



**«Επίδραση της οινολάσπης στη δημιουργία πηκτών του  
βιοπολυμερούς ξανθάνη»**

**«Effect of wine lees on the formation of xanthan gels of the  
biopolymer xanthan gels»**

**Πτυχιακή Εργασία  
Ευαγγελία Ζηλιαχόβαλη  
Πατρώνυμο: Στέργιος**

**2022**

## **Επιβλέπουσα καθηγήτρια**

Γιαννούλη Περσεφόνη.

Επίκουρος Καθηγήτρια στη Τεχνολογία και Ποιοτικό Έλεγχο Τροφίμων Φυτικής Προέλευσης.

## **Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή**

1. Γιαννούλη Περσεφόνη  
Επίκουρος Καθηγήτρια στη Τεχνολογία και Ποιοτικό Έλεγχο Τροφίμων Φυτικής Προέλευσης.
2. Λεωνίδας Δημήτριος.  
Καθηγητής Βιοχημείας.
3. Μπαλατσός Νικόλαος.  
Επίκουρος Καθηγητής Βιοχημείας.

## Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση της πτυχιακής εργασίας ολοκληρώνεται και ένας κύκλος σπουδών κατά τη διάρκεια του οποίου, εκτός από πολύτιμες γνώσεις, αποκόμισα και πολύτιμες εμπειρίες.

Οι γνώσεις αποτυπώνονται, τρόπον τινά, στην πτυχιακή εργασία η οποία ωστόσο για να ολοκληρωθεί απαιτήθηκε συνεχής και στενή συνεργασία με την επιβλέπουσα καθηγήτρια μου, κυρία Γιαννούλη Περσεφόνη η οποία με καθοδήγησε με υπομονή, τόσο κατά τη διενέργεια των εργαστηριακών πειραμάτων, όσο και κατά τη διαδικασία συγγραφής της εργασίας και για τον λόγο αυτό την ευχαριστώ θερμά. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τα άλλα δύο μέλη της τριμελούς επιτροπής κ. Λεωνίδα Καθηγητή και κ. Μπαλατσό Νικόλαο Επίκουρο Καθηγητή για τις παρατηρήσεις τους και τις συμβουλές τους. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Ζαμάνη Άγγελο, Διευθυντή της εταιρίας Domaine Agrovision, για την προσφορά της οινολάσπης για την πραγματοποίηση αυτής της έρευνας.

## Περίληψη

Στο πλαίσιο αυτή της ερευνητικής προπτυχιακής εργασίας διερευνήθηκε η επίδραση της οινολάσπης σε χαρακτηριστικές ιδιότητες χρώματος όπως  $L^*$  και  $a^*$  και σκληρότητας των πηκτών ξανθάνης. Δημιουργήθηκαν δύο ειδών πηκτές. Οι ασθενείς πηκτές Ξανθάνης στην ψύξη αλλά και οι κρυσπηκτές Ξανθάνης μετά από κατάψυξη και ψύξη. Οι χρωματικές παράμετροι παρουσίασαν σημαντικές διαφορές λόγω του διαφορετικού τρόπου αποθήκευσης, όσο και εξαιτίας της διαφορετικής συγκέντρωσης οινολάσπης. Όσον αφορά τη σκληρότητα των δειγμάτων, η οινολάσπη με την Ξανθάνη στην ψύξη σχηματίζουν γενικά ασθενείς και μαλακίες πηκτές με την συγκέντρωση 0,25%w/w οινολάσπη να αυξάνει τη σκληρότητα της 0,6%w/w Ξανθάνης. Τέλος είναι εφικτή και η δημιουργία κρυσπηκτών Ξανθάνης με οινολάσπη αλλά καθώς η συγκέντρωση της οινολάσπης αυξάνεται, ελαττώνεται τη σκληρότητα των κρυσπηκτών που σχηματίζονται.

**Λέξεις κλειδιά:** Οινολάσπη, ξανθάνη, πήξη, χρώμα, σκληρότητα

## **Abstract**

The aim of this undergraduate research work is to study the effect of wine lees on characteristic properties of color such as  $L^*$  and  $a^*$  and hardness of xanthan gels. Two kinds of gels were created. The weak Xanthan gels by cooling to fridge temperature and also Xanthan cryogels after freezing and cooling. The color parameters showed significant differences due to the different way of storage, as well as due to the different wine lees concentrations. Regarding the hardness of the samples wine lees with Xanthan stored at fridge temperature generally form weak and soft gels with the concentration of 0.25%w/w wine lees increasing the hardness of 0.6%w/w Xanthan. Finally, it is also possible to create Xanthan cryogels with wine lees, but as the concentration of wine lees increases, the hardness of the formed cryogels decreases.

**Key words:** Wine lees, xanthan, color, hardness

## Πίνακας περιεχομένων

Ευχαριστίες .....	3
Περίληψη .....	4
Abstract .....	5
<b>Κεφάλαιο 1<sup>ο</sup> : Οι Υδατάνθρακες και ο ρόλος τους στη διατροφή του ανθρώπου .....</b>	<b>7</b>
1.1. Τι είναι οι υδατάνθρακες .....	7
1.2. Καινοτομίες στα τρόφιμα.....	8
1.3. Λειτουργικά τρόφιμα .....	9
<b>Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup> : Η ξανθάνη στα τρόφιμα.....</b>	<b>11</b>
2.1. Η προέλευση της ξανθάνης.....	11
2.2. Έρευνες για τη χρήση της ξανθάνης .....	12
<b>Κεφάλαιο 3<sup>ο</sup> : Οινολάσπη και τρόφιμα.....</b>	<b>15</b>
3.1. Η προέλευση της οινολάσπης.....	15
3.2. Έρευνες για τη χρήση της οινολάσπης.....	18
<b>Κεφάλαιο 4<sup>ο</sup> : Ενθυλάκωση .....</b>	<b>21</b>
4.1. Λειτουργικοί ορισμοί: Βιοπολυμερή και ενθυλάκωση.....	21
4.2. Σκοπός .....	22
<b>Κεφάλαιο 5<sup>ο</sup> : Υλικά και Μέθοδοι .....</b>	<b>23</b>
Κεφάλαιο 6 <sup>ο</sup> : Αποτελέσματα - Συζήτηση .....	25
<b>Βιβλιογραφία .....</b>	<b>34</b>
Ξενόγλωσση .....	34
Ελληνική .....	40
Δικτυογραφία.....	41

# Κεφάλαιο 1<sup>ο</sup> : Οι Υδατάνθρακες και ο ρόλος τους στη διατροφή του ανθρώπου

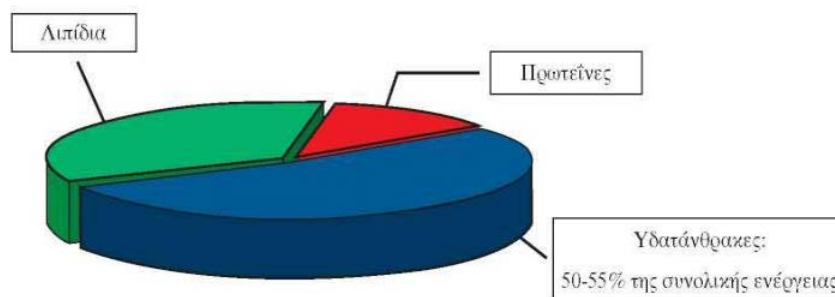
Οι υδατάνθρακες διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην υγεία του ανθρώπου, καθώς του δίνουν την απαιτούμενη ενέργεια για να ανταπεξέλθει στην καθημερινότητά του, ενώ θεωρούνται εξόχως σημαντικοί για την εγκεφαλική λειτουργία καθώς, σύμφωνα με τους ερευνητές, ο εγκέφαλος χρησιμοποιεί σημαντικό ποσοστό (20 με 25%) της γλυκόζης των υδατανθράκων για να πραγματοποιήσει βασικές λειτουργίες (Guo, Hu, Wang, et al., 2017).

## 1.1. Τι είναι οι υδατάνθρακες

Οι δομικές μονάδες των υδατανθράκων αποτελούνται από διάφορα μόρια σακχάρων ο αριθμός των οποίων κατηγοριοποιεί (τους υδατάνθρακες) σε μονοσακχαρίτες, δισακχαρίτες ή πολυσακχαρίτες και αποτελούν την βασική ενεργειακή πηγή του κεντρικού νευρικού συστήματος, ενώ συμβάλλουν και στην ομαλή λειτουργία της πέψης (Δημόπουλος, 2021).

Οι υδατάνθρακες προέρχονται από φυσικά τρόφιμα και η ωφέλεια τους είναι ανάλογη με το γλυκαιμικό δείκτη που διαθέτουν. Για παράδειγμα, οι μονοσακχαρίτες υδατάνθρακες βρίσκονται ψηλά στον σχετικό δείκτη, καθώς εφοδιάζουν το αίμα με υψηλή ποσότητα γλυκόζης (Δημόπουλος, 2021).

Σύμφωνα με τους ειδικούς, οι υδατάνθρακες θα πρέπει να καλύπτουν τουλάχιστον το μισό ποσοστό της καθημερινής διατροφής ενός ενήλικα (εικόνα 2) συμπεριλαμβάνοντας, τόσο μονοσακχαρίτες, όσο και τα πολυσακχαρίτες (Ζαμπέλας, 2003).



**Εικόνα 2:** Συστάσεις για ημερήσια κατανάλωση υδατανθράκων (πηγή: Ζαμπέλας, 2003).

## 1.2. Καινοτομίες στα τρόφιμα

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μια στροφή του καταναλωτικού κοινού σε πιο υγιεινά και ποιοτικά προϊόντα, γεγονός που οδήγησε τη βιομηχανία τροφίμων να αναζητήσει τρόπους που να βελτιώνουν τα παραγόμενα προϊόντα, εναρμονιζόμενη με τις απαιτήσεις των καταναλωτών (Ghoshal, 2018).

Με τον όρο καινοτομία νοείται ένας νέος, πρωτοποριακός τρόπος με τον οποίον δημιουργείται ένα προϊόν. Η καινοτομία έγκειται είτε στη διαδικασία παραγωγής, είτε σε μια διαφορετική χρήση του προϊόντος. Για παράδειγμα, για πολλά χρόνια η οινολάσπη, ένα παραπροϊόν των σταφυλιών, κατέληγε στα απόβλητα, καθώς και η ίδια θεωρείται στερεό απόβλητο που μολύνει το περιβάλλον. Από έρευνες όμως που έγιναν τις τελευταίες δεκαετίες φάνηκε πως η χρήση της στην παραγωγή κρασιών βελτιώνει την γεύση τους ενισχύοντας παράλληλα τις ευεργετικές ιδιότητες τους σε αντιοξειδωτικά (Gray, Zhao, & Emptage, 2006). Αυτή η διαπίστωση οδήγησε τους ερευνητές σε νέες μελέτες σχετικά με τη χρήση της οινολάσπης, όχι μόνο στον τομέα των τροφίμων, αλλά και σε άλλους τομείς όπως για παράδειγμα στην ηλεκτρική ενέργεια (Sciarrria, Merlino, Scaglia, et al, 2015).

Εν κατακλείδι, σύμφωνα με τους Γιωργάκη & Ξανθουδάκη (2015), η καινοτομία σχετίζεται με τη διαδικασία παραγωγής και την ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων και επηρεάζεται από τη τεχνολογική ανάπτυξη. Οι εξελίξεις αυτές δεν έχουν αφήσει ανεπηρέαστο τον κλάδο των τροφίμων.

Η βιομηχανία τροφίμων, αλλά και η φαρμακοβιομηχανία που παράγει συμπληρώματα διατροφής εξοπλίστηκαν με νέα τεχνολογίες και υιοθέτησαν νέες μεθόδους που τις βοήθησαν να πετύχουν βελτίωση της ποιότητας, παρέχοντας, στους καταναλωτές, προϊόντα υψηλής διατροφικής αξίας. Παράλληλα, καθιστώντας την καινοτομία ως την κινητήρια δύναμη τους κατάφεραν να έχουν εντυπωσιακή αύξηση των κερδών τους (Lee, 2015).

Μια από τις καινοτόμες προσπάθειες, που κυριαρχεί το τελευταίο διάστημα στην επιστήμη των τροφίμων, είναι τα λειτουργικά τρόφιμα τα οποία βασισμένα σε νέες παραγωγικές μεθόδους με τη χρήση καινοτόμων τεχνολογικών μέσων τείνουν να αντικαταστήσουν τα παραδοσιακά τρόφιμα, καθώς διάφορες μελέτες δείχνουν πως προάγουν την υγεία (Loizou, Karelakis, Galanopoulos, et al, 2019).

### 1.3. Λειτουργικά τρόφιμα

Ο όρος «λειτουργικά τρόφιμα» αναφέρεται σε επεξεργασμένες τροφές που περιέχουν βιοδραστικά συστατικά που, εκτός από τα θρεπτικά τους στοιχεία, διαθέτουν επιπλέον ιδιότητες που ωφελούν τον οργανισμό προάγοντας την σωματική, πνευματική και ψυχική υγεία του ατόμου (Bultosa, 2016).

Επισημαίνεται ότι ένας μεγάλος αριθμός υποπροϊόντων φρούτων και λαχανικών όπως φλούδες, πυρηνέλαια και σπόροι παράγονται σε όλο τον κόσμο από διαφορετικές πηγές, ειδικά από βιομηχανίες επεξεργασίας τροφίμων. Τις περισσότερες φορές αυτά τα υποπροϊόντα παραμένουν αχρησιμοποίητα ή απορρίπτονται ως απόβλητα σε χώρους υγειονομικής ταφής. Από την άλλη, αυτά τα χαμηλού κόστους και άμεσα διαθέσιμα υποπροϊόντα φρούτων και λαχανικών διαθέτουν πολλά καλά συστατικά όπως βιταμίνες, μέταλλα και βιοδραστικές ενώσεις, όπως φαινολικά οξέα, φλαβονοειδή και τερπενοειδή που είναι καλά για την ανθρώπινη υγεία, ενώ διαθέτουν διάφορες αντιοξειδωτικές, αντιμικροβιακές και αντικαρκινικές ιδιότητες. Επίσης είτε στο σύνολό τους, είτε ως ουσίες που εξάγονται από αυτά, τα απόβλητα χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη λειτουργικών τροφίμων (Ahmad, Zaidi, & Ahmad, 2020).

Γενικά, τα λειτουργικά προϊόντα είναι όπως τα συμβατικά αλλά εμπλουτίζονται με φυσικά βιολειτουργικά συστατικά, όπως φλαβονοειδή, καροτενοειδή, πρωτεΐνες και αντιοξειδωτικά τα οποία έχει αποδειχθεί επανειλημμένα ότι επιδρούν ευεργετικά στην υγεία του ανθρώπου (Μεντζέλου, 2020).

