

2023-2024

# EGGSTASY

Εργασία Μηχανικής Τροφίμων



Θέου Έλενα, 5574  
Κούσας Αθανάσιος, 5503  
Λεμπέση Ζωή, 5708  
Πορλού Χρήστος, 5578  
Επιβλέπων: Σιδηροκαστρίτης Νίκος

# Εισαγωγή

Το προϊόν «Eggstasy» πρόκειται για δημητριακά πρωινού από βιολογικό αλεύρι φακής εμπλουτισμένα με σκόνη κελύφους αυγού. Η υψηλή περιεκτικότητα του κελύφους αυγού σε ασβέστιο και του αλευριού φακής σε πρωτεΐνες συμβάλλουν σε μια ισορροπημένη διατροφή, στην ενίσχυση και καλή λειτουργία του οργανισμού και στην υιοθέτηση ενός υγιεινού τρόπου ζωής. Είναι ιδανικό για αθλητές, άτομα με έλλειψη ασβεστίου, εγκύους και διαβητικούς, αλλά λειτουργεί ευεργετικά για όλες τις κατηγορίες καταναλωτών.

## Περιεχόμενα

<b>1. ΤΟ ΠΡΟΪΟΝ</b>	<b>3</b>
1.1. Παρουσίαση Προϊόντος	3
1.2. Καινοτομία	4
<b>2. ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΓΟΡΑΣ (MARKET ANALYSIS)</b>	<b>4</b>
2.1. Target Group	4
2.2. Ανάλυση Ανταγωνισμού (Competition Analysis)	5
2.2.1. Βιομηχανία δημητριακών πρωινού	5
2.2.2. Βιομηχανία επεξεργασίας και παραγωγής οσπρίων	6
2.2.3. Βιομηχανία συμπληρωμάτων διατροφής	7
2.3. Ζήτηση	8
2.4. Ανάλυση SWOT	10
2.5. Marketing Mix	10
2.6. Στρατηγική	11
2.7. Δυναμικότητα Μονάδας Επεξεργασίας	12
<b>3. ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ</b>	<b>13</b>
3.1. Ανάλυση Διεργασιών	14
3.1.1. Σκόνη Κελύφους	14
3.1.2. Αλεύρι Οσπρίου & Άλλα Υλικά	20
3.1.3. Μίγμα	20

<b>3.2.</b>	<b>Διάγραμμα Ροής</b>	<b>21</b>
<b>3.3.</b>	<b>Διαστασιολόγηση</b>	<b>23</b>
3.3.1.	Εναλλάκτης Θερμότητας	23
3.3.2.	Ξηραντήρας	28
<b>3.4.</b>	<b>Ανάλυση HACCP</b>	<b>33</b>
<b>3.5.</b>	<b>Συσκευασία</b>	<b>37</b>
3.5.1.	Πληροφορίες & Χαρακτηριστικά	37
3.5.2.	Ετικέτα	39
<b>4.</b>	<b>ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΟΤΗΤΑ</b>	<b>39</b>
<b>5.</b>	<b>ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ</b>	<b>43</b>
<b>6.</b>	<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>	<b>44</b>
	<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ</b>	<b>47</b>

# 1. Το προϊόν

## 1.1. Παρουσίαση Προϊόντος

Το «Eggstasy» είναι ένα προϊόν που παράχθηκε από ομάδα του τμήματος Χημικών Μηχανικών του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης στα πλαίσια του μαθήματος «Μηχανική Τροφίμων». Στόχος ήταν η παραγωγή ενός καινοτόμου και οικολογικού είδους δημητριακών υψηλής διατροφικής αξίας. Για αυτόν τον λόγο χρησιμοποιήθηκε βιολογικό αλεύρι φακής και σκόνη κελύφους αυγού. Η έμπνευση του προϊόντος βασίστηκε στη στροφή των καταναλωτών προς τον υγιεινό τρόπο ζωής, την κατανάλωση συμπληρωμάτων διατροφής και την επιλογή προϊόντων για την ικανοποίηση των διατροφικών τους αναγκών. Το κέλυφος του αυγού είναι πλούσιο σε ασβέστιο και το αλεύρι φακής έχει χαμηλό γλυκαιμικό δείκτη και υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες και σίδηρο. Λόγω αυτών των χαρακτηριστικών είναι ιδανικό για πρωινό, βραδινό ή και σνακ, καθώς μπορούν να καταναλώνονται είτε σκέτα είτε με γάλα ή γιαούρτι και να συμβάλλουν σε μια ισορροπημένη διατροφή. Επιπλέον το βιολογικό αλεύρι φακής είναι πλούσιο σε ιχνοστοιχεία, φυτικές ίνες και βιταμίνες του συμπλέγματος Β.

Πέρα από τα δύο συστατικά που το ξεχωρίζουν το προϊόν περιλαμβάνει:

- Μέλι
- Αλεύρι για όλες τις χρήσεις
- Ζάχαρη
- Κακάο
- Μαγειρική σόδα
- Σκόνη βανιλίνης
- Παρθένο ελαιόλαδο
- Νερό

## 1.2. Καινοτομία

Η καινοτομία του προϊόντος πηγάζει από τρεις πλευρές:

- 1) Το βιολογικό αλεύρι φακής: δεν υπάρχουν στην ελληνική αγορά δημητριακά με βάση το αλεύρι φακής. Πλούσιο σε πρωτεΐνες (23.6g/100g αλευριού), φυτικές ίνες (28g/100g προϊόντος) και σίδηρο (7.5mg/100g προϊόντος)
- 2) Το κέλυφος του αυγού: Η αξιοποίηση παραπροϊόντος αποτελεί καινοτομία και συμβάλλει στην οικολογικότητα του προϊόντος. Αποτελείται κατά 95% από ανθρακικό ασβέστιο. Ένα γραμμάριο σκόνης κελύφους αυγού δίνει γύρω στα 400-500mg ασβεστίου, το οποίο είναι περίπου το μισό από την απαιτούμενη ημερήσια πρόσληψη.
- 3) Τον χαμηλό γλυκαιμικό δείκτη: Τα συμβατικά δημητριακά είναι υψηλού γλυκαιμικού δείκτη λόγω της ζάχαρης και του αλευριού. Σε αυτό το προϊόν ένα μεγάλο μέρος της ζάχαρης αντικαταστάθηκε από μέλι και το λευκό αλεύρι ή το ολικής άλεσης αντικαταστάθηκε από αλεύρι φακής, τα οποία συμβάλλουν στην μείωση του γλυκαιμικού δείκτη.

Επιπλέον στα παραπάνω, δεν περιέχει συντηρητικά. Επομένως, συνιστά ένα προϊόν υψηλής διατροφικής αξίας, κατάλληλο για όλες τις ηλικίες και ειδικές κατηγορίες.

## 2. Ανάλυση Αγοράς (Market Analysis)

### 2.1. Target Group

Το «Eggstasy» είναι ένα ready-to-eat σνακ που συγκαταλέγεται στα δημητριακά πρωινού. Ο στόχος του προϊόντος είναι να ανταγωνιστεί τα κοινά δημητριακά πρωινού. Επομένως, άμεσα αναφέρεται στην αντίστοιχη αγορά και σε όλο το καταναλωτικό κοινό όλων των ηλικιών.

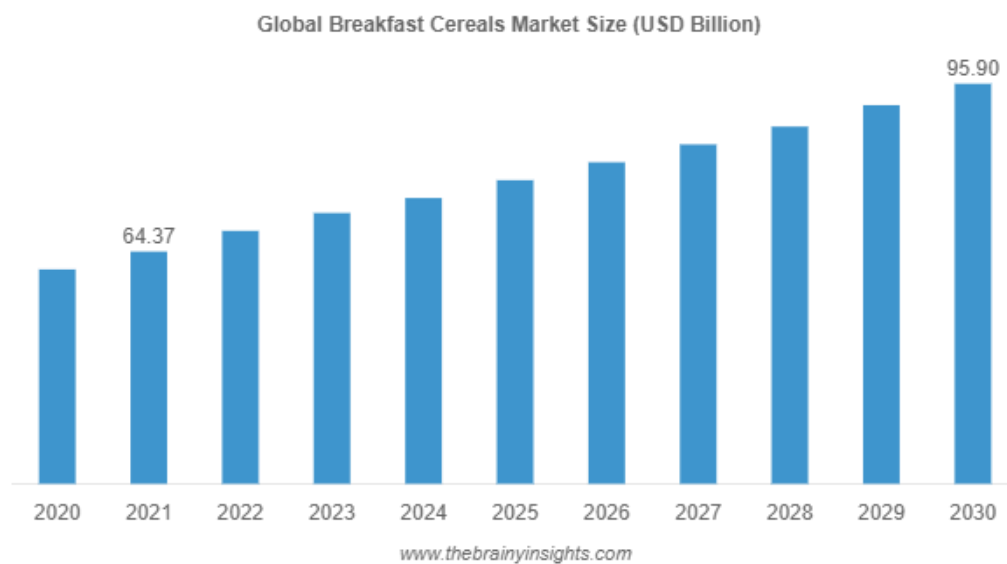
Έμμεσα, λόγω των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών του, είναι κατάλληλη επιλογή για ειδικές κατηγορίες καταναλωτών και πληροί τις προϋποθέσεις για να ενταχθεί στις διατροφικές τους συνήθειες. Το τρόφιμο αυτό κατατάσσεται στη vegetarian διατροφή και ενδείκνυται για όλες τις ηλικίες και τις διατροφικές κατηγορίες πέραν των vegan, καθώς περιέχει την σκόνη κελύφους αυγού. Η υψηλή περιεκτικότητα του σε φυτικές ίνες, μέταλλα (κυρίως ασβέστιο και σίδηρο) και πρωτεΐνες ωφελεί όλους τους καταναλωτές και έτσι. Χαρακτηρίζεται ως «superfood». Λόγω της

υψηλής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη, είναι κατάλληλο για αθλητές, καθώς μπορούν να εμπλουτίσουν διατροφικά το πρωινό, το βραδινό ή το σνακ τους. Επίσης, είναι κατάλληλο για εγκύους, καθώς έχουν αυξημένη ανάγκη για ασβέστιο και για άτομα που πάσχουν από οστεοπόρωση και έλλειψη σιδήρου. Τέλος, εξαιτίας του χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη συνίσταται για άτομα με υψηλό σάκχαρο.

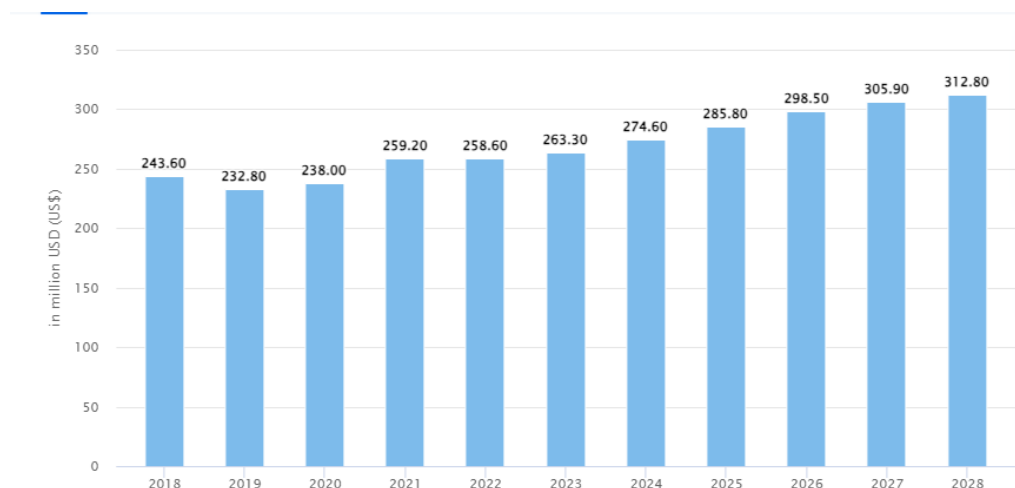
## 2.2. Ανάλυση Ανταγωνισμού (Competition Analysis)

### 2.2.1. Βιομηχανία δημητριακών πρωινού

Το μέγεθος της παγκόσμιας βιομηχανίας δημητριακών πρωινού το 2021 αντιστοιχούσε σε 65 δισεκατομμύρια δολάρια και εκτιμάται να φτάσει ως τα 96 το 2030. Η αντίστοιχη αγορά στην Ελλάδα συγκεντρώνει 263.3 εκατομμύρια δολάρια σε έσοδα ενώ αναμένεται μια αύξηση 3.51% CAGR ως το 2028. Αυτή η ανοδική τάση που αναφέρεται φαίνεται στα παρακάτω διαγράμματα.



Διάγραμμα 2.1: Διάγραμμα Παγκόσμιας Βιομηχανίας Δημητριακών Πρωινού



Notes: Data shown is using current exchange rates and reflects market impacts of the Russia-Ukraine war.

Διάγραμμα 1.2: Διάγραμμα Βιομηχανίας Δημητριακών Προϊνού στην Ελλάδα

## 2.2.2. Βιομηχανία επεξεργασίας και παραγωγής οσπρίων

Στην Ελλάδα κυριαρχεί εδώ και κάποια χρόνια μετατόπιση των καταναλωτών στην αγορά οσπρίων και προϊόντων τους, όπως κράκερ και ζυμαρικά. Αυτή η τάση φαίνεται από την αύξηση των καλλιεργούμενων εκτάσεων τα τελευταία χρόνια και από την εισαγωγή τους σε μενού των εστιατορίων, τονίζοντας με αυτόν τον τρόπο την θρεπτική τους αξία, την ευελιξία στην κατανάλωση τους και την γεύση τους. Επίσης, κερδίζουν θέση στα ράφια των σουπερμάρκετ. Με βάση τα τελευταία στατιστικά στοιχεία από το 2011 έως το 2019 η παραγωγή οσπρίων έχει αυξηθεί κατά 56.6% (Admin\_Agravia, 2023)

Πίνακας 2.1: Δεδομένα από ΕΛΣΤΑΤ και FAO για Παγκόσμια Παραγωγή Οσπρίων (Καπετάνιον, 2019)

Έτος	Καλλιεργούμενη έκταση για όσπρια* (σε στρέμματα)	Συνολική παραγωγή οσπρίων (σε τόνους)	Φασόλια (σε τόνους)	Φακές (σε τόνους)	Ρεβίθια (σε τόνους)	Φάβα-λαθούρι (σε τόνους)
2017	339.586	53.436	18.013	13.799	17.125	2.276
2016	288.449	48.458	17.258	12.231	15.001	1.348
2015	251.451	44.578	20.818	8.634	11.591	970
2014	193.579	37.962	18.458	6.955	7.857	1.086
2013	218.277	37.350	21.328	6.867	4.487	629
2012	206.759	33.111	18.227	6.484	3.916	497
2011	203.328	35.986	22.736	4.785	2.200	**
1981	**	**	34.990	8.451	12.694	**
1961	**	**	52.000	12.586	13.365	**

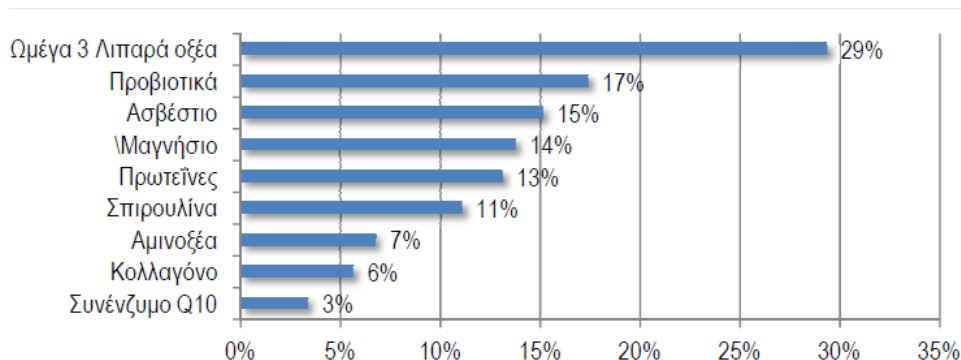
Ενδεικτικά δίνεται στο παρακάτω διάγραμμα η αύξηση στην παγκόσμια βιομηχανία οσπρίων (ετήσια αύξηση 5.3%) για το διάστημα (2022 - 2032) που υποδηλώνει την τάση για νέα προϊόντα, μη οργανικά, με αυξημένη θρεπτική αξία.



Διάγραμμα 2.2: Ανάπτυξη Παγκόσμιας Βιομηχανίας Οσπρίων

### 2.2.3. Βιομηχανία συμπληρωμάτων διατροφής

Το «Eggstasy» χαρακτηρίζεται από την υψηλή περιεκτικότητα σε ασβέστιο επομένως δύναται να ενταχθεί στις διατροφικές συνήθειες των καταναλωτών που το αποζητούν. Προς απόδειξη της αυξημένης ζήτησης αναφέρεται ότι η βιομηχανία συμπληρωμάτων ασβεστίου εκτιμάται να φτάσει τα 8 δισεκατομμύρια δολάρια το 2032 ενώ ήταν μόλις 3.8 το 2022 (CAGR 7.74%). Άρα το «Eggstasy» αποτελεί και μια εναλλακτική για φυσική πρόσληψη ασβεστίου και έμμεσα αναφέρεται και στην αγορά συμπληρωμάτων διατροφής.



Διάγραμμα 2.3: Συμπληρώματα Διατροφής που καταναλώνουν οι Έλληνες (Ielkdui, 2018)



### 2.3. Ζήτηση

Παρά την συνεχόμενη αύξηση των τομέων που αναφέρθηκαν παραπάνω υπάρχουν τάσεις και προκλήσεις που την συνοδεύουν. Όσον αφορά τη θρεπτική αξία, το αλεύρι σίτου και τα δημητριακά αποτελούσαν ανέκαθεν ένα από τα βασικότερα τρόφιμα στην καθημερινότητα των καταναλωτών. Έτσι, με την αύξηση του πληθυσμού αυξάνεται και η ζήτησή τους. Παρόλα αυτά, υστερούν σε διατροφική αξία, καθώς είναι χαμηλή η περιεκτικότητά τους σε φυτικές ίνες, πρωτεΐνες και μέταλλα. Τα τελευταία χρόνια οι καταναλωτές έχουν στραφεί σε τρόφιμα υψηλής διατροφικής αξίας, που είναι πιο υγιεινά. Με λίγα λόγια, επιζητούν την ποιοτική αναβάθμιση των καταναλωτικών τους προτιμήσεων και γενικότερα της ποιότητας ζωής τους. Τέτοιου είδους στροφή είναι η επιλογή vegan/vegetarian τροφίμων ή προϊόντων υψηλής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες και ιχνοστοιχεία. Ως αντικατάσταση του συμβατικού αλευριού παρατηρείται η τάση για κατανάλωση αλευριού ολικής άλεσης, βρώμης, Ζέας και οσπρίων. Η προτίμηση αυτή αποτυπώνεται και στα δημητριακά πρωινού. Επώνυμες εταιρίες, όπως οι Nestle και Quacker, έχουν δημιουργήσει δημητριακά εμπλουτισμένα σε πρωτεΐνη και απαλλαγμένα από ζάχαρη ή γλουτένη (Στοφόρος, 2021).

