

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΓΙΑ ΤΗ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΠΟΥΔΡΑΣ ΠΛΟΥΣΙΑΣ ΣΕ ΦΑΙΝΟΛΙΚΑ ΑΠΟ
ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΑ ΚΑΦΕ, ΒΥΝΗΣ ΚΑΙ ΣΤΕΜΦΥΛΩΝ.

**, Α. Αθανασοπούλου¹, Α. Ζεντέλης¹, Β. Συγγούνη¹, Α. Μ. Νινιού¹, Φ. Λεπενιώτη¹, Σ. Ξάνθη²,
Μ. Βλαχογιάννης¹, Χ. Παρασκευά¹**

¹Τμήμα Χημικών Μηχανικών, ΠΠ, Τ.Κ 26504, Πάτρα, Ελλάδα

²Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Τεχνολογίας Υπολογιστών, ΠΠ, Τ.Κ 26504, Πάτρα,
Ελλάδα

(*takisp@chemeng.upatras.gr)

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Μια από τις μεγαλύτερες προκλήσεις της βιομηχανικής έρευνας είναι η μετατροπή των γραμμικά συστημάτων παραγωγής σε κυκλικά. Αυτό επιτυγχάνεται μέσα από την αξιοποίηση των παραπροϊόντων, με στόχο να μετατρέπονται σε καινούργιες πρώτες ύλες. Μερικά από αυτά τα παραπροϊόντα είναι ο καφές, τα στέμφυλα και η βύνη όπου χάρη στην αντιοξειδωτική τους δράση αποτελούν πηγή φαινολικών ενώσεων οι οποίες μπορούν να αξιοποιηθούν στις βιομηχανίες φαρμάκων, συμπληρωμάτων διατροφής και καλλυντικών. Η παρούσα έρευνα στοχεύει στη δημιουργία πούδρας, πλούσιας σε φαινολικά, αξιοποιώντας τα παραπάνω παραπροϊόντα. Προκειμένου να ληφθεί το τελικό προϊόν, ακολουθήθηκε μία σειρά διαδικασιών, εκ των οποίων οι βασικότερες είναι η εκχύλιση και η λυοφιλοποίηση (freeze drying). Ωστόσο, πρωταρχικό ρόλο στη συγκεκριμένη μελέτη διαδραματίζει η προσθήκη εκδόχου (μαλτοδεξτρίνης), το οποίο συνεισφέρει στην δημιουργία ενός πιο σταθερού προϊόντος που διατηρεί τα θρεπτικά συστατικά του. Κατά την πειραματική διαδικασία, δοκιμάστηκαν διαφορετικές αναλογίες εκδόχου-εκχυλίσματος, με σκοπό να επιτευχθεί μέγιστη αποδοτικότητα, η οποία προσδιορίστηκε μέσω ανάλυσης με φασματογράφο UV-Vis.

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το 2022 τα αγροτοβιομηχανικά απόβλητα έφτασαν τους 140 δις κυβικούς τόνους, αποτελώντας ένα από τα σημαντικότερα περιβαλλοντικά προβλήματα. Ως εκ τούτου, απαιτούνται σημαντικές παρεμβάσεις για τη βιώσιμη χρήση των αγροτικών αποβλήτων. Ήδη τα παραπροϊόντα αυτά αξιοποιούνται στη βιομηχανία, γεγονός που έδωσε έναυσμα στην παρούσα μελέτη για τη χρήση καφέ, βύνης και στεμφύλων ως πρώτη ύλη με σκοπό τη δημιουργία λειτουργικής πούδρας, πλούσιας σε φαινολικά οξέα. Οι φαινολικές ενώσεις είναι μια μεγάλη, ετερογενής ομάδα δευτερογενών μεταβολιτών με αντιοξειδωτικές, αντικαρκινικές, αντιδιαβητικές, νευροπροστατευτικές και αντιμικροβιακές ιδιότητες, οι οποίες εντάσσονται σε σκευάσματα των βιομηχανιών φαρμάκων, συμπληρωμάτων διατροφής και καλλυντικών. Και τα τρία παραπροϊόντα είναι πλούσια σε υδροξυκιναμωμικά οξέα, ενώ η βύνη περιέχει φερούλικό οξύ και κατεχίνες, και τα στέμφυλα, κατεχίνες και προανθοκυανιδίνες. (Lu et al., 2010; Rauf et al.,

