα 4.Evangeline.....	7
Εικόνα 5.Georgia Jet.....	8
Εικόνα 6.Ο´Henry	8
Εικόνα 7. Togias Family Farm.....	10
Εικόνα 8. Χειρωνακτικός τρόπος συγκομιδής γλυκοπατάτας/Sustainable Market Farming	13
Εικόνα 9. Βιοδραστικές ιδιότητες γλυκοπατάτας, σταφυλιού, καλαμποκιού, ελιάς ...	24

Εικόνα 10. Κομμάτια φλούδας και σάρκας γλυκοπατάτας πριν την ξήρανση	31
Εικόνα 11. Κομμάτια φλούδας και σάρκας γλυκοπατάτας μετά την ξήρανση	32
Εικόνα 12. Εκχύλισμα φλούδας γλυκοπατάτας (3 λεπτά βρασμός)	33
Εικόνα 13. Εκχύλισμα σάρκας γλυκοπατάτας (3 λεπτά βρασμός)	34
Εικόνα 14. Εκχύλισμα φλούδας γλυκοπατάτας (7 λεπτά βρασμός χωρίς θερμική πηγή).....	35
Εικόνα 15. Εκχύλισμα σάρκας γλυκοπατάτας (7 λεπτά βρασμός χωρίς θερμική πηγή)	36
Εικόνα 16. Αισθητηριακή αξιολόγηση καταναλωτών 18-25 ετών.	48
Εικόνα 17. Αισθητηριακή αξιολόγηση καταναλωτών 35+ ετών.....	49

Κεφάλαιο 1 : Εισαγωγή

Η γλυκοπατάτα γνωστή και ως *Ipomoea batatas* L. είναι η πιο σημαντική φυτική τροφή στο εσωτερικό της γης και καλλιεργείται σε όλες τις τροπικές και υποτροπικές περιοχές. Η γλυκοπατάτα αποτελεί ένα από τα ευρέως διαδεδομένα αμυλούχα λαχανικά ανά τον κόσμο τα τελευταία χρόνια εξαιτίας της υψηλής διατροφικής αξίας. Παγκοσμίως, η γλυκοπατάτα βρίσκεται στην έβδομη σειρά καλλιέργειας μετά το σιτάρι, το ρύζι, το καλαμπόκι, την πατάτα, το κριθάρι και την κασάβα (Uchida & Andō, 2024).

Ωστόσο, αξίζει να σημειωθεί ότι η ανθοφορία της γλυκιάς πατάτας δεν είναι πλέον απρόσκοπτη σε όλες τις περιοχές, επειδή απαιτεί ακριβείς κλιματικές συνθήκες που αλλάζουν ανάλογα με τον γονότυπο γεγονός που καθιστά δύσκολο τον ανασυνδυασμό τους σε σίγουρα μέρη (Uchida & Andō, 2024).

Η καλλιέργειά της καλύπτεται κυρίως σε μεγάλες εκτάσεις της Ασίας, Αφρικής, Αμερικής, Ευρώπης και Ωκεανίας. Οι περιοχές της Ασίας και της Αφρικής αντιπροσωπεύουν το 95% της παγκόσμιας παραγωγής (El Sheikha & Ray, 2017). Στην Ευρώπη χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο για την μαγειρική ενώ στην Ασία καλλιεργείται με σκοπό την παραγωγή αλκοολούχων ποτών αλλά και για ζωοτροφή. Στην Ελλάδα η καλλιέργειά της είναι μικρή και περιορίζεται σε ελάχιστες περιοχές της Πελοποννήσου και σε ορισμένα νησιά των Δωδεκανήσων και Επτανήσων (Ε. Τσαχάκη 2025).

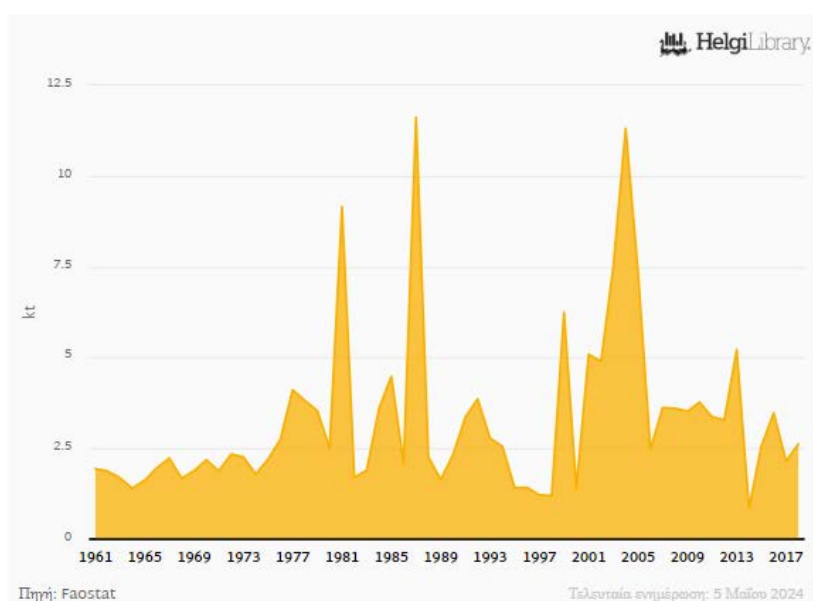
Η παραγωγή της Ελλάδας σε γλυκιά πατάτα είναι στην 79η θέση μεταξύ 95 χωρών (Ε. Τσαχάκη 2025).

Πίνακας 1.Αποτελέσματα FAO

Περιφέρειες	Παραγωγή (σε 1000 τόνους)	% της παγκόσμιας παραγωγής
Αφρική	6.766	5.0
Ασία	124.775	92.3
Νότια Αμερική	1.546	1.1
Βόρεια και Κεντρική	1.476	1.0
Ωκεανία	0,570	0.4
Ευρώπη	0,103	0,0
Σύνολο	135.237	99,8

Παραγωγή Γλυκοπατάτας στην Ελλάδα

Just one click!



Εικόνα 1. Παραγωγή γλυκοπατάτας στην Ελλάδα/FAO

Πίνακας 2.Χρήση Κονδύλων Γλυκοπατάτας/FAO

	Ιαπωνία	ΗΠΑ
Άμυλο, Οινόπνευμα, Κρασί	54%	0%
Ζωοτροφές βοοειδών	25%	10%
Ανθρώπινη τροφή	15%	84%
Σπόρος	6%	6%

1.1 Βοτανικά Χαρακτηριστικά

Η γλυκοπατάτα είναι ένα τροπικό φυτό με την επιστημονική ονομασία το οποίο ανήκει στα δικοτυλήδονα φυτά του γένους *Ipomoea*, που στα ελληνικά σημαίνει «πρωινή χαρά», και της οικογενείας *Convolvulaceae*. (Bovell-Benjamin, A. C. 2007). *Sweet Potato in Human Nutrition*, 2025) Η άμπελος της είναι ποώδης και πολυετής, παρουσιάζει λευκά και μωβ άνθη, και έχει μεγάλες ρίζες. Τα φύλλα της είναι εναλλασσόμενα και σε σχήμα καρδιάς. Το κύριο μέρος της αμπέλου που χρησιμοποιείται για ανθρώπινη κατανάλωση είναι οι ρίζες της γλυκοπατάτας. Οι ρίζες της γλυκοπατάτας διαφέρουν από τις ρίζες της κοινής πατάτας, καθώς είναι αποθηκευτικές και όχι κόνδυλοι, αλλά έχουν παρόμοια εξωτερικά χαρακτηριστικά (Bovell-Benjamin, A. C. 2007, *Sweet Potato in Human Nutrition*, 2025).

Οι ρίζες της γλυκοπατάτας έχουν ενδιαφέροντα χαρακτηριστικά για τον άνθρωπο, καθώς είναι μακριές με λεία φλούδα, της οποίας το χρώμα ποικίλλει. Μια γλυκοπατάτα μπορεί να έχει εξωτερικό χρώμα κίτρινο, πορτοκαλί, καφέ, λευκό, μωβ και μπεζ. Το χρώμα της σάρκας διαφέρει ανάλογα με την ποικιλία και κυμαίνεται από μπεζ-λευκό, μωβ, πορτοκαλί, κόκκινο, ροζ, βιολετί, έως κίτρινο. Επιπλέον, έχουν την ιδιότητα να παρέχουν ενέργεια στον ανθρώπινο οργανισμό επειδή είναι αποθηκευτικές ρίζες αμύλου, και έτσι μπορούν να ενταχθούν στη διατροφή του ανθρώπου ως υποκατάστατο κάποιων σιτηρών και να θεωρηθούν βασική τροφή (Bovell-Benjamin, A. C. 2007, *Sweet Potato in Human Nutrition*, 2025).

Είναι σημαντικό να αναφερθεί πως όλα τα μέρη της αμπέλου της γλυκοπατάτας (φύλλα, μίσχοι, ρίζες) είναι κατάλληλα προς ανθρώπινη κατανάλωση και έχουν ιδιαίτερη θρεπτική αξία. Γι' αυτόν τον λόγο, το φυτό αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μία από τις κυριότερες διατροφικές λύσεις των επισιτιστικών χώρων, με σωστή κατανάλωση (*Sweet Potato in Human Nutrition*, 2025).

Γενικότερα, οι γλυκοπατάτες είναι πλούσιες σε βιταμίνη Α (β-καροτένιο), βιταμίνη C, φυτικές ίνες, αντιοξειδωτικά και ιχνοστοιχεία (κάλιο, σίδηρο, μαγνήσιο) με αποτέλεσμα να είναι ιδανικές για μία πλούσια υγιεινή διατροφή. Ανάλογα την ποικιλία της γλυκοπατάτας παρουσιάζονται ανακατατάξεις σχετικά με την διατροφική της ποιότητα κυρίως σε ασκορβικό οξύ, πρωτεΐνες, β-καροτένιο και μέταλλα (*Sweet Potato in Human Nutrition*, 2025).

Για να δοθεί ο χαρακτηρισμός «καλή ποιότητα» σε μία γλυκοπατάτα, θα πρέπει να είναι καθαρή, δηλαδή απαλλαγμένη από χώματα, να έχει σταθερή επιφάνεια χωρίς κοψίματα ή σημάδια και να μην εμφανίζει ενδείξεις σήψης (*Sweet Potato in Human Nutrition*, 2025).

Εκτός από ανθρώπινη κατανάλωση η γλυκιά πατάτα μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως ζωοτροφή εξαιτίας της μεγάλης ικανότητάς της να παράγει ξηρή ύλη σε σύντομο χρονικό διάστημα και σε μεγάλες ποσότητες αντίστοιχα (*Sweet Potato in Human Nutrition*, 2025).

1.2 Προέλευση

Ύστερα από χρόνιες μελέτες, η καταγωγή της γλυκοπατάτας φαίνεται να είναι από την Νότια Αμερική. Στις ευρωπαϊκές χώρες έφτασε με τον Χριστόφορο Κολόμβο μετά την εξερεύνησή του στην Αμερική (Zhang, Y al., 2021).

1.3 Ποικιλίες Γλυκοπατάτας

Η γλυκοπατάτα παρουσιάζει μεγάλη γενετική ποικιλομορφία με αποτέλεσμα εκατοντάδες τύποι γλυκοπατατών να καλλιεργούνται σε ολόκληρο τον κόσμο. Κάθε ποικιλία γλυκοπατάτας προσφέρει στην διατροφική αξία του ανθρώπου πολλά θρεπτικά χαρακτηριστικά. Η ταξινόμησή τους προκύπτει σύμφωνα με τη μορφή, το μέγεθος, χρώμα και τη πρωιμότητα (Silva A. et al., 2011). Στο εμπόριο πέντε είναι οι γνωστότερες ποικιλίες γλυκοπατάτας και έτσι ο καταναλωτής επιλέγει την ποικιλία που έχει πιο πολλά κοινά χαρακτηριστικά σε αυτό που έχει ανάγκη (FOMESA Hellas, 2020).

Beauregard

Η Beauregard γλυκοπατάτα αποτελεί ένα από τα πιο καταναλώσιμα λαχανικά στον κόσμο εξαιτίας της υψηλής θρεπτικής αξίας που διαθέτει. Το πορτοκαλί της χρώμα υποδηλώνει την ύπαρξη β-καροτίνης η οποία είναι πρόδρομο της προβιταμίνης Α. Εκτός των παραπάνω, η γλυκοπατάτα beauregard έχει αντιοξειδωτικές ιδιότητες και ως συνέπεια βοηθάει στην εξόντωση των ελεύθερων ριζών, ενισχύοντας την

απορρόφηση του σιδήρου αλλά και διαθέτει μεταλλαξιογόνες ιδιότητες (Infante et al., 2021).

Εκτός από την θρεπτική της αξία, η συγκεκριμένη γλυκοπατάτα παρουσιάζει σημαντικά αποτελέσματα στον τομέα της παραγωγής. Πιο συγκεκριμένα, παρέχει αυξημένα ποσοστά απόδοσης ριζών κατά το πρώιμο στάδιο ανάπτυξής της σε σχέση με τις υπόλοιπες ποικιλίες. Έτσι, η περίοδος συγκομιδής της διαρκεί μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, ευκολότερη καλλιέργεια και εκτεταμένη έκδοση στις χαμηλού βαθμού τεχνολογικές δομές της γεωργίας διαβίωσης (Infante et al., 2021).



Εικόνα 2. Beauregard

Jewel

Οι γλυκοπατάτες που προκύπτουν από αυτή αυτήν την ποικιλία, έχουν παρόμοια εξωτερικά χαρακτηριστικά με τη Beauregard. Ειδικότερα, αποτελούνται από χάλκινο χρώμα φλοιού και πορτοκαλί σάρκα. Ο χρόνος καλλιέργειάς τους είναι τρεις μήνες κάτω από θερμό κλίμα και πλήρως αποστραγγισμένο έδαφος. Είναι ανθεκτικές όσον αφορά στην προσβολή τους από τον μύκητα του εδάφους *Fusarium* και στην δημιουργία κόμπων στην ρίζα και είναι ευαίσθητες στην σήψη του εδάφους. Αξίζει να σημειωθεί ότι η παραγωγικές τις ικανότητες είναι εξαιρετικά υψηλές όπως και οι ικανότητες

αποθήκευσης, χαρακτηριστικά επιθυμητά για εμπορική κατανάλωση (FOMESA Hellas, 2020).



Εικόνα 3.Jewel

Evangeline

Η ποικιλία Evangeline είναι μια από τις πιο πρόσφατες και λιγότερο γνωστές ποικιλίες γλυκοπατάτας. Έχουν ανοιχτό ροζ χρώμα φλοιό και έντονη πορτοκαλή σάρκα. Το χρώμα της φλούδας μπορεί να αλλάξει κατά την αποθήκευση. Σε σχέση με τις ήδη αναφερόμενες γλυκοπατάτες έχουν ήπια γλυκιά γεύση. Είναι ευαίσθητες στη σκληροφυτική και βακτηριακή σήψη των ριζών (La Bonte met al., 2008).