Τα φλαβονοειδή εντοπίζονται στα περισσότερα φυτά. Ο κύριος ρόλος τους είναι η απομάκρυνση των ελεύθερων ριζών από τον οργανισμό κάτι που αποδίδεται στην ισχυρή αντιοξειδωτική τους δράση, ενώ έχει διαπιστωθεί ότι έχουν προληπτική δράση κατά του καρκίνου, της άνοιας, της υγείας των ματιών, της καρδιάς και του εγκεφάλου. Μερικά από τα πιο γνωστά φυτά και φρούτα που θεωρούνται πλούσια σε φλαβονοειδή είναι τα σταφύλια, τα μήλα, τα μούρα, οι ελιές, το πράσινο τσάι, η ρίγανη, τα κρεμμύδια και το μπρόκολο (Argyri, Piromalis, Koutelidakis, et al, 2021; Αντωνιάδη, 2022; Gutiérrez-Grijalva, Picos-Salas, Leyva-López, et al, 2018).

Τα αντιοξειδωτικά υπάρχουν είτε στη φυσική τους μορφή σε φρούτα και λαχανικά, είτε προκύπτουν ύστερα από επεξεργασία των πρώτων υλών. Το περιεχόμενο και η σύνθεση των αντιοξειδωτικών είναι συνάρτηση περιβαλλοντικών και καλλιεργητικών πρακτικών, καθώς και των τεχνικών και των διαλυτών που χρησιμοποιούνται κατά την διαδικασία της εκχύλισης τους.

Στα πιο γνωστά και σημαντικά, για την υγεία, φυσικά αντιοξειδωτικά, τα οποία προέρχονται από εκχύλισμα και χυμοποίηση παραπροϊόντων από φρούτα και λαχανικά, ανήκουν οι βιταμίνες E και C, τα Ω 3 και 6 λιπαρά, το λυκοπένιο, το σελήνιο και το Β-καροτένιο (Abdel-Naeem, Elshebrawy, Imre, et al, 2022).

Οι πρωτεΐνες αποτελούνται από αμινοξέα. Κωδικοποιούνται βάσει του γενετικού κώδικα (DNA) και αποτελούνται από τρεις χημικές ομάδες και ένα άτομο υδρογόνου, ενώ συνδέονται με το ίδιο άτομο άνθρακα. Πρόκειται για βιομόρια εξαιρετικά ευαίσθητα στην οξείδωση, καθώς σε περιπτώσεις οξειδωτικού στρες υπάρχει ο κίνδυνος κυτταρικού θανάτου. Η πιο γνωστή φυσική πηγή αμινοξέων είναι τα όσπρια τα οποία περιέχουν γλουταμινικό οξύ, βαλίνη, κυστεΐνη, αργινίνη και μεθειονίνη (Aryee, Agyei, & Akanbi, 2018).

Τέλος, τα καροτενοειδή, τα οποία είναι προβιταμίνες που αποδίδουν την βιταμίνη A, είναι χρωστικές ουσίες που περιέχονται στα τρόφιμα. Το πιο γνωστό και ισχυρό είναι η Β-καροτίνη η οποία εμφανίζει πλούσια αντιοξειδωτική δράση προστατεύοντας τα κύτταρα. Σημαντικές ποσότητες βρίσκονται στα καρότα, τις τομάτες και τις κίτρινες κολοκύθες, ενώ το ποσοστό της βιταμίνης A μπορεί να μειωθεί σημαντικά (έως και 40%) σε περιπτώσεις έντονης θερμικής επεξεργασίας των τροφών Gutiérrez-Grijalva, Picos-Salas, Leyva-López, et al, 2018).

## Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup> : Η Ξανθάνη στα τρόφιμα

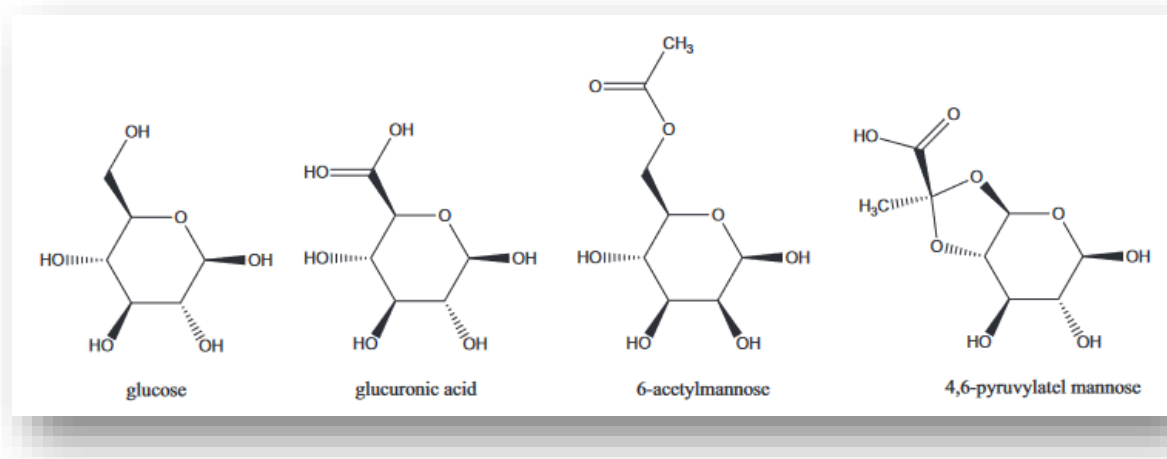
Η Ξανθάνη χρησιμοποιείται ευρέως στην βιομηχανία τροφίμων ως μέσο πύκνωσης καθώς όταν η χρήση της είναι σε χαμηλές τιμές συμβάλει στο καλύτερο ποιοτικό αποτέλεσμα του παραγόμενου προϊόντος. Κατά βάση χρησιμοποιείται σε προϊόντα αρτοποιίας (κέικ, μπισκότα κλπ), σε κατεψυγμένα γαλακτοκομικά προϊόντα (παγωτά, κρέμες κλπ) και στα έτοιμα φαγητά (Mortensen, Aguilar, Crebelli, et al 2017).

### 2.1. Η προέλευση της Ξανθάνης

Το κόμμι Ξανθάνης είναι ένας πολυσακχαρίτης που αποτελείται από μόρια D-γλυκόζης που συνδέονται με b-(1-4), το οποίο βρίσκεται και στην κυτταρίνη. Κάθε δεύτερο μόριο γλυκόζης υποκαθίσταται στο C3 με μια πλευρική αλυσίδα τρισακχαρίτη που αποτελείται από bD-μαννόζη-(1-4), bD-γλυκουρονικό οξύ-(1-2), aD-μαννόζη. Στις πλευρικές αλυσίδες, το τελικό τμήμα μαννόζης είναι μερικώς υποκατεστημένο με ένα υπόλειμμα πυροσταφυλικού άλατος συνδεδεμένο ως ακετάλη στις θέσεις 4 και 6, ενώ η εσωτερική μονάδα μαννόζης ακετυλιώνεται στο C-6. Ο βαθμός υποκατάστασης του πυροσταφυλικού άλατος κυμαίνεται μεταξύ 30% και 50%, ενώ το 60-70% των εσωτερικών μορίων μαννόζης είναι ακετυλιωμένο (Sworn, 2009). Η περιεκτικότητα σε πυρουβύλιο και ακετύλιο εξαρτάται από τις συνθήκες ζύμωσης και το βακτηριακό στέλεχος (Voragen, Rolin Marr, et al., 2012). Η μέση αναφερόμενη σύνθεση πολυσακχαριτών που παράγονται από βακτήρια *X. campestris* είναι 30,1% D-γλυκόζη, 27,3% D-μαννόζη, 14,9% D-γλυκουρονικό οξύ, 7,1% πυροσταφυλικό και 6,5% οξικό (García-Ochoa, Santos, Casas, et al., 2000). Συνοψίζοντας, το κόμμι Ξανθάνης (εικόνα 5) είναι ένας πολυσακχαρίτης που αποτελείται από γλυκόζη, γλυκουρονικό οξύ, 6-ακετυλομαννόζη 4,6-πυρουβυλιωμένη μαννόζη (Fiume, Heldreth, Bergfeld, et al., 2016). Το μοριακό βάρος του κόμμιος Ξανθάνης κυμαίνεται από περίπου 1.000.000 g/mol σε περίπου 2.000.000 g/mol (Voragen, Rolin Marr, et al., 2012).

Γενικά η Ξανθάνη σχηματίζει ασθενής πηκτές και κυρίως μετά από αλληλεπίδραση με κατιόντα. Ειδικά τα ιόντα  $Ca^{++}$  ενισχύουν και ενδυναμώνουν τη δομή των πηκτών. Ο πολυσακχαρίτης αυτός όμως σχηματίζει ακόμα ισχυρότερες δομές όταν ψύχεται και αποψύχεται, (Giannouli P & Morris E. R. 2003).

Γενικά χαρακτηριστικά της Ξανθάνης είναι ότι αυτός ο πολυσακχαρίτης είναι διαλυτός στο νερό (Sworn, 2009). Αν και δεν διαλύεται απευθείας στην αλκοόλη, τα διαλύματα του κόμμεος ξανθάνης αναμιγνύονται με αλκοόλη και προϊόντα που περιέχουν αλκοόλη και μπορούν να διαμορφωθούν ώστε να περιέχουν, σε ποσοστό έως και 60% μίγματα με νερό και διαλύτες, όπως αιθανόλη, ενώ το εύρος του pH ενός διαλύματος 1% (25°C) είναι 5,5–8,5.



**Εικόνα 5:** Σύνθεση της ξανθάνης (πηγή: Mortensen, Aguilar, Crebelli, et al 2017)

Το ιξώδες των διαλυμάτων κόμμεος ξανθάνης επηρεάζεται ελάχιστα από το pH και τις θερμοκρασίες έως και 90°C, ενώ μικρή επίδραση στο ιξώδες έχουν και οι υψηλές συγκεντρώσεις αλάτων (Voragen, Rolin Marr, et al., 2012). Μια σημαντική ιδιότητα των διαλυμάτων κόμμεος ξανθάνης είναι η φυσικοχημική αλληλεπίδραση με φυτικές γαλακτομαννάνες, όπως το κόμμι χαρουπιών και το κόμμι γκούαρ ή η γλυκομαννάνη konjac. Η προσθήκη οποιουδήποτε από αυτά σε διάλυμα κόμμεος ξανθάνης σε θερμοκρασία δωματίου προκαλεί συνεργική αύξηση του ιξώδους (García-Ochoa, Santos, Casas, et al., 2000).

## 2.2. Έρευνες για τη χρήση της ξανθάνης

Πληθώρα μελετητών έχει διερευνήσει το βιοπολυμερές Ξανθάνη και τις εφαρμογές της στη βιομηχανία τροφίμων, καθώς όπως αναφέρουν και οι Bhat, Wani, Mir, et, al (2022), πρόκειται για ένα πολυμερές με ευρείες εφαρμογές.

Σε μια τελευταία έρευνα, οι Liu, Li, Liang, et, al (2023), εξέτασαν στις συνεργατικές αλληλεπιδράσεις της ξανθάνης με το γαλακτικό νάτριο σε συνθήκες πήξης. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το γαλακτικό νάτριο απορροφήθηκε αποτελεσματικότερα στη διεπιφάνεια ελαίου-

νερού, σε σχέση με την ξανθάνη. Επίσης, παρατηρήθηκε ότι, η ηλεκτροστατική απόθεση και οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ της ξανθάνης και του γαλακτικού νατρίου διευκόλυναν την αποτελεσματική σύνδεση στη διεπιφάνεια και στον όγκο. Μελέτες στη ρεολογία έδειξαν ότι οι δύο συντελεστές αλληλοεπίδρασαν θετικά ενισχύοντας την πήξη των γαλακτωμάτων. Σύμφωνα με τους ερευνητές, αυτή η δομή προσδίδει εξαιρετική σταθερότητα στη πήξη γαλακτώματος σε συνθήκες αποθήκευσης σε υψηλές θερμοκρασίες, σε συνθήκες σφράγισης και αλλαγής του pH.

Σε μια άλλη μελέτη (Xianbao, Yan, Zibo, et, al 2022), διερευνήθηκαν οι επιδράσεις της ξανθάνης και του πολυσακχαρίτη αλγινικού νατρίου στη ζελατινοποίηση και την πήξη της δομής του αμύλου μπιζελιού που έχει αποσπαστεί από το ένζυμο πουλουλανάση. Συγκεκριμένα, στην μελέτη αξιολογήθηκαν οι επιπτώσεις της ξανθάνης, του αλγινικού νατρίου και σύνθετων σκευασμάτων των δύο συντελεστών (ξανθάνη και αλγινικό νάτριο) σχετικά με τη συγκόλληση, τις ρεολογικές ιδιότητες, τις δομικές ιδιότητες, την περιεκτικότητα σε αμυλόζη και την *in vitro* πεπτικότητα του αραβοσίτου άμυλο το οποίο είχε προηγούμενος δεχθεί επεξεργασία με το ένζυμο πουλουλανάση. Η περιεκτικότητα σε αμυλόζη αυξήθηκε από 34,24% σε 49,35%, ενώ το ανθεκτικό άμυλο αυξήθηκε από 35,12% σε 38,90%. Επίσης, από την προσθήκη πολυσακχαριτών αυξήθηκε το ιξώδες του αμύλου, ενώ ενισχύθηκε η ρευστότητα των πηκτωμάτων. Ωστόσο, η περιεκτικότητα σε αμυλόζη και η σχετική κρυσταλλικότητα των δειγμάτων με την προσθήκη ξανθάνης έδειξε μείωση. Αντίθετα, το ανθεκτικό άμυλο των δειγμάτων αλγινικού νατρίου και συνδυασμού αλγινικού νατρίου- ξανθάνης αυξήθηκε από 38,34% έως 40,97% - 40,48% και 47,64%, αντίστοιχα. Επιπλέον, η ξανθάνη, το αλγινικό νάτριο και ο συνδυασμός των δύο αύξησαν την περιεκτικότητα του ανθεκτικού αμύλου.

Η πρώτη φορά που σχηματίστηκαν κρυσταλλικοί Ξανθάνης ήταν το 2003. Σε αυτή την έρευνα (Giannouli P., & Morris E. R., 2003) μελέτησαν τη διαδικασία πήξης της ξανθάνης σε συνθήκες με τη δημιουργία κρυσταλλικών για να διαπιστώσουν ότι σχηματίζονται πολύ ισχυρότερα και πιο συνεκτικά δίκτυα όταν τα διαλύματα ξανθάνης καταψύχονται και αποψύχονται παρά όταν αποθηκεύονται απλά στην ψύξη. Η αντοχή της πηκτής ενισχύθηκε με την υποβολή των δειγμάτων σε δεύτερο κύκλο κατάψυξης-απόψυξης ή με τη μείωση της θερμοκρασίας κατάψυξης στους -80 °C. Η προσθήκη σακχάρων (σακχαρόζη, γλυκόζη, φρουκτόζη, μαλτόζη) σε συγκεντρώσεις έως ~10 wt% δεν είχε καμία επίδραση στην αντοχή των κρυσταλλικών, αλλά υψηλότερες συγκεντρώσεις προκάλεσαν προοδευτική μείωση της σκληρότητας των δομών, και δεν δημιουργήθηκαν κρυσταλλικοί σε συγκεντρώσεις σακχάρων άνω του ~20 % w/w. Επίσης η ενσωμάτωση χαμηλών επιπέδων κατιόντων  $Ca^{2+}$  (4 mM) κατάργησε την διαδικασία της

κρυοπηκτής. Οι μελετητές εκτιμούν ότι κατά την κατάψυξη, οι αλυσίδες ξανθάνης αναγκάζονται να ευθυγραμμιστούν και να συνδεθούν με τη μετατροπή του διαλύτη (νερό) σε παγοκρυστάλλους. Οι ενώσεις που προκύπτουν επιβιώνουν κατά την απόψυξη, προκειμένου να σχηματίσουν το μακρομοριακό δίκτυο κρυοπηκτής. Η προσθήκη σακχάρων όμως, περιορίζει τη μετατροπή του υγρού νερού σε πάγο, μειώνοντας ή εξαλείφοντας το σχηματισμό δικτύου.