We acknowledge the support of this work by the Project “PPP_Phenolics” (code 03828), which is implemented under the

Action “2nd Call for H.F.R.I. Research Projects to support Faculty Members and Researchers”

2019). Ωστόσο, το πρωτοποριακό στοιχείο της έρευνας που τη διαφοροποιεί από παρόμοια εγχειρήματα είναι η χρήση εκδόχου, το οποίο συμβάλλει στη σταθεροποίηση της πούδρας, τη διατήρηση της ποιότητάς της και την ενσωμάτωση της στα προαναφερθέντα προϊόντα. (Bjelošević et al., 2020; Pifferi and Restani, 2003; Rani and Bhardwaj, 2021). Αξίζει να σημειωθεί η σημαντικότητα της λυοφιλοποίησης, ως βασική διεργασία του πειράματος, όπου συμβάλλει στην καλύτερη αποθήκευση φαινολικών ουσιών σε μορφή πούδρας και την ένταξή τους σε καλλυντικά και φάρμακα.

2 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Η πειραματική διαδικασία ξεκίνησε με τη συλλογή των παραπροϊόντων, καφέ, βύνη και στέμφυλα. Έπειτα, τα παραπροϊόντα υποβλήθηκαν σε αποξήρανση στον φούρνο στους 105°C για 12-24 ώρες, με σκοπό την αφαίρεση της υγρασίας σε επίπεδα 10% και την αποστείρωσή τους.

Στη συνέχεια, προετοιμάστηκαν διάλυματα από τριπλά απεσταγμένο νερό (H₂O 3D) και αιθανόλη 98% (EtOH 98%), σε διάφορες αναλογίες για κάθε προϊόν.

ΔΙΑΛΥΜΑ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΔΙΑΛΥΤΗ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΣΤΕΡΕΟΥ ΠΑΡΑΠΡΟΪΟΝΤΟΣ
Καφές- H ₂ O	180g	20g
Καφές - H ₂ O-EtOH	90g H ₂ O- 90g EtOH	20g
Βύνη- H ₂ O	180g	20g
Βύνη- H ₂ O-EtOH	90g H ₂ O- 90g EtOH	20g
Στέμφυλα- H ₂ O	180g	20g
Στέμφυλα- H ₂ O-EtOH	90g H ₂ O- 90g EtOH	20g

Πίνακας 1: Μάζα στερεού παραπροϊόντος και διαλύτη που χρησιμοποιήθηκαν για την προετοιμασία των διαλυμάτων.

Τα αποξηραμένα προϊόντα διαλύθηκαν σε αυτά τα διαλύματα, με συνολική ποσότητα διαλύματος 200g (διαλυμένης ουσίας 20g, διαλύτη σε διάφορες αναλογίες H₂O, H₂O-EtOH (50% - 50% w/w)).

Το επόμενο στάδιο περιλάμβανε την εκχύλιση των προϊόντων για 1 ώρα στους 50°C, με ανάδευση στα 150 rpm. Ακολούθησε το κοσκίνισμα των εκχυλισμάτων, χρησιμοποιώντας κόσκινο 125mm. Έπειτα, το διάλυμα τοποθετείται ισόποσα σε 8 πανομοιότυπους σωλήνες και φυγοκεντρώνται για 15 λεπτά στα 5000 rpm

Ακολούθησε διήθηση υπό κενό του φυγοκεντρίμενου διαλύματος, όπου χρησιμοποιήθηκε διάταξη με έναν ηθμό, έναν φελλό, μια φιάλη κενού, ένα πλαστικό λάστιχο κενού και διηθητικά χαρτιά.