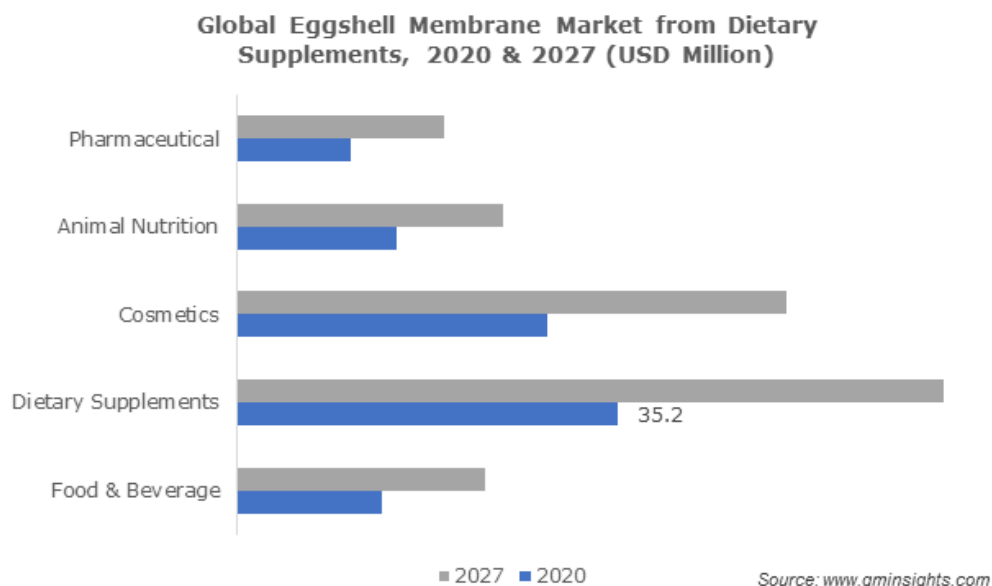
Τα προϊόντα οσπρίων, και συγκεκριμένα φακής και ρεβιθιού κερδίζουν ολοένα και περισσότερο έδαφος στο ράφι των σουπερμάρκετ. Μάλιστα, ακόμα και μεγάλες βιομηχανίες ζυμαρικών, όπως η Melissa και η Barilla, έχουν μεριμνήσει για την παραγωγή ζυμαρικών φακής. Επίσης, διάφορες εταιρίες βιολογικών προϊόντων έχουν εισάγει κράκερ από αλεύρι φακής και ρεβιθιού. Η κατανάλωση τέτοιων ειδών αναμένεται να αυξηθεί. Συγκριτικά, η τιμή ενός πακέτου επώνυμης μάρκας αλευριού για όλες τις χρήσεις στην ελληνική αγορά κυμαίνεται στα 1.7-2.2€ το κιλό, ενώ μακαρόνια από αλεύρι κόκκινης φακής 1.8-2€ το μισό κιλό. Από αυτήν τη σύγκριση, φαίνεται ότι το αλεύρι φακής έχει περίπου τη διπλάσια τιμή. Με την άνοδο της αναγνωρισιμότητας του αλευριού φακής εκτιμάται ότι η τιμή του θα μειωθεί αρκετά.

Ανάλογα έχει αυξηθεί και η κατανάλωση συμπληρωμάτων διατροφής, όπως πρωτεϊνών, ω-3 λιπαρών, ασβεστίου και μαγνησίου. Το ασβέστιο μάλιστα ανήκει στα πιο συχνά καταναλισκόμενα συμπληρώματα διατροφής.

Όσον αφορά το πολιτικό επίπεδο, ο πόλεμος Ρωσίας-Ουκρανίας δημιούργησε ένα κενό στην διάθεση δημητριακών ως πρώτη ύλη καθώς και οι 2 χώρες εξήγαγαν μεγάλες ποσότητες. Επομένως, οι τιμές των δημητριακών και το κόστος παραγωγής αυξήθηκαν. Το «Eggstasy»

παρόλα αυτά βρίσκεται σε πλεονεκτική θέση καθώς έχει ως βάση αλεύρι οσπρίων. Άξιο αναφοράς είναι, ακόμη, το γεγονός ότι τα όσπρια είναι ιδανική επιλογή καλλιέργειας για τον Ελλαδικό χώρο και υπάρχει μέριμνα από την Ευρωπαϊκή Ένωση για την υποστήριξη αυτών των καλλιεργειών.

Όσον αναφορά την καινοτομία, έχει παρατηρηθεί η τάση κατανάλωσης αμπούλων κελύφους αυγού ή σκόνης κελύφους αυγού για την καταπολέμηση της οστεοπόρωσης και της έλλειψης ασβεστίου γενικότερα. Μάλιστα, συνίσταται και από γιατρούς και έχουν διεξαχθεί αρκετές έρευνες που επιβεβαιώνουν την θετική του δράση. Τέτοια σκευάσματα είναι διαθέσιμα σε φαρμακεία και σε e-shop. Συνεπώς, όποια διστακτικότητα ή ενδοιασμοί μπορούν να αφεθούν στην άκρη μιας και αρκετοί επιστήμονες και γιατροί έχουν ήδη αποδείξει την ευεργετική ικανότητά του. Εξάλλου και τα συμβατικά συμπληρώματα ασβεστίου συνήθως προέρχονται από μάρμαρα ή παρόμοιες πηγές, υφιστάμενα, στη συνέχεια, κατάλληλη επεξεργασία.



*Διάγραμμα 2.4: Χρήση του Κελύφους Αυγού σε Παγκόσμιο Επίπεδο & Προβλέψεις*

Σε τελική ανάλυση, η προσθήκη στην αγορά δημητριακών πρωϊνού ενός προϊόντος που συνδυάζει το αλεύρι οσπρίων και τα τσόφλια αυγού, είναι συγχρόνως κάτι καινοτόμο και κάτι που καλύπτει τις ανάγκες και συμβαδίζει με τις διατροφικές συνήθειες του σύγχρονου καταναλωτή.

## 2.4. Ανάλυση SWOT

Πίνακας 2.2: Ανάλυση SWOT

Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
Υψηλή διατροφική αξία	Έλλειψη γνώσης της ευεργετικής δράσης του κελύφους αυγού
Zero waste προϊόν (οικολογική συνείδηση)	Εύρεση βιομηχανίας να στηρίξει την ιδέα
Καινοτομία(δεν υπάρχει αντίστοιχο προϊόν)	
Εγγώριο προϊόν: μεγαλύτερη καλλιέργεια φακής στη Β. Ελλάδα	
Ευκαιρίες	Απειλές
Νέες διατροφικές συνήθειες των καταναλωτών: στροφή προς τα υγιεινά τρόφιμα	Ανταγωνισμός: Συμβατικά δημητριακά
Ανάγκη για πρόσληψη θρεπτικών συστατικών	Τιμή: Θα είναι ελαφρώς ακριβότερα από τα δημητριακά σίτου λόγω της πρώτης ύλης.
Ποικίλοι τρόποι διαφήμισης (μέσα κοινωνικής δικτύωσης, τηλεόραση, δωρεάν δείγματα)	Διστακτικότητα: διστακτικότητα ως προς τη γεύση του κελύφους αυγού

Για τον περιορισμό των αδυναμιών του προϊόντος πρέπει να ληφθούν ανάλογα μέτρα. Αρχικά, πρέπει να επιτευχθεί κατάλληλη διαφήμιση του προϊόντος που να τονίζονται τα πλεονεκτήματα του σε σχέση με τα καθιερωμένα δημητριακά. Αυτό μπορεί να γίνει μέσω των μέσων κοινωνικής δικτύωσης (Instagram, TikTok, Facebook, Viber), ελκυστικής συσκευασίας (χρήση έντονων χρωμάτων και εύχου ονόματος) ή της τηλεόρασης. Η συμμετοχή σε εκθέσεις για την γνωστοποίηση του προϊόντος και η διανομή δωρεάν δειγμάτων θα λειτουργούσαν εξίσου βοηθητικά. Ακόμη, η δημιουργία προσφορών θα βοηθούσε ώστε να διεγερθεί το ενδιαφέρον των υποψηφίων καταναλωτών.

## 2.5. Marketing Mix

Το marketing mix χωρίζεται σε τέσσερις κατηγορίες: προϊόν, θέση, τιμή και προώθηση.

i) Προϊόν: Το «Eggstasy» χάρη στον συνδυασμό της υψηλής διατροφικής αξίας του, του χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη, της οικολογικότητας (zero waste και συσκευασία) ωθεί τον καταναλωτή στον υγιεινό τρόπο ζωής

ii) Θέση: Διανομή σε παντοπωλεία, μίνι και σούπερ μάρκετ. Η τοποθέτηση του προϊόντος θα γίνει στα ράφια με τα δημητριακά. Επίσης, η τοποθέτηση σε καταστήματα με είδη υγιεινής διατροφής είναι απαραίτητη, καθώς πληροί τα κριτήρια να βρίσκεται σε ένα τέτοιο κατάστημα. Ακόμη η τοποθέτηση σε γυμναστήρια και σε e-shop εταιριών με είδη γυμναστικής και συμπληρωμάτων διατροφής θα μπορούσε να αυξήσει τις πωλήσεις του τρόφιμου.

iii) Προώθηση: Η διαφήμιση μέσω διαδικτύου και social media θα διαδραματίσει καθοριστικό ρόλο λόγω του σύγχρονου τρόπου ζωής. Μικρά spot στο Instagram και στο Facebook, βίντεο στο TikTok, push ειδοποιήσεις και φωτογραφίες αποτελούν βασικό μέλημα για την προώθηση. Ακόμη, η εμφάνιση της συσκευασίας (χρώματα και σχήμα) έχει μεγάλη σημασία για την προσέλκυση των καταναλωτών, ειδικά σε φυσικά καταστήματα πώλησης. Η συμμετοχή σε εμπορικές εκθέσεις, εκθέσεις τροφίμων και η διανομή δωρεάν δειγμάτων είναι αποτελεσματικές μέθοδοι για την αναγνώριση του τρόφιμου και για την μείωση της διστακτικότητας στη δοκιμή του. Η εμφάνιση του προϊόντος είναι εξίσου σημαντική παράμετρος στην προσέλκυση καταναλωτών. Η χρήση έντονου χρώματος στη συσκευασία, όπως το κόκκινο, αρχικά συνδυάζεται με την φακή και δεύτερον τραβάει το βλέμμα του καταναλωτή. Μια ακόμη αποτελεσματική μέθοδος είναι η χρήση σύντομων φράσεων και εικόνων που να αναδεικνύουν την γεύση, τη διατροφική αξία και να περνάει έμμεσα στον καταναλωτή. Μερικά παραδείγματα είναι ο Poreye να τρώει δημητριακά, παιδιά που δε θέλουν να φάνε φακή και η μαμά τους τους δίνει αυτά τα δημητριακά ή «όσπρια και νόστιμα γίνεται; Με τα δημητριακά «Eggstasy» γίνεται!»

iv) Τιμή: Η τιμή του προϊόντος θα πρέπει να είναι συγκρίσιμη με τα ήδη υπάρχοντα δημητριακά. Η τελική τιμή θα εξαρτηθεί κι από άλλους παράγοντες, όπως η ζήτηση, η διαφήμιση κι η μάρκα του παραγωγού.

## 2.6. Στρατηγική

Το προϊόν «Eggstasy» δεν απευθύνεται μόνο σε μικρό target group. Λόγω της θρεπτικής αξίας του, είναι κατάλληλο για όλες τις ηλικιακές ομάδες και τις ειδικές κατηγορίες καταναλωτών, αλλά ιδιαίτερα ωφέλιμο για αθλητές, άτομα με έλλειψη ασβεστίου και εγκύους. Επομένως, χρειάζεται για την προώθηση του διαφοροποιημένο marketing, έτσι ώστε να υπάρχει ποικιλία γεύσεων. Με βάση το ερωτηματολόγιο στο παράρτημα, οι καταναλωτές θα επιθυμούσαν προσθήκη σοκολάτας, ξηρών καρπών, αποξηραμένων φρούτων και κανέλας. Άρα μπορούν να δημιουργηθούν επιπλέον προϊόντα πέραν της κλασσικής γεύσης. Λόγω του έντονου ανταγωνισμού από τις υπάρχουσες

εταιρίες και της υιοθέτησης υγιεινού τρόπου ζωής και οικολογικής συνείδησης των καταναλωτών, στόχος του marketing του προϊόντος είναι η ευαισθητοποίηση σε θέματα υγείας και στην οικολογικότητα του προϊόντος (συσκευασία και αξιοποίηση των παραπροϊόντων).

## 2.7. Δυναμικότητα Μονάδας Επεξεργασίας

Έστω ότι η ημερήσια παραγωγή δημητριακών είναι 900kg. Κάθε συσκευασία περιλαμβάνει 375gr προϊόντος επομένως χρειάζονται 2400 συσκευασίες.

Η παραγωγή του τροφίμου χωρίζεται σε δύο επιμέρους διαδικασίες. Στην παραγωγή σκόνης κελύφους αυγού και στην παραγωγή των δημητριακών. Για κάθε γραμμή παραγωγής απαιτείται ένας χειριστής, επομένως δύο χειριστές. Έστω ότι το εργοστάσιο λειτουργεί 24ώρες. Η βάρδια των εργαζομένων είναι οκτάωρη, άρα πραγματοποιούνται 3 βάρδιες σε ημερήσια βάση. Συνολικά οι εργάτες που θα εργαστούν είναι 6. Αν ο κάθε εργάτης αμείβεται με 4€/ώρα τότε:  $4 \cdot 8 \cdot 6 = 192\text{€}$  η συνολική αμοιβή των εργατών ανά ημέρα.

Πίνακας 2.3: Κόστος Πρώτων Υλών ανά Ημέρα

Πρώτη ύλη	Ποσότητα (kg)	Κόστος (€/kg)	Συνολικό κόστος
Βιολογικό αλεύρι φακής	450	3.6	1620
Αλεύρι για όλες τις χρήσεις	100	1.8	180
*Ελαιόλαδο	40L	8€/L	320
Μέλι ανθέων	100	4.7	470
Ζάχαρη	80	1	80
Σκόνη κακάο	20	5	100
Μαγειρική σόδα	10	1.5	15
Σκόνη βανιλίνης	2	18	36
Σκόνη κελύφους αυγού	15	-	-
Νερό	100	-	-
<b>Σύνολο (ανά ημέρα):</b>			<b>2821</b>

Προσθέτοντας και το ημερήσιο κόστος της πρώτης ύλης προκύπτει  $2821+192=3013\text{€/ημέρα}$ . Το εργοστάσιο σε ετήσια βάση λειτουργεί 305 ημέρες (εξαιρουμένων των αργιών και των Κυριακών). Άρα τα έξοδα των πρώτων υλών και της αμοιβής των εργατών ανέρχονται στα 918965€ ετησίως.

Όσον αφορά τη συσκευασία χρειάζονται 2400 συσκευασίας/ημέρα. Το κόστος της μίας συσκευασίας υπολογίζεται στα 0.05€. Άρα ανά ημέρα απαιτούνται 120€ και ετησίως 36600€. Επομένως, το συνολικό κόστος της διαδικασίας της παραγωγής κοστίζει **955565€ ετησίως**.

Με βάση την παραπάνω δυναμικότητα, παράγονται περίπου 876000 συσκευασίες ετησίως από τη μονάδα επεξεργασίας. Κάνοντας μια αισιόδοξη πρόβλεψη πώλησης 500000 εξ αυτών ανά χρόνο με τιμή 3.5€/συσκευασία (τιμή επιλέχθηκε με βάση το ερωτηματολόγιο του παραρτήματος), αναμένονται έσοδα 1750000€ (με βάση το διάγραμμα της αγοράς της Ελλάδας παραπάνω, αντιστοιχεί σε κάλυψη 0.64%) και κέρδη της τάξης του **800000€**. Φυσικά μεταξύ της αγοράς και εγκατάστασης των συσκευών, της ενοικίασης χώρων και του πάγιου κόστους, το μεγαλύτερο μέρος αυτών των εσόδων θα διατεθεί στην απόσβεση της επένδυσης και κάλυψη των όποιων αναγκών. Έτσι, εκτιμάται πως θα υπάρξει κέρδος μετά τον δεύτερο χρόνο.

### 3. Διεργασίες

Παρακάτω παρουσιάζονται ένα συνοπτικό διάγραμμα ροής των διεργασιών (και συσκευών) που χρησιμοποιούνται σε βιομηχανικό επίπεδο για την παρασκευή του προϊόντος, όπως και μια πιο αναλυτική εξήγηση για το ρόλο της καθεμίας.

