



**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**  
**ΣΧΟΛΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**  
**ΤΟΜΕΑΣ ΣΥΝΘΕΣΗΣ & ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ**  
**ΒΙΟΧΗΜΙΚΩΝ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ**



**Αξιοποίηση αγροβιομηχανικών παραπροϊόντων  
φυτικής παραγωγής**

Διπλωματική εργασία

**Αλεξάνδρα Μάρη**

Υπεύθυνη Καθηγήτρια

**Βασιλική Ωραιπούλου**

**Αθήνα 2020**

---

**Αλεξάνδρα Μάρη**

**Διπλωματούχος Χημικός Μηχανικός.**

Copyright © Αλεξάνδρα Μάρη, 2020

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

## Πρόλογος

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στη Σχολή Χημικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, στα πλαίσια της απόκτησης του πτυχίου μου.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την επιβλέπουσα καθηγήτρια μου κυρία Βασιλική Ωραιοπούλου για τη δυνατότητα που μου έδωσε να ασχοληθώ με ένα θέμα στοχευμένο στα ενδιαφέροντα μου, καθώς και για την καθοδήγηση και τις πολύτιμες υποδείξεις της σε όλα τα στάδια της εργασίας.

Επιπρόσθετα, θα ήθελα να ευχαριστήσω τις εταιρείες Χυμός Λακνωία Α.Ε., ΚΡΟΝΟΣ Α.Ε., Ρόδι Ελλάς, Nutria και Μύλοι Σόγιας Α.Ε. για το χρόνο που διέθεσαν και τις πολύτιμες πληροφορίες που μου παρείχαν.

Τέλος, οφείλω ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένεια μου και τους φίλους μου για τη συνεχή υποστήριξη τους και την αμέριστη συμπαράσταση που μου παρείχαν καθ' όλη την προσπάθεια μου στη διάρκεια των σπουδών μου, για την επίτευξη των στόχων μου.

## Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική ασχολείται με τη μελέτη των αγροβιομηχανικών παραπροϊόντων φυτικής παραγωγής που παράγονται στην Ελλάδα, με σκοπό τη διερεύνηση του φαινομένου και την πρόταση πιθανών τρόπων αξιοποίησής τους.

Οι βιομηχανίες τροφίμων παράγουν τεράστιες ποσότητες αποβλήτων κάθε έτος, γεγονός που επηρεάζει άμεσα τον άνθρωπο, την οικονομία και το περιβάλλον. Η απόρριψη των αποβλήτων αυτών, χωρίς την κατάλληλη επεξεργασία, είναι ικανή να δημιουργήσει σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα. Από την άλλη, τα απόβλητα αυτά μπορεί να περιέχουν ιδιαίτερα σημαντικά συστατικά, τα οποία μπορούν να αποδειχθούν χρήσιμα είτε εκ νέου στη βιομηχανία τροφίμων, είτε σε άλλες βιομηχανίες. Τα συστατικά που εμφανίζονται συνήθως στα παραπροϊόντα των τροφίμων είναι φαινολικές ενώσεις, αντιοξειδωτικές ουσίες, φυτικές και διαιτητικές ίνες, πρωτεΐνες και συστατικά ζυμώσιμα, που με κατάλληλη επεξεργασία, μπορούν να παράγουν νέα προϊόντα.

Το μεγαλύτερο ποσοστό αποβλήτων στην Ελλάδα, προέρχεται από την αγροβιομηχανική παραγωγή. Πολλές καλλιέργειες, μεγάλης έκτασης, εντοπίζονται στη χώρα με αποτέλεσμα να δημιουργούνται μεγάλες ποσότητες προϊόντων και παραπροϊόντων. Τα φρούτα και τα λαχανικά περιέχουν σημαντικά συστατικά, ευεργετικά για την υγεία και χρήσιμα σε πολλούς τομείς.

Η εργασία μελετάει την παραγωγή συγκεκριμένων καλλιεργειών, την μεταποίηση των αντίστοιχων προϊόντων, τα παραπροϊόντα που προκύπτουν από τις βιομηχανίες τους και τις τεχνολογίες αξιοποίησής τους. Οι καλλιέργειες αυτές περιλαμβάνουν την τομάτα, το πορτοκάλι, το μήλο, το αχλάδι, το βερίκοκο, το ροδάκινο, το ρόδι, τη σταφίδα και το σταφύλι για παραγωγή οίνου, την πατάτα, τη ζάχαρη, την ελιά και την παραγωγή ελαιόλαδου και, τέλος, τα σιτηρά.