Στη συνέχεια, προστέθηκαν συντηρητικά (Potassium Sorbate (Σορβικό κάλιο, C₆H₇KO₂) και Sodium Benzoate (Βενζοϊκό νάτριο, C₇H₅NaO₂), καθώς και ένα ρυθμιστικό διάλυμα Buffer που αποτελείτο από 0.342g κιτρικό οξύ, 800ml H₂O (3D) και 20.525g Sodium saïtrote. Το ποσοστό των προσθετικών ήταν το 0.23% του εκχυλίσματος το κάθε ένα, ενώ το διάλυμα Buffer αποτελούσε

We acknowledge the support of this work by the Project “PPP_Phenolics” (code 03828), which is implemented under the

Action “2nd Call for H.F.R.I. Research Projects to support Faculty Members and Researchers”

το 2%. Έτσι, παρασκευάστηκε 1M KOH από αραιώση 2M KOH με H₂O (3D). Στο καλά αναμιγμένο υγρό προστέθηκε 1M KOH έως ότου η τιμή του pH φτάσει 5.5.

Επιπλέον, προστέθηκαν έκδοχα, όπως μαλτοδεξτρίνη (C_{6n}H_(10n+2)O_(5n+1)), σε ποσοστά 0%, 5%, 8% και 10%. Για να ξεκινήσει η διαδικασία του freeze drying έπρεπε πρώτα να απομακρυνθεί η αλκοόλη. Η αιθανόλη (EtOH) απομακρύνθηκε με χρήση περιστροφικού αποστακτήρα σε θερμοκρασία 55°C. Τέλος, τα εκχυλίσματα εξαχνώθηκαν μέσω της λυοφιλοποίησης των σε χαμηλή πίεση (0.5 bar) και θερμοκρασία (-70°C έως -80°C), όπου το H₂O απομακρύνεται με εξάχνωση με χρήση κατάλληλου συμπυκνωτή – παγίδα υδρατμών, ολοκληρώνοντας έτσι την πειραματική διαδικασία. Το προϊόν αυτής είναι μια πούδρα πλούσια σε φαινολικά και άλλες ουσίες, πλήρως διαλυτή στο νερό.

3 ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ

Οι αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν με φασματογράφο UV-Vis, ύστερα από την προσθήκη συντηρητικών και στο τέλος της λυοφιλοποίησης. Αρχικά, για την ανάλυση των εκχυλισμάτων, αραιώθηκε 1ml εκχυλίσματος σε 9 ml H₂O (3D). Ακολούθως, διοχετεύτηκε με πιπέτα 1ml αραιωμένου εκχυλίσματος σε 6ml H₂O (3D). Έπειτα, προστέθηκαν 0.5ml αντιδραστήριο Folin, καθώς και 1.5ml NaCO₃ και 1ml H₂O (3D) μέσα σε 8min από την προσθήκη του Folin. Έπειτα από ανάδευση, το δείγμα αφέθηκε για χώνευση 2 ωρών και αφού ολοκληρώθηκε, μετρήθηκε η απορρόφηση με μήκος κύματος 760nm. Τέλος, δημιουργήθηκε το τυφλό δείγμα, κατά τον ίδιο τρόπο με μόνη διαφορά την προσθήκη 1 ml διαλύτη αντί του 1ml εκχυλίσματος. Η ίδια διαδικασία ακολουθήθηκε για την πούδρα, όμως προτού αραιωθεί, πραγματοποιήθηκε διαλυτοποίησή της σε H₂O (3D).

Προκειμένου να διασφαλιστεί αξιοπιστία, όσον αφορά τις προαναφερθείσες αναλύσεις, το βασικότερο μέτρο που λήφθηκε ήταν η επανάληψη των πειραμάτων. Συγκεκριμένα, πραγματοποιήθηκαν 108 πειράματα, μαζί με αυτά που απορρίφθηκαν. Για την επιτυχία της μέγιστης δυνατής ακριβείας των αποτελεσμάτων, βαθμονομούνταν η πιπέτα και τα εργαλεία μέτρησης πριν από κάθε πείραμα. Ακόμη, δημιουργήθηκαν δύο δείγματα για τη μέτρηση του αντιδραστηρίου Folin και υπολογίστηκε ο μέσος όρος των μετρήσεων. Επιπροσθέτως, λήφθηκαν όλα τα μέτρα υγιεινής και ασφάλειας που επιβάλλονται σε ένα εργαστήριο.