Σε παρόμοια μελέτη, (Jiang, Shang, Liang, et, al 2022) μελέτησαν τις επιδράσεις διαφορετικού χρόνου κατάψυξης, κύκλων ψύξης-απόψυξης και περιεκτικότητας σε υγρασία στις μηχανικές ιδιότητες της σύνθετης πηκτής γλυκομαννάνης konjac, κόμμεος ξανθάνης και αλγινικού νατρίου. Οι ερευνητές παρατήρησαν ότι καθώς οι κύκλοι ψύξης – απόψυξης αυξάνονταν, το δίκτυο της γέλης έγινε πιο πυκνό και οι πόροι μικρότεροι. Από τα αποτελέσματα των μηχανικών δοκιμών φάνηκε πως ιδανική είναι η κατάψυξη της πηκτής για 46 ώρες στους -20 °C. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως η περιεκτικότητα σε υγρασία μειώθηκε από 92% σε 60%, ο συντελεστής ελαστικότητας της γέλης, η αντοχή σε εφελκυσμό και η σκληρότητα αυξήθηκαν σημαντικά και οι μέγιστες τιμές τους ήταν 27,1-, 12,9- και 10,7 φορές των μη αφυδατωμένων δειγμάτων. Επιπλέον, διαπιστώθηκε ότι η πορώδης δομή τους εξαφανιζόταν σταδιακά μετά την επεξεργασία της αφυδάτωσης, με αποτέλεσμα να δημιουργείται ένα εξαιρετικά πυκνό δίκτυο γέλης με σημαντική αύξηση της μηχανικής αντοχής του. Οι ερευνητές εκτιμούν ότι, τόσο η διαδικασία της κατάψυξης, όσο και η ρύθμιση της υγρασίας θα μπορούσαν να αλλάξουν αποτελεσματικά τις ιδιότητες στην υφή της πηκτής από γλυκομαννάνη konjac, κόμμι ξανθάνης και αλγινικό νάτριο.

## **Κεφάλαιο 3<sup>ο</sup> : Οινολάσπη και τρόφιμα**

Η πρόοδος στην επιστήμη και την τεχνολογία έχει οδηγήσει σε τεράστια βελτίωση στις παραδοσιακές βιομηχανίες, ιδιαίτερα σε εκείνες που βασίζονται στην αγροκαλλιέργεια, όπως τα τρόφιμα και τα ποτά, με κύρια έμφαση στη βελτίωση της ποιότητας και την οικονομία των διαδικασιών. Στον τομέα των ποτών, η παραγωγή κρασιού είναι μία από τις κορυφαίες βιομηχανίες που σχετίζονται με τον γεωργικό τομέα. Η παραδοσιακή μέθοδος οينوπαραγωγής χρησιμοποιεί το σταφύλι ως πρώτη ύλη (Kierath, & Wang, 2013).

Κατά τη διαδικασία της οينوπαραγωγής παράγεται σημαντικός όγκος αποβλήτων (απόβλητα της βιομηχανίας οίνου), τα οποία τελικά δεν έχουν σημαντική εφαρμογή ή οικονομική αξία, και η διάθεσή τους στο περιβάλλον προκαλεί σοβαρή ανησυχία. Ωστόσο, χάρη στις έρευνες που έγιναν τα τελευταία χρόνια, φάνηκε πως τα παραπροϊόντα του σταφυλιού έχουν ευρύ φάσμα εφαρμογών. Έτσι, στο πλαίσιο της κυκλικής βιοοικονομίας (η οποία ασχολείται με τις διαδικασίες όπου τα υπολείμματα που παράγονται σε διαφορετικά στάδια βιοδιεργασιών χρησιμοποιούνται στον ίδιο κύκλο με το σχηματισμό ορισμένων άλλων προϊόντων), τα υπολείμματα αυτά έχουν αποκτήσει μεγαλύτερη σημασία, καθώς χρησιμοποιούνται ως πρώτη ύλη για την παραγωγή καυσίμων και χημικών προϊόντων με σκοπό την αντικατάσταση ορυκτών καυσίμων και χημικών ουσιών (Lara-Flores, Araujo, Rodriguez-Jasso, et al., 2018; Mak, Xiong, Tsang, et al., 2020).

### **3.1. Η προέλευση της οινολάσπης**

Η βιομηχανία οίνου παράγει, τόσο οργανικές, όσο και ανόργανες ουσίες ως απόβλητα, ενώ η παραγωγή κρασιού είναι μια πολυβάθμια διαδικασία, η οποία ξεκινά από την καλλιέργεια και τον τρύγο των πρώτων υλών, τη μεταφορά των αγαθών και την επεξεργασία της παραγωγής κρασιού (Bharathiraja, Iyyappan, Jayamuthunagai, et al., 2020).

Τα βήματα οينوποίησης περιλαμβάνουν το πλύσιμο των σταφυλιών, τον διαχωρισμό των μίσχων, τη σύνθλιψη των σταφυλιών και την προσθήκη στεμφύλων, ακολουθούμενη από ζύμωση. Σε όλα αυτά τα στάδια χρησιμοποιείται ένας τεράστιος όγκος νερού, ο οποίος έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή σημαντικών ποσοτήτων λυμάτων (Bharathiraja, Iyyappan, Jayamuthunagai, et al., 2020). Στο τέλος της διαδικασίας ζύμωσης, πραγματοποιείται διαχωρισμός του κρασιού και διεξάγονται περαιτέρω διαδικασίες διάγασης και

σταθεροποίησης. Σε αυτό το στάδιο, τα στερεά σωματίδια παράγονται ως απόβλητα (Sirohi, Tarafdar, Singh, et al., 2020).

Στο τελικό στάδιο, το παραγόμενο κρασί φιλτράρεται και συσκευάζεται. Η ποσότητα των στερεών αποβλήτων που συσσωρεύονται κατά την παραγωγή του κρασιού εξαρτάται κυρίως από το επίπεδο εκχύλισης χυμού, τον τύπο εξοπλισμού, τους αριθμούς ζύμωσης και τα στάδια διαύγασης. Προβλέπεται ότι περίπου 9-13 τόνοι σταφυλιών θα μπορούσαν να οδηγήσουν στην παραγωγή ενός τόνου αποβλήτων που περιλαμβάνει το 65% των λυμάτων (Kyzas, Symeonidou, Matisa, 2016).

Τα απόβλητα που παράγονται κατά τη διαδικασία οινοποίησης μπορούν να χρησιμοποιηθούν αποτελεσματικά σε βιολογικούς καρπούς για την παραγωγή εμπορικά σημαντικών ενζύμων, οργανικών οξέων βιολογικής βάσης, βιοκαυσίμων και άλλων προϊόντων (Bharathiraja, Iyyappan, Jayamuthunagai, et al., 2020).

Τα απόβλητα διακρίνονται σε υγρά και στερεά. Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν οι οινολάσπες και το νερό το οποίο συνήθως περιέχει και υπολείμματα υλικών που χρησιμοποιήθηκαν για τον καθαρισμό των δεξαμενών. Στην δεύτερη κατηγορία ανήκουν τα στέμφυλα και τα διηθητικά μέσα, όπως ο μπετονίτης και ο περλίτης (Teixeira, Baenas, Dominguez-Perles, et al., 2014).

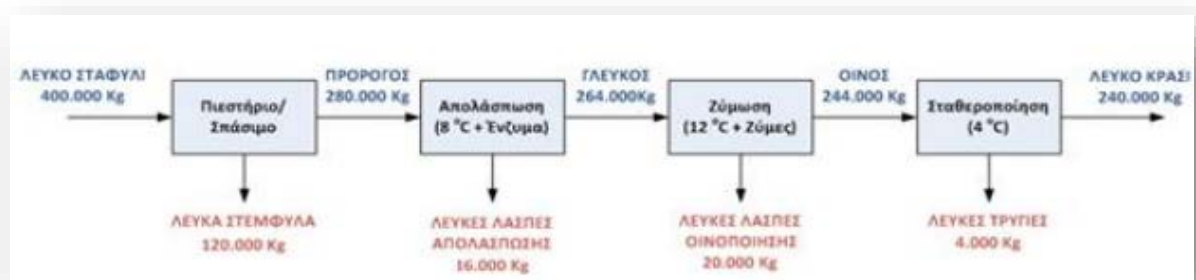
Θα πρέπει να επισημανθεί ότι τα υπολείμματα των σταφυλιών κατά τη διαδικασία παραγωγής οίνου διαφέρουν ανάλογα με την ποικιλία του σταφυλιού. Άλλες ποσότητες παράγονται από τα ερυθρά (εικόνα 3) και άλλες από τα λευκά (εικόνα 4) σταφύλια (Μοσχονά, 2016).



**Εικόνα 3:** Υπολείμματα από την διαδικασία οινοποίησης ερυθρών σταφυλιών (πηγή: Μοσχονά, 2016).

Αυτό συμβαίνει γιατί η διαδικασία οινοποίησης είναι διαφορετική στις δύο προαναφερόμενες ποικιλίες. Κατά την οινοποίηση των ερυθρών σταφυλιών, το πρώτο στάδιο περιλαμβάνει την αποβοστρύχωση, δηλαδή τον διαχωρισμό των σταφυλιών από τους μίσχους. Η διαδικασία αυτή θεωρείται απαραίτητη, καθώς σε διαφορετική περίπτωση υπάρχει αυξημένος κίνδυνος να είναι στυφό το κρασί που θα παραχθεί. Το επόμενο στάδιο είναι η αλκοολική ζύμωση όπου τα σάκχαρα των σταφυλιών, μέσω του μεταβολισμού των υπαρχόντων μικροοργανισμών, μετατρέπονται σε αιθυλική αλκοόλη, σε διοξείδιο του άνθρακα και σε άλλες ουσίες που επιδρούν στα τελικά οργανοληπτικά στοιχεία του παραγόμενου οίνου (Σουφλερός, 2012).

Η διαδικασία της αποβοστρύχωσης πραγματοποιείται και στα λευκά σταφύλια. Ακολουθεί η σύνθλιψη και η χυμοποίηση των σταφυλιών, ενώ η προζυμωτική εκχύλιση γίνεται σε πιο χαμηλές θερμοκρασίες, από ότι τα ερυθρά σταφύλια, γεγονός που επιδρά στην τελική ποσότητα και ποιότητα των πολυφαινολών (Σουφλερός, 2012).



**Εικόνα 4:** Υπολείμματα από την διαδικασία οινοποίησης λευκών σταφυλιών (πηγή: Μοσχονά, 2016).

Ακολουθεί η διαδικασία της στατικής απολάσπωσης κατά την οποία τόσο το γλεύκος όσο και τα στέμφυλα οδηγούνται σε δεξαμενή ψύχους όπου και παραμένουν μέχρι και 24 ώρες μέχρι να υπάρξει διαύγαση. Στη συνέχεια απομακρύνεται η οινολάσπη και ξεκινά η διαδικασία της αλκοολικής ζύμωσης, η οποία είναι παρόμοια με αυτή που ακολουθείται στα ερυθρά σταφύλια. Αφού ολοκληρωθεί η διαδικασία της ζύμωσης το κρασί παραμένει σε δεξαμενές για διάστημα δύο εβδομάδων προκειμένου να κατακαθίσουν τα στερεά υπολείμματα και τα νεκρά κύτταρα της ζύμωσης. Ακολουθεί η μεταφορά του κρασιού σε άλλες καθαρές δεξαμενές στις οποίες προστίθεται διοξείδιο του θείου και μετά το στάδιο της διαύγασης γίνεται η εμφιάλωση (Σουφλερός, 2012).

Λόγω της διαφορετικής διαδικασίας στην οινοποίηση των λευκών και ερυθρών σταφυλιών οι οινολάσπες διακρίνονται σε αυτές που προκύπτουν από την οινοποίηση και σε αυτές που προκύπτουν κατά τη διαδικασία της απολάσπωσης. Στην πρώτη περίπτωση απομακρύνονται αφού έχει επιτευχθεί η διαδικασία της ζύμωσης με αποτέλεσμα να έχουν πλούσια ποσοστά αιθανόλης. Στην δεύτερη περίπτωση, οι οινολάσπες απομακρύνονται πριν ξεκινήσει η διαδικασία της ζύμωσης με αποτέλεσμα να διαθέτουν πλούτο σακχάρων ζύμης, κυτταρίνης και φαινολικών ενώσεων (Spinei, & Oroian, 2021).

### **3.2. Έρευνες για τη χρήση της οινολάσπης**

Η εκμετάλλευση των αποβλήτων, που προκύπτουν από τη διαδικασία της οινοποίησης, έχει προκαλέσει το ενδιαφέρον των μελετητών αρχικά προκειμένου να μειώσουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις και στη συνέχεια προκειμένου να εκμεταλλευτούν τις φαινολικές ενώσεις, τα αντιοξειδωτικά και γενικά τις βιολογικές δραστικές ουσίες που περιέχονται σε αυτά. Άλλωστε, από διάφορες έρευνες, φάνηκε πως οι οινολάσπες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή βιοαιθανόλης, αλλά και ως εναλλακτική πηγή ενίσχυσης βιολειτουργικών τροφίμων και φαρμάκων (Μοσχονά, 2016).

Ενδεικτική είναι πρόσφατη μελέτη των Hagi, Kurahashi, Oguro, et al (2022) όπου η οινολάσπη χρησιμοποιήθηκε ως πρόσθετο συστατικό στην τυροκομία κατά τη διαδικασία της ζύμωσης. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως με την χρήση της οινολάσπης ενισχύθηκε η δράση των βακτηρίων του γαλακτικού οξέως με αποτέλεσμα να αλλάξει η ισορροπία των υδατανθράκων και των λιπαρών οξέων στο τυρί. Παράλληλα, ενίσχυσε την παραγωγή των γ-γλουταμυλικών πεπτιδίων που ευθύνονται για το ουμάμι (umami), την καλή γεύση δηλαδή του τελικού προϊόντος.

Σε μία άλλη μελέτη (Xianbao, Yan, Zibo, et al, 2022), διερευνήθηκε ο ρόλος των πολυσακχαριτών, που υπάρχουν στην οινολάσπη, στη συντήρηση των κατεψυγμένων τροφίμων. Οι ερευνητές, διαπίστωσαν ότι οι φυσικοί βιοπολυμερή αναστέλλουν το σχηματισμό κρυστάλλων πάγου, καθώς λόγω των ρεολογικών ιδιοτήτων τους και της αντιοξειδωτικής τους δράσης, λειτουργούν σταθεροποιητικά.