Αρχικά πρέπει να γίνει η παρασκευή της σκόνης του κελύφους αυγού, όπως και της βάσης του οσπρίου για το δημητριακό. Στη συνέχεια, τα δύο προϊόντα θα αναμιχθούν για να δώσουν το τελικό προϊόν. Γίνεται η παραδοχή πως η ποσότητα 15 kg σκόνης αντιστοιχεί σε 15 kg κελυφών. Αυτό στην πραγματικότητα δεν ισχύει, καθώς ένα μέρος θα απομακρυνθεί στη φυγοκέντριση, ένα μέρος θα απορριφθεί μετά την κοσκίνιση, ενώ σε όλες τις διεργασίες ενδέχεται να παραμείνουν υπολείμματα στις συσκευές. Ωστόσο, γίνεται αυτή η απλοποίηση για καλύτερη κατανόηση της γραμμής παραγωγής

Αξίζει να αναφερθεί πως οι συσκευές και οι δυναμικότητες αυτών είναι ενδεικτικές και δεν αποτελούν αποτέλεσμα εκτενούς μελέτης (πλην των περιπτώσεων της διαστασιολόγησης). Πολλές φορές ενδέχεται ο χρόνος λειτουργίας μιας μηχανής να μην αντικατοπτρίζει το κόστος εγκατάστασής της. Ωστόσο, όπως και σε ένα εργαστήριο, μηχανήματα μπορούν να

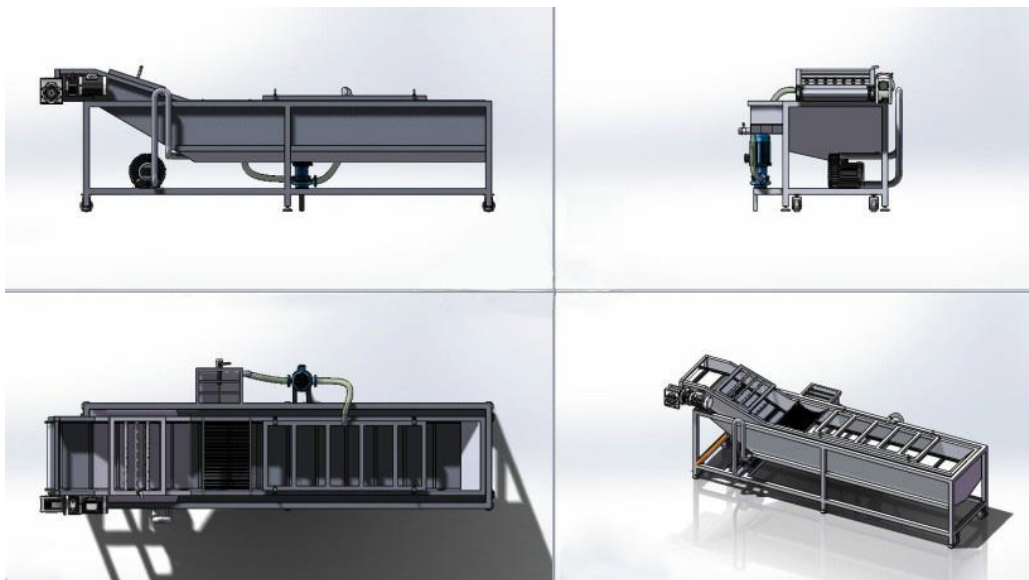
χρησιμοποιούνται για μονάχα μικρό μέρος ενός πειράματος (αντιστοίχως εδώ της παραγωγής) ή να χρησιμοποιούνται και για άλλα πειράματα. Συνεπώς, ορισμένα μηχανήματα μπορεί να χρησιμοποιούνται μέσω ενοικίασης ή συνεργασίας και γενικότερα δεν αποτελεί πρόβλημα ο μικρός χρόνος χρήσης τους κατά τη διάρκεια μίας ημέρας για την επιθυμητή παραγωγή.

### 3.1. Ανάλυση Διεργασιών

#### 3.1.1. Σκόνη Κελύφους

##### *Ξέπλυμα*

Σε ένα κατάλληλο **πλυντήριο** τοποθετείται η ποσότητα κελύφους αυγών που έχει συλλεχθεί και απαιτείται. Το ξέπλυμα βοηθάει στο διαχωρισμό πιθανών υπολειμμάτων από το ασπράδι του αυγού ή και άλλων ανεπιθύμητων οργανισμών που μπορεί να προήλθαν από τη φύλαξη των κελυφών. Παρόλο που δεν υπάρχει κάποια συσκευή που να χρησιμοποιείται για αυτόν το σκοπό σε βιομηχανική κλίμακα, υπάρχουν μηχανήματα με παρόμοια δράση. Για παράδειγμα, υπάρχουν βιομηχανικά μηχανήματα για το πλύσιμο φρούτων, τα οποία εκτιμάται πως θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν με μικρές παραλλαγές και σε αυτήν την περίπτωση. Μια ενδεικτική εικόνα φαίνεται παρακάτω (*How to Clean Fruit, Fruit and Vegetables Washer Machine*, n.d.).



Εικόνα 3.1: Σχεδιάγραμμα Συσκευής Πλύσεως για τα Κελύφη

Ακόμη και οι μικρότερες αυτών των μηχανών έχουν μεγάλη δυναμικότητα (1-2 tn/hr), άρα δεν θα επιφέρουν περαιτέρω περιορισμούς στην παραγωγή. Το πλυντήριο αποτελείται από μια μεγάλη δεξαμενή που έχει διαδοχικούς κυλίνδρους και μια μεταφορική ταινία, μέσω των οποίων θα

κινούνται τα κελύφη, ενώ από πάνω ή τα πλάγια θα ψεκάζεται νερό μέσω κατάλληλων ψεκαστήρων (ή εναλλακτικά και αέρας μέσω φυσητήρα για πιο γρήγορη διαδικασία). Λόγω του τρόπου λειτουργίας, εκτιμάται πως η διεργασία δε θα οδηγήσει στο θρυμματισμό των κελυφών, ενώ μέχρι και μικρά κομμάτια θα παρασυρθούν αποτελεσματικά από τη ροή του νερού λόγω της κατηφορικής διάταξης. Η διαδικασία απαιτεί μονάχα νερό, το οποίο μπορεί ενδεχομένως να χρησιμοποιηθεί ύστερα και σε επόμενες διεργασίες, όπως του βρασμού, αν δεν έχει μολυνθεί με ουσίες μη αντιμετωπίσιμες. Αν αναλογιστεί κανείς ότι στο χέρι ποσότητα κελύφους αυγών 10 g (περίπου 1.5 ολόκληρο κέλυφος) απαιτούν περίπου 10 δευτερόλεπτα να ξεπλυθούν αποτελεσματικά με μια συμβατική βρύση, είναι ασφαλής εκτίμηση πως μια ποσότητα 15 kg θα χρειαζόταν 150000 δευτερόλεπτα ή αλλιώς 4.17 ώρες. Φυσικά, όπως και σε επόμενες διεργασίες, δε θα περνάει όλη η ποσότητα μαζί αλλά σταδιακά κατά τη διάρκεια της μέρας, οπότε στις 16 ώρες λειτουργίας της μονάδας, θα χρειάζεται το μηχάνημα να λειτουργεί μονάχα στο  $\frac{1}{4}$  περίπου του χρόνου.

### *Παστερίωση*

Μετά τη διεργασία της έκπλυσης, τα τσόφλια αυγού τοποθετούνται σε βραστήρα που εμπεριέχει κατάλληλο **εναλλάκτη θερμότητας** (αναλυτικότερη παρουσίαση αυτού σε επόμενη υποπαράγραφο), με θερμό και κρύο ρευστό το νερό. Με τη θερμοκρασία να φτάνει στους 90°C περίπου (δεν απαιτείται βρασμός του νερού εξάλλου), οι οποιοιδήποτε παθογόνοι μικροοργανισμοί (όπως σαλμονέλα) εξοντώνονται. Χρειάζεται προσοχή να μην δημιουργηθούν υπερβολικοί αφροί ή να χρησιμοποιηθεί κατάλληλη διεργασία απομάκρυνσής τους (όπως διήθηση). Χρήσιμη θα ήταν επίσης η χρήση αναδευτήρα για πιο ομοιόμορφη και γρήγορη κατανομή της θερμοκρασίας ή η χρήση χαμηλότερων πιέσεων (υπό έλεγχο) για καλύτερη μεταφορά θερμότητας μέσω του βρασμού (άρα γρηγορότερη διεργασία). Για να συμπεριληφθούν όλες οι περιπτώσεις κελυφών αυγών (διαφορετικής προέλευσης ενδεχομένως), η διαδικασία διαρκεί περίπου 20 λεπτά ανά παρτίδα. Αν γίνει η παραδοχή ότι ο όγκος του βραστήρα να είναι μεγαλύτερος κατά δέκα φορές σε σχέση με μια συμβατική κατσαρόλα, η οποία θα χωρούσε δέκα τουλάχιστον αυγά, άρα δέκα ολόκληρα κελύφη, χωρούν συνολικά 100 ολόκληρα κελύφη. Ένα κέλυφος έχει βάρος κατά μέσο όρο λίγο παραπάνω από 7g (John-Jaja et al., 2016), άρα σε μια παρτίδα μπορούν να βράσουν 700 g κελυφών ταυτόχρονα. Συνεπώς χρειάζονται 21.4 παρτίδες για

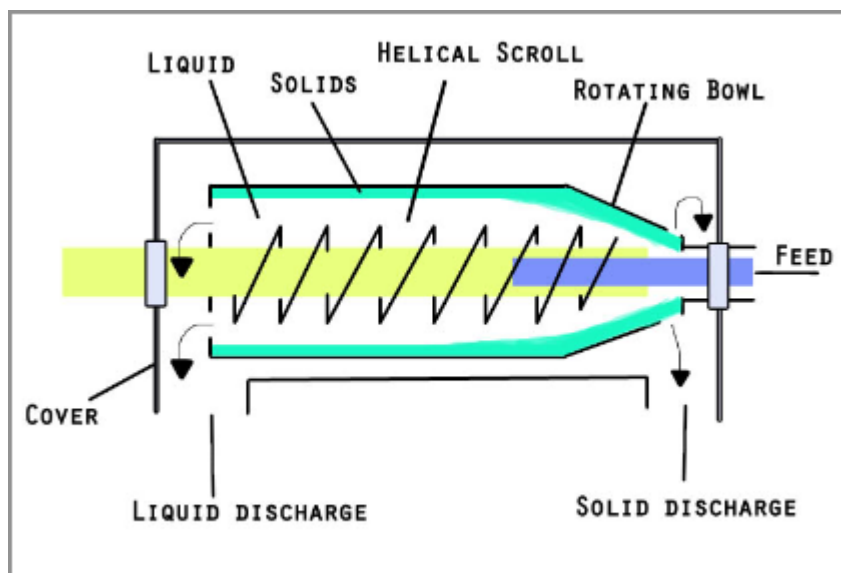


την κάλυψη των 15 kg και (στρογγυλοποιώντας) χρόνος 22 παρτίδες\*20 λεπτά = 440 λεπτά για όλες τις παρτίδες ή εναλλακτικά 7.33 ώρες (λιγότερες από τις μισές που δουλεύει το εργοστάσιο).

### *Φυγοκέντρωση*

Επειδή είναι πιθανόν να έχουν απομείνει υπολείμματα (κατά βάση το λεγόμενο χάλαζα), είναι θεμιτή η χρήση μιας **συσσκευής φυγοκέντρωσης** που μπορεί να απομονώσει αυτά τα περιττά κομμάτια του αυγού, τα οποία μπορεί να μην καταφέρουν να απομακρυνθούν σε προηγούμενες ή επόμενες διεργασίες. Παρόλο που δεν υπάρχουν ενδείξεις για σοβαρά προβλήματα λόγω παραμενόντων κομματιών σαν αυτών, κρίνεται θεμιτή αυτή η διαδικασία για αποφυγή απρόσμενων κινδύνων ή χειρότερης γεύσης στο τελικό προϊόν. Ενδέχεται ορισμένα από τα κελύφη να σπάσουν κατά τη διαδικασία, αλλά αυτό δεν αποτελεί πρόβλημα, εφόσον εν τέλει θα χρειαστεί να γίνουν σκόνη ούτως ή άλλως. Θα χρειαστεί μια φυγόκεντρος συμπαγούς κυπέλλου (solid bowl centrifuge), εφόσον ο διαχωρισμός είναι μεταξύ δύο στερεών.

Η λειτουργία βασίζεται στο ότι υπάρχει διαφορετική πυκνότητα σε όλα τα αχρείαστα υλικά, που θα ξεκολλήσουν και θα καθιζάνουν (ή αιωρηθούν) χάρη στη φυγόκεντρο δύναμη λόγω περιστροφής. Χρήσιμη θα ήταν επίσης και η χρήση κάποιου υγρού που θα βοηθήσει αυτήν την ιζηματοποίηση (κατά πάσα πιθανότητα νερό), ενώ και η προσθήκη πολυμερούς έχει αποδειχθεί πως μπορεί να βοηθήσει σε καλύτερο διαχωρισμό (πιθανή μελλοντική αναβάθμιση) (*Centrisys/CNP*, n.d.). Ακόμη, η καλύτερη διάταξη για την απομάκρυνση του νερού και τον ίδιο το διαχωρισμό είναι η κωνική. Αν και δεν υπάρχουν επαρκείς έρευνες για τη χρήση αυτής της μηχανής στη βιομηχανία τροφίμων, δεν υπάρχουν αντενδείξεις κατά της χρήσης της, οπότε κρίνεται ως μια ελπιδοφόρα επιλογή με τις κατάλληλες τροποποιήσεις. Μια συμβατική συσκευή φυγοκέντρωσης τέτοιου τύπου ικανοποιεί όγκο 5 γαλόνια, δηλαδή 19 L (*Solid Bowl Centrifuge*, n.d.). Αν αυτός ο όγκος αντιστοιχεί σε 54 περίπου αυγά (μέσο μέγεθος), δηλαδή περίπου 378 g κελύφων, τότε για τα 15 kg κελύφων η διαδικασία θα πρέπει να επαναληφθεί 40 φορές περίπου. Είναι μια διεργασία που διαρκεί περίπου 15 λεπτά στα 1000-1500 rpm ανά παρτίδα, άρα συνολικά χρειάζονται 600 λεπτά ή 10 ώρες. Στην πραγματικότητα μάλιστα θα χρειάζονται ακόμη λιγότερες αν χρησιμοποιηθεί μια συσκευή τέτοιου μεγέθους, εφόσον τα κελύφη των αυγών δεν θα είναι ολόκληρα, αλλά ήδη εν μέρει σπασμένα, οπότε θα καταλαμβάνουν θεωρητικά λιγότερο όγκο. Παρακάτω φαίνεται και ένα χαρακτηριστικό σχεδιάγραμμα μιας τέτοιας συσκευής φυγοκέντρωσης.



Εικόνα 3.2: Σχήμα Φυγόκεντρου Συμπαγούς Κυπέλλου

### Θέρμανση/Ξήρανση

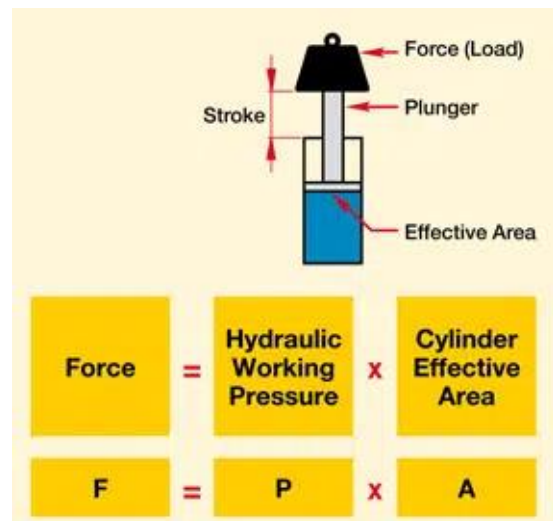
Σειρά έχει η διεργασία της θέρμανσης, η οποία έχει διπλό ρόλο. Από τη μια πλευρά, εξοντώνονται ακόμη και κάποιοι μικροοργανισμοί, που ίσως έχουν επιβιώσει από τη διαδικασία του βρασμού, συμβάλλοντας έτσι στην απόλυτη ασφάλεια του τελικού προϊόντος. Από την άλλη πλευρά, βοηθάει στο να ξηραθούν τα τσόφλια, ώστε να είναι πιο εύκολη η διαδικασία της άλεσής τους που θα ακολουθήσει. Η θέρμανση λαμβάνει χώρα στον **φούρνο** και γίνεται σε θερμοκρασία περίπου 120°C, διαρκώντας 15 λεπτά. Αν υποθεθεί πως ένα αυγό έχει διαστάσεις 65 mm μήκος και 45 mm ακτινικό μήκος (*Egg Sizes and Dimensions - Brinsea, n.d.*), τότε μπορεί να χρησιμοποιηθεί φούρνος διαστάσεων 45x65 cm ανά πλάκα με 3 πλάκες (πανομοιότυπος της διπλανής εικόνας). Έτσι, μπορούν να θερμανθούν ταυτόχρονα 300 κελύφη αυγών, που αντιστοιχούν σε βάρος 2100g (7g/κέλυφος αυγού). Αν η διαδικασία ακολουθηθεί άλλες 7 με 8 φορές, καλύπτεται η ανάγκη των 15kg σε συνολικό χρόνο 120 λεπτών, δηλαδή 2 ωρών. Η πολύ μικρή χρήση εδώ του φούρνου, επιτρέπει πιθανώς τη χρησιμοποίηση της ίδιας συσκευής και αργότερα κατά τη διάρκεια της ξήρανσης του δημητριακού ή αντιστρόφως εκείνος ο ξηραντήρας να χρησιμοποιηθεί εδώ.



Εικόνα 3.3: Τυπικός Φούρνος Πλακών

### Κονιορτοποίηση

Αφότου θερμανθούν (και αφεθούν να κρυώσουν) τα κελύφη, σειρά έχει η θρυμματοποίησή τους, η οποία θα γίνει σε δύο στάδια. Το πρώτο είναι η κονιορτοποίηση, η οποία επιτυγχάνεται μέσω της χρήσης **πρέσας**. Αυτή σπάει τα κελύφη σε μικρότερα κομμάτια, αλλά δεν παρέχει έτοιμη τη σκόνη. Ενδεικτικό μέγεθος της δυναμικότητας μιας υδραυλικής πρέσας είναι η αποτελεσματική επιφάνειά της. Επιλέγοντας μια μεγάλου μεγέθους πρέσα, μια λογική τιμή της αποτελεσματικής επιφάνειας μπορεί να είναι γύρω στα  $0.32 \text{ m}^2$  (Robc, 2023). Ως χονδρική προσέγγιση θα μπορούσε ακόμη



Εικόνα 3.4: Σχεδιάγραμμα Λειτουργίας Πρέσας (Robc, 2023)

να χρησιμοποιηθεί ότι η επιφάνεια που καλύπτει κάθε αυγό είναι ένας κύκλος βασισμένος στο προηγούμενο ακτινικό μήκος, δηλαδή  $A = \pi \cdot 0.045^2 = 0.0064 \text{ m}^2$ . Συνεπώς, με μια απλή διαίρεση υπολογίζεται πως ανά παρτίδα χρησιμοποιούνται τα κελύφη από 50 αυγά, δηλαδή με τις προηγούμενες παραδοχές βάρους κελυφών  $0.35 \text{ kg}$ . Ενδεικτική διάρκεια της διαδικασίας είναι τα 15 λεπτά (μαζί με την τοποθέτηση και τη χρήση) και η διαδικασία πρέπει να επαναληφθεί περίπου 43 φορές, κάτι που θα διαρκέσει συνολικά  $10.75 \text{ hr}$ . Η τιμή αυτή είναι στα όρια της δυναμικότητας, ενώ μπορεί να χρησιμοποιηθεί μεγαλύτερη ή μικρότερη αποτελεσματική επιφάνεια αν σκοπός είναι η μείωση ή η αύξηση αυτού του χρόνου αντίστοιχα. Όσον αφορά την πίεση, δεν υπάρχουν περιορισμοί, αλλά προφανώς όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή, τόσο αποτελεσματικότερη θα είναι η θρυμματοποίηση (λόγω της μετέπειτα ύπαρξης αλεστή, δεν χρειάζονται μεγάλες τιμές).