Όπως σε κάθε έρευνα, έτσι και σε αυτή, υπήρξαν ορισμένα προβληματικά σημεία, τα οποία ωστόσο αντιμετωπίστηκαν. Αρχικά, παρατηρήθηκε ότι στη διήθηση του καφέ ήταν δύσκολη η απομόνωση της στερεής φάσης στα δείγματα με διαλύτη EtOH, σε σχέση με τα δείγματα με διαλύτη H₂O. Ακόμη, κατά την ανάλυση με τον φασματογράφο, έγινε αντιληπτό πως κάποια διαλύματα δεν καταγράφονταν από αυτόν. Όσον αφορά, τα διαλύματα με διαλύτη τη 100% αιθανόλη, το πρόβλημα εντοπίστηκε στην έλλειψη συμβατότητας εκδόχου- γλυκερίνης, αφού παρατηρήθηκε η δημιουργία θολώματος καθιστώντας αδύνατο να γίνει μέτρηση στον φασματογράφο

4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Σκοπός της έρευνας ήταν η ανάλυση της ποσότητας της σκόνης που δημιουργήθηκε μετά την λυοφιλοποίηση και η μέτρηση των φαινολικών που περιλαμβάνονται σε αυτή. Παρακάτω αναλύονται τα αποτελέσματα για κάθε παραπροϊόν με κάθε διαλύτη.

Ποσότητα Μαλτοδεξτρίνης	Ποσότητα εκχυλίσματος πριν την λυοφιλοποίηση (g)	Ποσότητα σκόνης μετά την λυοφιλοποίηση (g)	Ποσότητα έκδοχου (g)	Ποσότητα εκχυλισμένων ουσιών (g)
0%	17.95	0.54	0	0.54
5%	18.90	1.21	0.95	0.26
8%	19.30	1.60	1.54	0.06
10%	19.70	2.97	1.97	1

Πίνακας 2: Ποσότητα εκχυλισμένων ουσιών στα πειράματα καφέ με διαλύτη Η2Ο

Ποσότητα Μαλτοδεξτρίνης	Ποσότητα εκχυλίσματος πριν την λυοφιλοποίηση (g)	Ποσότητα σκόνης μετά την λυοφιλοποίηση (g)	Ποσότητα έκδοχου (g)	Ποσότητα εκχυλισμένων ουσιών (g)
0%	17.15	0.45	0	0.45
5%	18.90	1.77	0.95	0.82
8%	19.80	2.48	1.58	0.90
10%	19.90	2.85	1.99	0.86

Πίνακας 3: Ποσότητα εκχυλισμένων ουσιών στα πειράματα καφέ με διαλύτη Η2Ο-ΕtOH(50%κ.β./50%κ.β.).

Ποσότητα Μαλτοδεξτρίνης	Ποσότητα εκχυλίσματος πριν την λυοφιλοποίηση (g)	Ποσότητα σκόνης μετά την λυοφιλοποίηση (g)	Ποσότητα έκδοχου (g)	Ποσότητα εκχυλισμένων ουσιών (g)
0%	18.65	0.19	0	0.19
5%	19.47	0.98	0.98	0.01
8%	1.50	1.60	1.60	0.04
10%	19.55	2.00	1.95	0.05

Πίνακας 4: : Ποσότητα εκχυλισμένων ουσιών στα πειράματα βύνης με διαλύτη Η2Ο.

Ποσότητα Μαλτοδεξτρίνης	Ποσότητα εκχυλίσματος πριν την λυοφιλοποίηση (g)	Ποσότητα σκόνης μετά την λυοφιλοποίηση (g)	Ποσότητα έκδοχου (g)	Ποσότητα εκχυλισμένων ουσιών (g)
0%	17.95	0.62	0	0.62
5%	18.96	2.67	0.95	1.72
8%	19.60	4.31	1.57	2.74
10%	19.90	5.24	1.99	3.25

Πίνακας 5: Ποσότητα εκχυλισμένων ουσιών στα πειράματα βύνης με διαλύτη H₂O-EtOH(50%κ.β./50%κ.β.).