Από την πλευρά τους, οι De Iseppi, Marangon, Lomolino, et al (2021) διερεύνησαν τις οινολάσπες ως πηγή γαλακτωματοποιητών και αφριστικών παραγόντων σε πρότυπα συστήματα τροφίμων και συγκρίθηκαν με ανάλογα εκχυλίσματα που προέρχονται από εργαστηριακές καλλιέργειες ζύμης των ίδιων δύο στελεχών που χρησιμοποιούνται για την

παραγωγή ερυθρών και λευκών οίνων. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι όλα τα εκχυλίσματα είχαν καλή λειτουργικότητα ως γαλακτωματοποιητές και αφριστικοί παράγοντες. Ωστόσο, παρατηρήθηκαν ορισμένες διαφορές, τόσο στη σύνθεση, όσο και στη λειτουργικότητα, οι οποίες σχετίζονταν με τη διαδικασία καθαρισμού που χρησιμοποιήθηκε, το στέλεχος ζύμης και την προέλευση του εκχυλίσματος (κόκκινες οινολάσπες, λευκές οινολάσπες, εργαστηριακές ζύμες). Σύμφωνα με τους ερευνητές, τα εκχυλίσματα από πραγματικές οινολάσπες, τα οποία περιείχαν επίσης πολυφαινόλες προερχόμενες από τα σταφύλια, είχαν εξίσου καλές ή και καλύτερες επιδόσεις από τα αντίστοιχα εκχυλίσματα που προέρχονταν από εργαστηριακές καλλιέργειες ζύμης των ίδιων στελεχών. Οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι, τόσο οι οινολάσπες κόκκινου, όσο και λευκού κρασιού μπορούν να αποτελέσουν μια νέα και αποτελεσματική πηγή γαλακτωματοποιητών και αφριστικών παραγόντων που αποτελούν μια έγκυρη εναλλακτική λύση για τη βιομάζα ζύμης που παράγεται σε βιοαντιδραστήρες και μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη βιομηχανία τροφίμων.

Σε μια παρόμοια μελέτη (Felix, Martínez, Sayago, et al 2021), όπου οι οινολάσπες χρησιμοποιήθηκαν για τη σταθεροποίηση διασκορπισμένων συστημάτων όπως τα γαλακτώματα, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η προσθήκη οινολάσπης είχε ως αποτέλεσμα τη δημιουργία γαλακτωμάτων που είχαν κατάλληλη υφή για την παρασκευή μιλκ-σέικ και προϊόντων μπύρας, αποδεικνύοντας τη δυνατότητα της οινολάσπης για αυτά τα προϊόντα.

Σε μια άλλη έρευνα (Alarcón, López-Viñas, Pérez-Coello, et al, 2020), η οινολάσπη χρησιμοποιήθηκε ως εναλλακτικό αντιοξειδωτικό (αντί για ασκορβικό νάτριο) στη φυσικοχημική και οργανοληπτική σύνθεση των burgers ελαφιών που αποθηκεύονται με απλή ψύξη. Τα μπιφτέκια αποθηκευμένα σε ψύξη αναλύθηκαν στις 0, 4, 8 και 12 ημέρες. Η προσθήκη οινολάσπης (2,5% και 5%) προκάλεσε μείωση του pH και διακυμάνσεις στο χρώμα, υψηλότερη αντιοξειδωτική ικανότητα και φαινολική περιεκτικότητα, χαμηλότερη οξείδωση λιπιδίων και πρωτεϊνών και αναστολή ψυχοτροφικών αερόβιων βακτηρίων και εντεροβακτηρίων. Επιπλέον, τα μπιφτέκια με οινολάσπη διατήρησαν τη συγκέντρωση αλδεϋδών (δείκτες πτητικών ενώσεων οξείδωσης λιπιδίων) κατά τη διάρκεια του χρόνου αποθήκευσης, ενώ οι εστέρες, τα οξέα και άλλες ενώσεις, που υπήρχαν προηγουμένως στις οινολάσπες, αυξήθηκαν. Σύμφωνα με τους μελετητές, καθώς αυτές οι αλλαγές παρείχαν νέα χαρακτηριστικά οσμής και γεύσης (όπως νότες κρασιού, αρτοποιίας και σταφίδας), η προσθήκη οινολάσπης είχε αντιοξειδωτική και αντιμικροβιακή δράση και παρήγαγε νέες γευστικές ιδιότητες στα μπιφτέκια ελαφιών.

Οι επιδράσεις της οινολάσπης μελετήθηκαν και σε σχέση με τα βιοπολυμερή. Πιο συγκεκριμένα, οι Nanni, & Messori, (2019), δοκίμασαν την οινολάσπη ως υλικό πλήρωσης σε βιοπολυμερή όπως το πολυ(3-υδροξυβουτυρικό-συν-υδροξυεξανοϊκό) και το πολυ(3-υδροξυβουτυρικό-συν-υδροξυβαλερικό). Η οινολάσπη αναμίχθηκε μέσα στα πολυμερή μέσω ενός εξωθητήρα διπλού κοιλία σε διαφορετικές συγκεντρώσεις (10, 20 και 40 phr). Επιπλέον, ο ρόλος του 3-μεθακρυλοξυπροπυλοτριμεθοξυσιλανίου που δοκιμάστηκε ως παράγοντα σύζευξης έχει διερευνηθεί εντός του σκευάσματος 20 phr. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως η οινολάσπη μπορεί να βελτιώσει τις συνολικές ιδιότητες των βιοπολυμερών χωρίς να διακυβεύεται η βιολογική τους προέλευση, ενώ η οικονομική ανάλυση έδειξε πως αυτά τα βιοσυνθετικά θα μπορούσαν να είναι κατάλληλα και για εφαρμογές μεγάλης κλίμακας.

Οι ερευνητές δεν περιορίστηκαν μόνο στις τροφές αλλά και στην συμβολή της οινολάσπης στον ενεργειακό τομέα. Ενδεικτική είναι η μελέτη των Sciarria, Merlino, Scaglia, et al (2015), οι οποίοι διερεύνησαν την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με χρήση λευκής και ερυθρής οινολάσπης σε μικροβιακές κυψέλες καυσίμου καθόδου αέρα, για να λάβουν ισχύ  $8,2 \text{ W m}^{-3}$  ( $262 \text{ mW m}^{-2}$ ,  $500 \Omega$ ) από λευκή οινολάσπη και  $3,1 \text{ W m}^{-3}$  ( $111 \text{ mW m}^{-2}$ ,  $500\Omega$ ) από οινολάσπη ερυθρών σταφυλιών.

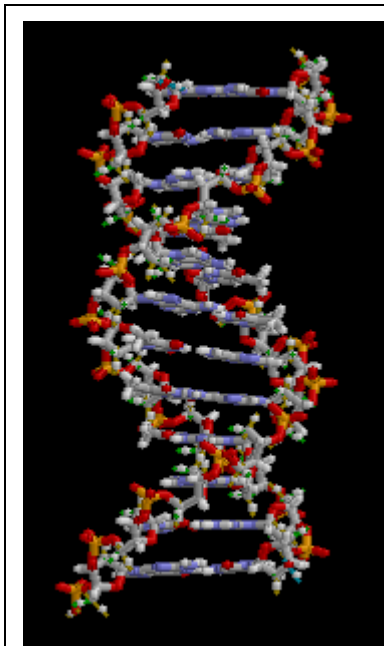
Τέλος, οι Fernández, Martínez, Hernández, et al (2011), μελέτησαν την επίδραση της οινολάσπης στα βιοπολυμερή, το χρώμα και τις κύριες φαινολικές ενώσεις του κόκκινου κρασιού κατά την παλαίωση σε βαρέλι. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η τεχνική παλαίωσης σε λυμένες οινολάσπες με οξίνιση, σε συνδυασμό με ένζυμα, παρήγαγε οίνους με πιο έντονα χρώματα, χαμηλότερη φωτεινότητα και κορεσμό, και ελαφρά τάση προς τους κόκκινους τόνους, καθώς και αύξηση της γλυκύτητας, της πληρότητας και της διάρκειας στο στόμα, κατά την κατάποση. Αντίθετα, η τεχνική παλαίωσης σε λυμένες οινολάσπες μόνο με οξίνιση αύξησε την οξύτητα του κρασιού και τις αισθήσεις φρεσκάδας.

## Κεφάλαιο 4<sup>ο</sup> : Ενθυλάκωση

### 4.1. Λειτουργικοί ορισμοί: Βιοπολυμερή και ενθυλάκωση

#### 4.1.1. Βιοπολυμερή

Με τον όρο βιοπολυμερή νοούνται τα μακρομόρια που προέρχονται από οργανισμούς, τα οποία περιέχουν μονάδες που είναι συνδεδεμένες με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι εφικτός ο σχηματισμός μεγάλων βιομορίων με μεγάλο MB (Meyers, Chen, Lin, et al, 2008). Τα βιοπολυμερή είναι κυρίως πρωτεΐνες, πολυσακχαρίτες και λιπίδια.



**Εικόνα 6:** DNA βιοπολυμερών όπου τα πολυνουκλεοτίδια σχηματίζουν διπλή έλικα (πηγη: wikipedia.org)

Είναι πολυποίκιλα και περίπλοκα, σχηματίζουν γραμμικές ή διακλαδωμένες δομές και τα σχέδια της δίπλωσης τους είναι μοναδικά για το κάθε ένα από αυτά, ενώ εύκολα μπορούν να αποικοδομηθούν. Χρησιμοποιούνται προς αντικατάσταση συνθετικών πολυμερών και χαρακτηρίζονται ως μια κορυφαία κατηγορία λειτουργικών υλικών κατάλληλων για εφαρμογές υψηλής αξίας και παρουσιάζουν μεγάλο ενδιαφέρον για ερευνητές και επαγγελματίες σε διάφορους κλάδους. Ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά τους είναι ότι έχουν την δυνατότητα να υδρολυθούν με ένζυμα και να μεταβληθούν με θερμαντικά ή μηχανικά μέσα ή ακόμη και με τη προσθήκη χημικών. Χρησιμοποιούνται ευρέως σε εφαρμογές τροφίμων (Baranwal, Barse, Fais, et al, 2022).

#### 4.1.2. Ενθυλάκωση

Η ενθυλάκωση είναι μια διαδικασία παγίδευσης δραστικών παραγόντων μέσα σε ένα υλικό και είναι ένα χρήσιμο εργαλείο για τη βελτίωση των βιοδραστικών μορίων και των ζωντανών κυττάρων στα τρόφιμα. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται για το σχεδιασμό του προστατευτικού κελύφους των ενθυλακωτών πρέπει να είναι κατάλληλα για τρόφιμα, βιοαποικοδομήσιμα και

ικανά να σχηματίζουν φράγμα μεταξύ της εσωτερικής φάσης και του περιβάλλοντος χώρου. Τα πιο ευρέως χρησιμοποιούμενα, για ενθυλάκωση, σε εφαρμογές τροφίμων είναι οι βιοπολυμερή, ενώ τόσο οι πρωτεΐνες, όσο και τα λιπίδια είναι επίσης κατάλληλα για τη διαδικασία της ενθυλάκωσης (Nedovic, Kalusevic, Manojlovic, et al, 2011).

Η πιο διαδεδομένη τεχνική ενθυλάκωσης στη βιομηχανία τροφίμων είναι η ξήρανση με ψεκασμό επειδή είναι ευέλικτη, συνεχής, αλλά και πιο οικονομική. Τα περισσότερα από τα ενθυλακώματα είναι αποξηραμένα, τα υπόλοιπα παρασκευάζονται με ψεκασμό ψύξης, λυοφιλίωσης (ξηροξήρανση), εξώθηση τήγματος και έγχυση τήγματος. Υπάρχει και η μοριακή ένταξη σε κυκλοδεξτρίνες και λιποσωμικά κυστίδια, αλλά δεν έχει ευρεία χρήση λόγω υψηλού κόστους (Nedovic, Kalusevic, Manojlovic, et al, 2011).

Ένας από τους σημαντικότερους λόγους που χρησιμοποιείται η ενθυλάκωση των δραστικών συστατικών είναι η παροχή βελτιωμένης σταθερότητας τόσο κατά το στάδιο της επεξεργασίας όσο και κατά τη συντήρηση του τελικού προϊόντος. Ένα άλλο πλεονέκτημα της ενθυλάκωσης είναι η λιγότερη εξάτμιση και αποικοδόμηση των πτητικών δραστικών ουσιών, όπως η ενίσχυση του αρώματος. Επιπλέον, η ενθυλάκωση χρησιμοποιείται για να καλύψει δυσάρεστα συναισθήματα κατά τη διάρκεια του φαγητού, όπως πικρή γεύση και στυπτικότητα πολυφαινόλων. Ένας ακόμα στόχος της χρήσης ενθυλάκωσης είναι η πρόληψη της αντίδρασης με άλλα συστατικά σε προϊόντα διατροφής όπως το οξυγόνο ή το νερό. Εκτός από τα παραπάνω, η ενθυλάκωση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ακινητοποίηση κυττάρων ή ενζύμων σε εφαρμογές επεξεργασίας τροφίμων, όπως για παράδειγμα στη διαδικασία ζύμωσης (Wandrey, Bartkowiak, & Harding, 2009).

## **4.2. Σκοπός**

Σήμερα λόγω της κυκλικής οικονομίας αναζητούμε νέους τρόπους αξιοποίησης της οινολάσπης. Η οινολάσπη θα μπορούσε να είναι σημαντικό συστατικό στα τρόφιμα και η προσθήκη της θα μπορούσε να προσδώσει σε αυτά νέες λειτουργικές ιδιότητες. Στόχος της παρούσας εργασίας ήταν να αξιολογήσει την προσθήκη της οινολάσπης στην διαδικασία πήξης της ξανθάνης τόσο στην ψύξη όσο και κατά τη δημιουργία κρυοπηκτών κατάψυξη - απόψυξη με μέτρησεις χρωματικών παραμέτρων και σκληρότητας.

## Κεφάλαιο 5<sup>ο</sup> : Υλικά και Μέθοδοι

Προκειμένου να αξιολογηθεί ο τρόπος με τον οποίον επιδρά η οινολάσπη στην δημιουργία πηκτών της ξανθάνης πραγματοποιήθηκαν τα παρακάτω πειράματα

### Η Οινολάσπη

Η οινολάσπη που χρησιμοποιήθηκε ήταν από την εταιρεία Agrovision, και πιο συγκεκριμένα από ερυθρό οίνο, Cabernet Sauvignon 70% και Merlot 30%. Ως μέσο μικροενθυλάκωσης της οινολάσπης χρησιμοποιήθηκε η μαλτοδεξτρίνη. Η σκόνη της οινολάσπης που χρησιμοποιήθηκε σε αυτή την πειραματική διαδικασία προήλθε μετά από λυοφιλίωση. Στη συγκεκριμένη διαδικασία χρησιμοποιήθηκαν ανοξεϊδωτοι δίσκοι της εταιρίας ZIRBUS. Κατά τη διαδικασία αυτή αρχικά έγινε ψύξη στους  $-35^{\circ}\text{C}$ . Προκειμένου να επιτευχθεί η δημιουργία κενού, χρησιμοποιήθηκε πίεση 0,5 mbar για χρονικό διάστημα 18 ωρών και με την θερμοκρασία να αυξάνεται σταδιακά μέχρι να φτάσει στους  $20^{\circ}\text{C}$  βαθμούς.