### Άλεση

Στο δεύτερο στάδιο της θρυμματοποίησης, τα μικρά κομμάτια των κελυφών οδηγούνται στον **αλεστή**. Με τη βοήθεια αυτού, γίνονται τώρα πραγματικά σκόνη, αφού είναι μια πιο αποτελεσματική συσκευή. Ωστόσο, πλέον χονδρικές προσεγγίσεις είναι δύσκολο να γίνουν, εφόσον πρόκειται πλέον για μικρά κομμάτια και όχι κελύφη που έχουν σπάσει στα 2 ή στα 3 ή στα 4. Αντί αυτού, χρησιμοποιείται η υπολογισμένη πυκνότητα από την έρευνα του Harms (1990) που υπολόγισε την πυκνότητα του ίδιου του κελύφους σε  $2.15 \text{ g/cm}^3$  ( $2.15 \text{ kg/L}$ ). Διαλέγοντας μια

σχετικά μικρή δυναμικότητα αλεστή 4L, ανά παρτίδα καλύπτεται παραγωγή 8.6 kg, δηλαδή η



Εικόνα 3.5: Φωτογραφία Τυπικού Αλεστή

διαδικασία χρειάζεται να επαναληφθεί άλλη 1 μονάχα φορά. Χρειάζεται βέβαια και περισσότερος χρόνος, ώστε να γίνουν σκόνη όλα τα κελύφη (ενδεικτικά 45 λεπτά), αλλά και πάλι αναμένεται ολοκλήρωση της διαδικασίας σε 1.5 ώρα. Λόγω της μικρής χρονικής διάρκειας που απαιτείται, μπορεί να επιλεγεί ακόμη μικρότερος αλεστής ή να επαναληφθεί η διαδικασία στα ήδη αλεσμένα προϊόντα, αν το μέγεθος των κόκκων της σκόνης δεν είναι ικανοποιητικό.

### Κοσκίνιση

Τα παραπάνω χρειάζεται να συνδυαστούν με μια **συσσκευή κοσκίνισης**. Με αυτόν τον τρόπο, εξασφαλίζεται ότι στη σκόνη δε θα υπάρχουν κομμάτια μεγαλύτερα μιας προκαθορισμένης τιμής, η οποία επιλέγεται να είναι τα 50  $\mu\text{m}$ . Μάλιστα, μπορούν να υπάρχουν και άλλες πλάκες μεγαλύτερων μεγεθών, όπου τα υπολείμματα που μένουν εκεί δεν απορρίπτονται, αλλά επαναπροωθούνται στον αλεστή για περαιτέρω επεξεργασία. Θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ένα ειδικό κόσκινο (πανομοιότυπο με αυτά της DIN 4188 της φωτογραφίας) με συνεχή λειτουργία για 25 λεπτά (+5 τη συλλογή της σκόνης) και χρήση του 70% πλάτους ταλάντωσης (έστω ότι είναι 2mm). Είναι δύσκολο να υπολογιστεί η ακριβής επιφάνεια της σκόνης που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ταυτόχρονα χωρίς να γίνει αντίστοιχο πείραμα, αλλά η λογική λέει πως μια συμβατική συσκευή κοσκίνισης είναι



Εικόνα 3.6: Συσκευή Κοσκίνισης

αρκετή για να δώσει τα 15 kg σκόνης που χρειάζονται. Η κοσκίνιση μπορεί να γίνει υπό υγρές ή ξηρές συνθήκες. Οι ξηρές κρίνονται σε αυτήν την φάση πιο κατάλληλες. Μπορεί να γίνει μάλιστα και ζύγιση με αναλυτικό ζυγό για επιβεβαίωση της ποσότητας. Μετά και από αυτήν τη διεργασία είναι έτοιμη η σκόνη κελύφους (Εργαστήριο Χημικής Μηχανικής Ι, 2024).

### 3.1.2. Αλεύρι Οσπρίου & Άλλα Υλικά

Το αλεύρι οσπρίου λαμβάνεται έτοιμο από προμηθευτές σε χονδρική. Συνηθίζεται να είναι φακής (ενώ μπορεί να είναι και ρεβιθιού) και συνδυάζεται και με μικρότερες ποσότητες αλευριού για όλες τις χρήσεις. Προτιμώνται προμηθευτές που δεν χρησιμοποιούν περιττά φυτοφάρμακα ή πρόσθετα (κατά την παραγωγή των οσπρίων ή του αλευριού τους) και έχουν εισάγει νέες περιβαλλοντικά φιλικές τεχνικές στην παραγωγή.

Τα υπόλοιπα υλικά είναι ζάχαρη, κακάο, μέλι, ελαιόλαδο, μαγειρική σόδα (που λειτουργεί ως binder) και βανίλια. Όλα λαμβάνονται έτοιμα και οι αναλογίες τους αναγράφονται στον πίνακα της δυναμικότητας της μονάδας επεξεργασίας (παράγραφος 2.7).

Ένα ακόμη υλικό που μπορεί να χρησιμοποιηθεί (αν κριθεί απαραίτητο μετά από κατάλληλη μελέτη) είναι το κιτρικό οξύ (σε μικρές ποσότητες) (Lacour et al., 1997). Αυτό λαμβάνεται σε έτοιμη μορφή και προστίθεται, ώστε να βοηθήσει στη δέσμευση του ασβεστίου από τον οργανισμό.



Εικόνα 3.7: Πλανητικό Μίξερ Κουζίνας με Εξαρτήματα

### 3.1.3. Μίγμα

#### Ανάμιξη/Ανάδευση

Όλα τα παραπάνω αναμειγνύονται στον κατάλληλο αναμικτήρα και αναδεύονται με τον κατάλληλο αναδευτήρα. Επιλέγεται ως πιο κατάλληλο ένα πλανητικό μίξερ (planetary mixer), παρόμοιο με αυτά μιας κουζίνας (φαίνεται σε εικόνα δίπλα ένα μίξερ τέτοιου τύπου), αλλά σε βιομηχανικό επίπεδο. Λόγω της μικρής (αρχικά τουλάχιστον) παραγωγής, μπορεί να επιλεγεί ένα μίξερ χωρητικότητας 30 L, το οποίο αναμένεται να δίνει ανά 10 λεπτά προϊόν 10 kg (batch διεργασία, καθώς πρέπει να απομακρύνεται) (OmegaOne, n.d.). Εφόσον σε μια μέρα στόχος είναι η παραγωγή 900 kg δημητριακού και ο ρυθμός παραγωγής (με βάση τα παραπάνω) είναι 1 kg/min, χρειάζονται συνολικά 900 λεπτά ή 15 ώρες για την συνολική ανάμιξη. Φυσικά, υπάρχουν και μεγαλύτερες συσκευές που παράγουν την ίδια ποσότητα σε μικρότερο χρόνο, αλλά εφόσον αυτή

είναι η παραγωγή που απαιτείται και γνωρίζοντας ότι με την αύξηση του μεγέθους του αναμικτήρα, ενδέχεται να μειώνεται η ομογενοποίηση, επιλέγεται αυτή η δυναμικότητα ως κατάλληλη. Το μίξερ μάλιστα θα έχει και ένα προσάρτημα γάντζου ζύμης (τρίτο εξάρτημα στην παρακάτω εικόνα), ώστε να είναι πιο εύκολη (και γρήγορη) η ανάδευση όταν το μίγμα πάρει τη μορφή ζύμης.

#### *Εκβολή/Διαμόρφωση Σχήματος*

Όταν ολοκληρωθεί η ομογενοποίηση, η ζύμη οδηγείται σε κατάλληλο είδος διαμορφωτήρα (**συσκευή εκβολής**), ώστε να δοθεί το βέλτιστο σχήμα και καλούπι στο τελικό προϊόν. Επιλέγεται ένας εκβολέας διπλού κοχλία. Ένα τέτοιο σύστημα χαρακτηρίζεται από αυτοκαθαρισμό, καλή ανάμιξη (η οποία συνεχίζεται έτσι και στο στάδιο αυτό), μέτρια δύναμη διάτμησης (αρκετή για το προϊόν) και υψηλή δυναμικότητα. Είναι κατάλληλο για τρόφιμα υψηλής υγρασίας (όπως είναι η ζύμη σε αυτό το στάδιο), αλλά και υψηλής περιεκτικότητας σε συστατικά τύπου πρωτεϊνών, κάτι που αποτελεί στόχο για το δημητριακό. Το καλύτερο σύστημα για την καλύτερη ομογενοποίηση και διαμόρφωση είναι μάλλον αυτό της αντίστροφης περιστροφής με διαπλεκόμενα συστήματα (Singh and Heldman, 2014). Επίσης, για αποφυγή ψήσιματος του δημητριακού πριν το κατάλληλο στάδιο, χρησιμοποιείται εκβολέας ψυχρής εκβολής.

#### *Ξήρανση/Ψήσιμο (+συσκευασία)*

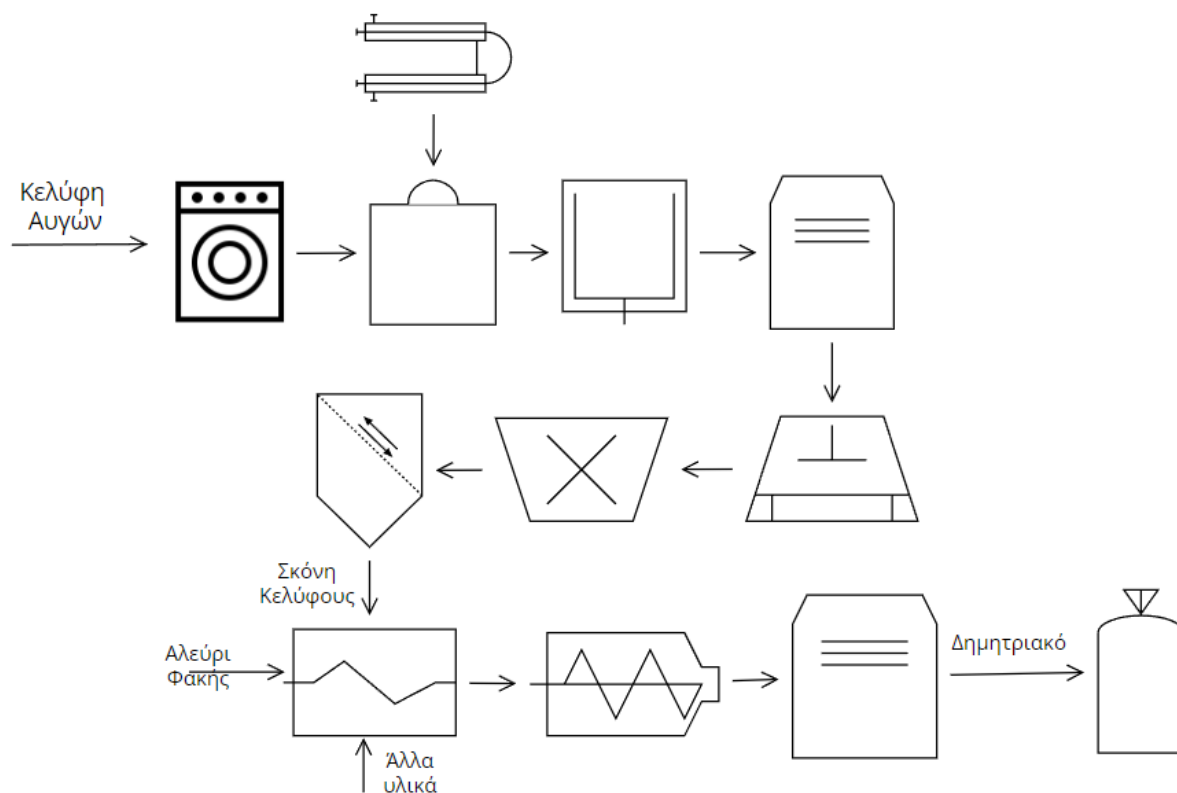
Οδηγείται, στη συνέχεια, σε **ξηραντήρα**, ώστε να αφαιρεθεί η όποια υγρασία και γίνεται συγχρόνως και το τελικό ψήσιμο του προϊόντος. Η διαστασιολόγηση αυτού του ξηραντήρα θα αναλυθεί σε επόμενη υποπαράγραφο. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί φυσικά και στην πρώτη ξήρανση αν το επιτρέπει η δυναμικότητα. Τέλος, το προϊόν οδηγείται στη συσκευασία (πληροφορίες σχετικά με αυτήν σε επόμενη υποπαράγραφο), αφότου αφεθεί να έρθει σε θερμοκρασία περιβάλλοντος και είναι πια έτοιμο.

### 3.2. Διάγραμμα Ροής

Συνοψίζοντας όλες τις παραπάνω διεργασίες που περιεγράφηκαν, κατασκευάζεται ένα διάγραμμα ροής, όπως και ένα σχεδιάγραμμα της γραμμής παραγωγής του προϊόντος.



Εικόνα 3.8: Διάγραμμα Ροής Διεργασιών



Εικόνα 3.9: Σχεδιάγραμμα Γραμμής Παραγωγής

### 3.3. Διαστασιολόγηση

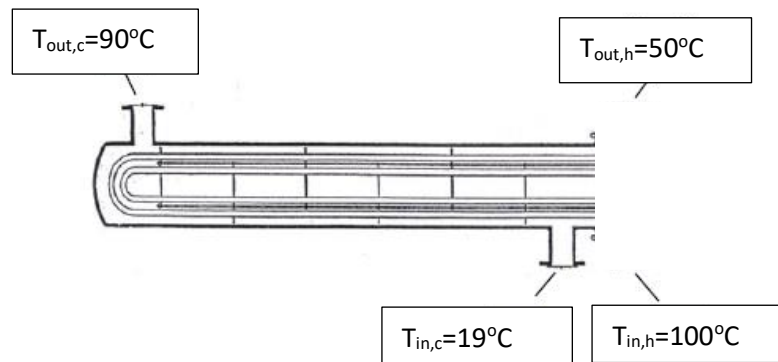
#### 3.3.1. Εναλλάκτης Θερμότητας

Για την παροχή θερμού νερού για την παστερίωση των κελυφών, χρησιμοποιείται εναλλάκτης θερμότητας. Επιλέχθηκε εναλλάκτης θερμότητας κελύφους-αυλών, αντιρροής. Το ρευστό που χρησιμοποιείται είναι νερό, τόσο για το θερμό ρεύμα όσο και για το ψυχρό. Οι αυλοί είναι 16, με τριγωνική διάταξη, και έχουν εσωτερική διάμετρο  $d_i=1,02\text{cm}$  και εξωτερική διάμετρο  $d_o=1,27\text{cm}$ . Η θερμική αγωγιμότητα τοιχωμάτων αυλών είναι  $k_w=25,9\text{ W/mK}$ . Το κέλυφος έχει διάμετρο  $15,4\text{cm}$ .

Το θερμό ρεύμα μπορεί να προέρχεται από την εκμετάλλευση κάποιου σημείου της εγκατάστασης το οποίο εκλύει θερμότητα ανεπιθύμητη για αυτό το σημείο. Διαφορετικά, χρειάζεται να γίνει η θέρμανση του με άλλον τρόπο, πριν την είσοδο στον εναλλάκτη. Στα πλαίσια της εργασίας δεν έχει μελετηθεί περαιτέρω αυτή η διαδικασία.

Οι θερμοκρασίες εισόδου και εξόδου των ρευστών ρευμάτων είναι:

- Θερμό ρεύμα :  $T_{in,h}=100^\circ\text{C}$   $T_{out,h}=50^\circ\text{C}$
- Ψυχρό ρεύμα :  $T_{in,c}=19^\circ\text{C}$   $T_{out,c}=90^\circ\text{C}$



Εικόνα 3.10: Σχεδιάγραμμα Εναλλάκτη με Θερμοκρασίες Εισόδου-Εξόδου

Η θερμοχωρητικότητα του νερού δεν μεταβάλλεται πολύ με την θερμοκρασία, έτσι μπορεί να θεωρηθεί πως η τιμή της για την μέση θερμοκρασία κάθε ρεύματος είναι ικανοποιητική για τους υπολογισμούς. Από βιβλιογραφία προκύπτει :

- Θερμό ρεύμα  $\bar{T}_h = 75^\circ\text{C}$  :  $C_{p,h}=4,193\text{ kJ/kg }^\circ\text{C}$



- Ψυχρό ρεύμα  $\overline{T_c} = 54,5^\circ C$ :  $C_{p_c}=4,182 \text{ kJ/kg } ^\circ C$

Για την ημερήσια παραγωγή προϊόντος χρειάζονται περίπου 15 kg κελύφους αυγών, τα οποία θα βράσουν σε 800kg νερού, λόγω του μεγάλου όγκου που καταλαμβάνουν τα κελύφη. Επιλέγεται η προετοιμασία των κελυφών να γίνεται σε 4 παρτίδες μέσα στην μέρα, έτσι ώστε να υπάρχει η δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν μικρότερες και πιο οικονομικές συσκευές. Πιο συγκεκριμένα, ο εναλλάκτης θα ζεσταίνει κάθε φορά 200kg νερού σε διάρκεια λειτουργίας μίας ώρας, η οποία θεωρείται ικανοποιητική και με αμελητέες απώλειες θερμότητας για μονωμένες συσκευές.