Ποσότητα Μαλτοδεξτρίνης	Ποσότητα εκχυλίσματος πριν την λυοφιλοποίηση (g)	Ποσότητα σκόνης μετά την λυοφιλοποίηση (g)	Ποσότητα έκδοχου (g)	Ποσότητα εκχυλισμένων ουσιών (g)
0%	19.70	0.17	0	0.17
5%	19.90	1.10	0.99	0.11
8%	20.00	1.70	1.60	0.10
10%	20.50	2.20	2.05	0.15

Πίνακας 6: Ποσότητα εκχυλισμένων ουσιών στα πειράματα στέμφυλων με διαλύτη H₂O

Ποσότητα Μαλτοδεξτρίνης	Ποσότητα εκχυλίσματος πριν την λυοφιλοποίηση (g)	Ποσότητα σκόνης μετά την λυοφιλοποίηση (g)	Ποσότητα έκδοχου (g)	Ποσότητα εκχυλισμένων ουσιών (g)
0%	18.04	0.29	0	0.29
5%	18.12	1.35	0.91	0.44
8%	18.25	2.92	1.46	1.46
10%	18.50	3.72	1.85	1.87

Πίνακας 7: Ποσότητα εκχυλισμένων ουσιών στα πειράματα στέμφυλων με διαλύτη H₂O-EtOH(50%κ.β./50%κ.β.)

5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

5.1 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ

Κατά την διαδικασία των πειραμάτων η εκχύλιση σε θερμοκρασία 50°C κρίθηκε κατάλληλη με βάση επιστημονική μελέτη που πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο και το ποσοστό διατήρησης των φαινολικών των εκχυλισμάτων. Επιπλέον, μετά από δοκιμές κρίθηκε αναγκαία η προσθήκη της φυγοκέντρωσης, καθώς με αυτό τον τρόπο η διήθηση υπό κενό καθίσταται πιο εύκολη (αφαίρεση περισσότερης στερεής φάσης). Μέσα από τα πειράματα παρατηρήθηκε ότι οι

We acknowledge the support of this work by the Project “PPP_Phenolics” (code 03828), which is implemented under the

Action “2nd Call for H.F.R.I. Research Projects to support Faculty Members and Researchers”

αναλύσεις με τον φασματογράφο ήταν επιτυχής καθώς και πως για την αφαίρεση αλκοόλης ο περιστροφικός εξατμηστήρας ήταν ιδανικό μηχάνημα. Η μόνη δυσκολία αντιμετωπίστηκε κατά τη διαδικασία της λυοφιλοποίησης στις επιτρεπόμενες συνθήκες λειτουργίας του μηχανήματος, καθώς λόγω της επιτρεπτής θερμοκρασίας και πίεσης απορρίφθηκαν κάποιοι διαλύτες.

Βελτιώνοντας την ομοιόμορφη κατανομή των κόκκων της τελικής πούδρας και διατηρώντας σταθερά το προϊόν, η επιλογή της μαλτοδεξτρίνης για αυτήν τη διπλωματική μελέτη αναδεικνύει τη σημασία της οικονομικής προσιτότητας και της ευρείας χρήσης σε βιομηχανική κλίμακα. Η μαλτοδεξτρίνη συμβάλλει στην επίτευξη ενός ομοιόμορφου, σταθερού προϊόντος που μπορεί να μειώσει την υγρασία και να προστατεύσει τα φαινολικά από οξείδωση. Είναι ένα έκδοχο που συμβάλλει θετικά στην λυοφιλοποίηση των εκχυλισμάτων από τα παραπροϊόντα και με διαλύτες που χρησιμοποιήθηκαν

5.2 ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ ΠΟΥ ΔΕΝ ΟΛΟΚΛΗΡΩΘΗΚΑΝ

Πειράματα	Διαλύτης	Απόβλητα	Αναλογία Εκδόχου	Λόγος Απόρριψης
4	Γλυκερίνη	Καφές	0%,5%,8%,10%	Μη απομάκρυνση γλυκερίνης
8	EtOH	Καφές, Στέμφυλα	0%,5%,8%,10%	Μη επιτρεπτή απορρόφηση φασματογράφου
4	EtOH-H ₂ O (90%-10%)	Καφές	0%,5%,8%,10%	Μη επιτρεπτή απορρόφηση φασματογράφου

Πίνακας 8: Πειράματα που απορρίφθηκαν/ δεν ολοκληρώθηκαν.

Ο λόγος που απορρίφθηκαν τα πειράματα με γλυκερίνη ήταν η μη αποτελεσματική απομάκρυνσή της, αφού εξατμίζεται πάνω από τους 100°C, γεγονός που θα συνέβαλλε και στην απομάκρυνση του νερού.