Εικόνα 4.Evangeline

Georgia Jet

Οι Georgia jet γλυκοπατάτες είναι ευρέως γνωστές σε περιοχές της νοτιοανατολικής Αμερικής. Έχουν μωβ χρώμα φλοιό και πορτοκαλί σάρκα. Καλλιεργούνται μέσα σε τρις

μήνες και προτιμώνται από τους ερασιτέχνες αγρότες επειδή είναι ανθεκτικές στο κρύο και έχουν γρήγορη ωρίμανση. Η γεύση της την καθιστά ιδανική για πολλές παρασκευές τροφίμων αλλά κυρίως χρησιμοποιείται στην ζαχαροπλαστική (FOMESA Hellas, 2020).



Εικόνα 5. Georgia Jet

Ο'Henry

Αυτή η ποικιλία είναι πολλαπλασιασμός της ποικιλίας Beauregard και έχει λευκή κρεμώδη σάρκα και λευκή φλούδα. Επειδή δεν είναι τόσο γλυκιά όσο οι υπόλοιπες που αναφέρθηκαν, χρησιμοποιούνται κυρίως στην ζαχαροπλαστική (FOMESA Hellas, 2020).



Εικόνα 6. Ο'Henry

1.4 Τεχνικές καλλιέργειας γλυκοπατάτας

Με σκοπό την υψηλή απόδοση και ποιότητα για την παραγωγή της γλυκοπατάτας, η καλλιέργειά της χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή και συγκεκριμένες τεχνικές. Η φροντίδα της αρχίζει από την καταλληλότητα του εδάφους, συνεχίζει με την φύτευση, άρδευση, λίπανση και τελειώνει με την συγκομιδή. Καθώς είναι τροπικό φυτό, φυτεύεται έως 40° γεωγραφικό πλάτος τόσο βόρειες όσο και σε νότιες περιοχές. Για να καλλιεργηθεί χρειάζεται υγρό και θερμό περιβάλλον συνεπώς απαιτεί ισχυρά μέτρα πρόληψης των ασθενειών και παρασίτων που αναπτύσσονται υπό τις υψηλές θερμοκρασίες. Η σωστή εκτέλεση των τεχνικών καλλιέργειας βοηθάει την ανάπτυξη και την ποιότητα της γλυκοπατάτας αλλά και καθιστά τις γλυκοπατάτες ιδανικές και προώθηση στο εμπόριο και στη συνέχεια για κατανάλωση (FOMESA Hellas, 2020).

Εδαφολογικές Συνθήκες

Η γλυκοπατάτα αναπτύσσεται καλύτερα σε καλά αποστραγγισμένα εδάφη με καλό αερισμό, ελαφριάς σύστασης και θα πρέπει να είναι πλούσια σε θρεπτικά συστατικά. Δεν επιλέγονται τα συνεκτικά εδάφη καθώς συγκρατούν την υγρασία με αποτέλεσμα την ανάπτυξη ασθενειών από μύκητες (Georņοι, 2023).

Ιδανικός τύπος για την καλλιέργεια του συγκεκριμένου τροφίμου είναι τα αμμώδη ή αμμοπηλώδη εδάφη. Αυτά έχουν καλή αεριστικότητα και διευκολύνουν την ανάπτυξη των κονδύλων. Το επιλεγόμενο έδαφος πρέπει να έχει pH 5,5-7. Υψηλότερες ή χαμηλότερες τιμές pH επηρεάζουν την απορροφικότητα της οργανικής ύλης του εδάφους και έτσι επηρεάζει την ανάπτυξη (Georņοι, 2023).

Πριν την φύτευση του σπόρου, το έδαφος πρέπει να έχει υποστεί κάποιες βασικές διεργασίες. Συγκεκριμένα, δεν πρέπει να έχει σβόλους και ανεπιθύμητα χόρτα που αποτελούν πηγή μόλυνσης από ζιζάνια, ώστε να στραγγίζεται και να αερίζεται καταλλήλως. Επιπλέον, συνιστάται η προσθήκη κομπόστ ή ορυκτών λιπασμάτων για τη βελτίωση της θρεπτικότητας-γονιμότητας (Georņοι, 2023).



Εικόνα 7. Togias Family Farm

Σπορά και Φύτευση

Τα φυτά αναπαράγονται με δύο διαφορετικούς τρόπους. Ο πρώτος τρόπος είναι ο αγενής πολλαπλασιασμός που η αναπαραγωγή των φυτών είναι μηχανική και ο δεύτερος τρόπος είναι ο εγγενής πολλαπλασιασμός ο οποίος αποτελεί φυσικό τρόπο αναπαραγωγής των φυτών. Η γλυκοπατάτα είναι αποτέλεσμα του αγενή πολλαπλασιασμού. (Γεωργοί, 2023)

Στον αγενή πολλαπλασιασμό τα παραγόμενα φυτά έχουν το ίδιο φαινότυπο και γονότυπο με το μητρικό φυτό. Το φυτό αναπαράγεται με χρήση άλλων μερών του όπως τα κλαδιά, τα φύλλα, οι ρίζες και τα μοσχεύματα. (Γεωργοί, 2023)

Ο πολλαπλασιασμός με μοσχεύματα είναι ο συνηθέστερος. Μόσχευμα αποτελεί τα βλαστικά τμήματα του φυτού (κλαδιά και ρίζες) που χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξή του κατά την φύτευση. (Γεωργοί, 2023)

Η γλυκοπατάτα είναι δημιούργημα κυρίως από μοσχεύματα ριζών και όχι βλαστών. Οι ρίζες της γλυκοπατάτας πριν φυτευτούν είναι απαραίτητο να υποστούν προβλάστηση κατά τους μήνες Φεβρουαρίου και Μαρτίου. Στην προβλάστηση οι κόνδυλοι τοποθετούνται σε μέρος όπου δέχονται άπλετο φως, θερμοκρασία άνω των 25°C και

καλό αερισμό. Έτσι προκύπτουν βλαστοί 20 εκατοστών οι οποίοι αποκόπτονται και μετά από ένα διάστημα 2 μηνών μεταφυτεύονται. (Georonoι, 2023)

Η γλυκοπατάτα φυτεύεται στο χωράφι όταν έχει ζεστάνει ο καιρός, συγκεκριμένα στις αρχές του Μάη. Κάθε ποικιλία έχει τις δικές της απαιτήσεις στις αποστάσεις σποράς ακόμα και η σύσταση του εδάφους επηρεάζει τις αποστάσεις. Κατά μέσο όρο καλλιεργείται κατά γραμμές, σε αναχώματα (σαμαράκια) που έχουν 30-45 εκ. ανά φυτό, με 80-100 εκ. μεταξύ των σειρών και έχοντας βάθος φύτευσης 10-15 εκ. Η δημιουργία των αναχωμάτων γίνεται για την καλύτερη αποστράγγιση του εδάφους από την υγρασία. (Georonoι, 2023, Silva et al., 2011)

Θερμοκρασία και Κλίμα

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, η γλυκοπατάτα είναι ένα λαχανικό της Νότιας Αμερικής, συνεπώς η ανάπτυξή της απαιτεί ζεστές εποχές. Οι βέλτιστες θερμοκρασίες ανάπτυξης για αυτή είναι οι 18 - 33 °C. Την ημέρα, το έδαφος πρέπει να «αγγίζει» τους 25-30 °C, ενώ την νύχτα 18-20 °C. (Georonoι, 2023)

Καθ' όλη την διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου, η γλυκοπατάτα χρειάζεται να λαμβάνει άφθονο φως ώστε να αναπτύσσεται με γρήγορους ρυθμούς και να προσφέρει πλούσιες και μεγάλες κόνδυλες ρίζες. (Georonoι, 2023)

Άρδευση

Η γλυκοπατάτα για να αναπτυχθεί σωστά και να μην προκληθεί σήψη ή ανάπτυξη παθογόνων, χρειάζεται σταθερή υγρασία. Τις πρώτες 4-5 εβδομάδες μετά την φύτευση, απαιτείται συχνό πότισμα (2-3 φορές την εβδομάδα) και έπειτα λιγότερο. Κατά τον σχηματισμό των ριζών το νερό αυξάνεται και περιορίζεται ξανά όταν φτάσουν στη τελική φάση ανάπτυξής τους. Πριν την έναρξη της συγκομιδής, το πότισμα διακόπτεται για την αποφυγή ζημιών. Η υγρασία πρέπει να παραμένει σταθερή και ελέγχεται με ειδικούς αισθητήρες ώστε να διατηρηθούν οι υψηλές αποδόσεις. Οι ιδανικές ώρες ποτίσματος είναι οι πρωινές και οι βραδινές, αποφεύγοντας την διαβροχή του φυλλώματος και μειώνεται ο κίνδυνος ασθενειών και εγκαυμάτων (Georonoι 2023, Συντακτική Ομάδα WikiFarmer).

Λίπανση

Η λίπανση της γλυκοπατάτας αποτελεί έναν σημαντικό παράγοντα για την επιτυχία της καλλιέργειάς της, διότι συνεισφέρει στην σωστή ανάπτυξη και στην καλή ποιότητα τόσο των ριζών όσο και των βολβών. Το φυτό έχει υψηλές ανάγκες σε άζωτο, φώσφορο και κάλιο, και χαμηλότερες σε μαγνήσιο, θείο και ιχνοστοιχεία. Απαραίτητη είναι η τήρηση σωστών δοσολογιών με βάση τις ανάγκες του εδάφους και της καλλιέργειας για την αποφυγή προβλημάτων. Το άζωτο προάγει την ανάπτυξη του φυλλώματος και χορηγείται στο έδαφος μέσω νιτρικών, ουρίας ή οργανικών λιπασμάτων. Ο φώσφορος ενισχύει την ανάπτυξη των ριζών και αποδίδεται ως φωσφορικό άλας ή υπερφωσφορικό. Το κάλιο, αυξάνει την ανθεκτικότητα σε δυσμενείς συνθήκες και τη γενικότερη απόδοση, ενώ χορηγείται σε μορφές όπως θειικό, χλωριούχο ή νιτρικό κάλιο ανάλογα την ποιότητα του εδάφους. Η σωστή συνδυασμένη χρήση τους, εξασφαλίζει υψηλές αποδόσεις και υγιή φυτά (Συντακτική Ομάδα WikiFarmer, Agrifarming 2023, Jagdixh 2023, Georponoi, 2023).

Παράσιτα και Ασθένειες

Η γλυκοπατάτα είναι ένα φυτό εξαιρετικά ανθεκτικό αλλά μπορεί να προσβληθεί από διάφορες ασθένειες και παράσιτα επηρεάζοντας την ανάπτυξη και την απόδοση της εκάστοτε καλλιέργειας. Σοβαρότερος εχθρός είναι το σκαθάρι της γλυκοπατάτας (*Cylas spp.*), που καταστρέφει υπόγεια τις ρίζες και μπορεί να μειώσει την παραγωγή έως και 95%. Οι ζημιές συχνά γίνονται αντιληπτές μόνο στη συγκομιδή, όταν οι ρίζες είναι ήδη μαυρισμένες, σπογγώδεις ή και βρώσιμες (Συντακτική Ομάδα WikiFarmer).

Συγκομιδή

Η συγκομιδή της γλυκοπατάτας καθορίζεται από τις περιβαλλοντικές συνθήκες, τις τεχνικές καλλιέργειας και την ηλικία των μεταφυτευμάτων. Πριν από την συλλογή, η άρδευση διακόπτεται 2-3 βδομάδες με στόχο το στέγνωμα των κονδύλων και την εύκολη χειρωνακτική αφαίρεσή τους από το έδαφος, μειώνοντας έτσι την προσβολή της γλυκοπατάτας από ανεπιθύμητους οργανισμούς. Η συγκομιδή γίνεται κατά προτίμηση την δροσερότερη χρονική στιγμή της ημέρας (Georponoi, 2023, Agroclica, n.d., Silva et al., 2011).



Εικόνα 8. Χειρωνακτικός τρόπος συγκομιδής γλυκοπατάτας/Sustainable Market Farming

Αποθήκευση

Η γλυκοπατάτα αποθηκεύεται σε θαλάμους με ελεγχόμενη θερμοκρασία ($13-15^{\circ}\text{C}$) και υγρασία (85-90%), ώστε να επουλώνονται οι τραυματισμοί και να μειώνεται ο κίνδυνος μολύνσεων. Η αποθήκευση βελτιώνει την γεύση, το άρωμα και την υφή μέσω μετατροπής του αμύλου σε σάκχαρο. Για μακροχρόνια αποθήκευση εφαρμόζονται συνθήκες $10-15^{\circ}\text{C}$ και 80-90% υγρασίας, ενώ πριν από την εμπορία οι κόνδυλοι της καθαρίζονται, στεγνώνονται και κατηγοριοποιούνται. Για μία σύντομη αποθήκευση, οι κόνδυλοι μπορούν να παραμένουν σε σωρούς με καλή στράγγιση (Συντακτική Ομάδα WikiFarmer, Agroclica n.d., Silva et al., 2011).

1.5 Διατροφική Αξία Γλυκοπατάτας

Η γλυκιά πατάτα είναι ένα εξαιρετικά γευστικό και θρεπτικό λαχανικό πλούσιο σε βιταμίνες, υδατάνθρακες (25-30%), ιχνοστοιχείων και αποτελεί εξαιρετική πηγή αντιοξειδωτικών (β-καροτένιο). Επιπρόσθετα, δεν περιέχει λιπαρά, νάτριο και έχει

λιγότερες θερμίδες σε σχέση με τις κανονικές-λευκές πατάτες ακόμη εάν και περιέχει περισσότερη ζάχαρη (Silva et al., 2011).

Πίνακας 3.Διατροφικός πίνακας γλυκοπατάτας/USDA

ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ		
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΑΝΑ 100 g	
Ενέργεια	85	kcal
Λιπαρά	0,1	g
- Εκ των οποίων κορεσμένα	0	g
Υδατάνθρακες	20	g
- φυτικές ίνες	3	g
- ζάχαρη	4,2	g
Πρωτεΐνες	1,6	g
Βιταμίνες	2,6	mg
- βιταμίνη C	2,4	mg
- βιταμίνη B6	0.2	mg

Ιχνοστοιχεία	447,6	mg
- νάτριο	55	mg
- κάλιο	337	mg
- σίδηρος	0,6	mg
- μαγνήσιο	25	mg
- ασβέστιο	30	mg

Ενέργεια-Υδατάνθρακες

Η γλυκιά πατάτα συνίσταται ως μία πλούσια πηγή ενέργειας και αυτό οφείλεται στους υδατάνθρακες που περιέχονται σε αυτήν. Οι θερμίδες που αποδίδουν οι γλυκοπατάτες δεν συμπίπτουν με τον τρόπο τον οποίο καταναλώνονται. Συγκεκριμένα, τα 100g μίας ωμής γλυκοπατάτας αποδίδουν 85 kcal ενέργειας ενώ, τα 100g ψημένης-βρασμένης γλυκοπατάτας, χωρίς την προσθήκη βοηθητικών μέσων όπως ελαιόλαδο ή αλάτι, αποδίδουν 90 kcal ενέργειας (Silva et al., 2011).