Οι θερμότητες που εκλύουν/απορροφούν το θερμό και το ψυχρό ρεύμα υπολογίζονται ως εξής:

$$\dot{Q}_h = \dot{m}_h C_{p_h} (T_{h,in} - T_{h,out})$$

$$\dot{Q}_c = \dot{m}_c C_{p_c} (T_{c,out} - T_{c,in})$$

Εφαρμογή ισοζυγίου ενέργειας για αμελητέες απώλειες:

$$\dot{Q}_h = \dot{Q}_c \rightarrow$$

$$\dot{m}_h C_{p_h} (T_{h,in} - T_{h,out}) = \dot{m}_c C_{p_c} (T_{c,out} - T_{c,in}) \rightarrow$$

$$\dot{m}_h = \frac{200 \frac{kg}{h} * 4,182 \frac{kJ}{kg^\circ C} * (90 - 19)^\circ C}{4,193 \frac{kJ}{kg^\circ C} * (100 - 50)^\circ C} = 283,25 kg/h$$

Κατά μέσο όρο η μαζική παροχή σε κάθε αυλό :

$$\dot{m}_{tube,av} = \frac{\dot{m}_h}{16} = \frac{283,25}{16} kg/h = 17,70 kg/h$$

$$\text{Ροή θερμότητας : } \dot{Q} = \dot{Q}_c = 200 \frac{kg}{h} * 4,182 \frac{kJ}{kg^\circ C} * (90 - 19)^\circ C = 59384,4 \text{ kJ/h}$$

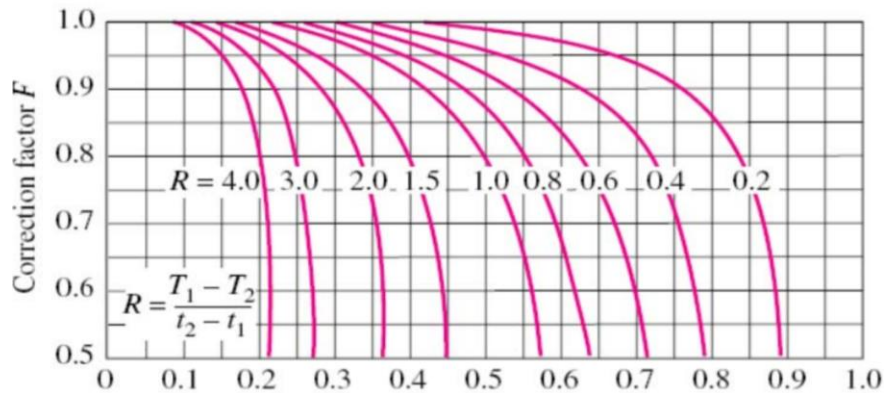
Μέση λογαριθμική διαφορά θερμοκρασίας :

$$\Delta T_{lm} = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln \left( \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2} \right)} = \frac{(100 - 90) - (50 - 19)}{\ln \left( \frac{100 - 90}{50 - 19} \right)} = 18,6^\circ C$$

Ο συντελεστής διόρθωσης F προσδιορίζεται από ειδικό διάγραμμα συσχέτισης, με τους λόγους:

$$P = \frac{T_{h,out} - T_{h,in}}{T_{c,in} - T_{h,in}} = \frac{50 - 100}{19 - 100} = 0,617$$

$$R = \frac{\dot{m}_h C p_h}{\dot{m}_c C p_c} = \frac{283,25 \frac{kg}{h} * 4,193 \frac{kJ}{kg^{\circ}C}}{200 \frac{kg}{h} * 4,182 \frac{kJ}{kg^{\circ}C}} = 0,706$$



Διάγραμμα 3.1: Διάγραμμα Υπολογισμού Συντελεστή Διόρθωσης F

Από το διάγραμμα της βιβλιογραφίας (Shah, 2014) προκύπτει  $F=0,75$ .

Η ροή θερμότητας  $Q$  συνδέεται με τον ολικό συντελεστή μεταφοράς θερμότητας,  $U$ , τον συντελεστή διόρθωσης  $F$ , την μέση λογαριθμική διαφορά θερμοκρασίας,  $\Delta T_{lm}$ , και το εμβαδόν της διαχωριστικής επιφάνειας,  $A$ , με την παρακάτω σχέση:

$$\dot{Q} = UFA\Delta T_{lm} \rightarrow UA = \frac{\dot{Q}}{F\Delta T_{lm}} = \frac{59384,4 \text{ kJ/h}}{0,75 * 18,6^{\circ}C} = 4256,9 \text{ kJ/h}^{\circ}C$$

- Για την ροή στο εσωτερικό των αυλών (θερμό ρεύμα) :

Η επιφάνεια διατομής των αυλών :

$$A_{tube} = \pi * \frac{d_i^2}{4} = \pi * \frac{(1,02 * 10^{-2})^2}{4} = 8,17 * 10^{-5} m^2$$

Λαμβάνοντας υπόψιν την μέση θερμοκρασία του θερμού ρεύματος ( $75^{\circ}C$ ), από την βιβλιογραφία προκύπτει :

- $\mu = 378 * 10^{-6} \text{ kg m}^{-1} \text{ s}^{-1}$

- $k = 663,4 * 10^{-3} W m^{-1} K^{-1}$

Αριθμός Reynolds :

$$Re = \frac{\dot{m}_{tube,av} * d_i}{A_{tube} * \mu} = \frac{17,70 \text{ kg/h} * 1,02 * 10^{-2} m}{8,17 * 10^{-5} m^2 * 378 * 10^{-6} kg m^{-1} s^{-1}} = 5,85 * 10^6$$

$$Pr = \mu \frac{Cp}{k} = 378 * 10^{-6} kg m^{-1} s^{-1} \frac{4,193 * 10^3 \frac{J}{kg K}}{663,4 * 10^{-3} W m^{-1} K^{-1}} = 2,93 * 10^{-3}$$

Αριθμός Nusselt:

$$Nu = 0,023 Re^{0,8} Pr^{0,33} = 0,023 (5,85 * 10^6)^{0,8} (2,93 * 10^{-3})^{0,33} = 8,13 * 10^2$$

$$Nu = h_i \frac{d_i}{k} \rightarrow h_i = 8,13 * 10^2 \frac{663,4 * 10^{-3} W m^{-1} K^{-1}}{1,02 * 10^{-2} m} = 5,29 * 10^4 W m^{-2} K^{-1}$$

- **Για την ροή στο εξωτερικό των αυλών (ψυχρό ρεύμα) :**

Η επιφάνεια της διατομής της ροής του ψυχρού ρεύματος είναι ίση με την διατομή του κελύφους μείον τις διατομές των αυλών επί 2 (2 διαδρομές αυλών).

$$S = \frac{\pi}{4} \left[ 15,4^2 - 2 * D_o^2 \sum_i N_i \right] = \frac{\pi}{4} [15,4^2 - 2 * 1,27^2 * (4 + 5 + 6)] = 148,26 cm^2$$

Διαβρεχόμενη περίμετρος

$$L = \pi \left[ 15,4 + 2 * D_o \sum_i N_i \right] = \pi [15,4 + 2 * 1,27 * (4 + 5 + 6)] = 168,07 cm$$

$$r_h = \frac{S}{L} = \frac{148,26}{168,07} = 0,882$$

Υδραυλική διάμετρος :  $d_e = 4 * r_h = 3,53 cm$

$$A_{shell} = \pi * \frac{d_e^2}{4} = \pi * \frac{(3,53 * 10^{-2})^2}{4} = 9,78 * 10^{-4} m^2$$

Λαμβάνοντας υπόψιν την μέση θερμοκρασία του ψυχρού ρεύματος (54,5° C), από την βιβλιογραφία προκύπτει :

- $\mu = 508 * 10^{-6} \text{ kg m}^{-1} \text{ s}^{-1}$
- $k = 645,24 * 10^{-3} \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$

Αριθμός Reynolds :

$$Re = \frac{\dot{m}_c * d_e}{A_{shell} * \mu} = \frac{200 \text{ kg/h} * 3,53 * 10^{-2} \text{ m}}{89,78 * 10^{-4} \text{ m}^2 * 508 * 10^{-6} \text{ kg m}^{-1} \text{ s}^{-1}} = 1,42 * 10^7$$

$$Pr = \mu \frac{Cp}{k} = 508 * 10^{-6} \text{ kg m}^{-1} \text{ s}^{-1} \frac{4,182 * 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg K}}}{645,24 * 10^{-3} \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}} = 3,29 * 10^{-3}$$

Αριθμός Nusselt:

$$Nu = 0,023 Re^{0,8} Pr^{0,33} = 0,023 (1,42 * 10^7)^{0,8} (3,29 * 10^{-3})^{0,33} = 1,84 * 10^3$$

$$Nu = h_o \frac{d_e}{k} \rightarrow h_o = 1,84 * 10^3 \frac{645,24 * 10^{-3} \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}}{3,53 * 10^{-2} \text{ m}} = 3,36 * 10^4 \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-1}$$

Μέση λογαριθμική διάμετρος αυλών :

$$d_{LM} = \frac{d_o - d_i}{\ln \left( \frac{d_o}{d_i} \right)} = \frac{1,27 - 1,02}{\ln \left( \frac{1,27}{1,02} \right)} = 1,14 \text{ cm}$$

Πάχος επιφάνειας εναλλαγής θερμότητας:

$$x_w = d_o - d_i = 1,27 - 1,02 = 0,25 \text{ cm}$$

Ο ολικός συντελεστής μεταφοράς μάζας για κυκλικό αγωγό υπολογίζεται από την παρακάτω σχέση:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_i} \frac{d_o}{d_i} + \frac{x_w}{k_w} \frac{d_o}{d_{LM}} + \frac{1}{h_o}} \rightarrow$$

$$U = \frac{1}{\frac{1}{5,29 * 10^4} \frac{1,27 * 10^{-2}}{1,02 * 10^{-2}} + \frac{0,25 * 10^{-2}}{25,9} \frac{1,27 * 10^{-2}}{1,14 * 10^{-2}} + \frac{1}{3,36 * 10^4}} \rightarrow$$

$$U = 6,22 * 10^3 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

Όπου,  $x_w$  το πάχος επιφάνειας εναλλαγής θερμότητας (τοίχωμα αυλών)

Η επιφάνεια εναλλαγής θερμότητας:

$$A = \frac{UA}{U} = \frac{4268,1 \frac{kJ}{h K}}{6,22 * 10^3 \frac{W}{m^2 K}} = \frac{4268,1 * 10^3 \frac{J}{3600s}}{6,22 * 10^3 \frac{W}{m^2}} = 0,190m^2$$

Υπολογισμός μέσου μήκος αυλών l:

$$A = 16 * \pi * 1,14 * 10^{-2}m * l \rightarrow$$
$$l = \frac{0,190m^2}{16 * \pi * 1,14 * 10^{-2}m} = 0,332m = 33,2cm$$

Οι αυλοί είναι σε σχήμα U γεγονός που σημαίνει ότι το κέλυφος θα πρέπει να έχει μήκος λίγο μεγαλύτερο από το μισό των αυλών. Επιλέγεται το μήκος του κελύφους να είναι L=18cm.

Το μήκος είναι μεν μικρό, αλλά λόγω των 16 αυλών και του χωρισμού σε 4 παρτίδες, είναι αναμενόμενο, ιδίως από τη στιγμή που οι απαιτήσεις θέρμανσης δεν είναι τεράστιες.

### 3.3.2. Ξηραντήρας

Μία από τις πιο βασικές διεργασίες στην παρασκευή του τελικού προϊόντος είναι η ξήρανση για το δημητριακό. Η ημερήσια παραγωγή των 900 kg τελικού προϊόντος θεωρείται μικρή για μια βιομηχανική μονάδα και για αυτό επιλέγεται διαλείπουσα διεργασία ξήρανσης (batch) και όχι συνεχής.

Έγινε επιλογή ενός ξηραντήρα δίσκων (Tray Dryer), ο οποίος αποτελεί μια οικονομική λύση ξήρανσης. Τα δημητριακά τοποθετούνται σε ρηχούς δίσκους, οι οποίοι έχουν μικρή κατακόρυφη απόσταση μεταξύ τους. Η ξήρανση



Εικόνα 3.11: Ξηραντήρας Δίσκων Kronitek

γίνεται μέσω θερμού ρεύματος αέρα, το οποίο έχει την δυνατότητα να απομακρύνει τους παραγόμενους υδρατμούς. Πιο συγκεκριμένα θα χρησιμοποιηθεί ξηραντήρας της εταιρίας

Kronitek (φαίνεται στην εικόνα), με 15 δίσκους διαστάσεων 780\*540\*30mm (*Food Dehydration Machine | Fruit and Vegetable Dehydrator*, n.d.).

Θα επιλεγεί ο εισερχόμενος αέρας στον ξηραντήρα να είναι σε θερμοκρασία 54°C και 10% σχετική υγρασία, και ταχύτητα 3m/s. Από ψυχομετρικό διάγραμμα, προκύπτει πως η θερμοκρασία υγρού βολβού είναι 26°C. Σε αυτήν την θερμοκρασία η λανθάνουσα ενθαλπία εξάτμισης νερού είναι 2440,2\*10<sup>3</sup>J/kg. Θεωρούμε πως η θερμοκρασία των δημητριακών είναι 25°C κατά την διάρκεια της ξήρανσης.

Για τον αέρα στους 54°C, από την βιβλιογραφία :

- Πυκνότητα  $\rho=1,044\text{kg/m}^3$
- Ιξώδες  $\mu=19,672*10^{-6}\text{m}^2/\text{s}$
- Θερμική αγωγιμότητα  $k=0,0275\text{ W/[mK]}$
- Αριθμός Prandtl  $Pr=0,71$

Ο θάλαμος όπου γίνεται η ξήρανση θα έχει διαστάσεις 0,6m x 0,8m εσωτερικά.

Υδραυλική διάμετρος :

$$d_e = 4 \frac{L_1 L_2}{2L_1 + 2L_2} = 4 \frac{0,6 * 0,8}{2 * 0,6 + 2 * 0,8} = 0,686\text{m}$$

Αριθμός Reynolds:

$$Re = \frac{\rho u d_e}{\mu} = \frac{1,044 * 3 * 0,686}{19,672 * 10^{-6}} = 10,92 * 10^4$$

Αριθμός Nusselt :

$$Nu = \frac{h d_e}{k} = 0,037 Re^{0,8} Pr^{0,33}$$

$$Nu = 0,037 * (10,92 * 10^4)^{0,8} 0,71^{0,33} = 354,495$$

Συντελεστής μεταφοράς θερμότητας αέρα :

$$Nu = \frac{h d_e}{k} \rightarrow h = 354,495 \frac{0,0275}{0,686} = 14,217\text{ W/m}^2\text{K}$$

$$\Delta\text{ΥΝΑΜΙΚΗ: } 900 \left( \frac{\text{kg}}{\text{day}} \right) * \left( \frac{1 \text{ day}}{24 \text{ hr}} \right) = 37.5 \frac{\text{kg}}{\text{hour}}$$

ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ:

- Υπάρχει πάντα διαθέσιμη ποσότητα σκόνης κελύφους για την ανάμιξη.
- Ο εκβολέας ως συνεχής διεργασία δύναται να τροφοδοτεί ανά πάσα στιγμή με νωπό προϊόν.  
Από αυτές τις παραδοχές προκύπτει ότι το αργό και καθοριστικό στάδιο στην συνολική διεργασία είναι το ψήσιμο. Συνεπώς, δεν προκύπτει κάποιος περιορισμός στην διαθεσιμότητα του νωπού προϊόντος πριν την φόρτωση του ξηραντήρα.
- Λαμβάνοντας υπόψιν το χρόνο που χρειάζεται για φόρτωση και άδειασμα του φούρνου κατά το πέρας της διεργασίας και το χρόνο που χρειάζεται για το ψήσιμο θεωρείται ότι αυτή η διαδικασία θα επαναλαμβάνεται 2 φορές την ώρα περίπου.
- Όλη η ξήρανση λαμβάνει χώρα στην περιοχή σταθερού ρυθμού ξήρανσης

$$\text{Επομένως : } 37.5 \frac{\text{kg}}{\text{hour}} * \frac{1 \text{ hour}}{2 \text{ ψησίματα}} = 18.75 \frac{\text{kg}}{\text{ψήσιμο}}$$

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ (ΤΕΜΑΧΙΟΥ)

- Σχήμα: το μέσο σχήμα θεωρείται ότι είναι κυλινδρικό με διάμετρο  $D=1.5 \text{ cm}$  και ύψος  $H=1 \text{ cm}$
- Όγκος: ο μέσος όγκος υπολογίζεται  $V = \pi * D^2 * H = 7.06 * 10^{-6} \text{ m}^3$
- Πυκνότητα: Μια καλή τιμή για την πυκνότητα η οποία λαμβάνεται από αντίστοιχο προϊόν της αγοράς για τους υπολογισμούς είναι  $\rho = 152 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
- Μάζα:  $m^{\text{τεμαχίου}} = 1 \text{ g}$

Η εξωτερική επιφάνεια του τεμαχίου ως κύλινδρος υπολογίζεται από την σχέση:

$$S = \pi * D * H + \pi * \frac{D^2}{2} = 8.24 * 10^{-4} \text{ m}^2$$

Η συνολική επιφάνεια εναλλαγής θερμότητας σε κάθε παρτίδα :

$$A = 1875(\text{τεμάχια}) * 8.23 * 10^{-4} = 1.545 \text{ m}^2$$

Η ξήρανση γίνεται με σταθερό ρυθμό, μέχρι η σχετική υγρασία να είναι 0,04%, δηλαδή:

$$w_c = \frac{0.04}{1 - 0.04} = \frac{0.04}{0.96} = 0.042 \text{ kgH}_2\text{O} / \text{kg στερεών}$$

$$w_o = \frac{0.2}{1 - 0.2} = \frac{0.2}{0.8} = 0.25 \text{ kgH}_2\text{O} / \text{kg στερεών}$$

$$\dot{m}_c = \frac{w_o - w_c}{t_c} = \frac{hA}{H_L} (T_a - T_s) \rightarrow t_c = \frac{H_L}{hA} \frac{(w_o - w_c)}{(T_a - T_s)}$$

Οπου:

- $\dot{m}_c$  ρυθμός απομάκρυνσης υγρασίας
- $w_o$  αρχική υγρασία
- $w_c$  κρίσιμη υγρασία
- $H_L$  Λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης νερού
- $h$  συντελεστής μεταφοράς θερμότητας με συναγωγή
- $A$  επιφάνεια εναλλαγής θερμότητας
- $T_a$  Θερμοκρασία αέρα
- $T_s$  θερμοκρασία δημητριακού

Άρα με αντικατάσταση προκύπτει:

$$t_c = \frac{2440,2 * 10^3}{14,217 * 1.545} \frac{(0.25 - 0.042)}{(54 - 25)} = 797 \text{ s}$$

Ο χρόνος λειτουργίας του ξηραντήρα για κάθε παρτίδα :

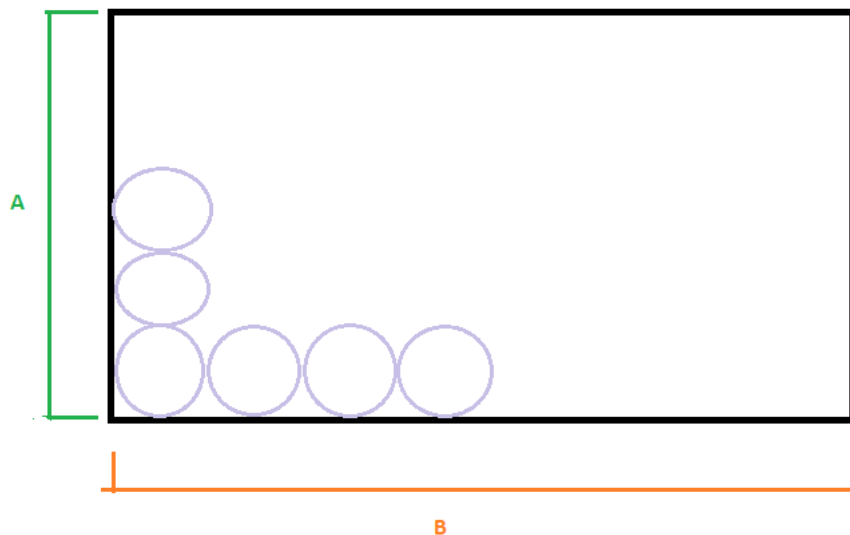
$$t = \frac{797}{60} = 14 \text{ min}$$

Επαληθεύεται επομένως η παραδοχή για 2 παρτίδες την ώρα καθώς συνυπολογίζεται ο χρόνος για φόρτωση και εκφόρτωση της συσκευής.