5.3 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Ποσότητα εκχυλισμένων ουσιών μετά τη λυοφιλοποίηση

Απόβλητο	Διαλύτης	Αύξουσα Σειρά
Καφές	H ₂ O	8% < 5% < 10%
Καφές	H ₂ O-EtOH (50%-50% κ.β.)	10% < 5% < 8%
Βύνη	H ₂ O	5% < 8% < 10%
Βύνη	H ₂ O-EtOH (50%-50% κ.β.)	5% < 8% < 10%
Στέμφυλα	H ₂ O	8% < 5% < 10%
Στέμφυλα	H ₂ O-EtOH (50%-50% κ.β.)	5% < 8% < 10%

Πίνακας 9: Αύξουσα σειρά ποσότητας εκχυλισμένων ουσιών μετά τη λυοφιλοποίηση σε σχέση με την αναλογία εκδόχου.

Γενικά, παρατηρήθηκε ότι στην αναλογία εκδοόχου 10% για τα περισσότερα πειράματα, λήφθηκε η μέγιστη ποσότητα εκχυλισμένων ουσιών, ενώ η ελάχιστη αντιστοιχεί στην αναλογία 5%.

Στα δείγματα με διαλύτη H₂O-EtOH (50%-50% κ.β.), παρατηρείται μεγαλύτερη ποσότητα εκχυλισμένων ουσιών, καθώς η αιθανόλη συμβάλλει στην εκχύλιση των φαινολικών από τα απόβλητα, οδηγώντας σε αύξηση της ποσότητας, τόσο της πούδρας, όσο και των φαινολικών.

Σε αυτό το σημείο θα ήταν καλό να σημειωθεί πως εκχυλισμένες ουσίες δεν αποτελούν μόνο τα φαινολικά, αλλά ενδεχομένως και άλλα θεραπευτικά συστατικά.

Όσον αφορά την ποσότητα των φαινολικών, πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις τόσο πριν όσο και μετά τη λυοφιλοποίηση, με τη χρήση φασματογράφου UV-Vis.

Οι βιομηχανίες φαρμάκων, καλλυντικών και συμπληρωμάτων διατροφής δεν προτιμούν τη χρήση εκχυλισμάτων, αλλά επιλέγουν την πούδρα, καθώς καταλαμβάνει μικρότερο όγκο και είναι πιο διαχειρίσιμη ως προς την ποσότητα που χρειάζεται να προστεθεί στο κάθε σκεύασμα.

Δείγμα	Μέσος όρος φαινολικών στα εκχυλίσματα πριν τη λυοφιλοποίηση	Αύξουσα σειρά φαινολικών μετά τη λυοφιλοποίηση
Καφές- H ₂ O	993.94 mg TP/L	8%<10%<5%
Καφές- H ₂ O-EtOH	1589.23 mg TP/L	10%<8%<5%
Στέμφυλα- H ₂ O	490.17 mg TP/ L	5%<8%<10%
Στέμφυλα- H ₂ O-EtOH	2428.53 mg TP/L	10%<8%<5%

Πίνακας 10: Αύξουσα σειρά ποσότητας φαινολικών μετά τη λυοφιλοποίηση σε σχέση με την αναλογία εκδόχου.

Γενικότερα, τα στέμφυλα έδωσαν τα περισσότερα φαινολικά στο εκχύλισμα. Επιπροσθέτως, φαίνεται πως η καλύτερη αναλογία ποσοστού μαλτοδεξτρίνης ήταν η 5% και πιο συγκεκριμένα, μεγαλύτερη συγκέντρωση φαινολικών δέσμευσε η μαλτοδεξτρίνη στο πείραμα καφές με διαλύτη EtOH-H₂O.

Απόβλητα	Διαλύτης	M.O
Καφές	H ₂ O	228.71
Καφές	H ₂ O-EtOH (50%κ.β./50%κ.β.)	4946.42
Βύνη	H ₂ O	602.04
Βύνη	H ₂ O-EtOH (50%κ.β./50%κ.β.)	1086.73
Στέμφυλα	H ₂ O	2984.69
Στέμφυλα	H ₂ O-EtOH (50%κ.β./50%κ.β.)	471.95

Πίνακας 11: Μέσος όρος φαινολικών για κάθε παραπροϊόν με κάθε διαφορετικό διαλύτη.