Η μορφή στην οποία απαντώνται οι υδατάνθρακες στην γλυκοπατάτα είναι αυτή των σύνθετων. Δηλαδή, σύνθετοι ονομάζονται οι υδατάνθρακες που αποτελούνται από μεγάλα μόρια και αφομοιώνονται δυσκολότερα σε γλυκόζη και αυξάνουν με αργούς ρυθμούς το σάκχαρο στο αίμα. Οι υδατάνθρακες της γλυκοπατάτας παρουσιάζονται με την μορφή πολυσακχαριτών και συγκεκριμένα αμύλου, ζάχαρης, κυτταρίνης, ημικυτταρίνης και πηκτίνης και χαρακτηρίζονται ως υδατάνθρακες «χαμηλού IG» (Silva et al., 2011).

Άμυλο

Το άμυλο αντιπροσωπεύει το 50% των υδατανθράκων της γλυκοπατάτας. Η περιεκτικότητά του μεταβάλλεται αναλόγως την εποχή, τον τρόπο με τον οποίο διαχειρίζεται ο αγρότης την καλλιέργεια και τον τρόπο με τον οποίο πραγματοποιείται η σπορά. Κατά την διάρκεια της αποθήκευσής της και με την πάροδο του χρόνου, η περιεκτικότητα του άμυλο μειώνεται και μετατρέπεται σε σακχαρόζη η οποία στην συνέχεια διασπάται σε γλυκόζη και φρουκτόζη (Emy Njoh Ellong et., all).

Λιπαρά

Ανά 100g ωμής γλυκιάς πατάτας αποδίδονται μόνο 0,1g λίπους. Συνεπώς, βγαίνει το συμπέρασμα ότι η γλυκιά πατάτα αποτελεί μία υγιεινή επιλογή καταναλωτικής τροφής. Μπορεί να γίνει ανθυγιεινή εάν τηγανιστεί καθώς αυτή η διεργασία θα αυξήσει σημαντικά το ποσοστό των λιπαρών.

Πρωτεΐνες

Οι γλυκοπατάτες αποτελούν σημαντική τροφή με μεγάλη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη. Η πρωτεΐνη της, την καθιστά ως μέρος μιας ολοκληρωμένης διατροφής. Σε συνδυασμό με άλλες πηγές πρωτεΐνης η γλυκοπατάτα μπορεί να συμβάλει στην καθημερινή πρόσληψη πολλών τύπων πρωτεϊνών. Έρευνες έχουν δείξει ότι μεταξύ των ποικιλιών το ποσοστό της πρωτεΐνης δεν αλλάζει σημαντικά. Γενικότερα, μία γλυκοπατάτα των 100g αποδίδει 2g πρωτεΐνης. Σύμφωνα με μελέτες, η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες των φύλλων και των ριζών της γλυκοπατάτας κυμαίνεται από 4,0% έως 27,0% και από 1,0% έως 9,0%, αντίστοιχα (Bovell-Benjamin, A. C. 2007, *Sweet Potato in Human Nutrition*, 2025).

Βιταμίνες

Οι γλυκοπατάτες είναι πλούσιες πηγές της λιποδιαλυτής βιταμίνης Α και της υδατοδιαλυτής βιταμίνης C (ασκορβικό οξύ).

Βιταμίνη Α

Η βιταμίνη Α ή αλλιώς ρετινόλη ανήκει στις λιποδιαλυτές βιταμίνες Α, D, Ε, Κ. Σχηματίζεται στον οργανισμό από καροτενοειδή, αποθηκεύεται κυρίως στο συκώτι και λαμβάνεται μέσω της διατροφής. Αυτή η βιταμίνη, εμπλέκεται στην λειτουργία του ανοσοποιητικού συστήματος, στην κυτταρική επικοινωνία, στην ανάπτυξη και στην ανδρική-γυναικεία αναπαραγωγή. Επιπλέον, έχει απαραίτητο ρόλο για την σωστή λειτουργία αλλά και την διατήρηση της φυσιολογικής όρασης (National Institute of Health, 2025).

Στην ανθρώπινη διατροφή η βιταμίνη Α απαντάται είτε ως προσχηματισμένη βιταμίνη Α (ρετινόλη) είτε ως καροτενοειδές προβιταμίνης Α. Η παρουσία της πρώτης μορφής αφορά τα τρόφιμα ζωικής προέλευσης όπως τα γαλακτοκομικά, το κρέας, τα ψάρια και τα αυγά. Αντίθετα, τα καροτενοειδή της προβιταμίνης Α είναι φυτικές χρωστικές ουσίες και χωρίζονται σε α,β και γ- καροτένια. Η μετατροπή της σε βιταμίνη Α γίνεται μέσω του ενζύμου β-καροτενομονοξυγενάσης τύπου 1 BCMO1, στο έντερο (National Institute of Health, 2025).

Σε 100 γραμμάρια γλυκοπατάτας, περιέχονται περίπου 8500 IU (Διεθνείς Μονάδες) βιταμίνης Α (National Institute of Health, 2025).

Βιταμίνη C

Η βιταμίνη C ή αλλιώς L-ασκορβικό οξύ αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα θρεπτικά συστατικά που πρέπει να λαμβάνει ο ανθρώπινος οργανισμός για την υγεία του. Είναι μία υδατοδιαλυτή βιταμίνη που δεν συντίθεται από τον οργανισμό και πρέπει να λαμβάνεται αποκλειστικά μέσω της διατροφής ή μέσω συμπληρωμάτων διατροφής. Επιπλέον βοηθάει στην καλύτερη απορρόφηση του σιδήρου, στην ενδυνάμωση των οστών, στην μείωση της κόπωσης και τέλος στην φυσιολογική λειτουργία του νευρικού συστήματος (National Institute of Health, 2021).

Σε 100 γραμμάρια, περιέχονται περίπου 20-30 mg βιταμίνης C (National Institute of Health, 2021).

Αντιοξειδωτική Δράση

Ένα από τα πιο σημαντικά οφέλη της γλυκοπατάτας στον ανθρώπινο οργανισμό είναι η αντιοξειδωτική της δράση η οποία βασίζεται στο β-καροτένιο που είναι προβιταμίνη της βιταμίνης A (National Institute of Health, 2021).

Γενικότερα, τα καροτενοειδή αποτελούν μία από τις βασικότερες κατηγορίες φυτικών χρωστικών. Το πρώτο καροτένιο που απομονώθηκε ήταν το β-καροτένιο το 1831 από τα καρότα από όπου προέρχεται και το όνομα των χρωστικών αυτών. Τα καροτένια είναι υδρογονάνθρακες, δηλαδή είναι ενώσεις αποκλειστικά συνδεδεμένες με άτομα άνθρακα και υδρογόνου και έχουν κόκκινο ή πορτοκαλί χρώμα (National Institute of Health, 2021).

Συναντώνται σε μία ευρύ ποικιλία φυτικών τροφίμων, ειδικότερα αυτών με εντονότερο χρώμα. Βέβαια, υπάρχουν και σε ορισμένα πράσινα λαχανικά των οποίων το χρώμα τους από αυτά καλύπτεται από την πράσινη χρωστική της χλωροφύλλης (National Institute of Health, 2021).

Β-καροτένιο

Τα καροτενοειδή είναι πολύχρωμες λιποδιαλυτές χρωστικές ουσίες. Παρατηρούνται σε φυτά, μύκητες, μικροοργανισμούς, φύκια και βρίσκονται σε πολλά τρόφιμα, για παράδειγμα, στα φρούτα, τα χόρτα και τα ψάρια (Heals, 2024).

Ορισμένες ποικιλίες γλυκοπατάτας και ιδιαίτερα αυτές που έχουν πορτοκαλί σάρκα είναι πλούσιες σε πηγές β-καροτίνης (Heals, 2024).

Το β-καροτένιο αποτελεί μία φυσική χρωστική ουσία που προσδίδει σε πολλά φρούτα και λαχανικά έντονο κίτρινο, πορτοκαλί και κόκκινο χρώμα. Η δράση του είναι ισχυρά αντιοξειδωτική, μπορεί να βοηθήσει και να επαναφέρει τις βλάβες των κυττάρων οι οποίες προήλθαν από την επίδραση των ελεύθερων ριζών (Heals, 2024).

Οι ελεύθερες ρίζες είναι χημικές ενώσεις που παράγονται φυσικά στον οργανισμό μας έπειτα από την έκθεσή του σε διάφορες εδαφοκλιματολογικές συνθήκες (Heals, 2024).

Πίνακας 4. Διατροφικές Πηγές β-καροτενίου

Διατροφικές Πηγές β-καροτενίου	
Λαχανικά	Καρότα, <u>γλυκοπατάτες</u> , κολοκυθάκια, μπρόκολο, σπανάκι, μαρούλι, ντομάτες, πιπεριές
Φρούτα	Βερίκοκα, μάνγκο, πεπόνι, νεκταρίνια, παπάγια, γκρέιπφρουτ
Άλλες	Κρόκος, βασιλικός, μαϊντανός, μοσχοκάρυδο

Εκτός από την αντιοξειδωτική του δράση, συμβάλει στην προστασία του δέρματος από τις βλαβερές ακτίνες του ήλιου UV. Δηλαδή μειώνει τον κίνδυνο του ηλιακού εγκαύματος και τον καρκίνο του δέρματος. Επιπλέον, βοηθάει στην υγεία των πνευμόνων καθώς τους προστατεύει από λοιμώξεις του αναπνευστικού συστήματος, στην υγεία των ματιών , στην ενίσχυση της γνωστικής λειτουργίας, στην ενίσχυση του ανοσοποιητικού συστήματος και στην προστασία της καρδιάς (Heals, 2024).

1.6 Υποπροϊόντα Γλυκοπατάτας

Τα γεωργικά υπολείμματα, ορίζονται ως γεωργικά απόβλητα ή υποπροϊόντα και αναφέρονται στα βρώσιμα μέρη των καλλιεργειών που έχουν εγκαταλειφθεί στο αγρόκτημα ή που έχουν απορριφθεί μετά από βιομηχανικές πρακτικές και μπορούν να αξιοποιηθούν σε διάφορους τομείς της βιομηχανίας των τροφίμων. Η βιομηχανική χρήση που παρέχετε σε αυτά τα υποπροϊόντα λύνει το παγκόσμιο πρόβλημα της σπατάλης των τροφίμων, καταφεύγοντας στην δημιουργία νέων βιολειτουργικών τροφίμων. Σε αυτά, περιλαμβάνονται τα φύλλα, οι φλούδες και οι σπόροι (Agroenergy, n.d.).

Με σκοπό τα γεωργικά απόβλητα να είναι διαθέσιμα όλον τον χρόνο απαιτούνται εκτεταμένες εγκαταστάσεις αποθήκευσης καθώς παρουσιάζουν έντονη εποχικότητα τόσο ως προς την φυσική – χημική σύνθεσή τους όσο και ως προς την ποσότητα τους (Agroenergy, n.d.).

Φλούδα γλυκοπατάτας

Οι φλούδες της γλυκοπατάτας περιέχουν πολλές θρεπτικές ουσίες όπως υδατάνθρακες, φυτικές ίνες, πρωτεΐνες, λιπίδια, μέταλλα και βιταμίνες. Έτσι, μπορούν στην βιομηχανία τροφίμων να αξιοποιηθούν με ποικίλους τρόπους. Αφενός, η υψηλή περιεκτικότητα των φλουδών έχει προωθήσει σημαντικά την χρήση τους σε προϊόντα διατροφής ως ενισχυτικά και λειτουργικά πρόσθετα. Αφετέρου, η παρουσία φυτικών ινών και φαινολικών ουσιών σε αυτές τις καθιστά κατάλληλες για εφαρμογές όπως οι βρώσιμες μεμβράνες ή υλικά συσκευασιών (Jiang et al., 2024).

Εκτός από τις θρεπτικές ιδιότητες των φλουδών γλυκοπατάτας, μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ως φυτικά υποστρώματα για την παραγωγή βιοκαυσίμων, οργανικών οξέων και βιο-λιπασμάτων. Αυτή η χρήση τους, τις μετατρέπει σε ενεργειακά και αγροτικά προϊόντα τα οποία ενισχύουν την σημασία της κυκλικής οικονομίας και την μείωση της περιβαλλοντικής ρύπανσης από τα οργανικά απόβλητα (Jiang et al., 2024, Marconato et al., 2020).

Η φλούδα της γλυκοπατάτας είναι βρώσιμη και μπορεί να καταναλωθεί με ασφάλεια υπό την προϋπόθεση ότι της έχει πραγματοποιηθεί ο σωστός καθαρισμός. Στην ανθρώπινη διατροφή, μπορεί να ενσωματωθεί με διάφορες μεθόδους μαγειρικής. Ο ατμός και ο βρασμός, που θεωρούνται από τους πιο ήπιους μεθόδους μαγειρικής, συμβάλλουν στη διατήρηση των θρεπτικών και βιοδραστικών ουσιών της όπως και το ψήσιμο της προσδίδει σε συνδυασμό με τη σάρκα μία ιδιαίτερη γευστική εμπειρία λόγω της τραγανής υφής της. Επιπλέον, η φλούδα της γλυκοπατάτας μπορεί και να τηγανιστεί για να μπορέσει να καταναλωθεί αλλά ε αυτόν τον τρόπο περιορίζεται η αντιοξειδωτική της ικανότητα (Marconato et al., 2020).

Άλλα υποπροϊόντα γλυκοπατάτας

Εκτός από την φλούδα, σημαντικά υποπροϊόντα της γλυκοπατάτας είναι τα υπολείμματα σάρκας, τα φύλλα, οι βλαστοί καθώς και τα υγρά απόβλητα της επεξεργασίας (Marconato et al., 2020).

Αναλυτικότερα, τα υποπροϊόντα που προκύπτουν από την μεταποίηση της γλυκοπατάτας σε αλεύρι ή άμυλο αποτελούνται από μεγάλες ποσότητες πηκτίνης, πρωτεϊνών, φυτικών ινών και φαινολικών ενώσεων. Περιλαμβάνουν σημαντικές βιοδραστικές ουσίες που έχουν αντιοξειδωτικές, αντιφλεγμονώδες και καρδιοπροστατευτικές ιδιότητες όπως η λουτεΐνη, τα καφεϋλοκινικά οξέα και τα καροτενοειδή. Περιβαλλοντική πρόκληση αποτελεί η διαχείριση των υποπροϊόντων εξαιτίας της μεγάλης περιεκτικότητας των οργανικών φορτίων, γεγονός που καθιστά την αξιοποίηση τους επιτακτική ανάγκη (Marconato et al., 2020).