**Πίνακας 1:** Τα συγκεντρώσεις δειγμάτων που μελετήθηκαν

Δείγματα	Ξανθάνη	Οινολάσπη
Δείγμα 1	0.6% w/w	0 % w/w
Δείγμα 2	0,6% w/w	0,25% w/w
Δείγμα 3	0.6% w/w	1 % w/w
Δείγμα 4	0,8% w/w	0% w/w
Δείγμα 5	0,8% w/w	0,25 % w/w
Δείγμα 6	0,8% w/w	1% w/w
Δείγμα 7	1% w/w	0% w/w
Δείγμα 8	1% w/w	0,25% w/w
Δείγμα 9	1% w/w	1% w/w

Η Ξανθάνη ήταν ένα εμπορικό προϊόν της εταιρίας MercK (Xanthan gum from *Xanthomonas campestris*). Τα δείγματα αφού παρασκευάστηκαν με διαλυτοποίηση των ουσιών σε υψηλή θερμοκρασία, αποθηκεύτηκαν με δύο διαφορετικούς τρόπους: α) στη συντήρηση 4 °C για 2 ημέρες και β) στην κατάψυξη -20°C για μία μέρα και στη συντήρηση 4°C για μία μέρα και μετρήθηκαν το χρώμα τους και η δομή τους. Στα δείγματα που αποθηκεύτηκαν με τον δεύτερο τρόπο θα αναφερόμαστε ως δείγματα κατάψυξης και με τον πρώτο τρόπο ως ψύξη. Όλα τα πειράματα επαναλήφθηκαν τρεις φορές.

### **Μέτρηση Χρώματος**

Η μέτρηση χρώματος πραγματοποιήθηκε σε δείγμα σύμφωνα με το σύστημα International de L'Eclairage (CIE)  $L^* a^* b^*$ . Συγκεκριμένα, με τη μέθοδο της AMSA, το  $L^*$  ή η φωτεινότητα αντιπροσωπεύει το σκοτάδι στο φως σε κλίμακα από 0 έως 100. Το  $a^*$  ή η ερυθρότητα αντιστοιχεί σε πράσινο και σε κόκκινο χρώμα σε κλίμακα από -60 έως +60, ενώ το  $b^*$  ή το κιτρίνισμα αντιπροσωπεύει την διαβάθμιση του μπλε σε κίτρινο χρώμα σε κλίμακα από -60 έως +60 (CIE  $L^* a^* b^*$  Color Scale). Στην συγκεκριμένη διαδικασία χρησιμοποιήθηκε το χρωματόμετρο Hunter Lab Mini Scan XE Plus) και υπολογίστηκαν οι παράμετροι  $L^*$  και  $a^*$ . Όλα τα πειράματα επαναλήφθηκαν τρεις φορές.

### **Μετρήσεις Δομής**

Οι μετρήσεις δομής πραγματοποιήθηκαν χρησιμοποιώντας την συσκευή αναλυτή δομής Computer Controlled Electronic Tensile Tester (TC1000), με κυλινδρικό έμβολο διαμέτρου 20mm. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν ως ανάλυση του προφίλ της δομής (TPA) με 75% συμπίεση και με ρυθμό 100 mm/min. Οι μετρήσεις έγιναν στους 4°C και επαναλήφθηκαν 3 φορές.

### **Στατιστική Ανάλυση**

Τα αποτελέσματα αναλυθήκαν με one-way ANOVA ακολουθούμενη από Tukey's test. Το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας ορίστηκε  $p < 0.05$ . Όλα τα αποτελέσματα εκφράστηκαν ως μέσος όρος  $\pm$  SD. Τα αποτελέσματα αναλύθηκαν χρησιμοποιώντας MINITAB.

## Κεφάλαιο 6ο: Αποτελέσματα - Συζήτηση

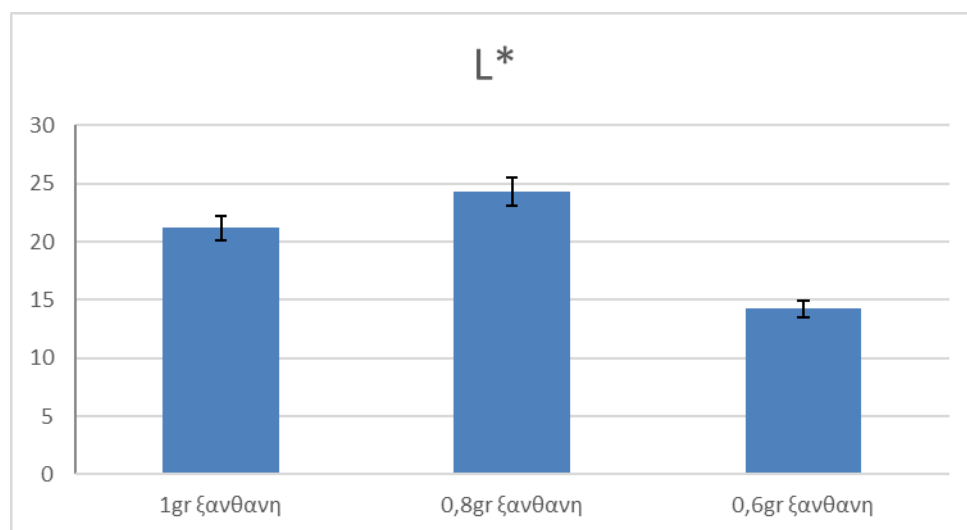
Στα πλαίσια της πτυχιακής αυτής εργασίας μελετήθηκαν τα χαρακτηριστικά στο χρώμα και στη δομή των δειγμάτων οινολάσπης με Ξανθάνη. Τα δείγματα αποθηκεύτηκαν α) στην ψύξη για δύο μέρες και β) στην κατάψυξη για μία μέρα και μετά στην ψύξη για άλλη μία μέρα.

Στον δεύτερο τρόπο αποθήκευσης, η τοποθέτηση των δειγμάτων στην ψύξη για μία μέρα είχε ως σκοπό την αργή απόψυξη των δειγμάτων καθώς σε προηγούμενες μελέτες είχε δειχθεί ότι δημιουργείται κρυσταλλική (Giannouli P. & Morris E.R., 2003). Οι κρυσταλλικές που σχηματίζονται με αυτόν τον τρόπο, σε αντίθεση με τα αδύναμα δίκτυα πηκτής της μη παγωμένης ξανθάνης, είναι αρκετά συνεκτικά για να υποστηρίξουν το δικό τους βάρος. Αυτό δεν συμβαίνει στα δείγματα Ξανθάνης που αποθηκεύονται στην ψύξη και έχουν τη μορφή πολύ αδύναμων πηκτών. Η προσθήκη οινολάσπης λόγω των συστατικών που περιέχει μπορεί να αλλάξει τις ιδιότητες των δειγμάτων Ξανθάνης όταν προστεθεί σε αυτά.

Όλα τα δείγματα με οινολάσπη αλλά και αυτά που δεν είχαν, εξετάστηκαν ως προς παραμέτρους χρώματος  $L^*$  και  $b^*$  και χαρακτηριστικά δομής.

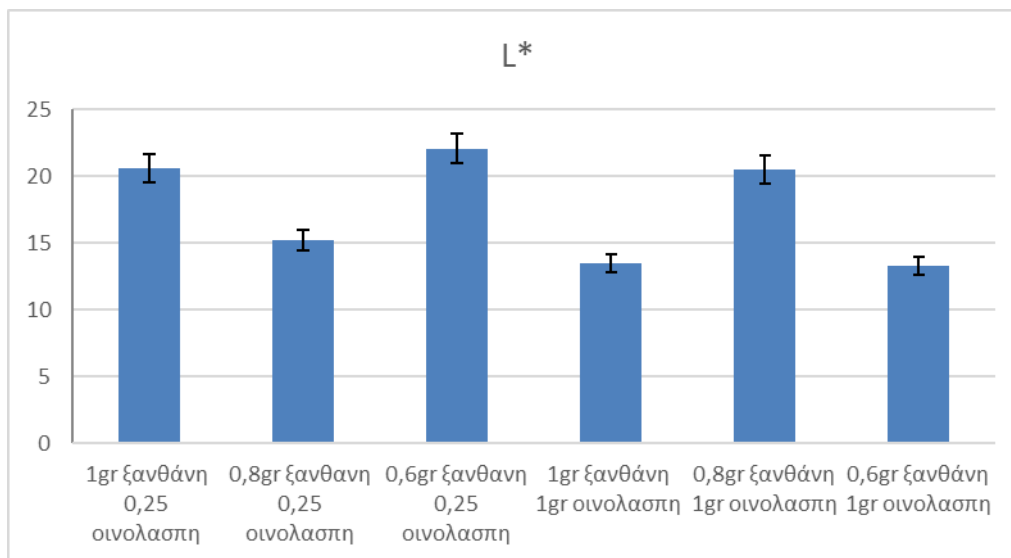
### Μετρήσεις φωτεινότητας $L^*$ δειγμάτων που αποθηκεύτηκαν στην ψύξη

Αρχικά μετρήθηκε η φωτεινότητα  $L^*$  στα δείγματα Ξανθάνης που αποθηκεύτηκαν στην ψύξη Γράφημα 1 και στη συνέχεια η φωτεινότητα των μειγμάτων Ξανθάνης - Οινολάσπης που αποθηκεύτηκαν στην ψύξη, Γράφημα 2.



**Γράφημα 1:** Μετρήσεις  $L^*$ , δειγμάτων Ξανθάνης στα 100gr συνολικού δείγματος μετά από αποθήκευση 2 ημερών στην ψύξη

Πιο αναλυτικά, από το Γράφημα 1 παρατηρούμε ότι το δείγμα 0,6% w/w Ξανθάνη έχει τη μικρότερη φωτεινότητα ενώ το 0,8% w/w Ξανθάνη εμφανίζει τη μεγαλύτερη τιμή. Η προσθήκη οινολάσπης μειώνει όμως τη φωτεινότητα όταν τα μίγματα με τη Ξανθάνη αποθηκεύονται στη ψύξη, Γράφημα 2. Πιο συγκεκριμένα τα δείγματα 1%w/w Ξανθάνη με 0,25%w/w οινολάσπη, 0,6% w/w Ξανθάνη με 0,25% w/w οινολάσπη και 0,8% w/w Ξανθάνη με 1% w/w οινολάσπη εμφάνισαν παρόμοια φωτεινότητα και μεγαλύτερη από την φωτεινότητα των υπολοίπων δειγμάτων. Τη μικρότερη φωτεινότητα εμφάνισαν τα δείγματα 1% w/w Ξανθάνη και 1% w/w οινολάσπη και 0,6 % w/w Ξανθάνη και 1% w/w οινολάσπη.



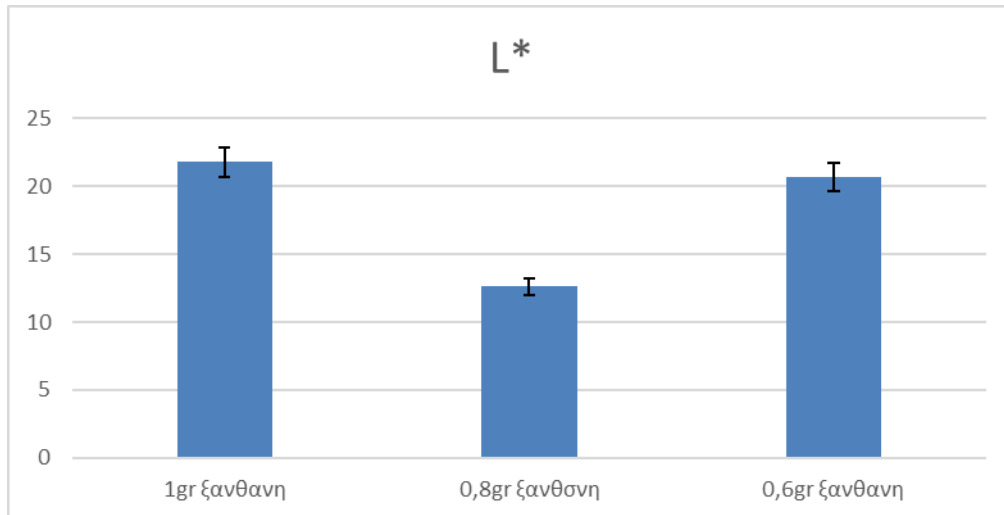
**Γράφημα 2:** Μετρήσεις L\*, μειγμάτων Ξανθάνης – Οινολάσπης στα 100gr συνολικού δείγματος μετά από αποθήκευση 2 ημερών στην ψύξη

Η προσθήκη οινολάσπης ελάττωσε τη φωτεινότητα των δειγμάτων. Ίσως η προσθήκη οινολάσπης λόγω των ανθοκυανίνων να ελάττωσε τις τιμές L\*. Επίσης αλληλεπιδράσεις της Ξανθάνης με κατιόντα που υπάρχουν στην οινολάσπη και να δημιουργούν θολές δομές ελαττώνοντας την φωτεινότητα των μειγμάτων.

### **Μετρήσεις φωτεινότητας L\* δειγμάτων που αποθηκεύτηκαν στην κατάψυξη**

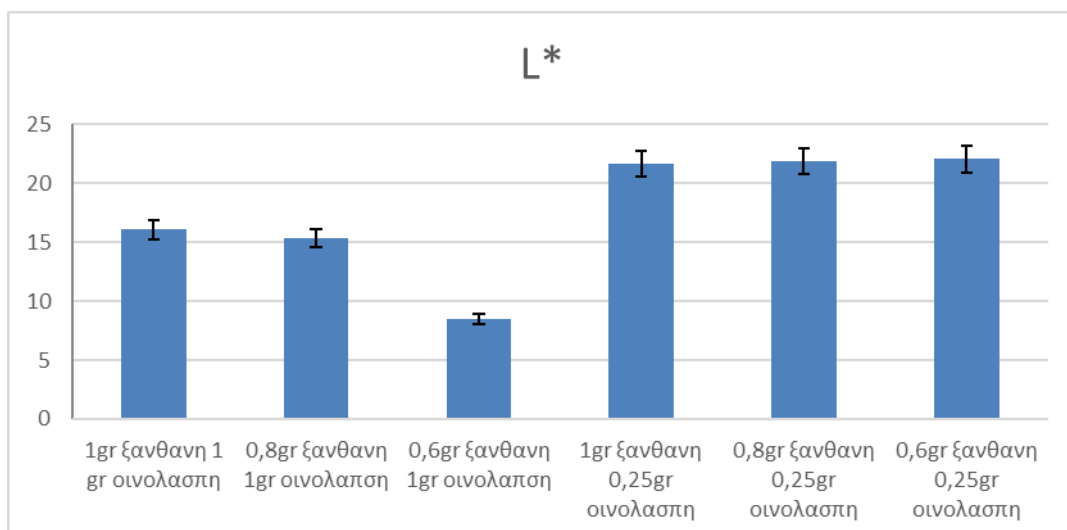
Η Ξανθάνη δημιουργεί ασθενείς πηκτές που όπως αναφέραμε στη μεθοδολογία τα δείγματα με αυτόν τον τρόπο αποθήκευσης κατάψυξη και απόψυξη οδήγησαν στη δημιουργία κρυσπηκτών. Στο Γράφημα 3, περιγράφονται οι μετρήσεις L\* των δειγμάτων Ξανθάνης 0,6% w/w, 0,8% w/w, 1% w/w που αποθηκευτήκαν με τη παραπάνω μέθοδο. Εδώ παρατηρείται μια αντίθεση στις τιμές φωτεινότητας L\* σε σχέση με τα δείγματα που αποθηκεύτηκαν μόνο στην ψύξη. Το

δείγμα συγκέντρωσης 0,8% w/w Ξανθάνης εμφανίζει τη μικρότερη φωτεινότητα ενώ τα άλλα δύο δείγματα παραπλήσιες τιμές L\*.