Συνοψίζοντας, η χρήση της μαλτοδεξτρίνης αποτελεί αναγκαίο βήμα για την προστασία των φαινολικών από οξείδωση, τη διατήρηση των υπόλοιπων οργανικών ενώσεων, την ομοιόμορφη

κατανομή της υγρασίας και τη σταθεροποίηση του τελικού προϊόντος. Ωστόσο, η βέλτιστη αναλογία μαλτοδεξτρίνης που πρέπει να χρησιμοποιηθεί εξαρτάται από τις ανάγκες κάθε βιομηχανίας και το είδος του τελικού προϊόντος που επιδιώκεται να παραχθεί.

6 ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΙ

Μια προοπτική έρευνα που αξίζει να εξεταστεί είναι η μελέτη των αντιοξειδωτικών ικανοτήτων του τσαγιού και άλλων βοτάνων, με έμφαση στη συγκέντρωσή τους στα πολύτιμα φαινολικά συστατικά τους. Μέσω αυτής της έρευνας, μπορεί να αναδειχθεί η δυναμική τους χρήση στη βιομηχανία της καλλυντικής και των φαρμάκων, δίνοντας έτσι νέα προοπτική για την ανάπτυξη προϊόντων υψηλής ποιότητας.

Ένας άλλος τομέας που απαιτεί έρευνα είναι η αναζήτηση τρόπων απομάκρυνσης της γλυκερίνης από το τελικό προϊόν. Μέσω της ανάπτυξης νέων μεθόδων, μπορούμε να βελτιώσουμε την ποιότητα των προϊόντων μας και να αυξήσουμε την αποδοτικότητα της διαδικασίας παραγωγής.

7 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Cano-Marquina et al., 2013; Rani and Bhardwaj, 2021
- Xia et al., 2010
- Kiliç, I., Yeşiloğlu, Y., 2013. Spectroscopic studies on the antioxidant activity of p-coumaric acid. *Spectrochim. Acta - Part A Mol. Biomol. Spectrosc.* 115, 719–724. <https://doi.org/10.1016/j.saa.2013.06.110>
- Lu, M., Xu, L., Li, B., Zhang, W., Zhang, C., Feng, H., Cui, X., Gao, H., 2010. Protective effects of grape seed proanthocyanidin extracts on cerebral cortex of streptozotocin-induced diabetic rats through modulating AGEs/RAGE/NF-κB pathway. *J. Nutr. Sci. Vitaminol. (Tokyo)*. 56, 87–97. <https://doi.org/10.3177/jnsv.56.87>
- Alsya Fitri et al., 2020; Nowak and Jakubczyk, 2020
- Kumar M et al., 2004; Parikh et al., 2014
- Bjelošević, M., Zvonar Pobirk, A., Planinšek, O., Ahlin Grabnar, P., 2020. Excipients in freeze-dried biopharmaceuticals: Contributions toward formulation stability and lyophilisation cycle optimisation. *Int. J. Pharm.* 576, 119029. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2020.119029>
- Parikh et al., 2014; Wang et al., 2023
- Fernandes, I. de A.A., Maciel, G.M., Ribeiro, V.R., Rossetto, R., Pedro, A.C., Haminiuk, C.W.I., 2021. The role of bacterial cellulose loaded with plant phenolics in prevention of UV-induced skin damage. *Carbohydr. Polym. Technol. Appl.* 2, 100122. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.carpta.2021.100122>
- Pifferi, G., Restani, P., 2003. The safety of pharmaceutical excipients. *Farm.* 58, 541–550. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0014-827X\(03\)00079-X](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0014-827X(03)00079-X)

We acknowledge the support of this work by the Project “PPP_Phenolics” (code 03828), which is implemented under the

Action “2nd Call for H.F.R.I. Research Projects to support Faculty Members and Researchers”

We acknowledge the support of this work by the Project "PPP_Phenolics" (code 03828), which is implemented under
the
Action "2nd Call for H.F.R.I. Research Projects to support Faculty Members and Researchers"