Τα φύλλα και οι βλαστοί που καταναλώνονται σε μεγάλες ποσότητες, σε πολλές χώρες, μετά το μαγείρεμα (βράσιμο, άτμισμα, τηγάνισμα) αποτελούν πλούσια διατροφική πηγή διότι παρουσιάζουν υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες, διαιτητικές ίνες, βιταμίνες και αντιοξειδωτικές ουσίες. Επιπρόσθετα, τα υγρά υποπροϊόντα που προκύπτουν, είναι πλούσια σε διαλυτές ίνες, πρωτεΐνες και μέταλλα με αποτέλεσμα να έχουν την δυνατότητα αξιοποίησής τους για παραγωγή βιοαιθανόλης, βιοαερίου ή και ζωοτροφής (Marconato et al., 2020).

1.7 Βιοδραστικά συστατικά & Ανθρώπινη διατροφή-υγεία

Σημασία για την υγεία του ανθρώπου

Ο ανθρώπινος οργανισμός διαθέτει περισσότερους από έναν μηχανισμούς προστασίας έναντι της εισβολής παθογόνων, και ένας από αυτούς τους μηχανισμούς είναι το ανοσοποιητικό σύστημα — ένα προηγμένο σύνολο κυττάρων, ιστών και οργάνων που συνεργάζονται για να προστατεύσουν τον ανθρώπινο οργανισμό από βλάβες. Είναι ευρέως γνωστό ότι η διατροφή και οι βιταμίνες έχουν τεράστια επίδραση στις ανοσολογικές λειτουργίες. Μια βιοδραστική ένωση περιγράφεται συνήθως ως μια ουσία με την οργανική ικανότητα να προάγει την υγεία με χρήσιμο τρόπο (Lee & Kim, 2022). Έτσι, τα βιοδραστικά συστατικά αποτελούν φυτικές και χημικές ενώσεις που

υπάρχουν στα τρόφιμα, βότανα και σε διάφορες φυτικές πηγές. Τα βιοδραστικά συστατικά, σε σχέση με τα μικροθρεπτικά και μακροθρεπτικά συστατικά τα οποία είναι ζωτικής σημασίας, μπορούν να βελτιώσουν την γενική κατάσταση της ανθρώπινης υγείας και να μετριάσουν ή να αποτρέψουν παθήσεις. Τα βιοδραστικά συστατικά έχουν πολλές οργανικές ιδιότητες. Συγκεκριμένα, έχουν αντιοξειδωτικές, αντιφλεγμονώδεις, αντιμικροβιακές και ανοσορρυθμιστικές δράσεις με αποτέλεσμα, να αποτελούν σημαντικό ενδιαφέρον στον τομέα της υγείας (Kumar et al., 2023).

Τα βιοδραστικά πεπτίδια που προέρχονται από πρωτεΐνες μπορούν να ρυθμίζουν την αρτηριακή πίεση και το μεταβολισμό της γλυκόζης, προσφέροντας οφέλη για τον έλεγχο της υψηλής αρτηριακής πίεσης και του διαβήτη. Επιπλέον, διάφορα φυτοχημικά συστατικά σε μπαχαρικά και βότανα διαγνώστηκαν ως έχοντα αντί-παχύσαρκες και λιποδιαλυτές ιδιότητες, συμβάλλοντας στον έλεγχο του βάρους και στην υγεία (Kumar et al., 2023).

Βασικές κατηγορίες βιοδραστικών συστατικών

Μέχρι σήμερα, έχουν ανακαλυφθεί και ταυτοποιηθεί παραπάνω από χίλια φυτοχημικά συστατικά. Μερικά από αυτά είναι οι πολυφαινόλες, τα καροτενοειδή και οι φυτοστερόλες. Εξαιτίας των περίπλοκων και διαφορετικών σχημάτων-δομών τους, οι ενώσεις αυτές δεν έχουν συγκεκριμένη κατηγοριοποίηση (Ucidda & Andō, 2024). Τα ήδη αναφερόμενα βιοδραστικά συστατικά, έχουν πολλές δομικές και λειτουργικές ιδιότητες. Η μελέτη τους βοήθησε στην εκμάθηση και κατανόηση των τεχνικών των φυτών, τον τρόπο που αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους και με το περιβάλλον, αλλά και την ποικιλόμορφη βιοσύνθεσή τους (Singh et al., 2023).

Πολυφαινόλες

Οι πολυφαινόλες δεν είναι συνθετικές ουσίες, περιλαμβάνουν στο μόριό τους πολλές διαφορετικές ενώσεις και ανάλογα την χημική τους σύσταση ταξινομούνται σε πολλαπλές κατηγορίες όπως τα φλαβονοειδή, τα φαινολικά οξέα και οι τανίνες. Αυτές οι φαινολικές ενώσεις είναι ευρέως διαδεδομένες και είναι εκείνες που απαντώνται συνηθέστερα στην διατροφή του ανθρώπου και στην υγεία του με σημαντικά οφέλη (Ucidda & Andō, 2024). Συγκεκριμένα, οι πολυφαινόλες, που βρίσκονται στα φρούτα και τα λαχανικά, δρουν ως αντιοξειδωτικά με θεραπευτικές ή βοηθητικές ιδιότητες στη

θεραπεία ασθενειών όπως η παχυσαρκία, ο διαβήτης, οι καρδιαγγειακές παθήσεις και ο καρκίνος (Kumar et al., 2023).

Καροτενοειδή

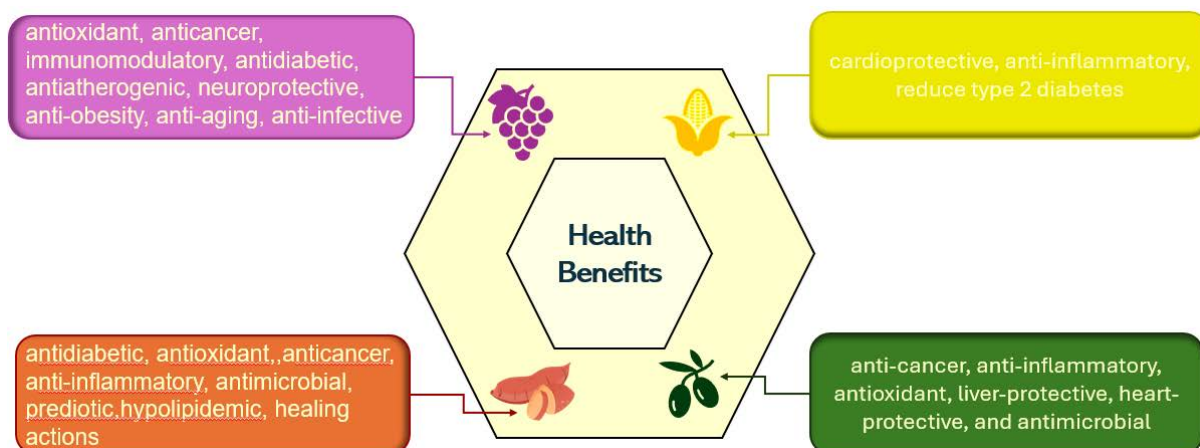
Όπως έχει προαναφερθεί, τα καροτενοειδή είναι πολλαπλές φυτικές χρωστικές ουσίες που ευθύνονται για τον χρωματισμό των φρούτων και λαχανικών. Έχουν σημαντικές αντιοξειδωτικές και φυτοπροστατευτικές ιδιότητες και συμβάλλουν στην διαδικασία της φωτοσύνθεσης των φυτών. Τα καροτενοειδή ταξινομούνται σε δύο ομάδες, τα καροτένια που είναι υδρογονάνθρακες ομάδες και τις ξανθοφύλλες που είναι οξειδωμένα παράγωγα καροτένιων. Πλήθος επιστημονικών δεδομένων επαλήθευσε πως τα καροτενοειδή και συγκεκριμένα οι αντιοξειδωτικές ικανότητές τους στην υγεία, ενισχύουν την οφθαλμική και δερματική φυσιολογία (Carotenoid, n.d.).

Φυτοστερόλες

Οι φυτοστερόλες αποτελούν μία ξεχωριστή κατηγορία για τα βιοδραστικά συστατικά. Ειδικότερα είναι μια ομάδα δομικών λιπιδίων και προσφέρουν ισορροπία συμμετέχοντας στην μικρορευστότητα των κυτταρικών μεμβρανών. Η ερευνητική βιβλιογραφία τεκμηριώνει πως η κατανάλωση ξηρών καρπών που είναι πλούσιοι σε φυτοστερόλες, καταστέλλουν την απορρόφηση της LDL χοληστερόλης (λιποπρωτεΐνη χαμηλής πυκνότητας) από την διατροφή και συνεπώς προσφέρουν προστασία από τυχόν καρδιαγγειακές παθήσεις (Phytosterols, n.d.).

Διατροφικές πηγές πολυφαινολών & καροτενοειδών

Η κατανάλωση μιας ποικιλίας τροφίμων που είναι πλούσια σε φυτοχημικές ενώσεις όπως αυτές των πολυφαινολών και καροτενοειδών, συμπληρώνει τη γενική καλή φυσική κατάσταση, αξιοποιώντας τις προστατευτικές και θεραπευτικές ιδιότητες αυτών των ενώσεων. Σε αυτό το μέρος της διπλωματικής διατριβής περιγράφονται οι βιοδραστικές ουσίες που βρίσκονται σε διάφορα τρόφιμα και η επίδρασή τους στη ανθρώπινη υγεία.



Εικόνα 9. Βιοδραστικές ιδιότητες γλυκοπατάτας, σταφυλιού, καλαμποκιού, ελιάς

Σταφύλι

Το σταφύλι αποτελεί ένα από τα πιο γλυκά φρούτα παγκοσμίως καθώς πάνω από δύο χιλιетίες καταναλώνεται από τον κόσμο και είναι ιδιαίτερα γνωστό για τις ευεργετικές και βιολογικές ιδιότητές του (Uçidda & Andō, 2024). Στα τρόφιμα είναι κύρια πηγή ανθοκυανινών οι οποίες είναι εκείνες που χρωματίζουν με μωβ, μαύρο και κόκκινο χρώμα διάφορα φρούτα και λαχανικά. Ανήκει στην κατηγορία των μούρων καθώς το βρώσιμο κομμάτι του βρίσκεται προσκολλημένο στον μίσχο και σχηματίζουν «τσαμπί» (Yadav et al., 2009).

Από το σταφύλι έχουν απομονωθεί πολλές ενώσεις αλλά λίγες είναι αυτές που προσδίδουν βιολογικές-φαρμακευτικές ιδιότητες. Η ρεσβερατρόλη, μία ένωση που έχει απομονωθεί από τον φλοιό και τους σπόρους του σταφυλιού, θεωρείται ως μία σημαντική ουσία με ποικίλες δράσεις για την υγεία. Το σταφύλι θεωρείται μια καλή πηγή νερού καθώς αποτελείται από 82-85%, υδατανθράκων, πρωτεϊνών και λιπών (Yadav et al., 2009).

Γλυκοπατάτα

Όπως έχει ήδη σημειωθεί, υπάρχουν πολλά θρεπτικά και βιοδραστικά στοιχεία στη γλυκοπατάτα. Ερευνητές ανακάλυψαν πως το ριζωματώδες λαχανικό λειτουργεί ως αντιοξειδωτικό, αντιμικροβιακό, αντικαρκινικό, περβιοτικό, αντιφλεγμονώδες, υπολιπιδαιμικό και σαν επουλωτικό πληγών (Jiang et al., 2024).

Με περισσότερη ακρίβεια, η κατανάλωση φλουδών γλυκοπατάτας ενισχύει την αντιοξειδωτική προστασία του οργανισμού, συμβάλλει στην αναστολή μεταλλάξεων του DNA στα λεμφοκύτταρα και μειώνει την οξείδωση της λιποπρωτεΐνης χαμηλής πυκνότητας (LDL). Επιπλέον, έχει αναγνωριστεί πως τα φύλλα της γλυκοπατάτας λόγω της υψηλής τους περιεκτικότητας σε ανθοκυανίνες και πολυφαινόλες, έχουν βασικές αντικαρκινικές βάσεις διότι μετά από αρκετές πειραματικές αναλύσεις βρέθηκε ότι παρεμποδίζουν την ανάπτυξη καρκινικών κυττάρων, υπεύθυνων για τον καρκίνο του μαστού, προστάτη, παχέος εντέρου, μήτρας και πνεύμονα (Jiang et al., 2024).

Ελιά

Οι ελιές περιέχουν στον καρπό, στα φύλλα και στο εκχύλισμά τους πέντε διαφορετικά τριτερπένια (ολεανολικό οξύ, μασλινικό οξύ, ουβαόλη και ερυθροδιόλη), τα οποία ανάλογα με την περιεκτικότητά τους αντιστοιχεί και η ποιότητα του ελαιόλαδου. Η ελιά και ακόμη περισσότερο το παρθένο ελαιόλαδο έχει αποδειχθεί πως προσφέρει ποικίλες βιοδραστικές ιδιότητες όπως καρδιοπροστατευτικές, αντιοξειδωτικές, αντιφλεγμονώδεις, αντιμικροβιακές, αντικαρκινικές και ηπατοπροστατευτικές (Fontaine & Chen, 2014).

Λαμβάνοντας υπόψιν την βιβλιογραφία, τα βασικά τριτερπένια του ελαιόλαδου μπορούν να συντελέσουν στη πρόσληψη μίας ομάδας πολύπλοκων ασθενειών όπως αυτών που σχετίζονται με το οξειδωτικό στρες, τον καρκίνο και τις καρδιαγγειακές παθήσεις. Βέβαια, η υπερκατανάλωση ελιών ή του παρθένου ελαιόλαδου μπορεί να θεωρηθεί μοιραία διότι μπορεί να οδηγήσουν σε κυτταροτοξικές ή διφασικές επιδράσεις, συνεπώς συστήνεται η κατανάλωσή τους να γίνεται με προσοχή (Fontaine & Chen, 2014).

Καλαμπόκι

Οι σπόροι του καλαμποκιού σύμφωνα με την ιστορία περιγράφονταν με διάφορα χρώματα (λευκό, κίτρινο, κόκκινο, μαύρο) τα οποία χρώματα οφείλονταν στις ανθοκυανίνες χρωστικές. Με το πέρας των εποχών, το καλαμπόκι που καλλιεργείται ανά τον κόσμο είναι εκείνο με τους κίτρινους σπόρους. Έτσι, το ενδιαφέρον των ερευνητών επικεντρώθηκε στο γεγονός των διάφορων χρωμάτων του καλαμποκιού που τείνουν να υπάρχουν εξαιτίας των ανθοκυανινών καθώς ανήκουν σε μία σημαντική

ομάδα πολυφαινολών που έχουν την ικανότητα να διαθέτουν αντικαρκινικές, καρδιοπροστατευτικές, αντιδιαβητικές και αντιπαχυσαρκικές βιοδραστικές ιδιότητες για τον ανθρώπινο οργανισμό (Sánchez-Quesada et al., 2013).