Επίσης μια τυπική αναλογία διαστάσεων του κάθε επιπέδου είναι  $A = 2/3 B$  (3).

Η τοποθέτηση θεωρείται ιδανικά ότι γίνεται όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:





Εικόνα 3.12: Ενδεικτικό Σχήμα Πλάκας Ξηραντήρα

Από την στοίχιση προκύπτουν οι σχέσεις των διαστάσεων:  $A = \alpha * D$  (1) και  $B = \beta * D$  (2), όπου  $\alpha$  και  $\beta$  ο αριθμός των τεμαχίων στις διαστάσεις A και B αντίστοιχα.

Με αλγεβρικό μετασχηματισμό των (1), (2) και (3) προκύπτει:  $\alpha = \frac{2}{3} * \beta$  (4).

Σε κάθε ψήσιμο σύμφωνα με την δυναμική :

$$18.75 \frac{kg}{\psi\eta\sigma\iota\mu\omicron} * \frac{\psi\eta\sigma\iota\mu\omicron}{15 \epsilon\pi\iota\pi\epsilon\delta\alpha} = 1.25 \frac{kg}{\epsilon\pi\iota\pi\epsilon\delta\omicron}$$

Ο αριθμός των τεμαχίων σε κάθε επίπεδο ορίζεται:  $N = \alpha * \beta$

Και η συνολική μάζα σε κάθε επίπεδο ορίζεται ως:

$$M = N * m_{\text{τεμαχίου}} = \alpha * \beta * m_{\text{τεμαχίου}} = 1250g$$

Με συνδυασμό της παραπάνω σχέσης με την (4) και επίλυση του συστήματος. Υπολογίστηκαν ο αριθμός των τεμαχίων σε κάθε διάσταση:  $\alpha = 30$  και  $\beta = 43$

Και τέλος οι διαστάσεις:  $A = 45cm$  και  $B = 65cm$  και  $A * B = 2925cm^2$

Οι διαστάσεις του ξηραντήρα που επιλέχθηκε είναι:  $A * B = 4212cm^2$  σε κάθε επίπεδο.

Η διαφορά αυτή είναι αποδεκτή καθώς σε βιομηχανική παραγωγή είναι αδύνατο να παραταχθούν τα τεμάχια με ιδανικό τρόπο καθώς και προσθέτει ευελιξία στην μονάδα παραγωγής για κάλυψη πιθανής αύξησης της ζήτησης.

### 3.4. Ανάλυση HACCP

Το ακρωνύμιο HACCP προέρχεται από τον όρο Hazard Analysis and Critical Control Points, που σημαίνει Ανάλυση Κινδύνου και Κρίσιμων Σημείων Ελέγχου. Πρόκειται για ένα σύστημα που μελετά την παραγωγική διαδικασία ενός προϊόντος βιομηχανίας τροφίμων με σκοπό την διασφάλιση της ασφάλειας του. Αρχικά, αναγνωρίζεται και καταγράφεται ο πιθανός κίνδυνος για το τρόφιμο και χαρακτηρίζεται ως φυσικός, χημικός ή βιολογικός κίνδυνος (Φ.Κ., Χ.Κ., Β.Κ. αντιστοίχως). Έπειτα, χαρακτηρίζεται το είδος σημείου ελέγχου CCP, CCP1, CCP2 ανάλογα με το αν είναι κρίσιμο σημείο και αν μπορεί να γίνει πλήρης ή μερικός έλεγχος. Για κάθε πιθανόν κίνδυνο υπάρχει ένα κρίσιμο όριο που υποδεικνύει αν το τρόφιμο είναι ασφαλές ή όχι. Επίσης, ορίζονται προληπτικά μέτρα για την αποφυγή των κινδύνων αλλά και αντίστοιχες διορθωτικές ενέργειες σε περίπτωση που ξεπεραστούν τα κρίσιμα όρια. Για την διασφάλιση αποφυγής των κινδύνων ασφαλείας των κινδύνων στην βιομηχανία ορίζονται υπεύθυνοι οι οποίοι συνήθως είναι ο υπεύθυνος του τμήμα ποιοτικού ελέγχου, καθώς και ο υπεύθυνος βάρδιας.

Στον παρακάτω πίνακα υπάρχει η ανάλυση HACCP που έγινε για την παραγωγή των δημητριακών.

*Πίνακας 3.1: Πίνακας Ανάλυσης HACCP*

	Πιθανός Κίνδυνος	Είδος σημείου ελέγχου	Κρίσιμο όριο	Προληπτικά μέτρα	Συχνότητα	Υπευθυνότητα	Διορθωτική ενέργεια
Παραλαβή κελυφών	(Β.Κ.) κελύφη με παρουσία μικροοργανισμών	CP	-	Μακροσκοπικός έλεγχος  Επιλογή πιστοποιημένου προμηθευτή	Σε κάθε παραλαβή	Υπεύθυνος ποιοτικού ελέγχου	Αλλαγή προμηθευτή

Εκτύλιση κελυφών	(Β.Κ.) Επιμόλυνση από τρωκτικά και έντομα	CP		Προστασία σε πόρτες, φρεάτια και αποχετεύσεις. Προσεκτική χρήση εντομοκτόνων.	Σε κάθε παρτίδα	Υπεύθυνος Παραγωγής	Επανάληψη καθαρισμού
Παστερίωση κελυφών	(Β.Κ.)Επιβίωση βακτηρίων (Σαλμονέλα) λόγω ατελούς βρασμού	CCP1	72oC ακαριαία	Θερμομέτρηση βραστήρα	Κατά την διάρκεια βρασμού, για 10-20"	Υπεύθυνος ποιοτικού ελέγχου	Επανάληψη βρασμού
	(Χ.Κ.) Ατελής καθαρισμός βραστήρα-Υπολείμματα καθαριστικών	CCP2	-	Έλεγχος καθαρισμού-απολύμανσης (swab test)	Μετά από κάθε καθαρισμό βραστήρων	Υπεύθυνος Παραγωγής	Επανάληψη καθαρισμού-απολύμανσης βραστήρα
Διήθηση	(Χ.Κ.) Ατελής καθαρισμός συσκευής διήθησης-Υπολείμματα καθαριστικών	CCP2	-	Έλεγχος καθαρισμού-απολύμανσης (swab test)	Σε κάθε παρτίδα	Υπεύθυνος Παραγωγής	Επανάληψη καθαρισμού-απολύμανσης βραστήρα
Φυγοκέντρωση	(Χ.Κ.) Ατελής καθαρισμός συσκευής φυγοκέντρωσης-Υπολείμματα καθαριστικών	CCP2	-	Έλεγχος καθαρισμού-απολύμανσης (swab test)	Σε κάθε παρτίδα	Υπεύθυνος Παραγωγής	Επανάληψη καθαρισμού-απολύμανσης βραστήρα
Ξήρανση	Ατελής καθαρισμός συσκευής και εξοπλισμού	CCP2	-	Έλεγχος καθαρισμού-απολύμανσης (swab test)	Σε κάθε παρτίδα	Υπεύθυνος Παραγωγής	Επανάληψη καθαρισμού εξοπλισμού

Κονιορτοποίηση	Ατελής καθαρισμός συσκευής και εξοπλισμού	CCP2	-	Έλεγχος καθαρισμού-απολύμανσης (swab test)	Σε κάθε παρτίδα	Υπεύθυνος Παραγωγής	Επανάληψη καθαρισμού εξοπλισμού
Άλεση	Ατελής καθαρισμός συσκευής και εξοπλισμού	CCP2	-	Έλεγχος καθαρισμού-απολύμανσης (swab test)	Σε κάθε παρτίδα	Υπεύθυνος Παραγωγής	Επανάληψη καθαρισμού εξοπλισμού
	(Φ.Κ.) Ύπαρξη ρινισμάτων μετάλλου από την συσκευή	CCP2	Σιδηρούχα 2mg Μη σιδηρούχα 2.5mg	Ανίχνευση με ακτίνες X	Σε κάθε παρτίδα	Υπεύθυνος ποιοτικού ελέγχου	Αντικατάσταση του μέρους του εξοπλισμού που φθείρεται και δημιουργεί ρινίσματα, στην επόμενη παρτίδα
Κοσκίνιση	Ατελής καθαρισμός κοσκίνων	CCP2	-	Έλεγχος καθαρισμού κοσκίνων	Σε κάθε παρτίδα	Υπεύθυνος Παραγωγής	Επανάληψη καθαρισμού κοσκίνων
Ανάμιξη	(Χ.Κ.) Ατελής καθαρισμός συσκευής ανάμιξης	CCP2	-	Έλεγχος καθαρισμού-απολύμανσης (swab test)	Σε κάθε παρτίδα	Υπεύθυνος Παραγωγής	Επανάληψη καθαρισμού-απολύμανσης βραστήρα
	(Φ.Κ.) Ύπαρξη ρινισμάτων μετάλλου από την συσκευή ανάμιξης	CCP2	Σιδηρούχα 2mg Μη σιδηρούχα 2.5mg	Ανίχνευση με ακτίνες X	Σε κάθε παρτίδα	Υπεύθυνος ποιοτικού ελέγχου	Αντικατάσταση του μέρους του εξοπλισμού που φθείρεται και δημιουργεί ρινίσματα, στην επόμενη παρτίδα

σχήματος	Ατελής καθαρισμός συσκευής και εξοπλισμού	CP	-	Έλεγχος καθαρισμού-απολύμανσης (swab test)	Σε κάθε παρτίδα	Υπεύθυνος Παραγωγής	Επανάληψη καθαρισμού εξοπλισμού
Διαμόρφωση	Ατελής καθαρισμός συσκευής και εξοπλισμού	CCP2	-	Έλεγχος καθαρισμού-απολύμανσης (swab test)	Σε κάθε παρτίδα	Υπεύθυνος Παραγωγής	Επανάληψη καθαρισμού εξοπλισμού
	Μη επαρκής ξήρανση	CCP1	100° C, 30'	Έλεγχος υγρασίας	Σε κάθε παρτίδα	Υπεύθυνος Παραγωγής	Επανάληψη ξήρανσης
	(Β.Κ.) Επιμόλυνση από μη τήρηση των κανόνων υγιεινής από το προσωπικό	CP		Εκπαίδευση του προσωπικού, επίβλεψη για τήρηση των κανόνων υγιεινής και χρήση κατάλληλης ενδυμασίας	Συνεχής	Υπεύθυνος παραγωγής	Απόρριψη παρτίδας
	Συσκευασία	CP		Διερεύνηση καταλληλότητας υλικών για επαφή με τρόφιμα	Κάθε φορά που γίνεται αλλαγή στα υλικά συσκευασίας	Υπεύθυνος ποιοτικού ελέγχου	Αντικατάσταση συσκευασίας με άλλου προμηθευτή

Με βάση τα παραπάνω, αν πρέπει να ελαχιστοποιηθούν τα σημεία ελέγχου (με ότι συνέπειες έχει αυτό για την άσκοπη πραγματοποίηση διεργασιών που έχουν προηγηθεί), επιλέγονται ο μακροσκοπικός έλεγχος στην παραλαβή των κελυφών, η θερμομέτρηση για αποφυγή ύπαρξης σαλμονέλας στον βραστήρα, ο έλεγχος για σωστό καθαρισμό και ύπαρξης ρινισμάτων σιδήρου

από όλες τις προηγούμενες διεργασίες μέσω swab test κατά την ανάμιξη, όπως και ίδιος έλεγχος στην ξήρανση μαζί με έλεγχο υγρασίας για κατάλληλο βαθμό ξήρανσης, πριν το τελικό κρίσιμο σημείο ελέγχου σχετικό με τα υλικά της συσκευασίας και πιθανή επιμόλυνση που προκύπτει από αυτά.

### 3.5. Συσκευασία

#### 3.5.1. Πληροφορίες & Χαρακτηριστικά

Η συσκευασία είναι το περίβλημα των τροφίμων και είναι άκρως απαραίτητη. Προστατεύει το τρόφιμο από περιβαλλοντικούς παράγοντες που μπορεί να προκαλέσουν μόλυνση, ζημιά ή αποσύνθεση κατά τη διάρκεια της μεταφοράς, της αποθήκευσης και της πώλησης. Ανεπαρκής ή λάθος συσκευασία μειώνουν τη διάρκεια ζωής του τροφίμου και αυξάνει την πιθανότητα αλλοίωσης του προϊόντος. Εκτός από θέματα υγιεινής και ασφάλειας παίζει πρωταγωνιστικό ρόλο στην προώθηση του προϊόντος. Μία ελκυστική συσκευασία κάνει θαύματα στην αύξηση των πωλήσεων και στην προσέλκυση των καταναλωτών. Εξάλλου είναι το μέσο επικοινωνίας μεταξύ καταναλωτών και παραγωγών.

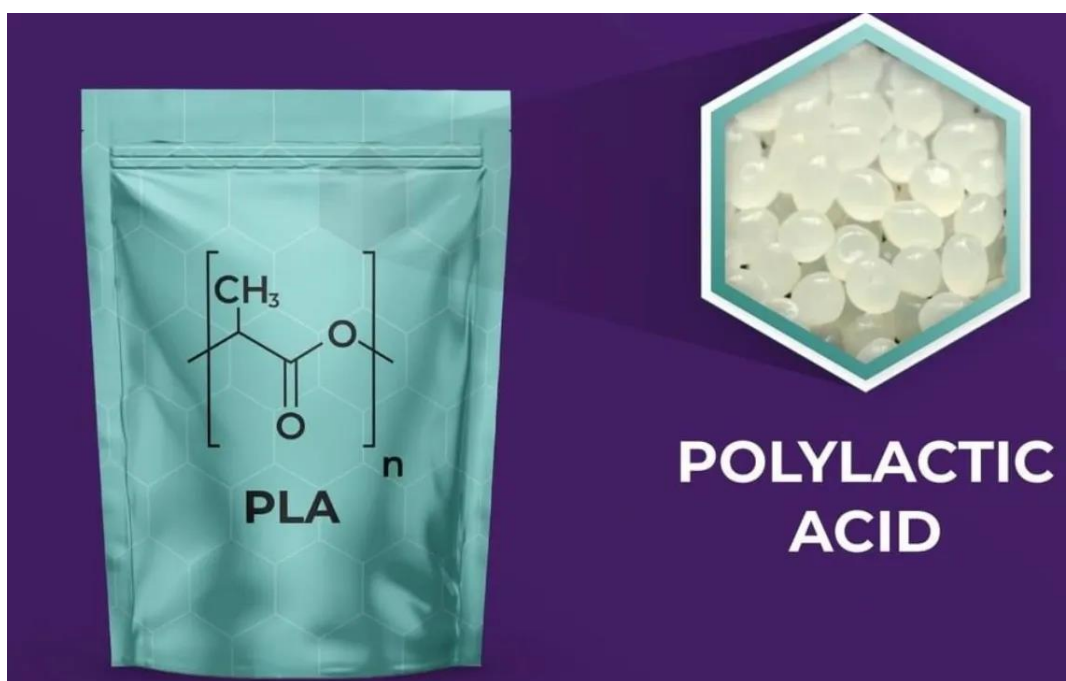
Τα τελευταία χρόνια κυριαρχεί η οικολογική συνείδηση των καταναλωτών στην επιλογή προϊόντος, δηλαδή ενδιαφέρονται συχνά για μια οικολογική συσκευασία. Αυτό φαίνεται και στο παράρτημα Α, από τις απαντήσεις των συμμετεχόντων στο ερωτηματολόγιο. Ο κόσμος γνωρίζει ότι τα πλαστικά απόβλητα είναι από τα προβλήματα μείζονος σημασίας στους καιρούς μας. Περίπου το 40% του παραγόμενου πλαστικού προέρχεται από συσκευασία, το οποίο μάλιστα τις περισσότερες φορές δεν είναι επαναχρησιμοποιούμενο.

Η λύση στο παγκόσμιο αυτό πρόβλημα είναι η χρήση οικολογικής συσκευασίας. Οι φιλικές προς το περιβάλλον συσκευασίες περιλαμβάνουν τις ανακυκλώσιμες συσκευασίες και ταυτόχρονα τις κατασκευασμένες από υλικά που έχουν ελάχιστη επίδραση στους φυσικούς πόρους και στην εκμετάλλευση ενέργειας.