**Γράφημα 3:** Μετρήσεις L\*, δειγμάτων Ξανθάνης στα 100gr συνολικού δείγματος μετά από αποθήκευση 2 ημερών στην κατάψυξη και ψύξη

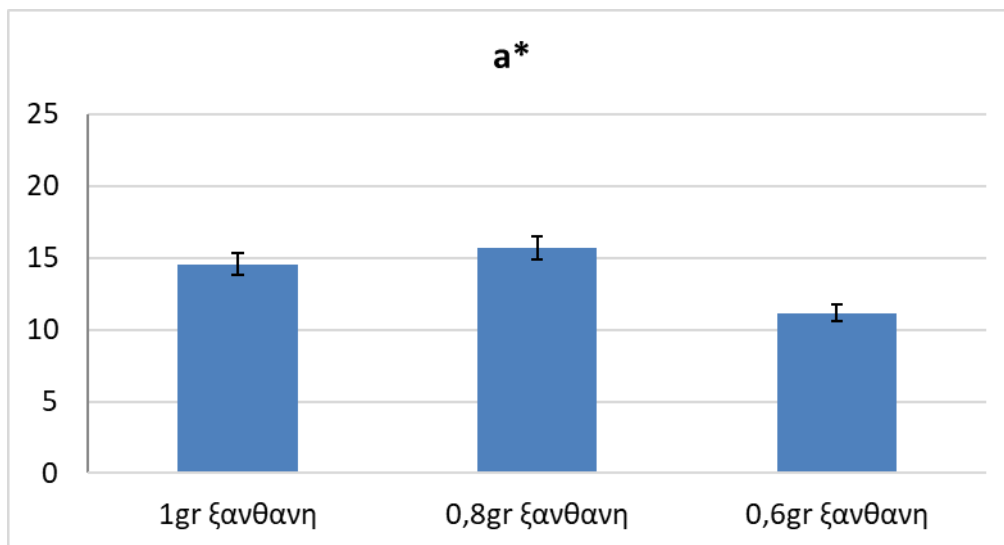
Η προσθήκη οινολάσπης στις κρυσταλλικές οδήγησε επίσης σε διαφορές στη μέτρηση της φωτεινότητας σε σχέση με τα δείγματα



**Γράφημα 4:** Μετρήσεις L\*, μιγμάτων Ξανθάνης με Οινολάσπη στα 100gr συνολικού δείγματος μετά από αποθήκευση 2 ημερών στην κατάψυξη και ψύξη

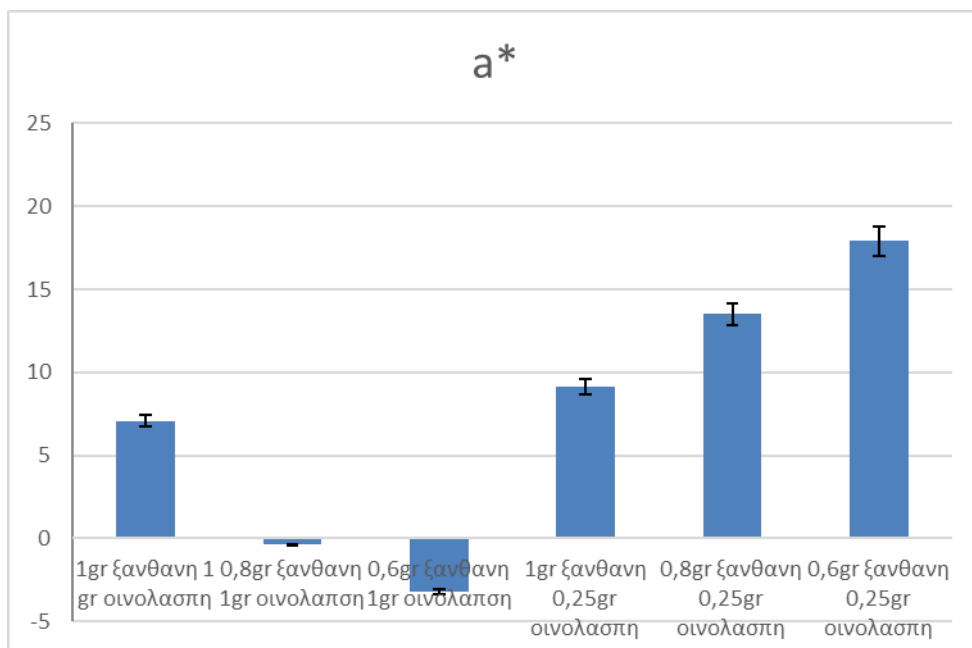
### Μετρήσεις παράγοντα χρώματος $a^*$ δειγμάτων που αποθηκεύτηκαν στην ψύξη

Θετικές τιμές της χρωματικής παραμέτρου  $a^*$  αντιπροσωπεύουν αποχρώσεις του κόκκινου ενώ οι αρνητικές τιμές του  $a^*$  αντιπροσωπεύουν αποχρώσεις του πράσινου. Σε ό,τι αφορά την τιμή  $a^*$ , με την οποία αξιολογείται η ερυθρότητα του μείγματος οι υψηλότερες συγκεντρώσεις καταγράφηκαν στο μείγμα περιεκτικότητας 0,8% w/w και 1% w/w Ξανθάνης, ενώ οι χαμηλότερες τιμές καταγράφηκαν στο μείγμα περιεκτικότητας 0,6 % w/w Ξανθάνης.



**Γράφημα 5.** Μετρήσεις  $a^*$ , δειγμάτων Ξανθάνης στα 100gr συνολικού δείγματος μετά από αποθήκευση 2 ημερών στην ψύξη

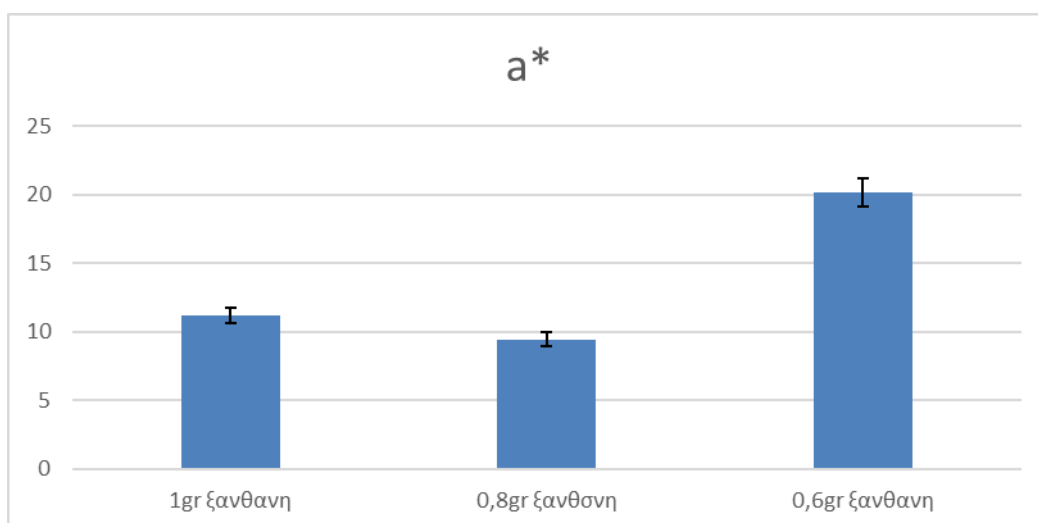
Μετά την προσθήκη οινολάσπης παρατηρείται πτώση στην τιμή  $a^*$  σε όλα τα δείγματα που περιέχουν Ξανθάνη και οινολάσπη εκτός από το δείγμα 0,6%w/w με 25% w/w οινολάσπη όπου έχουμε σημαντική αύξηση της τιμής  $a^*$ . Η αποθήκευση στη ψύξη και η ενσωμάτωση οινολάσπης στη δομή της μαλακιάς πηκτής Ξανθάνης οδήγησε νέων μορφών μαλακών πηκτών που είναι πιο θολές λόγω της αλληλεπίδρασης ενθυλακωμένης οινολάσπης σε μαλτοδεξτρίνη με τα μακρομόρια της Ξανθάνης. Το δείγμα 0,6% w/w έχει τη μικρότερη ποσότητα βιοπολυμερούς Ξανθάνης αλλά και τη μικρότερη ποσότητα οινολάσπης 0,25% w/w. Η οινολάσπη επίσης είναι πλούσια σε ιόντα και άλλα μακρομόρια π.χ. πρωτεΐνες, πολυσακχαρίτες κ.α., (Jara-Palacios, María José. 2019). Επομένως επίσης η αλληλεπίδραση της Ξανθάνης σε αυτό το δείγμα είναι μικρότερη και σε σχέση με τα υπόλοιπα δείγματα και έτσι το κόκκινο χρώμα της οινολάσπης είναι πιο έντονο, Γράφημα 6.



**Γράφημα 6.** Μετρήσεις  $a^*$ , δειγμάτων Ξανθάνης - Οινολάσπης στα 100gr συνολικού δείγματος μετά από αποθήκευση 2 ημερών στην ψύξη

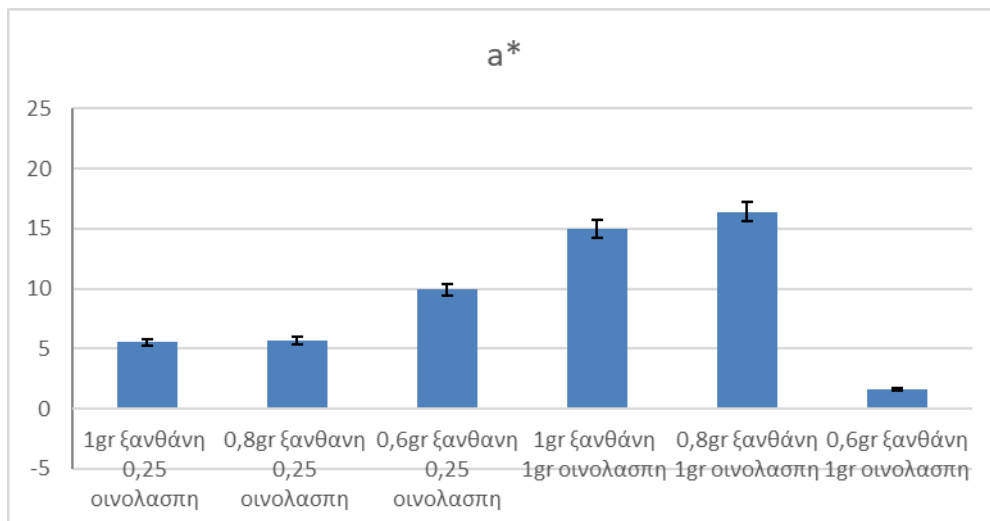
### Μετρήσεις παράγοντα χρώματος $a^*$ δειγμάτων που αποθηκεύτηκαν στην κατάψυξη – ψύξη

Στη συνέχεια τα δείγματα αποθηκεύτηκαν με τον δεύτερο τρόπο στην κατάψυξη και μετά στην απόψυξη έτσι τα δείγματα άλλαξαν τρόπο σχηματισμού πήγματος. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα και την εμφάνιση διαφορετικών τιμών  $a^*$  από εκείνες που είχαν τα αντίστοιχα δείγματα που αποθηκεύτηκαν στην ψύξη.



**Γράφημα 7.** Μετρήσεις  $a^*$ , δειγμάτων Ξανθάνης στα 100gr συνολικού δείγματος μετά από αποθήκευση 2 ημερών στην κατάψυξη - ψύξη

Πιο συγκεκριμένα στα δείγματα χωρίς οινολάσπη τη μεγαλύτερη τιμή  $a^*$  την έχει το δείγμα 0,6% w/w Ξανθάνη. Με βάση προηγούμενες μελέτες (Giannouli P & Morris, 2003 & Jiang, S., et, al 2022) όλες αυτές οι συγκεντρώσεις σχηματίζουν κρυσταλλικές αλλά η αύξηση της τιμής  $a^*$  δεν είναι ανάλογη με τη συγκέντρωση.



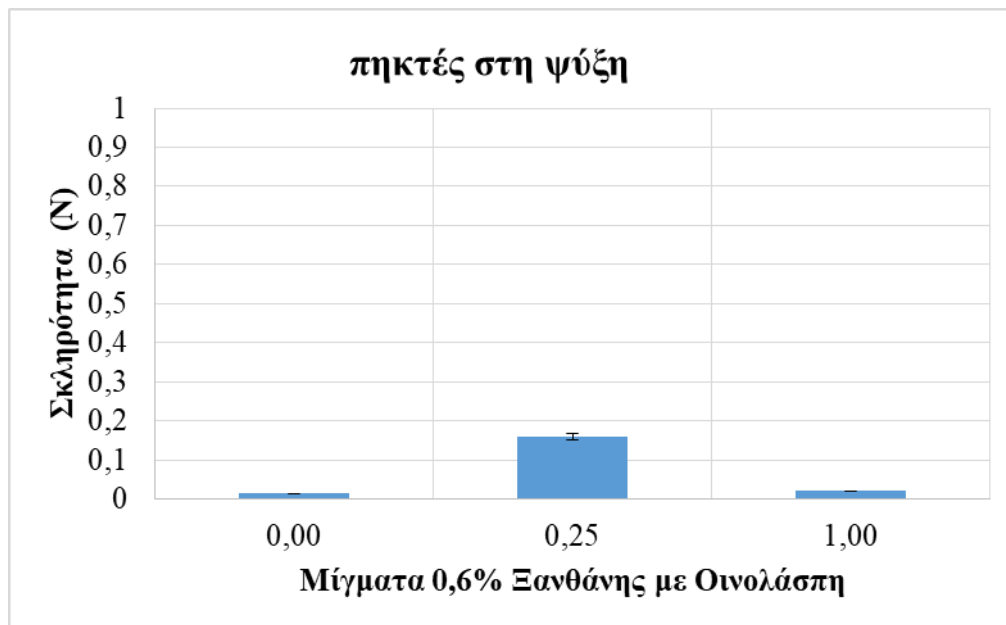
**Γράφημα 8.** Μετρήσεις  $a^*$ , μιγμάτων Ξανθάνης – Οινολάσπης στα 100gr συνολικού δείγματος μετά από αποθήκευση 2 ημερών στην κατάψυξη - ψύξη

Στην προσθήκη 0,25 % w/w οινολάσπης στις κρυσταλλικές παρατηρείται μία τάση αύξησης καθώς η συγκέντρωση της Ξανθάνης ελαττώνεται. Γράφημα 8, όμως οι συγκεντρώσεις Ξανθάνης 0,8% και 1% με 0,25% οινολάσπη, έχουν παραπλήσιες τιμές μεταξύ τους. Αυτό είναι σε αντίθεση με τα αντίστοιχα δείγματα που αποθηκεύτηκαν στην ψύξη. Πιο συγκεκριμένα, όταν αυξάνεται η ποσότητα της οινολάσπης πάλι οι συγκεντρώσεις Ξανθάνης 0,8% w/w και 1% w/w με 1% w/w οινολάσπη έχουν παρόμοιες τιμές. Όμως το μίγμα με 0,6% w/w Ξανθάνη και 1 % οινολάσπη εμφανίζει τη χαμηλότερη τιμή  $a^*$ . Τα δείγματα που είχαν αποθηκευτεί στην ψύξη τα δείγματα 0,6%w/w και 0,8%w/w Ξανθάνη με 1 % w/w οινολάσπη είχαν αρνητικές τιμές και εμφάνιζαν πράσινες αποχρώσεις.