Ωστε να εκτιμηθεί σωστά ο ακριβής υπολογισμός της τελικής πρόσληψης των ανθοκυανινών ή της αντιοξειδωτικής δράσης του καλαμποκιού, καλό θα ήταν να ληφθεί υπόψιν ο τρόπος παρασκευής και επεξεργασίας των σπόρων καλαμποκιού διότι η θερμότητα-οι υψηλές θερμοκρασίες που θα υποστούν, μπορεί να επηρεάσουν την περιεκτικότητα και την σταθερότητα απόδοσης των πολυφαινολών στα τελικά προϊόντα.(Sánchez-Quesada et al., 2013)

1.8 Μέθοδοι απομόνωσης βιοδραστικών συστατικών

Βάσει των προαναφερθέντων της παραγράφου 1.7, τα φυτοχημικά είναι ουσίες οι οποίες προκύπτουν από τα φυτά με στόχο την προστασία τους και την προστασία του ανθρώπινου οργανισμού. Η συμπεριφορά των φυτοχημικών εμφανίζει διαφοροποιήσεις με τον τύπο του διαλύτη αλλά και με την θερμική τους σταθερότητα κατά την επεξεργασία τους. Ο τύπος του διαλύτη καθορίζει την ποιότητα του προϊόντος που παράγεται από την φυτοχημική ένωση, γεγονός που επηρεάζει την καταλληλότητά της για εφαρμογές στην βιομηχανία των τροφίμων και ποτών (Kumar et al., 2023).

Η εκχύλιση αναφέρεται στην διαδικασία με την οποία αποσπώνται τα επιθυμητά συστατικά από το αρχικό υλικό. Οι διαλύτες που χρησιμοποιούνται για την εξαγωγή των ουσιών, ταξινομούνται σε «πράσινους» και οργανικούς διαλύτες. Οι «πράσινοι» διαλύτες είναι φιλικόι προς το περιβάλλον και ασφαλείς προς στον άνθρωπο καθώς, έχουν την ικανότητα να μειώνουν τη τοξικότητα, την εκπομπή ρύπων και περιορίζουν την χρήση μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Επίσης, είναι εκείνοι που έχουν και αρκετά υψηλό σημείο ανάφλεξης, δηλαδή με δυσκολία μπορούν να αναφλεγούν σε χαμηλές θερμοκρασίες. Εν αντιθέσει, οι οργανικοί διαλύτες είναι χημικές ενώσεις με βασικό συστατικό τον άνθρακα και χαρακτηρίζονται για την τοξικότητά τους. Κυρίως είναι πτητικές, δηλαδή έχουν την ιδιότητα της εύκολης εξάτμισης από τα προϊόντα και αυτό αποτελεί σημαντικό ρόλο για την χρήση τους σε βιομηχανική και εργαστηριακή κλίμακα αναλύσεων, και το σημείο ανάφλεξής τους είναι χαμηλό (Kumar et al., 2023).

Εκχύλιση με νερό

Μεταξύ όλων των πράσινων διαλυτών, το νερό είναι εκείνος ο διαλύτης που χρησιμοποιείται ευρέως σε αναλύσεις. Η εκχύλιση με νερό αποτελεί μία από τις αρχαιότερες μεθόδους απόσπασης βιοδραστικών συστατικών. Το νερό χαρακτηρίζεται ως μη εκλεκτικός διαλύτης καθώς έχει την κλίση να μπορεί να απομονώνει από το προϊόν όλες τις υδρόφιλες ουσίες (φαινολικές, σαπωνίνες, πολυσακχαρίτες). Η εκχύλιση με νερό αποτελεί μία από τις αρχαιότερες μεθόδους απόσπασης βιοδραστικών συστατικών. Η απόδοση της εκχύλισης με νερό αυξάνεται με την χρήση υψηλών θερμοκρασιών καθώς το νερό με αυτόν τον τρόπο μπορεί εύκολα να διεισδύσει στο υλικό και να εξάγει περισσότερα συστατικά (Kumar et al., 2023).

Η επίτευξη της εκχύλισης με νερό επηρεάζεται από πολλούς και διάφορους παράγοντες όπως η φυσικοχημική σύσταση του δείγματος, τον λόγο στερεάς φάσης ως προς τον διαλύτη, τη θερμοκρασία αλλά και την χρονική διάρκεια της εκχύλισης. Η άλεση ή η ξήρανση του δείγματος αυξάνουν την επιφάνεια επαφής ενισχύοντας και την απόδοση της εκχύλισης του. Επιπρόσθετα, η θερμική επεξεργασία κάτω από υψηλές θερμοκρασίες διευκολύνει την διαλυτοποίηση των ενώσεων αλλά ενέχει ο κίνδυνος αποικοδόμησης θερμοευαίσθητων συστατικών (Kumar et al., 2023).

Η εκχύλιση με νερό εφαρμόζεται με τρεις διαφορετικούς τύπους :

1. Το έγχυμα, το οποίο χρησιμοποιείται κυρίως για φύλλα και άνθη. Ουσιαστικά τα φύλλα ή τα άνθη εμβαπτίζονται σε ζεστό νερό για 30-120 λεπτά χωρίς βρασμό.
2. Το αφέψημα, το οποίο χρησιμοποιείται για την εξαγωγή συστατικών από τα πιο σκληρά μέρη του φυτού όπως είναι οι ρίζες και ο φλοιός, με αντίστοιχη διάρκεια όπως το έγχυμα.
3. Την εκχύλιση εν ψυχρό η οποία αφορά την διαρκή παρουσία του φυτικού υλικού σε κρύο νερό για πολλές ώρες (8-24 ώρες).

Η εκχύλιση με νερό προσφέρει σημαντικά οφέλη. Αποτελεί μία απλή, οικονομική μέθοδο κατά την οποία δεν απαιτούνται οργανικοί διαλύτες και ούτε δημιουργούνται τοξικά υπολείμματα με αποτέλεσμα να είναι ιδανική για την εφαρμογή της τόσο σε προϊόντα τροφίμων όσο και σε προϊόντα κοσμετολογίας. Εκτός των άλλων, είναι

κατάλληλη για την απομόνωση βιοδραστικών συστατικών όπως πολυφαινολών, φλαβονοειδών και τανινών (Kumar et al., 2023).

Παρά τα πλεονεκτήματά της, υπάρχουν και οι σχετικοί περιορισμοί. Μπορεί το νερό να έχει την δυνατότητα να εξάγει από τον φυτικό ιστό διάφορες λιποδιαλυτές ουσίες όπως τα αιθέρια έλαια και τα καροτενοειδή αλλά η θερμική επεξεργασία που εφαρμόζεται σε αυτή έχει πολλές πιθανότητες να προκαλέσει αλλοιώσεις όσον αφορά τα ευαίσθητα συστατικά. Σημαντικό επίσης είναι να αναφερθεί πως τα εκχυλίσματα που προκύπτουν, έχουν ελάχιστο χρόνο ζωής και ενδέχεται να χρειάζονται αυξημένη σταθερότητα και συντήρηση ιδίως όταν πρόκειται για την αποθήκευσή τους (Kumar et al., 2023).

Εν κατακλείδι, η εκχύλιση με νερό αξιολογείται ως μία αξιόπιστη, φιλική προς το περιβάλλον και εύκολα εφαρμόσιμη μέθοδο για την απομόνωση βιοδραστικών ουσιών από φυτικούς οργανισμούς. Η σωστή επιλογή συνθηκών επεξεργασίας όπως είναι η θερμοκρασία και η διάρκεια της εκχύλισης, αποτελούν κρίσιμο παράγοντα για την βέλτιστη απόδοση του τελικού προϊόντος (Kumar et al., 2023).

Εκχύλιση με διαλύτες

Η εκχύλιση με διαλύτες αποτελεί μία από τις πιο διαδεδομένες μεθόδους για την απελευθέρωση φυτοχημικών συστατικών από φυτικούς οργανισμούς. Η συγκεκριμένη μέθοδος, βασίζεται στη χρήση οργανικών διαλυτών όπως η αιθανόλη, το διχλωρομεθάνιο (DCM), το εξάνιο, των οποίων η επιλογή εξαρτάται από την πολικότητα των συστατικών που επιθυμούνται αλλά και από τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του τελικού προϊόντος (Kumar et al., 2023).

Πριν την έναρξη της διαδικασίας, το φυτικό δείγμα χρειάζεται να υποστεί κάποιες προεργασίες με στόχο την διευκόλυνση της εξαγωγής των συστατικών. Συγκεκριμένα, ίσως απαιτείται τεμαχισμός ή και ξήρανση με σκοπό την αύξηση της επιφάνειας επαφής του με τον διαλύτη. Ο διαλύτης προστίθεται σε επαρκή αναλογία ώστε να καλυφθεί το δείγμα πλήρως και η εκχύλιση αναβαθμίζεται με την βοήθεια μηχανικών μέσων όπως την ανάδευση ή την χρήση υπερήχων η οποία, βελτιώνει την μαζική μεταφορά των επιθυμητών ενώσεων από το υπόστρωμα του φυτού στον διαλύτη και

σε ταυτόχρονο χρόνο, μειώνει τον συνολικό χρόνο της διαδικασίας της εκχύλισης (Kumar et al., 2023).

Εφόσον ολοκληρωθεί η διαδικασία εκχύλισης, το μίγμα διηθείται με στόχο την απομάκρυνση των στερεών συστατικών που προέκυψαν. Το διήθημα στην συνέχεια ίσως χρειαστεί να υποβληθεί σε περαιτέρω στάδια καθαρισμού όπως είναι η φυγοκέντρηση η οποία έχει κύρια χρήση την απομάκρυνση τυχόν ιζημάτων ή αιωρημάτων που δημιουργήθηκαν διασφαλίζοντας την καθαρότητα-ακεραιότητα του τελικού προϊόντος. Ακολουθεί η απομάκρυνση του διαλύτη μέσω της διαδικασίας της «εξάτμισης» είτε με θέρμανση είτε με πίεση υπό κενό ώστε να παραμείνει στο τελικό εκχύλισμα με όλες τις φυσικοχημικές ενώσεις που είναι δυνατόν (Kumar et al., 2023).

Το παραγόμενο εκχύλισμα έχει την δυνατότητα να αναλυθεί με διάφορες τεχνικές όπως εκείνες της αέριας χρωματογραφίας σε συνδυασμό με την φασματοφωτομετρία μαζών (GC/MS) για την αναγνώριση των συστατικών του εκχυλίσματος. Η σύσταση των εκχυλισμάτων διαφοροποιείται ανάλογα με τον τύπο του διαλύτη που χρησιμοποιείται για την διαδικασία εκχύλισης. Παραδειγματικά, η αιθανόλη ευνοεί την απελευθέρωση λιπαρών οξέων, το εξάνιο ευνοεί την εξαγωγή αντιοξειδωτικών ενώσεων ενώ το DMC βοηθάει στην ανάκτηση των θερμοσταθερών και μη πολικών ενώσεων. Αξίζει να σημειωθεί πως κάποια εκχυλίσματα περιέχουν πρόσθετες ενώσεις όπως πλαστικοποιητές, λιπαντικά ή σταθεροποιητές που δεν συμπεριλαμβάνονται απαραίτητα στην κατηγορία των βιοδραστικών συστατικών και μπορεί να προέρχονται από τον περιβάλλοντα χώρο ή και από τα συστατικά που χρησιμοποιήθηκαν για την εκχύλιση (Kumar et al., 2023).

Η εκχύλιση με διαλύτες παρουσιάζει κάποια σημαντικά πλεονεκτήματα καθώς, είναι εύκολη στην εφαρμογή, επιτρέπει την εκχύλιση ποικίλων ενώσεων, μπορεί και προσαρμόζεται εύκολα με διάφορους τύπους διαλυτών ανάλογα τις φυσικοχημικές ανάγκες των εκχυλιζόμενων ενώσεων στόχων. Ωστόσο, υπάρχουν και ορισμένα μειονεκτήματα που ακολουθούν τη μέθοδο. Συγκεκριμένα, η ανάγκη μεγάλων ποσοτήτων οργανικών διαλυτών, η αυξημένη διάρκεια επεξεργασίας και ο κίνδυνος παραγωγής ανεπιθύμητων ουσιών. Παράλληλα, είναι απαραίτητη η προσεκτική διαχείριση των υπολειμμάτων και των διαλυτών με πρωταρχικό σκοπό την αποφυγή περιβαλλοντικής επιβάρυνσης (Kumar et al., 2023).

Συνοψίζοντας, η εκχύλιση με οργανικούς διαλύτες αποτελεί μία αποτελεσματική μέθοδο με πολλές τεχνικές απαιτήσεις που αφορούν την απομόνωση και ταυτοποίηση των επιθυμητών φυτοχημικών ουσιών. Η επιτυχία της βασίζεται στην επιλογή κατάλληλου διαλύτη, στην προετοιμασία του δείγματος και στις τεχνικές που πρέπει να πραγματοποιούνται όπως η υπερήχηση για μία καλύτερη αποτελεσματικότητα της διαδικασίας (Kumar et al., 2023).

1.8 Σκοπός

Η επιλογή της γλυκοπατάτας έγινε καθώς αποτελεί ένα τρόφιμο με υψηλή διατροφική αξία και με ποικίλα πλεονεκτήματα. Η γλυκοπατάτα είναι πλούσια σε βιταμίνες, φυτικές ίνες και αντιοξειδωτικά, συμβάλλοντας σημαντικά στην υγεία και παράλληλα χρησιμοποιείται σε ποικίλες συνταγών. Επιπλέον, είναι ανθεκτική με ιστορικό και πολιτισμικό υπόβαθρο ενώ στις μέρες μας θεωρείται λειτουργική τροφή με αυξανόμενη ζήτηση παγκοσμίως, γεγονός που την καθιστά ενδιαφέρον θέμα για μελέτη.

Σκοπός της παρούσας προπτυχιακής διπλωματικής άσκησης είναι η αξιοποίηση υποπροϊόντων γλυκοπατάτας με στόχο την απομόνωση βιοδραστικών ουσιών. Το εκχύλισμα που θα παραχθεί θα χρησιμοποιηθεί για την παρασκευή ενός νέου λειτουργικού τροφίμου, με βελτιωμένη διατροφική αξία και βιολογικές ιδιότητες. Το εκχύλισμα που θα προκύψει και το νέο τρόφιμο θα αναλυθούν ως προς τα θρεπτικά και βιολειτουργικά τους συστατικά με σκοπό να εκτιμηθεί η θρεπτικής τους αξία. Η προσέγγιση αυτή αποσκοπεί στην αειφόρο ανάπτυξη της βιομηχανίας προωθώντας την αξιοποίηση πηγών και τη μείωση των αποβλήτων.

Κεφάλαιο 2 : Πειραματικό Μέρος

Πειραματικό Υλικό

Για την εκτέλεση του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν οι φλούδες γλυκοπατάτας της ποικιλίας Beauregard και γλυκός τραχανάς. Όλες οι διαδικασίες πραγματοποιήθηκαν στους εργαστηριακούς χώρους του τμήματος Επιστήμης τροφίμων και διατροφής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας την περίοδο της άνοιξης του 2024.

Υλικά & Μέθοδοι

Δοκιμαστικές εκτελέσεις 1ο στάδιο

Οι πρώτες δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν ήταν για την παρατήρηση της συμπεριφοράς των φλουδών γλυκοπατάτας. Αρχικά, μετά τον διαχωρισμό της φλούδας από την σάρκα, και τα δύο τεμαχίστηκαν σε μικρά τετράγωνα κομμάτια και δέχθηκαν ξήρανση σε οικιακό φούρνο στους 50°C για 30min. Μετά την ξήρανσή τους, τοποθετήθηκαν σε σκιερό χώρο για ≥ 24 hours.