Οι συσκευασίες των δημητριακών αποτελούνται συνήθως από 2 μέρη. Αρχικά, περιλαμβάνει μία πλαστική σακούλα η οποία είναι φτιαγμένη από HDPE (high density polyethylene) και περιέχει το προϊόν και ένα κουτί από χαρτόνι που περιέχει την πλαστική σακούλα. Η σακούλα από HDPE, δεν είναι τόσο φιλική προς το περιβάλλον, γιατί, παρόλο που δεν εκπέμπει επιβλαβείς αναθυμιάσεις στο περιβάλλον, δεν είναι βιοαποικοδομήσιμη. Οπότε κρίνεται απαραίτητο να βρεθεί μία οικολογική συσκευασία για τα δημητριακά (Ng, 2021).

Η συσκευασία που επιλέχθηκε για το «Eggstasy» είναι σακούλες φτιαγμένες από PLA (polylactic acid), το οποίο είναι ένα μονομερές θερμοπλαστικό που προέρχεται από ανανεώσιμες οργανικές πηγές ενέργειας όπως άμυλο αραβοσίτου ή ζαχαροκάλαμο (*What Is PLA | a Comprehensive Guide to Polylactic Acid*, n.d.). Η συσκευασία από PLA υπερτερεί για τους εξής λόγους μεταξύ άλλων:

- 1) Είναι βιολογικά λόγω της προέλευσης τους
- 2) Είναι βιοαποικοδομήσιμα: η βιοαποικοδόμηση του διαρκεί γύρω στις 45-90 ημέρες ανάλογα τις συνθήκες
- 3) Δεν εκπέμπει τοξικούς ρύπους
- 4) Είναι ισχυρό και ανθεκτικό όπως όλα τα άλλα πλαστικά (π.χ προστασία από εξωτερικούς παράγοντες όπως υγρασία)
- 5) Είναι θερμοπλαστικό, άρα κατάλληλο για 3D-printing
- 6) Είναι οικονομικό (3-6€/kg)



Εικόνα 3.13: Χημικός Τύπος & Ενδεικτική Συσκευασία PLA

Ο όγκος της συσκευασίας θα πρέπει να είναι λίγο μεγαλύτερος από τον συνολικό όγκο των δημητριακών. Η συσκευασία θα περιέχει 375g δημητριακών (ή 13.22oz). Επομένως χρειαζόμαστε μία συσκευασία που να χωράει 14 oz δημητριακών. Για 900kg ημερήσιας παραγωγής χρειάζονται 2400 συσκευασίες. Το κόστος για 1 συσκευασία είναι γύρω στα 0.05€. άρα για 2400 συσκευασίες υπολογίζεται 120€ ημερησίως.

### 3.5.2. Ετικέτα

Όσον αφορά την ετικέτα, σε αυτή θα αναγράφεται η διατροφική αξία του προϊόντος.

Πίνακας 3.2: Διατροφική Σύσταση Προϊόντος

Συστατικό	%κ.β. σύσταση
Αλεύρι φακής	50
Αλεύρι για όλες τις χρήσεις	11.1
Μέλι	7.8
Ζάχαρη	6.7
Κακάο	3.3
Ελαιόλαδο	3.1
Σκόνη κελύφους αυγού	2.2
<b>Ανά 100g προϊόντος</b>	
Ενέργεια	305.11kcal
Υδατάνθρακες	51.72g
Εκ των οποίων σάκχαρα	13.9g
Πρωτεΐνες	13.93g
Λιπαρά	4.57g
Εκ των οποίων κορεσμένα	0.92g
Εδώδιμες ίνες	14.3g
Αλάτι	0.32g
Ασβέστιο	1115mg
Σίδηρος	2mg

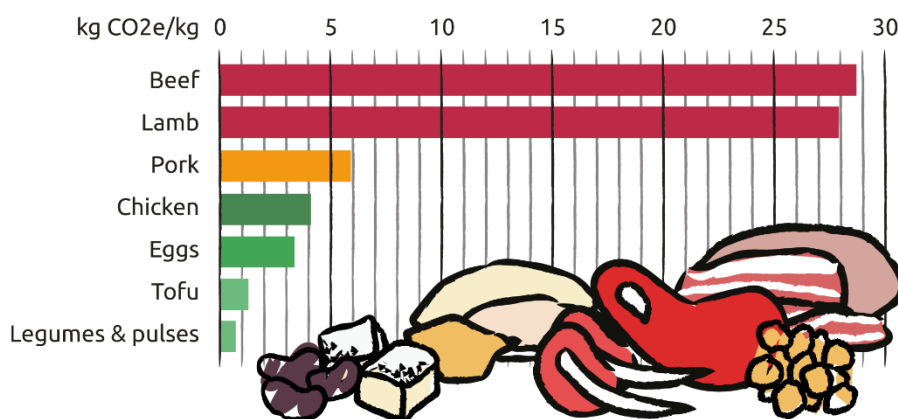
## 4. Οικολογικότητα

Είναι κοινός τόπος πως η κλιματική αλλαγή αποτελεί ίσως το βασικότερο πρόβλημα που αντιμετωπίζει σήμερα η ανθρωπότητα. Η βιομηχανία των τροφίμων αποτελεί έναν από τους βασικότερους παράγοντες αυτού του πολυδιάστατου προβλήματος με πολλές εταιρείες να ακολουθούν ανήθικες πρακτικές είτε για τη μεγιστοποίηση του κέρδους τους είτε λόγω

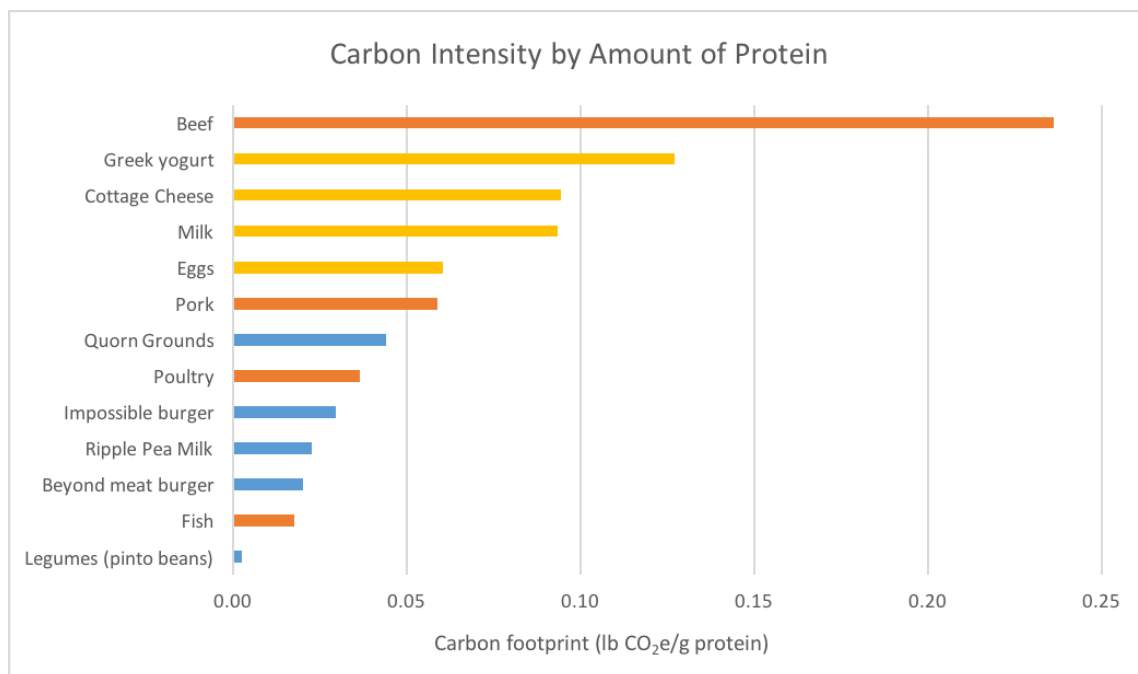


ανυπαρξίας κάποιας εναλλακτικής. Για αυτόν τον λόγο, έχουν θεσπιστεί αρκετά νομοθετικά πλαίσια, ενώ κάθε νέο καινοτόμο προϊόν οφείλει να παράγεται με βιώσιμο τρόπο, ώστε να επιβιώσει σε αυτό το νέο πλαίσιο της αγοράς. Το συγκεκριμένο προϊόν, λοιπόν, μπορεί να χαρακτηριστεί ως φιλικό προς το περιβάλλον χάρη σε δύο πτυχές του: τον τρόπο παρασκευής του και τη συσκευασία του.

Όσον αφορά τον τρόπο παραγωγής, αποτελεί ένα βιώσιμο προϊόν, καθώς όλη η παρασκευή του βασίζεται στη χρήση των κελυφών αυγού. Τα κελύφη αυγού, παρά τη μεγάλη διατροφική αξία τους, η οποία ήδη έχει τονισθεί, συνήθως απορρίπτονται τόσο από επιχειρήσεις όσο και από καταναλωτές. Συνεπώς, η χρήση ενός τέτοιου φαινομενικά άχρηστου παραπροϊόντος αποτελεί από μόνο του μια κίνηση φιλική προς το περιβάλλον. Αναπτύσσοντας ακόμη περισσότερο αυτήν την σκέψη, αν κάποιος μπορεί να προσλάβει από το δημητριακό αυτό μια έξτρα ποσότητα ασβεστίου (ή πρωτεϊνών), τότε αυτομάτως μειώνεται η ανάγκη για πρόσληψη γάλακτος, αυγών, γιαουρτιών και άλλων προϊόντων πλούσιων σε ασβέστιο, τα οποία προέρχονται από ζωικές πηγές. Ως αποτέλεσμα, απαιτείται μικρότερη εκτροφή ζώων, άρα μικρότερο αποτύπωμα στο περιβάλλον. Η μόνη περίπτωση ζώου που μπορεί να χρειαστεί να μείνει στα ίδια επίπεδα είναι οι κότες, ώστε να υπάρχει και αρκετή ποσότητα κελυφών. Ωστόσο, όπως φαίνεται και στις δύο εικόνες παρακάτω, οι κότες έχουν πολύ μικρότερο αποτύπωμα άνθρακα σε σχέση με άλλα ζώα, όπως αγελάδες, σχετικά με το τι προσφέρουν, λόγω της μικρότερης ανάγκης τους για τροφή και νερό (*Which Ingredients Are Climate-friendly?*, n.d.).



Διάγραμμα 4.1: Σύγκριση Εκπομπών CO2 για Πηγές Πρωτεϊνών



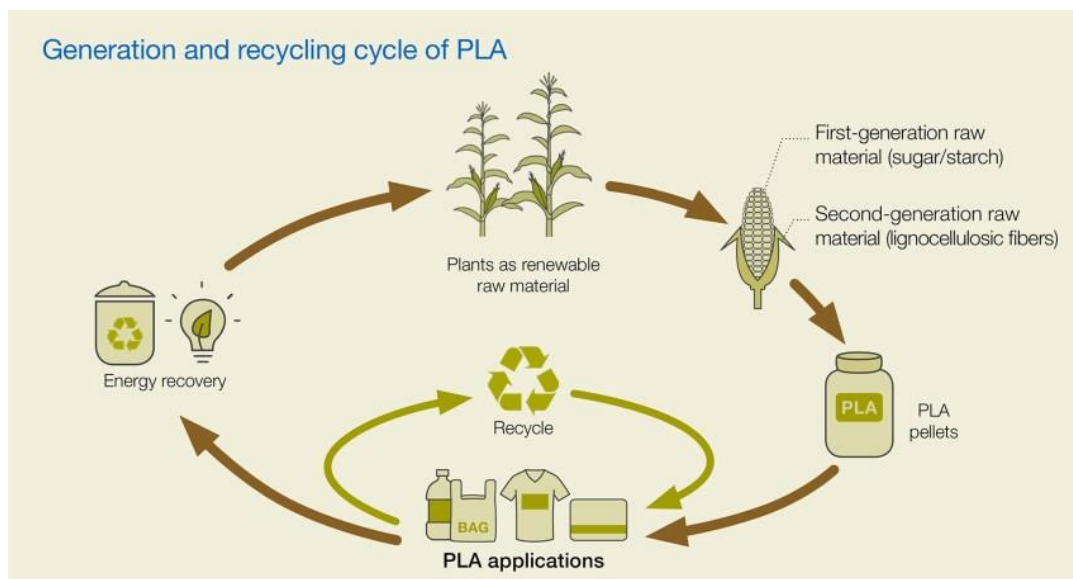
Διάγραμμα 4.2: Αποτύπωμα Άνθρακα ανά Γραμμάριο Πρωτεΐνης

Εκτός από το κέλυφος, εξίσου σημαντική είναι και το αλεύρι φακής που χρησιμοποιείται ως βάση για το καινοτόμο δημητριακό. Στη σημερινή εποχή, μεγάλο μέρος του πληθυσμού δεν εμπεριέχει στη διατροφή του όσπρια, εμφανίζοντας ελλείψεις σε σίδηρο ή άλλα χρήσιμα συστατικά τους. Εφόσον το δημητριακό μπορεί να βοηθήσει στην πρόσληψη μεγαλύτερης ποσότητας οσπρίων, θα υπάρχει μικρότερη ανάγκη για φάρμακα έλλειψης κάποιων βιταμινών, άρα και μικρότερη παραγωγή με ότι περιβαλλοντικές επιπτώσεις αυτή συνεπάγεται. Επιπρόσθετα, αποτελεί μια εναλλακτική μορφή πηγής σιδήρου από κρέατα προερχόμενα από ζωικές πηγές, όπως φαίνεται και στις παραπάνω εικόνες (*The Caloric Intermediary: The Carbon Footprint of Protein in a Diet*, 2019).

Ειδική μνεία αξίζει και η γραμμή παραγωγής που συμβάλλει στην οικολογικότητα του προϊόντος. Πιο συγκεκριμένα, τα υλικά για την παραγωγή είναι λίγα, δηλαδή δεν προστίθενται περιττά χημικά. Επίσης, σχεδόν όλες οι συσκευές δουλεύουν με βάση την ηλεκτρική ενέργεια, οπότε δεν χρειάζεται η καύση οποιουδήποτε ορυκτού καυσίμου που θα επιβάρυνε περισσότερο το περιβάλλον. Στόχος είναι, ακόμη, εκμεταλλευόμενοι τις τελευταίες τεχνολογίες, να χρησιμοποιούνται ρεύματα απωλειών θερμότητας διεργασιών στις διεργασίες θέρμανσης και ξήρανσης που χρειάζονται μεγάλα ποσά θερμότητας. Μπορεί να σχεδιαστεί και σύστημα

συμπαγωγής ηλεκτρισμού-θερμότητας με βάση τη βιομάζα, που αποτελεί και ανανεώσιμη πηγή ενέργειας.

Τέλος, στην οικολογικότητα του προϊόντος συμβάλλει τα μέγιστα και η συσκευασία. Αυτή είναι κατασκευασμένη από PLA (πολυγαλακτικό οξύ), ένα βιοδιασπώμενο πολυμερές χωρίς τοξίνες και με παρόμοιες ιδιότητες με άλλα μη βιοδιασπώμενα πολυμερή, όπως το πολυπροπυλένιο, το πολυαιθυλένιο και το πολυστυρένιο (μπορεί να χρησιμοποιηθεί μάλιστα ο ίδιος εξοπλισμός που χρησιμοποιείται για αυτά). Παράγεται κυρίως από φυτικό άμυλο που έχει υποστεί ζύμωση προερχόμενο από καλαμπόκι, κασσάβα, αραβόσιτο, ζαχαροκάλαμο, πούλπα και άλλες ανανεώσιμες οργανικές πηγές (βιομάζα). Η παραγωγή του χρειάζεται 65% λιγότερη ενέργεια από συμβατικά πλαστικά και έχει 68% λιγότερες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Μια συσκευασία PLA μπορεί μάλιστα εύκολα να ανακυκλωθεί ή να κομποστοποιηθεί, αυξάνοντας την οικολογικότητά της. Είναι φανερό λοιπόν πως από τις πρώτες ύλες ως τη χρήση παραπροϊόντων και από τη γραμμή παραγωγής ως τη συσκευασία, το δημητριακό είναι ιδιαίτερα οικολογικό (*What Is PLA? (Everything You Need to Know)*, n.d.)



Εικόνα 4.1: Κύκλος Ζωής του PLA (Tran, 2022)

## 5. Νομοθεσία

**Κανονισμός (ΕΕ) αριθ. 1169/2011:** σχετικά με την παροχή πληροφοριών για τα τρόφιμα στους καταναλωτές, την τροποποίηση των κανονισμών του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου (ΕΚ) αριθ. 1924/2006 και (ΕΚ) αριθ. 1925/2006 και την κατάργηση της οδηγίας 87/250/ΕΟΚ της Επιτροπής, της οδηγίας 90/496/ΕΟΚ του Συμβουλίου, της οδηγίας 1999/10/ΕΚ της Επιτροπής, της οδηγίας 2000/13/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, των οδηγιών της Επιτροπής 2002/67

**Νόμος 2551/1994:** Προστασία των καταναλωτών

**Οδηγία 76/211/ΕΟΚ:** Περί ονομαστικών ποσοτήτων σε προσυσκευασμένα προϊόντα

**Β κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 66/2010 του Ευρωπαϊκού κοινοβουλίου και συμβουλίου:** οικολογικό σήμα της ΕΕ

**Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 589/2008:** προδιαγραφές εμπορίου αυγών

**Κανονισμός 3227/25.9.1987 άρθρο 82:** τήρηση προδιαγραφών οσπρίων

**Οδηγία 04/22/ΕΚ:** συμμόρφωση οργάνων μέτρησης

**Β, C1 Κανονισμός 852/2004:** υγιεινή των τροφίμων

**Νόμος 802/1978:** εκπτώσεις

**Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 2073/2005 της Επιτροπής της 15ης Νοεμβρίου 2005:** περί μικροβιολογικών κριτηρίων για τα τρόφιμα.

**ΚΑΝ\_ΕΟΚ 2283/2015:** Σχετικά με τα νέα τρόφιμα (τροπ. καν. 1169/2011, κατάργ. καν. 258/97, 1852/2001) (675800).

**ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ (ΕΕ) 2015/2283 ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΫ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 25ης Νοεμβρίου 2015:** σχετικά με τα νέα τρόφιμα, την τροποποίηση του κανονισμού (ΕΕ) αριθ. 1169/2011 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου και την κατάργηση του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 258/97 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου και του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1852/2001 της Επιτροπής.