Οι διαφορές αυτές που παρατηρήθηκαν και στις δύο αυτές χρωματικές παραμέτρους  $L^*$  και  $a^*$  οφείλονται στις διαφορετικές δομές που σχηματίστηκαν με τους δύο αυτούς διαφορετικούς τρόπους αποθήκευσης αλλά και λόγω της διαφορετικής αλληλεπίδρασης της διαφορετικής συγκέντρωσης οινολάσπης που είναι ενθουλακωμένη με την μαλτοδεξτρίνη με τα δείγματα Ξανθάνης διαφορετικής συγκέντρωσης.

### Μετρήσεις δομής δειγμάτων που αποθηκεύτηκαν στην ψύξη

Η Ξανθάνη είναι ένα βιοπολυμερές που σχηματίζει ασθενές πηκτές. Η δομή της έχει ευρέως μελετηθεί με ρεολογία μικρής παραμόρφωσης. Σε διάλυμα υψηλής θερμοκρασίας και χαμηλής ιοντικής ισχύς η Ξανθάνη έχει τη μορφή μη διατεταγμένης σπείρας. Όταν όμως τα διαλύματα της ψυχθούν ή γίνεται προσθήκη άλατος λαμβάνει χώρα μία μετάβαση των μακρομορίων της Ξανθάνης σε μια συνεργιακή διαμόρφωση που οδηγεί στο σχηματισμό των μαλακών πηκτών (Morris, 1973, Holzwarth, 1976, Morris et al., 1977, Milas and Rinaudo, 1979)



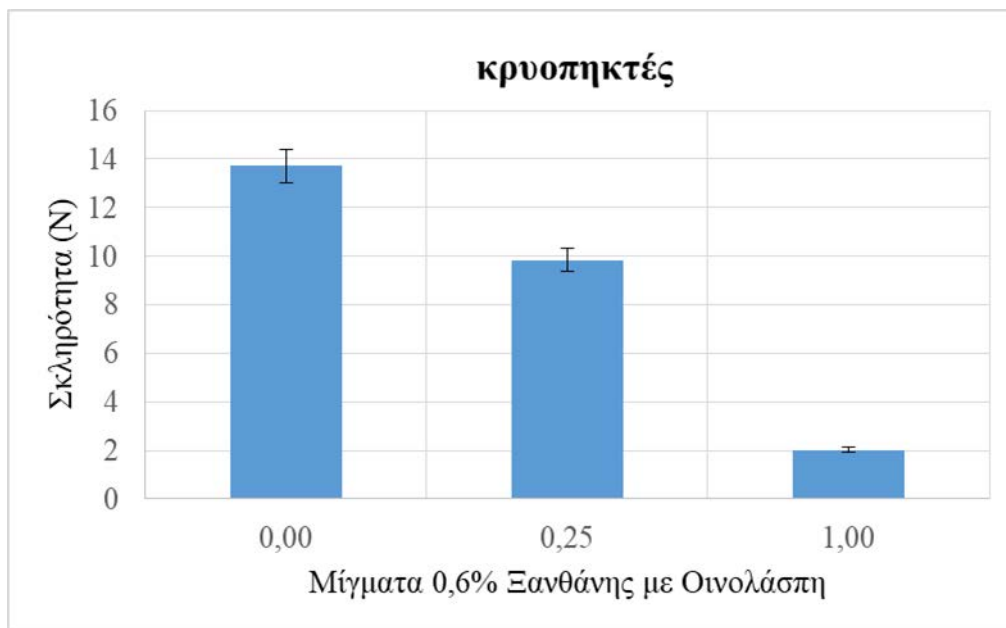
**Γράφημα 9.** Μετρήσεις δομής, δειγμάτων 0,6% w/w Ξανθάνης & Οινολάσπης μετά από αποθήκευση 2 ημερών στην ψύξη.

Παρατηρούμε στο Γράφημα 9 ότι με τη ρεολογία μεγάλης παραμόρφωσης δεν ήταν εύκολο να υπολογίσουμε σκληρότητα στα δείγματα Ξανθάνης. Μόνο του 0,6% w/w Ξανθάνης μας έδωσε μετρήσιμες αλλά πολύ μικρές τιμές σκληρότητας. Η προθήκη 0,25% w/w οινολάσπης ενίσχυσε τις σχηματιζόμενες τιμές σκληρότητας αλλά η περεταίρω αύξηση της συγκέντρωσης σε 1% w/w οινολάσπη κατέρρευσε τις σχηματιζόμενες δομές. Είναι φανερό πάντως πως οι οινολάσπες με την Ξανθάνη σχηματίζουν γενικά ασθενείς και μαλακίες πηκτές.

### Μετρήσεις δομής δειγμάτων που αποθηκεύτηκαν στην κατάψυξη – ψύξη

Ο σχηματισμός κρυσταλλικών Ξανθάνης οφείλεται σε διαφορετικό μηχανισμό πήξης από αυτό των ασθενών πηκτών Ξανθάνης της απλής ψύξης. Ο σχηματισμός κρυσταλλικών από Ξανθάνη μπορεί να εξηγηθεί από μια προοδευτική αύξηση της τοπικής συγκέντρωσης του

βιοπολυμερούς καθώς το υγρό νερό μετατρέπεται σε κρυστάλλους πάγου, προάγοντας διαμοριακές ενώσεις που επιβιώνουν κατά την απόψυξη. Οι πηκτικές ιδιότητες των διαλυμάτων Ξανθάνης, παραμένουν σταθερά σε παρατεταμένη αποθήκευση, λόγω της ηλεκτροστατικής απώθησης μεταξύ των φορτισμένων (καρβοξυλικών) ομάδων του βιοπολυμερούς. Φαίνεται, επομένως, ότι η δημιουργία της πηκτής Ξανθάνης περιλαμβάνει ένα μηχανισμό πήξης που δεν συμβαίνει σε μη κατεψυγμένα διαλύματα της ίδιας συγκέντρωσης πολυμερούς, ακόμη και σε πολύ μεγαλύτερο χρονικό διάστημα (Giannouli P & Morris E.R. 2003)



**Γράφημα 10.** Μετρήσεις δομής, δειγμάτων 0,6% w/w Ξανθάνης & Οινολάσπης μετά από αποθήκευση 2 ημερών στην ψύξη – κατάψυξη

Για λόγους σύγκρισης στο Γράφημα 10 παρουσιάζεται η σκληρότητα για τις κρυσπηκτές 0,6% Ξανθάνης με οινολάσπη. Επίσης με βάση τη διεθνή βιβλιογραφία από τη συγκέντρωση 0,8% w/w Ξανθάνη και πάνω εξασθενεί η ισχύς της κρυσπηκτής λόγω της αυξανόμενης παρουσίας του βιοπολυμερούς. Παρατηρούμε ότι με τη προσθήκη της οινολάσπης ελαττώνεται τη σκληρότητα των κρυσπηκτών καθώς η συγκέντρωση της αυξάνεται. Η σταδιακή κατάργηση της σκληρότητας της κρυσπηκτής της Ξανθάνης με την ενσωμάτωση οινολάσπης μπορεί να οφείλεται σε ενίσχυση του κανονικού δικτύου ασθενούς πηκτής με κατιόντα που περιέχονται στην οινολάσπη και αυτό να περιορίζει την ευθυγράμμιση των αλυσίδων του βιοπολυμερούς στην παγωμένη κατάσταση, με συνέπεια τη σταδιακή εξασθένηση της δημιουργία κρυσπηκτής

Στο πλαίσιο αυτή της ερευνητικής προπτυχιακής εργασίας διερευνήθηκε η επίδραση της οινολάσπης σε χαρακτηριστικά χρώματος και δομής των πηκτών Ξανθάνης. Δημιουργήθηκαν δύο ειδών πηκτές. Οι ασθενείς πηκτές Ξανθάνης στην ψύξη αλλά και οι κρυοπηκτές Ξανθάνης μετά από κατάψυξη και ψύξη.

Συμπερασματικά όσον αφορά τις χρωματικές παραμέτρους  $L^*$  και  $a^*$  παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές τόσο στις δύο διαφορετικού τύπου πηκτές που σχηματίστηκαν από τη Ξανθάνη λόγω του διαφορετικού τρόπου αποθήκευσης, όσο και εξαιτίας της διαφορετικής συγκέντρωσης οινολάσπης.

Επίσης η προθήκη 0,25% w/w οινολάσπης ενίσχυσε τη σκληρότητα στις σχηματιζόμενες πηκτές στην ψύξη αλλά η περεταίρω αύξηση της συγκέντρωσης σε 1% w/w οινολάσπη κατέρρευσε τις σχηματιζόμενες δομές. Όμως είναι φανερό πάντως πως η οινολάσπη με την Ξανθάνη στην ψύξη σχηματίζουν γενικά ασθενείς και μαλακίες πηκτές. Από την άλλη πλευρά όμως παρατηρούμε ότι με τη προσθήκη της οινολάσπης ελαττώνεται τη σκληρότητα των κρυοπηκτών Ξανθάνης και καθώς η συγκέντρωση της αυξάνεται παρατηρείται εξασθένηση των προπηγμάτων Ξανθάνης. Τέλος είναι εφικτή η δημιουργία πηκτών και κρυοπηκτών Ξανθάνης με οινολάσπη.

## Βιβλιογραφία

### Ξενόγλωσση

- Abdel-Naeem, H., Elshebrawy, H. A., Imre, K., Morar, A., Herman, V., Paşcalău, R., & Sallam, K. I. (2022). «Antioxidant and Antibacterial Effect of Fruit Peel Powders in Chicken Patties». *Foods* (Basel, Switzerland), 11(3), 301. <https://doi.org/10.3390/foods11030301>.
- Agoub, A.A., Smith, A.M., Giannouli, P., Richardson, R.K., & Morris, E.R., (2007). «“Melt-in-the-mouth” gels from mixtures of xanthan and konjac glucomannan under acidic conditions: A rheological and calorimetric study of the mechanism of synergistic gelation». *Carbohydrate Polymers*, V. 69, Issue 4. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2007.02.014>.
- Ahmad, F., Zaidi, S., Ahmad, S. (2020). «Role of By-products of Fruits and Vegetables in Functional Foods». In: Ahmad, S., Al-Shabib, N. (eds) «Functional Food Products and Sustainable Health». *Functional Food Products and Sustainable Health*, 199–218. Springer. [https://doi.org/10.1007/978-981-15-4716-4\\_13](https://doi.org/10.1007/978-981-15-4716-4_13).
- Alarcón, M., López-Viñas, M., Pérez-Coello, M. S., Díaz-Maroto, M. C., Alañón, M. E., & Soriano, A. (2020). «Effect of Wine Lees as Alternative Antioxidants on Physicochemical and Sensorial Composition of Deer Burgers Stored during Chilled Storage». *Antioxidants* (Basel, Switzerland), 9(8), 687. <https://doi.org/10.3390/antiox9080687>.
- Argyri, E.A., Piromalis, S.P., Koutelidakis, A., Kafetzopoulos, D., Petsas, A., Skalkos, D., Nasopoulou, C., Dimou, C., & Karantonis, H.C., (2021). «Olive Paste-Enriched Cookies Exert Increased Antioxidant Activities». *Appl. Sci*, 11(12), 5515. <https://doi.org/10.3390/app11125515>.
- Aryee, A.N.A., Agyei, D., & Akanbi, T.O. (2018). «Food for oxidative stress relief: Polyphenols». *Encyclopedia of Food Chemistry*, 392–398. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.21779-4>.
- Baranwal, J., Barse, B., Fais, A., Delogu, G. L., & Kumar, A. (2022). «Biopolymer: A Sustainable Material for Food and Medical Applications». *Polymers*, 14(5), 983. <https://doi.org/10.3390/polym14050983>.

- Bhat, I., Wani, S., Mir, S., Masoodi, F.A., (2022). «Advances in xanthan gum production, modifications and its applications». *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, V.42. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2022.102328>.
- Bharathiraja, B.; Iyyappan, J.; Jayamuthunagai, J.; Kumar, R. Praveen; Sirohi, Ranjna; Gnansounou, Edgard; Pandey, Ashok (2020). «Critical review on bioconversion of winery wastes into value-added products». *Industrial Crops and Products*, 158, 112954–. doi:10.1016/j.indcrop.2020.112954.
- Bultosa, G. (2016). «Functional Foods : Overview». *Encyclopedia of Food Grains (Second Edition)*, 2, 1-10. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394437-5.00071-1>.
- De Iseppi, A., Marangon, M., Lomolino, G., Crapisi, A., & Curioni, A. (2021). «Red and white wine lees as a novel source of emulsifiers and foaming agents». *Lebensmittel Wissenschaft & Technologie*, 152, 112273.
- Dube, S., Errazuriz, I., Cobelli, C., Basu, R., & Basu, A. (2013). Assessment of insulin action on carbohydrate metabolism: physiological and non-physiological methods. *Diabetic medicine : a journal of the British Diabetic Association*, 30(6), 664–670. <https://doi.org/10.1111/dme.12189>.
- Erbersdobler, H.F. (1977). The Biological Significance of Carbohydrate — Lysine Crosslinking During Heat — Treatment of Food Proteins. In: Friedman, M. (eds) Protein Crosslinking. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, vol 86. Springer, Boston, MA. [https://doi.org/10.1007/978-1-4757-9113-6\\_24](https://doi.org/10.1007/978-1-4757-9113-6_24).
- Felix, M., Martínez, I., Sayago, A., & Recamales, Á., (2021). «Wine lees: From waste to O/W emulsion stabilizer». *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 74(2):102810. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2021.102810>.
- Fernández, O., Martínez, O., Hernández, Z., Guadalupe, Z., & Ayestarán, B., (2011). «Effect of the presence of lysated lees on polysaccharides, color and main phenolic compounds of red wine during barrel ageing». *Food Research International*, 44(1):84-91. DOI:10.1016/j.foodres.2010.11.008.
- Fiume, M. M., Heldreth, B., Bergfeld, W. F., Belsito, D. V., Hill, R. A., Klaassen, C. D., Liebler, D. C., Marks, J. G., Jr, Shank, R. C., Slaga, T. J., Snyder, P. W., & Andersen, F. A., (2016). «Safety Assessment of Microbial Polysaccharide Gums as Used in