Εικόνα 10. Κομμάτια φλούδας και σάρκας γλυκοπατάτας πριν την ξήρανση

Μετά το πέρας της ξήρανσης τόσο οι φλούδες όσο και τα κομμάτια από την σάρκα είχαν αποκτήσει μία καμπυλωτή μορφή και εφόσον είχαν περάσει και οι 24 ώρες σε σκιερό χώρο, παρατηρήθηκε ότι τα κομμάτια της φλούδας είχαν σχήμα σαν εκείνο του

κυλίνδρου ενώ τα τεμάχια της σάρκας απλώς διατηρούσαν την καμπυλωτή τους μορφή.



Εικόνα 11. Κομμάτια φλούδας και σάρκας γλυκοπατάτας μετά την ξήρανση

Η παρατήρηση αυτή δείχνει πως οι φλούδες σε σχέση με την σάρκα της γλυκοπατάτας έχουν διαφορετική απόκριση στην ξήρανση με συνέπεια την πιθανή αξιοποίηση τους σε εφαρμογές που απαιτούν εύκαμπτα ή κυρτά υλικά.

Σε δεύτερο χρόνο τόσο οι φλούδες όσο και η σάρκα κόπηκαν σε τετράγωνα κομμάτια και υπέστησαν ξεχωριστό βρασμό για 3 min, το νερό που χρησιμοποιήθηκε για τον βρασμό ήταν και για τα δύο 320ml. Μετά το πέρας των τριών λεπτών υπέστησαν διήθηση με σκοπό την απομάκρυνση των στερεών συστατικών και την εξαγωγή του εκχυλίσματος. Τα αποτελέσματα που παρατηρήθηκαν για το κάθε ένα ήταν τα εξής:

- Εκχύλισμα από φλούδες γλυκοπατάτας Beauregard

άρωμα • • • • • • • • • •
 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
 weak intense

γεύση • • • • • • • • • •
 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
 weak intense

χρώμα • • • • • • • • • •
 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

blurry



Εικόνα 12. Εκχύλισμα φλούδας γλυκοπατάτας (3 λεπτά βρασμός)

- Εκχύλισμα από σάρκα γλυκοπατάτας Beauregard

άρωμα • • • • • • • • ● •

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

weak intense

γεύση • • • • • • • • • •

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

weak intense

χρώμα • • • • • **•** • • • •

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

clear blurry



Εικόνα 13. Εκχύλισμα σάρκας γλυκοπατάτας (3 λεπτά βρασμός)

Έπειτα κόπηκαν σε τετράγωνα κομμάτια και υπέστησαν ξεχωριστό βρασμό για 7 min, το νερό που χρησιμοποιήθηκε για τον βρασμό ήταν και για τα δύο 320ml. Ο βρασμός τους συνέβη εκτός θερμικής πηγής, το νερό είχε φτάσει τους 100°C και μετά τοποθετήθηκαν τα κομμάτια φλούδας και σάρκας αντίστοιχα. Μετά το πέρας των επτά λεπτών υπέστησαν διήθηση με σκοπό την απομάκρυνση των στερεών συστατικών και την εξαγωγή του εκχυλίσματος. Τα αποτελέσματα που παρατηρήθηκαν για το κάθε ένα ήταν τα εξής:

- Εκχύλισμα από φλούδες γλυκοπατάτας Beauregard

άρωμα	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	weak							intense		
γεύση	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	weak							intense		
χρώμα			•	•	•	•	•	•	•	•
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	clear								blurry	



Εικόνα 15. Εκχύλισμα σάρκας γλυκοπατάτας (7 λεπτά βρασμός χωρίς θερμική πηγή)

Μετά την εκχύλιση, οι φλούδες τις γλυκοπατάτας δεν απορρίφθηκαν αλλά αξιοποιήθηκαν περαιτέρω για την παραγωγή chips, μέσω ξήρανσης και ελαφρύ ψησίματος, με στόχο την ανάδειξη μίας επιπλέον εναλλακτικής χρήσης τους ως τραγανό σνακ υψηλής διατροφικής αξίας.

Δοκιμαστικές εκτελέσεις 2ο στάδιο

Η διαδικασία παραγωγής του γλυκού τραχανά ξεκινάει με την τοποθέτησή του σε ένα κλειστό μπουλ κατάλληλο για την διατήρηση της θερμοκρασίας. Στην συνέχεια, στο μπουλ αυτό τοποθετείται ανάλογη ποσότητα βραστό νερού με σκοπό την παρασκευή της επιθυμητής υφής και της ενεργοποίησης των αρωμάτων από τον τραχανά. Το κλειστό μπουλ επιδιώκει την καλύτερη απορρόφηση του υγρού στοιχείου στο στερεό και την σταδιακή διόγκωσή του.

Πραγματοποιήθηκαν με το βραστό νερό σε κλειστό μπουλ δύο δοκιμές:

Πίνακας 5. Δοκιμή παραγωγής τραχανά σε κλειστό μπουλ με βραστό νερό.

ΔΟΚΙΜΕΣ	ΑΝΑΛΟΓΙΕΣ		ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ
	Τραχανάς	Νερό 100°C	
1 ^η	6 κουταλιές σούπας	320 ml	Ο τραχανάς είχε αποκτήσει την επιθυμητή υφή και

			διόγκωση σε 20 λεπτά.
2 ^η	4 κουταλιές σούπας	120 ml	Ο τραχανάς είχε αποκτήσει την επιθυμητή υφή και διόγκωση σε 20 λεπτά.

Στο πλαίσιο προετοιμασίας του δείγματος γλυκού τραχανά, τοποθετήθηκε σε κλειστό δοχείο 4 κουταλιές της σούπας τραχανά με 200ml εκχυλίσματος φλούδας γλυκοπατάτας αφού είχε προηγηθεί βρασμός τους για 3 λεπτά πάνω σε θερμική πηγή. Αντίστοιχα πραγματοποιήθηκε βράσιμο του τραχανά για 7 λεπτά εκτός θερμικής πηγής αλλά και για 5 λεπτά εκτός θερμικής πηγής εφόσον ο τραχανάς είχε πρώτα γίνει σκόνη με τη χρήση blender, με τις ίδιες αναλογίες. Η χρήση του εκχυλίσματος στοχεύει στον εμπλουτισμό του τραχανά με βιοδραστικά συστατικά. Τα αποτελέσματα ήταν τα εξής :

ΔΟΚΙΜΕΣ	ΑΝΑΛΟΓΙΕΣ		ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	Οργανοληπτικός Έλεγχος
	Τραχανάς	Νερό 100°C		
1 ^η (3 λεπτά)	4 κουταλιές σούπας	200 ml	Ο τραχανάς είχε αποκτήσει την επιθυμητή υφή και διόγκωση σε 15 λεπτά.	Άρωμα • • • • • • • •  • 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 weak intense Γεύση • •  • • • • • • • • 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 weak intense

				Χρώμα ● . . . 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 clear blurry
				
3^η (5 λεπτά)	4 κουταλιές σούπας	200 ml	Ο τραχανάς είχε αποκτήσει την επιθυμητή υφή και διόγκωση σε 10 λεπτά.	Άρωμα ● . 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 weak intense Γεύση ● . 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 weak intense Χρώμα . . . ●

				123456789 10 clearblurry
 εκχύλισμα φλούδας  τραχανάς σε κλειστό μπολ για 5 min				
4^η (1,3 λεπτά)	4 κουταλιές σούπας	200 ml	Ο τραχανάς είχε αποκτήσει την επιθυμητή υφή και διόγκωση σε 10 λεπτά.	Άρωμα • • ● • • • • • • • 123456789 10 weakintense Γεύση • ● • • • • • • • • 123456789 10 weakintense Χρώμα • ● • • • • • • • • 123456789 10

				clear	blurry
  εκχύλισμα φλούδας πραχανάς σε κλειστό μπολ για 1,3min					

Folin Ciocalteu Method

Η μέθοδος Folin Ciocalteu αποτελεί μία ευρέως χρησιμοποιούμενη τεχνική βασισμένη στην αντίδραση οξειδοαναγωγής του αντιδραστήριου Folin Ciocalteu, ένα μίγμα φωστρομολυβδενικού και φωσφοτανγκστερικού οξέος τροποποιημένο με θειικό λίθιο και βρώμιο έχοντας σκοπό την μείωση της θολερότητας και την βελτίωση της ευστάθειας του αντιδραστήριου Folin-Ciocalteu. Το αντιδραστήριο αντιδρά με τις φαινολικές ενώσεις υπό αλκαλικές συνθήκες ώστε να δημιουργηθεί ένα μπλε χρώμα. Η μέθοδος αυτή, δεν μετρά αποκλειστικά τις φαινολικές ουσίες αλλά γενικότερα την ολική αναγωγική ικανότητα ενός δείγματος. Επιπλέον, η ένταση του μπλε χρώματος μετριέται σύμφωνα με την μέθοδο της φασματοφωτομετρίας κοντά στα 760-765nm όπου η απορροφητικότητα αποτελεί ένδειξη της περιεκτικότητας του δείγματος σε πολυφαινόλες. Η τεχνική Folin Ciocalteu εφαρμόζεται σε εργαστήρια και βιομηχανίες τροφίμων – φαρμακολογίας καθώς παρέχει έναν γρήγορο, οικονομικό και αξιόπιστο τρόπο εκτίμησης της αντιοξειδωτικής δραστηριότητας των φυτικών προϊόντων (Pérez et al., 2023).

- Προκειμένου να αναλυθούν οι πολυφαινόλες στο εκχύλισμα της φλούδας γλυκοπατάτας μετά από 3 λεπτά σε θερμική πηγή, χρειάστηκε να προηγηθούν κάποιες κατεργασίες. Για αυτές τις κατεργασίες, το δείγμα υποβλήθηκε σε

φασματοφωτομετρική ανάλυση χωρίς προηγούμενη αραίωση με την βοήθεια φυγοκεντρικών σωληνάρων Eppendorf:

- Παρασκευή πρότυπου δείγματος : προσθήκη 100μL H₂O με 100μL αντιδραστηρίου Folin-Ciocalteu τα οποία αναδεύτηκαν με την βοήθεια της συσκευής Vortex για 2-3 δευτερόλεπτα και στην συνέχεια αφέθηκαν σε ηρεμία για 2 λεπτά. Μετά το πέρας των δύο λεπτών προστέθηκαν 800μL Na₂CO₃ και προστέθηκε στο υδατόλουτρο με 40°C για 20min.
- Παρασκευή πραγματικού δείγματος : προσθήκη 100μL δείγματος (εκχύλισμα φλούδας γλυκοπατάτας) με 100μL αντιδραστηρίου Folin-Ciocalteu τα οποία αναδεύτηκαν με την βοήθεια της συσκευής Vortex για 2-3 δευτερόλεπτα και στην συνέχεια αφέθηκαν σε ηρεμία για 2 λεπτά. Μετά το πέρας των δύο λεπτών προστέθηκαν 800μL Na₂CO₃ και προστέθηκε στο υδατόλουτρο με 40°C για 20min. Αυτή η διαδικασία πραγματοποιήθηκε σε 3 επαναλήψεις προκειμένου να εξασφαλιστεί η εγκυρότητα των αποτελεσμάτων.

Ferric Reducing Antioxidant Power (Frap) Method

Η μέθοδος FRAP βασίζεται στην δυνατότητα των αντιοξειδωτικών εμπεριέχονται σε ένα δείγμα να μειώσουν την συγκέντρωση των ιόντων σιδήρου Fe⁺³ και Fe⁺². Η μείωση αυτή αποσκοπεί στον σχηματισμό ενός μπλε χρώματος μεταξύ του τρισθενούς σιδήρου και της TPTZ (τριπυριδυλτριαζίνη) κάτω από όξινες συνθήκες. Η απορρόφηση ή αλλιώς η ένταση του μπλε χρώματος μετράτε στα 620nm και αναλογεί στην αντιοξειδωτική ικανότητα του δείγματος. Η μέθοδος αυτή είναι ευαίσθητη, γρήγορη, απλή και αξιόπιστη καθιστώντας την κατάλληλη για υψηλών αποδόσεων αναλύσεις και ιδανική για την μέτρηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας σε διάφορους τύπους δειγμάτων όπως τα εκχυλίσματα από τρόφιμα (Shah & Modi, 2015).

Προκειμένου να αναλυθεί η αντιοξειδωτική ικανότητα των συστατικών που εμπεριέχονται στο εκχύλισμα της φλούδας γλυκοπατάτας μετά από 3 λεπτά σε θερμική πηγή, χρειάστηκε να προηγηθούν κάποιες κατεργασίες. Για αυτές τις κατεργασίες, το δείγμα υποβλήθηκε σε φασματοφωτομετρική ανάλυση χωρίς προηγούμενη αραίωση με την βοήθεια φυγοκεντρικών σωληνάρων Eppendorf:

- Παρασκευή πρότυπου δείγματος: προσθήκη 50μL H₂O με 50μL αντιδραστηρίου FeCl₃ τα οποία αναδεύτηκαν με την βοήθεια της συσκευής

Vortex για 2-3 δευτερόλεπτα και στην συνέχεια τοποθετήθηκαν σε υδατόλουτρο με 37°C για 30min.

- Παρασκευή πραγματικού δείγματος: προσθήκη 50μL δείγματος (εκχύλισμα φλούδας γλυκοπατάτας) με 50μL αντιδραστηρίου FeCl₃ τα οποία αναδεύτηκαν με την βοήθεια της συσκευής Vortex για 2-3 δευτερόλεπτα και στην συνέχεια τοποθετήθηκαν σε υδατόλουτρο με 37°C για 30min. Αυτή η διαδικασία υπέστη 3 επαναλήψεις.
- Μετά το πέρας των 30min: τόσο στο πρότυπο όσο και στο πραγματικό δείγμα προστέθηκαν επιπλέον 900μL TPTZ τα οποία αναδεύτηκαν με την συσκευή Vortex, αφέθηκαν σε ηρεμία για λεπτά και αναδεύτηκαν ξανά με Vortex. Στην συνέχεια μετρήθηκε η απορρόφησή τους στα 620nm.

DPPH Method

Η μέθοδος DPPH συνίσταται για την αξιολόγηση της ικανότητας εξουδετέρωσης των ελεύθερων ριζών με την χρήση του σταθερού ριζικού μορίου DPPH το οποίο έχει χαρακτηριστικό μωβ χρώμα. Όταν το αντιοξειδωτικό δείγμα αντιδράσει με το ριζικό μόριο, το μωβ χρώμα χάνεται προκαλώντας μείωση της απορρόφησης στα 515nm. Η μείωση της απορρόφησης είναι ανάλογη με την αντιοξειδωτική δράση του δείγματος που αναλύεται. Η συγκεκριμένη μέθοδος εξουδετέρωσης των ελεύθερων ριζών αποτελεί μία γρήγορη, απλή και οικονομική λύση για την αξιολόγηση των φυτικών εκχυλισμάτων (Shah & Modi, 2015).