**Οδηγία 2006/125/ΕΚ:** Για τις μεταποιημένες τροφές με βάση τα δημητριακά

Πηγές: ΑΑΔΕ & Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων

## 6. Βιβλιογραφία

Admin\_Agravia. (2023, October 31). *Η παραγωγή και η εισαγωγή οσπρίων στην Ελλάδα.*

Agravia. [https://agravia.gr/%CE%B7-](https://agravia.gr/%CE%B7-%CF%80%CE%B1%CF%81%CE%B1%CE%B3%CF%89%CE%B3%CE%B7-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CE%B7-%CE%B5%CE%B9%CF%83%CE%B1%CE%B3%CF%89%CE%B3%CE%B7-%CE%BF%CF%83%CF%80%CF%81%CE%B9%CF%89%CE%BD-%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BD/)

[%CF%80%CE%B1%CF%81%CE%B1%CE%B3%CF%89%CE%B3%CE%B7-](https://agravia.gr/%CE%B7-%CF%80%CE%B1%CF%81%CE%B1%CE%B3%CF%89%CE%B3%CE%B7-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CE%B7-%CE%B5%CE%B9%CF%83%CE%B1%CE%B3%CF%89%CE%B3%CE%B7-%CE%BF%CF%83%CF%80%CF%81%CE%B9%CF%89%CE%BD-%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BD/)

[%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CE%B7-](https://agravia.gr/%CE%B7-%CF%80%CE%B1%CF%81%CE%B1%CE%B3%CF%89%CE%B3%CE%B7-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CE%B7-%CE%B5%CE%B9%CF%83%CE%B1%CE%B3%CF%89%CE%B3%CE%B7-%CE%BF%CF%83%CF%80%CF%81%CE%B9%CF%89%CE%BD-%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BD/)

[%CE%B5%CE%B9%CF%83%CE%B1%CE%B3%CF%89%CE%B3%CE%B7-](https://agravia.gr/%CE%B7-%CF%80%CE%B1%CF%81%CE%B1%CE%B3%CF%89%CE%B3%CE%B7-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CE%B7-%CE%B5%CE%B9%CF%83%CE%B1%CE%B3%CF%89%CE%B3%CE%B7-%CE%BF%CF%83%CF%80%CF%81%CE%B9%CF%89%CE%BD-%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BD/)

[%CE%BF%CF%83%CF%80%CF%81%CE%B9%CF%89%CE%BD-](https://agravia.gr/%CE%B7-%CF%80%CE%B1%CF%81%CE%B1%CE%B3%CF%89%CE%B3%CE%B7-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CE%B7-%CE%B5%CE%B9%CF%83%CE%B1%CE%B3%CF%89%CE%B3%CE%B7-%CE%BF%CF%83%CF%80%CF%81%CE%B9%CF%89%CE%BD-%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BD/)

[%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BD/](https://agravia.gr/%CE%B7-%CF%80%CE%B1%CF%81%CE%B1%CE%B3%CF%89%CE%B3%CE%B7-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CE%B7-%CE%B5%CE%B9%CF%83%CE%B1%CE%B3%CF%89%CE%B3%CE%B7-%CE%BF%CF%83%CF%80%CF%81%CE%B9%CF%89%CE%BD-%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BD/)

Centrisys/CNP. (n.d.). *A comprehensive guide to decanter centrifuge operation, service, maintenance, and repair.* <https://www.centrisys-cnp.com/decanter-centrifuge-operations-guide>

*Egg sizes and Dimensions - Brinsea.* (n.d.). Brinsea. <https://brinsea.co.uk/latest/resource-centre/egg-sizes/>

*Food dehydration machine | Fruit and Vegetable dehydrator.* (n.d.). Kronitek. <https://kronitek.com/food-dehydration-machine/>

*How to clean fruit, fruit and vegetables washer machine.* (n.d.). <https://www.ticomachine.com/machinery/pretreatment-system/Fruit-Washing-Machine.html>

Ielkdui. (2018, September 12). *Νέα έρευνα της ΑΚΟΣ και του ΙΕΛΚΑ: Αντιλήψεις και συμπεριφορές υγιών και ασθενών ενηλίκων αναφορικά με τα συμπληρώματα διατροφής και τη χρήση τους - IELKA.* IELKA. [https://ielka.gr/%ce%bd%ce%ad%ce%b1-%ce%ad%cf%81%ce%b5%cf%85%ce%bd%ce%b1-%cf%84%ce%b7%cf%82-](https://ielka.gr/%ce%bd%ce%ad%ce%b1-%ce%ad%cf%81%ce%b5%cf%85%ce%bd%ce%b1-%cf%84%ce%b7%cf%82-%ce%bd%ce%ad%ce%b1%ce%b3%cf%89%ce%b3%ce%b7-%ce%ba%ce%b1%ce%b9-%ce%b7-%ce%b5%ce%b9%cf%83%ce%b1%ce%b3%cf%89%ce%b3%ce%b7-%ce%bf%cf%83%cf%80%cf%81%ce%b9%cf%89%ce%bd-%cf%83%cf%84%ce%b7%ce%bd/)

- %ce%b1%ce%ba%ce%bf%cf%83-%ce%ba%ce%b1%ce%b9-%cf%84%ce%bf%cf%85-%ce%b9%ce%b5%ce%bb%ce%ba%ce%b1-%ce%b1%ce%bd%cf%84%ce%b9/
- John-Jaja, S. A., Udoh, U. H., & Nwokolo, S. C. (2016). Repeatability estimates of egg weight and egg-shell weight under various production periods for Bovan Nera Black laying chicken. *Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences*, 5(4), 389–394.  
<https://doi.org/10.1016/j.bjbas.2016.11.001>
- Lacour, B., Tardivel, S., & Drüeke, T. B. (1997). Stimulation by citric acid of calcium and phosphorus bioavailability in rats fed a calcium-rich diet. *PubMed*, 23(2), 79–87.  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9252973>
- Ng, K. (2021, December 2). Kellogg’s trials fully recyclable cereal packaging with paper liner. *The Independent*. <https://www.independent.co.uk/climate-change/sustainable-living/kelloggs-corn-flakes-packaging-b1968427.html>
- OmegaOne. (n.d.). *30 Ltr Planetary Mixers Omega One, Mixers and Kneaders for the food industries*. OmegaOne. <https://www.omegaone.gr/en/30-ltr-planetary-mixer--b30k>
- Paul Singh, R., & R. Heldman, D. (2016). *Εισαγωγή στη Μηχανική Τροφίμων* (5th ed.). Εκδόσεις Παρισιάνου.
- Robc. (2023, February 2). *How Much Force can a Hydraulic Cylinder Generate? - Worlifts*. Worlifts. <https://www.worlifts.co.uk/expert-guides/how-much-force-can-a-hydraulic-cylinder-generate/>
- Shah, N. (2014). *LMTD Correction Factor Chart*.
- Solid Bowl centrifuge*. (n.d.). Algae Centrifuge. <https://algacentrifuge.com/products/solid-bowl-centrifuge>

*The caloric intermediary: the carbon footprint of protein in a diet.* (2019, March 6).

Sustainability in the Balance. <https://sustainabilityinthebalance.com/diet-carbon/>

Tran, T. (2022, March 31). *What you need to know about PLA.* LeKAC.

<https://lekac.com/production/what-you-need-to-know-about-pla>

*What is PLA / A Comprehensive Guide to Polylactic Acid.* (n.d.).

<https://www.goodstartpackaging.com/guide-to-pla-polylactic-acid/>

*What is PLA? (Everything You Need To Know).* (n.d.). [https://www.twi-global.com/technical-knowledge/faqs/what-is-](https://www.twi-global.com/technical-knowledge/faqs/what-is-pla#:~:text=Polylactic%20acid%2C%20also%20known%20as,distillation%20and%20polymerization%20of%20petroleum.)

[pla#:~:text=Polylactic%20acid%2C%20also%20known%20as,distillation%20and%20polymerization%20of%20petroleum.](https://www.twi-global.com/technical-knowledge/faqs/what-is-pla#:~:text=Polylactic%20acid%2C%20also%20known%20as,distillation%20and%20polymerization%20of%20petroleum.)

*What is SBS Paper Board? / Custom Packaging Services FAQs.* (2023, May 16). Brown & Pratt.

<https://brownandpratt.com/custom-printed-boxes/faqs/what-is-sbs-paper-board/>

*Which ingredients are climate-friendly?* (n.d.). <https://www.klimato.co/blog/reducing-your-carbon-footprint-a-guide-to-climate-friendly-food-choices>

Γενικό Χημείο του Κράτους. (2009). Κώδικας Τροφίμων και Ποτών. In *ΑΑΔΕ*. Retrieved January 13, 2024, from <https://aade.gr/polites/ypiresies-genikoy-himeioy-toy-kratoys-ghk/trofima-ylika-se-epafi-me-trofima/himeio/kodikas-trofimon-kai-poton>

*Εργαστήριο Χημικής Μηχανικής Ι.* (2024). Τμήμα Χημικών Μηχανικών ΑΠΘ.

Καπετάνιου, Λ. (2019, November 12). Η αναγέννηση των ελληνικών οσπρίων. *Η*

*ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ*. <https://www.kathimerini.gr/k/gastronomos/1051204/i-anagennisi-ton-ellinikon-osprion/>

Στοφόρος, Κ. (2021, March 10). *Δημητριακά: Η πανδημία ζωήρεψε την κατηγορία* - *selfservice.gr*

| Σελφ σέρβις. *selfservice.gr* | Σελφ Σέρβις. <https://selfservice.gr/dimitriaka-i-pandimia-zoirepse-tin-kategoria/>

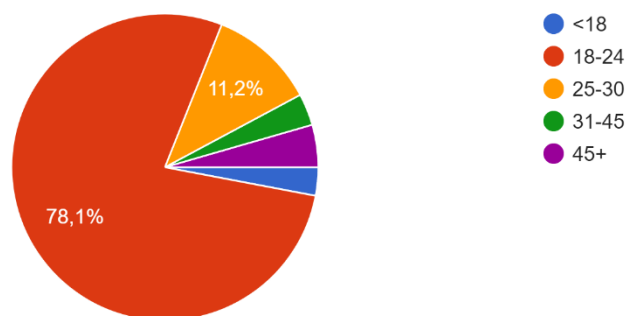
Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων. (2019). *Νομοθεσία Τροφίμων*. Retrieved

January 13, 2024, from <https://www.minagric.gr/for-citizen-2/food-and-sequre/trofima-nomos/6725-nomothesia-trofimon2018>

## Παράρτημα

Στα πλαίσια της έρευνας κατά την παρασκευή του προϊόντος κατασκευάστηκε ένα ερωτηματολόγιο. Με βάση αυτό, εξάχθηκαν χρήσιμα συμπεράσματα όσον αφορά τη ζήτηση και τις προτιμήσεις των ερωτηθέντων. Συνολικά δόθηκαν 269 απαντήσεις και επιλέχθηκαν οι παρακάτω ερωτήσεις ως πιο σημαντικές.

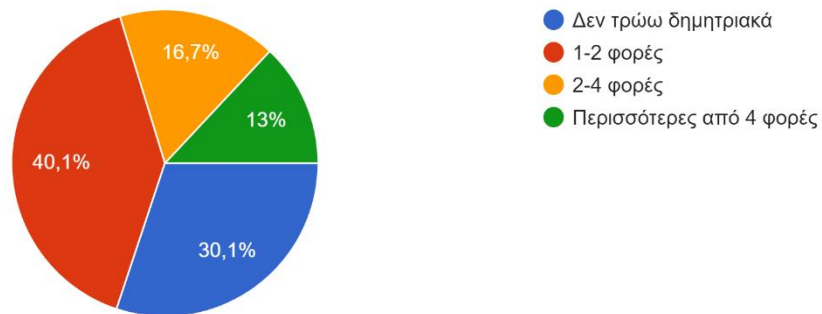
Επιλέξτε ηλικιακή ομάδα :  
269 απαντήσεις





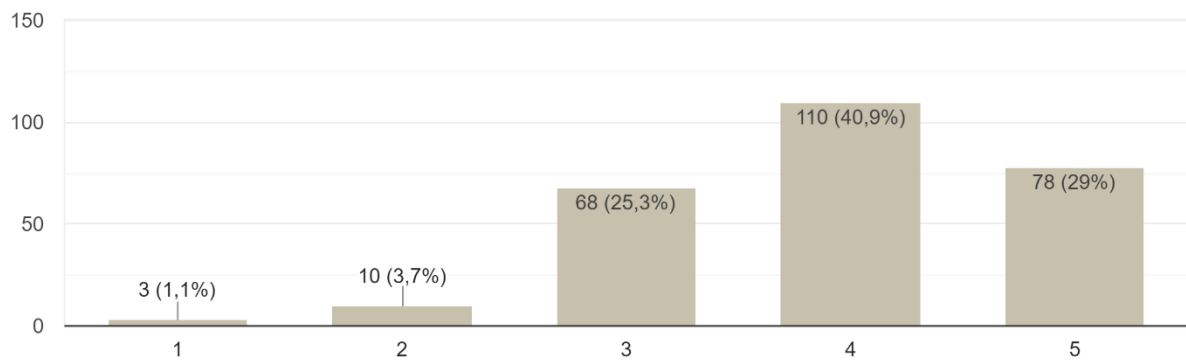
### Πόσες φορές την εβδομάδα τρώτε δημητριακά συνήθως;

269 απαντήσεις



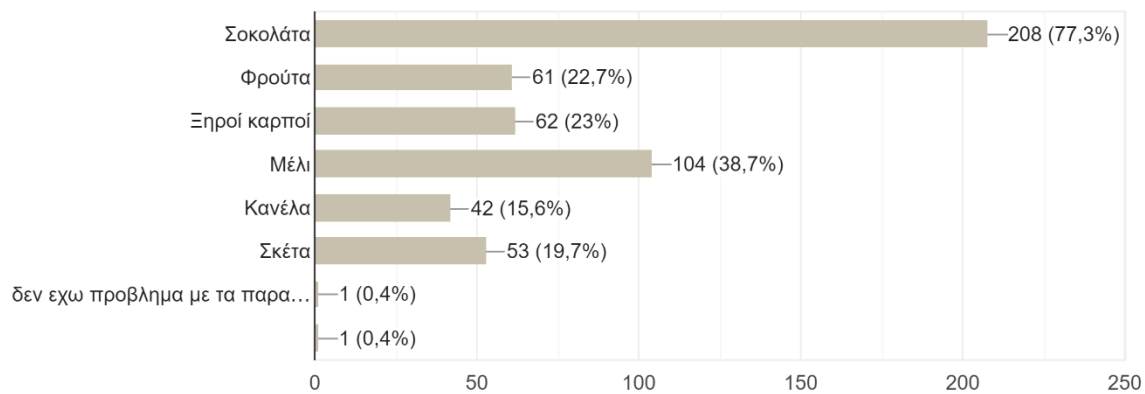
### Πόσο σημαντική θεωρείτε την πρόσληψη ασβεστίου σε καθημερινή βάση;

269 απαντήσεις



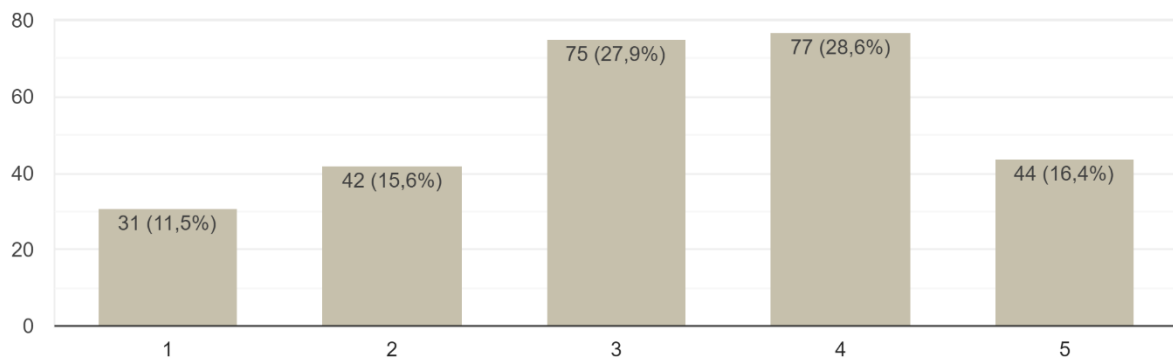
### Τι γεύση δημητριακών προτιμάτε συνήθως;

269 απαντήσεις



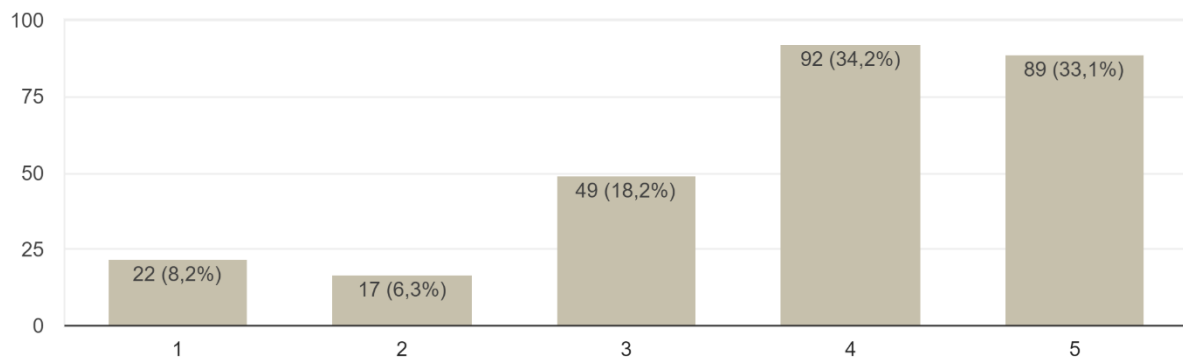
Σας φαίνεται ελκυστικό το παραπάνω προϊόν ;

269 απαντήσεις



Πόσο σημαντικό θεωρείται να είναι οικολογική η συσκευασία ενός τροφίμου;

269 απαντήσεις



Πόσα χρήματα θα διαθέτατε για την αγορά προϊόντος δημητριακών υψηλότερης διατροφικής αξίας; (Συσκευασία 375gr)

269 απαντήσεις