- Cosmetics». *International journal of toxicology*, 35(1 Suppl), 5S–49S.  
<https://doi.org/10.1177/1091581816651606>.
- García-Ochoa, F., Santos, V. E., Casas, J. A., & Gómez, E. (2000). Xanthan gum: production, recovery, and properties. *Biotechnology advances*, 18(7), 549–579.  
[https://doi.org/10.1016/s0734-9750\(00\)00050-1](https://doi.org/10.1016/s0734-9750(00)00050-1).
- Giannouli, P., & Morris, E., (2003). Cryogelation of xanthan. *Food Hydrocolloids*, 17(4):495-501. DOI:10.1016/S0268-005X(03)00019-5.
- Gorelik, E., Galili, U., & Raz, A. (2001). «On the role of cell surface carbohydrates and their binding proteins (lectins) in tumor metastasis». *Cancer metastasis reviews*, 20(3-4), 245–277. <https://doi.org/10.1023/a:1015535427597>.
- Ghoshal, G., (2018). «*Food Processing for Increased Quality and Consumption*». Elsevier Science Publishing Co Inc, Handbook of Food Bioengineering, Volume 18.
- Gutiérrez-Grijalva, E. P., Picos-Salas, M. A., Leyva-López, N., CriolloMendoza, M. S., Vazquez-Olivo, G., & Heredia, J. B. (2018).» Flavonoids and phenolic acids from Oregano: Occurrence, biological activity and health benefits». *Plants*, 7(1).  
<https://doi.org/10.3390/PLANTS7010002>.
- Gray, K. A., Zhao, L., & Emptage, M., (2006). «Bioethanol». *Current opinion in chemical biology*, 10(2), 141–146. <https://doi.org/10.1016/j.cbpa.2006.02.035>
- Guo, M. Q. , Hu, X., Wang, C., & Ai, L. (2017). «Polysaccharides: Structure and Solubility». In (Ed.), *Solubility of Polysaccharides*. IntechOpen.  
<https://doi.org/10.5772/intechopen.71570>.
- Hagi, T., Kurahashi, A., Oguro, Y., Kodaira, K., Kobayashi, M., Hayashida, S., Yamashita, H., Arakawa, Y., Miura, T., Sato, K., Tomita, S., Suzuki, S., Kusumoto, K. I., Moriya, N., & Nomura, M. (2022). «Effect of sake lees on cheese components in cheese ripened by *Aspergillus oryzae* and lactic acid bacteria». *Journal of dairy science*, 105(6), 4868–4881. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-21721>.
- Jara-Palacios, María José. 2019. "Wine Lees as a Source of Antioxidant Compounds" *Antioxidants* 8, no. 2: 45. <https://doi.org/10.3390/antiox8020045>

- Jiang, S., Shang, L., Liang, H., Li, B., & Li, J., (2022). «Preparation of konjac glucomannan/xanthan gum/sodium alginate composite gel by freezing combining moisture regulation». *Food Hydrocolloids*, V. 127. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2022.107499>.
- Kierath, T., & Wang, C., (2013). «*The Global Wine Industry Slowly moving from balance to shortage*». Morgan Stanley Research, London.
- Kyzas, G.Z., Symeonidou, M.P., Matisa, K.A., (2016). «Technologies of winery wastewater treatment: a critical approach». *Desal. Water Treat.* 57, 3372–3386.
- Lachmann, R.H., (2011). «Disorders of carbohydrate metabolism», in John A.H. Wass and others (eds), «*Oxford Textbook of Endocrinology and Diabetes, 2 edn*». Oxford Textbooks. online edn, Oxford Academic, <https://doi.org/10.1093/med/9780199235292.003.1250>.
- Lara-Flores, A.A., Araujo, R.G., Rodriguez-Jasso, R.M., Aguedo, M., Aguilar, C.N., Trajano, H.L., Ruiz, H.A., (2018). «Bioeconomy and biorefinery: valorization of hemicellulose from lignocellulosic biomass and potential use of avocado residues as a promising resource of bioproducts». In: Singhania, R., Agarwal, R., Kumar, R., Sukumaran, R. (Eds.), «*Waste to Wealth*». Springer, Singapore, pp. 141–170.
- Lee, J., (2015). «A Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems». *Manufacturing Letters* 3, 18-23. <https://doi.org/10.1016/j.mfglet.2014.12.001>.
- Liu, C., Li, Y., Liang, R., Sun, H., Wu, L., Yang, C., & Liu, Y., (2023). «Development and characterization of ultrastable emulsion gels based on synergistic interactions of xanthan and sodium stearyl lactylate». *Food Chemistry*, V. 400. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.133957>.
- Loizou, E., Karelakis, C., Galanopoulos, K., & Mattas, K., (2019). «The role of agriculture as a development tool for a regional economy». *Agricultural Systems*, 173. 482-490. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.04.002>.
- Lozinsky, V., Galaev, I., Plieva, F., Savina, I., Jungvid, H., & Mattiasson, B., (2003). Polymeric cryogels as promising materials of biotechnological interest. *Trends in biotechnology*. 21. 445-51. 10.1016/j.tibtech.2003.08.002.

- Mak, T., Xiong, X., Tsang, D., Yu, I., & Poon, C. S. (2020). «Sustainable food waste management towards circular bioeconomy: Policy review, limitations and opportunities». *Bioresource technology*, 297, 122497. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2019.122497>.
- Meyers, M.A., Chen, P., Lin, A.Y., & Seki, Y. (2008). «Biological materials: Structure and mechanical properties». *Progress in Materials Science*, 53, 1-206. • DOI:10.1016/J.PMATSCI.2007.05.002.
- Mortensen, A., Aguilar, F., Crebelli, R., Di Domenico, A., Frutos, M.J., Galtier, P., Gott, D., Gundert-Remy, U., Lambré, C., Leblanc, J.C., Lindtner, O., Moldeus, P., Mosesso, P., Oskarsson, A., Parent-Massin, D., Stankovic, I., Waalkens-Berendsen, I., Woutersen, R.A., Wright, M., Younes, M., Brimer, L., Christodoulidou, A., Lodi, F., Gelgelova, P., Dusemund, B., (2017). «Re-evaluation of xanthan gum (E 415) as a food additive». *EFSA Journal*, 15(7), -. doi:10.2903/j.efsa.2017.4909.
- Nanni, A., & Messori, M., (2019). «Effect of the wine lees wastes as cost-advantage and natural fillers on the thermal and mechanical properties of poly(3-hydroxybutyrate-co-hydroxyhexanoate) (PHBH) and poly(3-hydroxybutyrate-co-hydroxyvalerate) (PHBV)». *Journal of Applied Polymer Science*, 137(4). <https://doi.org/10.1002/app.48869>.
- Nedovic, V., Kalusevic, A., Manojlovic, V., Levic, S., & Bugarski, B., (2011). «An overview of encapsulation technologies for food applications». *Procedia Food Science*, 1, 1806-1815. <https://doi.org/10.1016/j.profoo.2011.09.265>.
- Oldenkamp, H.F., Vela Ramirez, J.E., Peppas, N.A., (2019). «Re-evaluating the importance of carbohydrates as regenerative biomaterials». *Regenerative Biomaterials*, 6(1), 1–12. Doi: <https://doi.org/10.1093/rb/rby023>.
- Pilcher, J., (2017). «*Food in world history*». 2nd Ed. Εκδόσεις Routledge.
- Raddatz, D., & Ramadori, G., (2007). «Carbohydrate metabolism and the liver: actual aspects from physiology and disease». *Zeitschrift fur Gastroenterologie*, 45(1), 51–62. <https://doi.org/10.1055/s-2006-927394>.
- Sciarria, T.P., Merlino, G., Scaglia, B., D'Epifanio, A., Mecheri, B., Borin, S., Licocchia, S., & Adani, F. (2015). «Electricity generation using white and red wine lees in air cathode

- microbial fuel cells». *Journal of Power Sources*, 274, 393-399. DOI:10.1016/j.jpowsour.2014.10.050.
- Singh, R., (2013). «Nutri on in Transi on from Homo sapiens to Homo economicus». *The Open Nutraceuticals Journal*, 6: 6-17. DOI: 10.2174/1876396001306010006.
- Sirohi, R., Tarafdar, A., Singh, S., Negi, T., Gaur, V. K., Gnansounou, E., & Bharathiraja, B. (2020). Green processing and biotechnological potential of grape pomace: Current trends and opportunities for sustainable biorefinery. *Bioresource technology*, 314, 123771. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.123771>.
- Spinei, M., & Oroian, M., (2021). «The Potential of Grape Pomace Varieties as a Dietary Source of Pectic Substances». *Foods* 10, 867. <https://doi.org/10.3390/foods10040867>.
- Sworn G, 2009. «Xanthan gum». In: Phillips GO and Williams PA (eds.). «*Handbook of Hydrocolloids, 2nd Edition*». Woodhead Publishing Limited, Oxford, Cambridge, New Delhi. pp. 186–203.
- Teixeira, A., Baenas, N., Dominguez-Perles, R., Barros, A., Rosa, E., Moreno, D. A., & Garcia-Viguera, C. (2014). «Natural bioactive compounds from winery by-products as health promoters: a review». *International journal of molecular sciences*, 15(9), 15638–15678. <https://doi.org/10.3390/ijms150915638>.
- Voragen A.C.J., Rolin C., Marr, B.U., Challen, I., Riad, A., Lebbar, R., & Knutsen, S.H., (2012). «Polysaccharides». In: «*Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*». Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim.
- Wang, K., Sui, J., Gao, W., Yu, B., Yuan, C., Guo, L., Cui, B., Abd El-Aty, A.M., (2022). «Effects of xanthan gum and sodium alginate on gelatinization and gels structure of debranched pea starch by pullulanase». *Food Hydrocolloids*, V. 130, <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2022.107733>.
- Wandrey C., Bartkowiak A. & Harding S.E., (2009). Materials for Encapsulation In: Zuidam N.J., Nedovic, V.A. (Eds.) *Encapsulation Technologies for Food Active Ingredients and Food Processing*, Springer: Dordrecht, The Netherlands, p. 31–100.

- Xianbao, S., Yan, W., Zibo, S., & Xiangyu, C., (2022). «A review of natural polysaccharides for food cryoprotection: Ice crystals inhibition and cryo-stabilization». *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, V. 27.
- Xue, F., Liu, T., Liu, X., Chen, K., Duan, L., & Gao, G., (2022). «Electroconductive and porous graphene-xanthan gum gel scaffold for spinal cord regeneration». *European Polymer Journal*, V.173. <https://doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2022.111225>.
- Zhang, C., Wang, Z. J., Liu, Q. Q., Qian, J. Y., & Lim, S. T. (2022). «Improvement of pasting and gelling behaviors of waxy maize starch by partial gelatinization and freeze-thawing treatment with xanthan gum». *Food chemistry*, 375, 131656. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.131656>.

## Ελληνική

- Βράνου, Π. (2018) «*Η διατροφή ως θεμελιώδης παράγοντας αντιμετώπισης των αυτοάνοσων νοσημάτων*». Διπλωματική Εργασία, ΤΕΙ Λάρισας.
- Γιωργάκης, Α.- Ξανθουδάκης, Γ. (2015) «*Επιχειρηματικότητα Και Καινοτομία: Η Γνώμη Των Επιχειρήσεων Του Ηρακλείου*». Διπλωματική εργασία, Σχόλες Διοίκησης και Οικονομίας (ΣΔΟ), Κρήτη.
- Ζαμπέλας, Α. (επιμ.) (2003). «*Η Διατροφή στα στάδια της ζωής*». Ιατρικές Εκδόσεις Πασχαλίδης, Αθήνα.
- Λιάπης, Ν., (2011). «*Ιπποκράτειος Διατροφή*». Εκδόσεις Ιβίσκος, Αθήνα.
- Λίνου, Α. (2014) «*Εθνικός διατροφικός οδηγός για ενήλικες*». Έκδοση: Prolepsis – Ινστιτούτο Προληπτικής, Περιβαλλοντικής και Εργασιακής Ιατρικής, Αθήνα.
- Μοσχονά, Α., (2016). «*Βιοτεχνολογική αξιοποίηση και παραγωγή προϊόντων υψηλής προστιθέμενης αξίας από το Ιπποφαές (hippocphae rhamnoides L.) και τα παραπροϊόντα οиноποίησης*». Διδακτορική διατριβή. Α.Π.Θ.
- Σουφλερός, Ε.Η., (2012). «*Οινολογία: Επιστήμη και Τεχνογνωσία. 2nd ed*». Εκδόσεις Θεσσαλονίκη, Θεσσαλονίκη.

## Δικτυογραφία

- Αντωνιάδη, Χ.Β., (2022). «Προσδιορισμός και υπολογισμός κόστους / βιωσιμότητα ανάπτυξης και παραγωγής ενός καινοτόμου λειτουργικού τροφίμου (πειραματική)». Πτυχιακή εργασία. Πανεπιστήμιο Αιγαίου.
- CIE L\* a\* b\* Color Scale. HunterLab, Applications Note, Vol. 8, No. 7. Διαθέσιμο διαδικτυακά: [http://lib3.dss.go.th/fulltext/glass/GlassTheories/CIE\\_Lab\\_info.pdf](http://lib3.dss.go.th/fulltext/glass/GlassTheories/CIE_Lab_info.pdf).
- Δημόπουλος, Κ., (2021). «Περιγραφή και ο ρόλος θρεπτικών υλών (Υδατάνθρακες, Λιποειδή, Βιταμίνες)». Διαθέσιμο διαδικτυακά: <https://eforigi.com.gr/news/health/item/23052-go-on-diatrofi-meros-3o-perigrافي-kai-rolos-threptikon-ylon-ydatanthrakes-lipoeidi-vitamines-tou-k-a-dimopoulou>.
- ec.europa.eu. Αρχάριοι:Στατιστικές έννοιες – Μέσος και διάμεσος. Διαθέσιμο διαδικτυακά: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Beginners:Statistical\\_concept\\_-\\_Mean\\_and\\_median/el](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Beginners:Statistical_concept_-_Mean_and_median/el).
- Μεντζέλου, Μ., (2020). «Βιώσιμη Διατροφή. Γιατί σας αφορά;» Διαθέσιμο διαδικτυακά: <https://www.mednutrition.gr/portal/lifestyle/diatrofi/16857-viosimi-diatrofi-giati-sas-afora>.
- Πετροπούλου – Καραγιανοπούλου, Σ., (2016). «Σημειώσεις αμπελουργίας». Διαθέσιμο διαδικτυακά: <https://eclass.teiwm.gr/modules/document/file.php/DNG266/%CE%94%CE%99%CE%91%CE%9B%CE%95%CE%9E%CE%97%20%20%CE%91%CE%9C%CE%A0%CE%95%CE%9B%CE%9F%CE%A5%CE%A1%CE%93%CE%99%CE%91/%CE%A3%CE%97%CE%9C%CE%95%CE%99%CE%A9%CE%A3%CE%95%CE%99%CE%A3%20%CE%91%CE%9C%CE%A0%CE%95%CE%9B%CE%9F%CE%A5%CE%A1%CE%93%CE%99%CE%91%CE%A3.pdf>.
- Standardization. Making statistics intuitive. Διαθέσιμο διαδικτυακά: <https://statisticsbyjim.com/glossary/standardization/>.
- USDA, (2019). «Grapes, american type (slip skin), raw». Διαθέσιμο διαδικτυακά: <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/174682/nutrients>.

wikipedia.org.

Βιοπολυμερές.

Διαθέσιμο

διαδικτυακά:

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%92%CE%B9%CE%BF%CF%80%CE%BF%CE%BB%CF%85%CE%BC%CE%B5%CF%81%CE%AD%CF%82>.