Για την εξουδετέρωση των ελεύθερων ριζών που εμπεριέχονται στο εκχύλισμα της φλούδας γλυκοπατάτας μετά από 3 λεπτά σε θερμική πηγή, χρειάστηκε να προηγηθούν κάποιες κατεργασίες. Για αυτές τις κατεργασίες, το δείγμα υποβλήθηκε σε φασματοφωτομετρική ανάλυση χωρίς προηγούμενη αραιώση με την βοήθεια φυγοκεντρικών σωληνάρων Eppendorf:

- Παρασκευή πρότυπου δείγματος: προσθήκη 100% διαλύτη MeOH
- Παρασκευή αραιού δείγματος DPPH (αραίωση 10ml) : προσθήκη σε δοκιμαστικό σωλήνα 1ml πυκνού DPPH με 9ml MeOH.
- 1η απορρόφηση αραιού δείγματος: προσθήκη σε δοκιμαστικό σωλήνα 975μL αραιού DPPH με 25ml MeOH και ανάδευση του σωληναρίου στη συσκευή vortex. Αυτή η διαδικασία υπέστη 2 επαναλήψεις.

- Παρασκευή πραγματικού δείγματος: προσθήκη 25μL δείγματος (εκχύλισμα φλούδας γλυκοπατάτας) με 975μL αραιού δείγματος DPPH . Το δείγμα απαιτήθηκε να μείνει στο σκοτάδι για 30 λεπτά. Μετά το πέρας των 30 λεπτών το δείγμα ήταν έτοιμο για μέτρηση απορρόφησης στα 515nm. Αυτή η διαδικασία υπέστη 2 επαναλήψεις.

UV-Vis Method for the determination of b-carotene

Η φασματοφωτομετρική μέθοδος UV-Vis χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό του πρόδρομου β-καροτενίου της βιταμίνης Α μετά από αραίωση του αναλυθέντος δείγματος σε κατάλληλους οργανικούς διαλύτες. Η απορρόφηση των δειγμάτων γίνεται στα 450nm όπου το β-καροτένιο παρουσιάζει μέγιστο μήκος κύματος. Ο σχεδιασμός της μεθόδου είναι απλός γρήγορος και οικονομικός με υψηλές αποδόσεις ($\leq 98,8\%$) και χαμηλών τυπικών σφαλμάτων ($RSD \leq 6,6\%$). Λόγω της μεγάλης ακρίβειάς της, η μέθοδος UV-Vis είναι κατάλληλη για την ανάλυση διάφορων τροφίμων που περιέχουν β-καροτένιο όπως οι φλούδες της γλυκοπατάτας (Biswas & Lawson, 2011).

Για τον προσδιορισμό του β-καροτενίου που εμπεριέχεται στο εκχύλισμα της φλούδας γλυκοπατάτας μετά από 3 λεπτά σε θερμική πηγή, χρειάστηκε να προηγηθούν κάποιες κατεργασίες. Για αυτές τις κατεργασίες, το δείγμα υποβλήθηκε σε φασματοφωτομετρική ανάλυση με την βοήθεια φυγοκεντρικών σωληνάρων Eppendorf:

- Παρασκευή πρότυπου δείγματος (100% E+OH)
- Παρασκευή πραγματικού δείγματος (αραίωση 1:5): προσθήκη 200μl δείγματος (εκχύλισμα φλούδας γλυκοπατάτας) με 800μL E+OH τα οποία αναδεύτηκαν με την συσκευή Vortex και πραγματοποιήθηκε απορρόφησή τους στα 450nm. Αυτή η διαδικασία υπέστη 3 επαναλήψεις.
- Παρασκευή πραγματικού δείγματος (αραίωση 1:1): προσθήκη 500μl δείγματος (εκχύλισμα φλούδας γλυκοπατάτας) με 500μL E+OH τα οποία αναδεύτηκαν με την συσκευή Vortex και πραγματοποιήθηκε απορρόφησή τους στα 450nm. Αυτή η διαδικασία υπέστη 3 επαναλήψεις.

Κεφάλαιο 3 : Αποτελέσματα – Συζήτηση

Σύμφωνα με όλα όσα έχουν αναφερθεί παραπάνω, τα αποτελέσματα της μελέτης για το εκχύλισμα της φλούδας γλυκοπατάτας από την ποικιλία Beauregard παρουσιάζουν σημαντικό βιοδραστικό χαρακτήρα. Μετά από υπολογισμούς βρέθηκε πως η περιεκτικότητα σε ολικές πολυφαινόλες στο εκχύλισμα φλούδας γλυκοπατάτας ήταν 0,40 mg/g. Συνεπώς, το εκχύλισμα της φλούδας γλυκοπατάτας σύμφωνα με την βιβλιογραφία της μεθόδου Folin-Ciocalteu παρουσίασε αρκετά χαμηλή συγκέντρωση πολυφαινολών . Αυτό υποδηλώνει ότι το δείγμα εκχειλίσθηκε με αδύναμους διαλύτες και σε μικρό χρόνο εκχύλισης και ενδέχεται να μην μπορεί να αξιοποιηθεί λειτουργικά ή και διατροφικά καθώς διαθέτει ένα ισχυρό βιοδραστικό δυναμικό. Βέβαια, σύμφωνα με την μελέτη των Darwish et al., 2020, η χρήση οργανικών διαλυτών είναι η καλύτερη επιλογή για την απομόνωση των φαινολικών συστατικών της φλούδας αυτής της ποικιλίας. Παρακάτω στην έρευνα παρουσιάζονται οι λόγοι και τα αποτελέσματα.

Μετά από υπολογισμούς βρέθηκε πως η αντιοξειδωτική ικανότητα στο εκχύλισμα φλούδας γλυκοπατάτας ήταν 2,55μmol/g. Κατά συνέπεια, η συνολική αντιοξειδωτική δράση με την μέθοδο FRAP, του εκχυλίσματος δεν ήταν ικανοποιητική για την ποικιλία Beauregard καθώς σύμφωνα με την βιβλιογραφία θεωρείται καλή προς μέτρια.

Επιπλέον, τα δείγματα των εκχυλισμάτων της φλούδας γλυκοπατάτας παρουσίασαν υψηλά ποσοστά αναστολής DPPH ,με μέσο όρο 68%. Αυτό υποδηλώνει ότι το εκχύλισμα της φλούδας γλυκοπατάτας που αναλύθηκε μπορεί να εξουδετερώνει ενεργά τις ελεύθερες ρίζες συμβάλλοντας στην αντιοξειδωτική προστασία.

Τέλος, τα δείγματα των εκχυλισμάτων της φλούδας γλυκοπατάτας παρουσίασαν περιεκτικότητα 25,40μg RAE/g, δηλαδή 2540μg RAE/100g στην αραιώση (1:5) και 24,22 RAE/g, δηλαδή 2422μg RAE/100g στην αραιώση (1:1) . Από τις αναφερόμενες τιμές, πρόκειται για μία πολύ υψηλή περιεκτικότητα σε βιταμίνη Α, ιδιαίτερα σημαντική για το εκχύλισμα της φλούδας γλυκοπατάτας Beauregard που είναι πλούσια σε β-καροτένιο.

Πίνακας 6. Συγκεντρωτικός πίνακας αποτελεσμάτων.

ΜΕΘΟΔΟΣ	ΥΛΙΚΟ	ΔΙΑΛΥΤΗΣ ΕΚΧΥΛΙΣΗΣ	ΟΓΚΟΣ ΔΙΑΛΥΤΗ/ ΔΕΙΓΜΑ	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ
Folin- Ciocalteu	Φλούδα	Νερό	300ml για 24,35g δείγμα	0,40mg/g
FRAP	Φλούδα	Νερό	300ml για 24,35g δείγμα	2,55μmol/g
DPPH	Φλούδα	Νερό	300ml για 24,35g δείγμα	68,12%
β-carotene	Φλούδα	Νερό	300ml για 24,35g δείγμα	2422,09/100g
				2540,28/100g

Σύμφωνα με την μελέτη των Darwish που προαναφέρθηκε, τα αποτελέσματα που προέκυψαν τόσο για την μέση περιεκτικότητα σε φαινολικές ουσίες, την αντιοξειδωτική δραστηριότητα όσο και την αναστολή του DPPH, διαφέρουν από τα παραπάνω. Οι διαφορές αυτές, πιθανώς οφείλονται σε διαφορετικό τύπο διαλύτη. Αυτές οι αποκλίσεις επισημαίνουν την σημασία της μεθοδολογίας και την διαμόρφωση των αποτελεσμάτων. Συγκεκριμένα, οι υψηλότερες τιμές φαινολικών ουσιών, αντιοξειδωτικής δράσης και ικανότητας, σχετίζονται με την χρήση του οργανικού διαλύτη μεθανόλη διότι, έχει την δυνατότητα να εξάγει ποικίλες ενώσεις και να προσαρμόζεται εύκολα σε συνθήκες απομόνωσης βιοδραστικών ουσιών από ένα τρόφιμο.

Αξιοσημείωτο είναι να αναφερθεί πως ούτε σε αυτήν την έρευνα αλλά ούτε σε κάποιες άλλες δεν έχουν παρατηρηθεί χημικές αναλύσεις για την περιεκτικότητα της β-καροτίνης από τις φλούδες γλυκοπατάτας ποικιλίας Beauregard. Παρακάτω, παρατίθενται ένας πίνακας αποτελεσμάτων της μελέτης των ερευνητών.

Πίνακας 7. Αποτελέσματα έρευνας των Darwish et al.,2020

ΜΕΘΟΔΟΣ	ΥΛΙΚΟ	ΔΙΑΛΥΤΗΣ ΕΚΧΥΛΙΣΗΣ	ΟΓΚΟΣ ΔΙΑΛΥΤΗ/ ΔΕΙΓΜΑ	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ
Folin-Ciocalteu	Φλούδα	Μεθανόλη	100ml για 20g δείγμα	59,92mg GAE/gr
FRAP	Φλούδα	Μεθανόλη	100ml για 20g δείγμα	922,43/100gr ξ.β.
DPPH	Φλούδα	Μεθανόλη	100ml για 20g δείγμα	20,78/50mg/ml εκχυλίσματος

Στο πλαίσιο της παρούσας μελέτης πραγματοποιήθηκε ένα ερωτηματολόγιο οργανοληπτικού ελέγχου με σκοπό την συλλογή στοιχείων σχετικά με την αρέσκεια του καταναλωτή προς το εμπλουτισμένο προϊόν γλυκού τραχανά με εκχύλισμα φλούδας γλυκοπατάτας Beauregard. Η έρευνα σχεδιάστηκε με στόχο την κατανόηση της συμπεριφοράς των χαρακτηριστικών του προϊόντος (άρωμα, χρώμα, διαύγεια, γεύση) από τους εκάστοτε καταναλωτές, ώστε να εξαχθούν χρήσιμα συμπεράσματα που θα συμβάλλουν στη βελτίωση του προσφερόμενου προϊόντος αλλά και στην ανάλυση της τάσης της αγοράς.

Το ερωτηματολόγιο διανεμήθηκε σε 20 άτομα ηλικίας 18-35+ και η συλλογή των απαντήσεων πραγματοποιήθηκε κατά το χρονικό διάστημα Ιούλιος-Αύγουστος 2024. Οι απαντήσεις αναλύθηκαν ποσοτικά, με στόχο την εξαγωγή αντιπροσωπευτικών και αξιοποιήσιμων δεδομένων.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα ευρήματα της έρευνας, συνοδευόμενα από σχολιασμό και ερμηνεία, όπου κρίνεται σκόπιμο.

Πίνακας 8. Έντυπο οργανοληπτικού ελέγχου.

ΕΝΤΥΠΟ ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ

Αξιοποίηση υποπροϊόντων γλυκοπατάτας : απομόνωση ουσιών, παρασκευή νέου λειτουργικού τροφίμου και ανάλυση των θρεπτικών και βιολειτουργικών συστατικών.

Γενικό μέρος (συμπληρώστε με ✓)

Ηλικία: 18-25

25-35

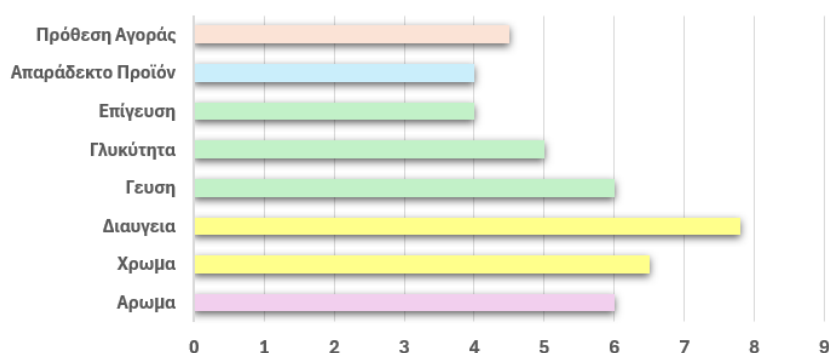
35+

Ειδικός μέρος

Αξιολογήστε σύμφωνα με τα παρακάτω, το προϊόν που σας δόθηκε με βάση την κλίμακα του 9 και χαρακτηρίστε το ως εξής :
9. Εξαιρετικά αρεστό / 8. Πάρα πολύ αρεστό / 7. Μέτρια αρεστό / 6. Ελαφρά αρεστό / 5. Ούτε αρεστό ούτε μη αρεστό / 4. Ελαφρά δυσάρεστο / 3. Μέτρια δυσάρεστο / 2. Πάρα πολύ δυσάρεστο / 1. Εξαιρετικά δυσάρεστο

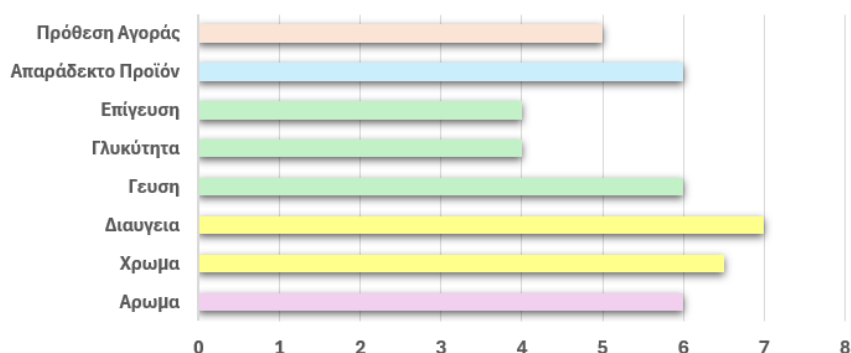
1. Το άρωμα του προϊόντος είναι αρεστό ;
1 2 3 4 5 6 7 8 9
2. Το χρώμα του προϊόντος είναι αρεστό ;
1 2 3 4 5 6 7 8 9
3. Η διαύγεια του προϊόντος είναι επαρκής ;
1 2 3 4 5 6 7 8 9
4. Η γεύση του προϊόντος είναι ευχάριστη ;
1 2 3 4 5 6 7 8 9
5. Είναι επαρκής η αίσθηση της γλυκύς γεύσης ;
1 2 3 4 5 6 7 8 9
6. Η επίγευση του προϊόντος είναι ευχάριστη ;
1 2 3 4 5 6 7 8 9
7. Πόσο αποδεκτό θεωρείται το προϊόν συνολικά ;
1 2 3 4 5 6 7 8 9
8. Πόσο πιθανό είναι να το αγοράζατε;
1 2 3 4 5 6 7 8 9

Αισθητηριακή αξιολόγηση προϊόντος από καταναλωτές ηλικίας 18-25 ετών



Εικόνα 16. Αισθητηριακή αξιολόγηση καταναλωτών 18-25 ετών.

Αισθητηριακή αξιολόγηση προϊόντος από καταναλωτές ηλικίας 35+ ετών



Εικόνα 17. Αισθητηριακή αξιολόγηση καταναλωτών 35+ ετών.

Και στα δύο γραφήματα παρουσιάζονται οι αξιολογήσεις των καταναλωτών για τα διάφορα χαρακτηριστικά του προϊόντος σε συνδυασμό με δείκτες όπως προώθηση αγοράς και αν θεωρείται αποδεκτό. Αυτό που παρατηρείται και στα δύο γραφήματα είναι πως το παραδοσιακό προϊόν του τραχανά συνδυαστικά με το βιολειτουργικό εκχύλισμα από φλούδες γλυκοπατάτας Beauregard κερδίζει θετικά τις εντυπώσεις σε οπτικά χαρακτηριστικά και άρωμα αλλά υστερεί στην γλυκύτητα και την επίγευση. Εκτός των άλλων, η πρόθεση της αγοράς είναι μέτρια, που μπορεί να σημαίνει ότι οι καταναλωτές ίσως να μην επιλέξουν να το αγοράσουν σε επαναλαμβανόμενα στάδια.

Κεφάλαιο 4: Συμπεράσματα

Η φλούδα της γλυκοπατάτας Beauregard μπορεί να αποτελεί υποπροϊόν της επεξεργασίας αλλά αποδείχθηκε πως είναι καλή πηγή σε βιοδραστικά συστατικά. Η παρουσία μέτριων ποσοτήτων σε πολυφαινόλες, αντιοξειδωτικά και πλουσίων σε βιταμίνης Α, σημαίνει πως το εκχύλισμα έχει την δυνατότητα να αξιοποιηθεί τόσο λειτουργικά όσο και διατροφικά. Η αξιοποίησή της στην παρούσα εργασία δεν περιορίστηκε σε μία απλή εκχύλιση αλλά επεκτάθηκε στην ενσωμάτωση της σε ένα παραδοσιακό Ελληνικό τρόφιμο, τον τραχανά. Η ενσωμάτωση αυτή, υποστηρίζει την παραγωγή λειτουργικών τροφίμων με αυξημένη διατροφική αξία, προσφέροντας παράλληλα μια καινοτόμο διέξοδο για την αξιοποίηση των αγροτικών υποπροϊόντων. Επιπλέον, διερευνήθηκε η δυνατότητα περαιτέρω αξιοποίησης των φλουδών μετά την εκχύλιση, μέσω της παραγωγής chips. Τα ευρήματα, καταγράφουν πως ενισχύεται η υγεία, η βιωσιμότητα και η καινοτομία της τροφικής αλυσίδας. Ωστόσο, θα πρέπει να επισημανθεί ότι το τελικό προϊόν παρουσιάζει περιορισμένη διάρκεια ζωής, καθώς απαιτείται η κατανάλωσή του την ίδια ημέρα της παραγωγής.

Βιβλιογραφία

1. Agroclica. (2025). Γλυκοπατάτα - Καλλιέργεια και φροντίδα. <https://www.agroclica.gr/wiki/64/glikopatata>
2. Agroenergy. (n.d.). Βιομάζα. In *Agroenergy.gr*. Retrieved July 24, 2025, from <http://www.agroenergy.gr/categories/βιομάζα>
3. FOMESA Hellas. (2020). Πρόγραμμα λιπάνσεως της καλλιέργειας γλυκοπατάτας χωρίς προηγούμενη ανάλυση εδάφους [PDF]. <https://www.fomesahellas.gr/image/data/%20%CE%9A%CE%91%CE%9B%CE%9B%CE%99%CE%95%CE%A1%CE%93%CE%95%CE%99%CE%91%CE%A3%20%CE%93%CE%9B%CE%A5%CE%9A%CE%9F%CE%A0%CE%91%CE%A4%CE%91%CE%A4%CE%91%CE%A3.pdf>
4. Geoponoi.gr. (2023, 6 Φεβρουαρίου). Γλυκοπατάτα: Καλλιεργητικές τεχνικές. <https://geoponoi.gr/2023/02/06/glikopatata-kalliergitikes-technikes/>
5. Tsachaki.gr. (2025). Γλυκοπατάτα: Διατροφικά οφέλη και τρόποι κατανάλωσης. <https://tsachaki.gr/diatrofi/glykopatata-diatrofika-ofeli-kai-tropoi/>
6. Heals.gr. (2025). Β-Καροτίνη: Όλα όσα πρέπει να γνωρίζουμε. <https://www.heals.gr/blog/b-καροτινη-όλα-όσα-πρεπει-να-γνωριζουμε-για-την-πολυτιμη-βιταμινη.htm>
7. Ύπαιθρος Χώρα. (2025). Κερδίζει έδαφος η καλλιέργεια γλυκοπατάτας. <https://www.ypaithros.gr/kerdizei-edafos-i-kalliergeia-glykopatatat/>
8. Wikifarmer. (2025). Απόδοση, Συγκομιδή, Ωρίμανση και Αποθήκευση. <https://wikifarmer.com/library/el/article/απόδοση-συγκομιδή-ωρίμανση-και-αποθή>
9. Wikifarmer. (2025). Παράσιτα, Ασθένειες και Έλεγχος Ζιζανίων. <https://wikifarmer.com/library/el/article/παράσιτα-ασθένειες-και-έλεγχος-ζιζαν-2>
10. AgriFarming. (2023, December 11). Sweet potato fertilizer requirements and recommendations: Management practices for optimal yield. In *AgriFarming*. Retrieved July 24, 2025, from <https://www.agrifarming.in/sweet-potato-fertilizer-requirements-and-recommendations-management-practices-for-optimal-yield>
11. Alvarez-Leite, J. I. (2025). The Role of Bioactive Compounds in Human Health and Disease. *Nutrients*, 17(7), 1170. <https://doi.org/10.3390/nu17071170>
12. Biswas, A. K., & Lawson, L. (2011). A simple, rapid and low-cost analytical method for determination of β -carotene content in raw carrot, sweet potato and supplemented chicken meat nuggets. *LWT – Food Science and Technology*, 44(8), 1809–1813. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(11\)00104-6](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(11)00104-6)

13. Bonilla, M. M., Navarro, R. R., & Collado, L. S. (2014). Composition and functional properties of purple sweet potato flour. *Informit*.
<https://search.informit.org/doi/abs/10.3316/INFORMIT.351090686652014>
14. Bovell-Benjamin, A. C. (2007). *Sweet potato in human nutrition*.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1043452606520017?via%3Dihub>
15. Carotenoid. (n.d.). In *ScienceDirect Topics: Food Science*. Elsevier. Retrieved July 10, 2025, from <https://www.sciencedirect.com/topics/food-science/carotenoid>
16. Darwish, A. G. G., Ahmed, S. I., Abd El-Naem, G. F., & Aboel-Ainin, M. A. (2020). Nutritional properties and antioxidant activity of seven sweet potato cultivars and clones (*Ipomoea batatas* L.). *Scientific Journal of Agricultural Sciences*, 2(2), 123–136.
<https://doi.org/10.21608/sjas.2020.48692.1052>
17. El Sheikha, A. F., & Ray, R. C. (2017). Potential impacts of bioprocessing of sweet potato: Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(3), 455–471.
<https://doi.org/10.1080/10408398.2014.960909>FAO. (n.d.). *Sweet potatoes*.
<https://www.fao.org/4/t0554e/T0554E14.htm>
18. Fontaine, G., & Chen, H.-S. V. (2014). Arrhythmogenic right ventricular dysplasia back in force. *The American Journal of Cardiology*, 113(10), 1735–1739.
<https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2014.03.001>
19. Helgi Library. (2025). *Sweet potato production in Greece*.
<https://www.helgilibrary.com/indicators/sweet-potato-production/greece/>
20. Infante, R. A., Azoubel, P. M., Lima, M. A. B., Stamford, T. C. M., Araújo, A. S., Mendonça, W. S., & Vasconcelos, M. A. da S. (2021). Ultrasound pretreatment application in dehydration: Its influence on the microstructure, antioxidant activity and carotenoid retention of biofortified Beauregard sweet potato (*Ipomoea batatas* Lam). *Journal of Food Science and Technology*, 58(12), 4542–4549.
<https://doi.org/10.1007/s13197-020-04938-w>
21. Islam, M. S. (2015). Antidiabetic effects of sweet potato: A review. *PubMed*.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25975980/>
22. Jiang, H., Wang, F., Ma, R., Yang, T., Liu, C., Shen, W., Jin, W., & Tian, Y. (2024). Advances in valorization of sweet potato peels: A comprehensive review on the nutritional compositions, phytochemical profiles, nutraceutical properties, and potential industrial applications. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 23(4), e13400. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.13400>
23. La Bonte, D. R., & Wilson, P. W. (2008). ‘Evangeline’ sweetpotato [*Ipomoea batatas* (L.) Lam.]. *HortScience*, 43(1), 258–259. <https://doi.org/10.21273/hortsci.43.1.258>

24. Lofoods. (2025). *How much protein is there in sweet potato?*
<https://lofoods.fit/blogs/nutrition/how-much-protein-is-there-in-sweet-potato?srsId=AfmBOoo0W459w4LUV5GbeDUub0sO1X2HBnZO8LZleBC4Ndu-if1bDp-P>
25. Marconato, A. M., Hartmann, G. L., Santos, M. M. R., Amaral, L. A., Souza, G. H. O., Santos, E. F., & Novello, D. (2020). Sweet potato peel flour in hamburger: Effect on physicochemical, technological and sensorial characteristics. *Brazilian Journal of Food Technology*, 23, e2019115. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.11519>
26. NIH. (2025). *Vitamin A – Health professional fact sheet*. Office of Dietary Supplements. <https://ods.od.nih.gov/factsheets/VitaminA-HealthProfessional/>
27. NIH. (2025). *Vitamin C – Consumer fact sheet*. Office of Dietary Supplements. <https://ods.od.nih.gov/factsheets/VitaminC-Consumer/>
28. Pérez, M., Domínguez-López, I., & Lamuela-Raventós, R. M. (2023). The chemistry behind the Folin–Ciocalteu method for the estimation of (poly)phenol content in food: Total phenolic intake in a Mediterranean dietary pattern. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 71(46), 17543–17553. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.3c04022>
29. Petroni, K., Pilu, R., & Tonelli, C. (2014). Anthocyanins in corn: a wealth of genes for human health. *Planta*, 240(5), 901–911. <https://doi.org/10.1007/s00425-014-2131-1>
30. Phytosterols. (n.d.). In *ScienceDirect Topics: Food Science*. Elsevier. Retrieved July 10, 2025, from <https://www.sciencedirect.com/topics/food-science/phytosterols>
31. Sánchez-Quesada, C., López-Biedma, A., & Gaforio, J. J. (2013). Bioactive properties of the main triterpenes found in olives, virgin olive oil, and leaves of *Olea europaea*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1021/jf403154e>
32. Shah, P., & Modi, H. A. (2015). Comparative study of DPPH, ABTS and FRAP assays for determination of antioxidant activity. *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology*, 3(6), 636–641
33. Silva, A. G., Carvalho, D. B., & Silva, A. A. (2011). Sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) production: Cultivars, cultivation and nutritional characteristics. *Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical*. <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/914035/1/2011077.pdf>
34. Singh, D. N., Bohra, J. S., Dubey, T. P., Shivahre, P. R., Singh, R. K., Singh, T., & Jaiswal, D. K. (2023). Common foods for boosting human immunity: A review. *Food Science & Nutrition*, 11, 1–14. <https://doi.org/10.1002/fsn3.3628>
35. Specialty Produce. (2025). *Beauregard sweet potatoes*. https://specialtyproduce.com/produce/Beauregard_Sweet_Potatoes_17929.php

36. Sweetpotatoplant.com. (2025). *Beauregard sweet potato plants*.
<https://sweetpotatoplant.com/products/beauregard-sweet-potato-plants?srsltid=AfmBOooTBvVVbYPOrbPixc7TwJ3JE-JXMWYs2bHjcOGCxW-DHjiC-1y>
37. Tanaka, M., et al. (2021). Sweet potatoes and metabolic health: A review. *PMC*.
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8431112/>
38. Teow, C. C., Truong, V.-D., McFeeters, R. F., Thompson, R. T., Pecota, K. V., & Yencho, G. C. (2007). Antioxidant activities, phenolic and β -carotene contents of sweet potato genotypes with varying flesh colours. *Food Chemistry*, 103(3), 829–838.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1466856408000532>
39. Truong, V.-D., McFeeters, R. F., Thompson, R. T., Dean, L. L., & Shofran, B. (2007). Phenolic acid content and composition in leaves and roots of common commercial sweetpotato (*Ipomoea batatas* L.) cultivars in the United States. *Journal of Medicinal Food*, 10(2), 348–354. <https://www.liebertpub.com/doi/10.1089/jmf.2013.2818>
40. Uchida, H., & Andō, K. (2024). A conceptual review on classification, extraction, bioactive potential of phytochemicals. *Future Foods*. Advance online publication.
<https://doi.org/10.1016/j.futurefood.2024.100019>
41. Wargovich, M. J., Woods, C., Hollis, D. M., & Zander, M. E. (2001). Herbals, cancer prevention and health. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 41(3), 189–204.
<https://www.tandfonline.com/doi/10.1080/10408398.2014.960909>
42. Wellb.gr. (2025). *Sweet potatoes peels: Are they good for you?*
<https://wellb.gr/blogs/wellness/sweet-potatoes-peels?srsltid=AfmBOoqi4-JegAecCuHdm8H8RMycq25Dio33w-AnftXvhaUJ-B2qFHWK>
43. Yadav, M., Jain, S., Bhardwaj, A., Nagpal, R., Puniya, M., Tomar, R., Singh, V., Parkash, O., Prasad, G. B. K. S., Marotta, F., & Yadav, H. (2009). Biological and medicinal properties of grapes and their bioactive constituents: An update. *Journal of Medicinal Food*, 12(3), 473–484. <https://doi.org/10.1089/jmf.2008.0096>
44. Zhang, Y., Venkatesh, S., & Shankar, S. (2021). Emerging roles of microbiota-derived short-chain fatty acids in epithelial immunity and inflammation. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(17), 9533. <https://doi.org/10.3390/ijms22179533>