Η βιομηχανική τομάτα είναι μια σημαντική καλλιέργεια και η επεξεργασία της έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή 25.000 tn αποβλήτων ετησίως. Η ποσότητα αυτή μπορεί να αξιοποιηθεί για την παραλαβή καροτενοειδών, φαινολικών ενώσεων και πρωτεϊνών. Επίσης, το πορτοκάλι είναι ένα ιδιαίτερα σημαντικό προϊόν, το οποίο κατά τη μεταποίηση του έχει ως αποτέλεσμα τη συγκέντρωση 200.000 tn αποβλήτων, ικανά να παράγουν καροτενοειδή, εσπεριδίνη, πηκτίνη, βιταμίνες, πολυφαινόλες και αιθέριο έλαιο. Το μήλο και το αχλάδι είναι διαδεδομένα οπωροφόρα που καλλιεργούνται ευρύτατα. Οι ποσότητες αποβλήτων που προέρχονται από τη μεταποίηση τους ανέρχονται ετησίως σε 100 tn και 4.500 tn, αντίστοιχα και είναι πλούσια σε πολυφαινόλες, βιταμίνες, φυτικές ίνες και πηκτίνη.

Το ροδάκινο και το βερίκοκο είναι φρούτο που καταναλώνονται σε μεγάλο βαθμό μεταποιημένα. Οι ποσότητες αποβλήτων που προέρχονται από τη μεταποίηση αυτή φτάνουν ετησίως τους 80.000 και 2.000 tn αντίστοιχα. Περιέχουν πολλές

χρήσιμες ουσίες, όπως πολυφαινόλες, καροτενοειδή, πολυσακχαρίτες, τοκοφερόλες, βιταμίνες και πρωτεΐνη. Ειδικά από το βερίκοκο μπορεί να παραληφθεί ένα έλαιο, με πολλές ευεργετικές ιδιότητες. Ένα ακόμα σημαντικό φρούτο για την ανθρώπινη υγεία είναι το ρόδι, το οποίο παράγεται σε μεγάλο βαθμό, τα τελευταία χρόνια και η μεταποίηση του έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή 3.500 tn αποβλήτων ετησίως. Αυτά περιέχουν σημαντική ποσότητα πολυφαινόλων, ενώ μπορεί να παραχθεί και ελλαγγικό οξύ. Τέλος, από τα απόβλητα ροδιού μπορεί να παραληφθεί και ένα έλαιο το οποίο είναι εδώδιμο αλλά έχει και εξαιρετικές καλλυντικές ιδιότητες.

Το σύκο και η σταφίδα είναι δυο καλλιέργειες ιδιαίτερα διαδεδομένες στην Ελλάδα, καθώς περιέχουν χρήσιμα στοιχεία για την ανθρώπινη υγεία. Καταναλώνονται κυρίως νωπά, με αποτέλεσμα να μην υπάρχει υπολογίσιμη ποσότητα αποβλήτων, ικανή να αξιοποιηθεί. Το σταφύλι, ωστόσο, που προορίζεται για την παραγωγή οίνου μεταποιείται και ως συνέπεια έχει μια σημαντική ποσότητα αποβλήτων, που φτάνει τους 960.000 tn ετησίως. Αξιοποιώντας τα απόβλητα αυτά μπορούν να παραληφθούν πολυφαινόλες, τοκοφερόλες, τανίνες, σάκχαρα και ελαιούχες ενώσεις, ουσίες με μεγάλη θρεπτική και αντιοξειδωτική αξία.

Η πατάτα είναι μια ακόμα σημαντική καλλιέργεια που η μεταποίηση της έχει ως συνέπεια την παραγωγή 10.000 tn αποβλήτων, ενώ και οι ακατάλληλες πατάτες αποτελούν απόβλητα και ανέρχονται σε 54.000 tn ετησίως. Η αξιοποίηση αυτών έχει ως αποτέλεσμα την παραλαβή σημαντικής ποσότητας αμύλου, ενώ με ζύμωση των σακχάρων τους μπορούν να παραληφθούν γαλακτικό οξύ και αιθανόλη. Η ζάχαρη, επιπρόσθετα, είναι ένα προϊόν που παράγεται σημαντικά τα τελευταία έτη. Τα παραπροϊόντα από τη μεταποίηση της ανέρχονται σε 80.000 tn ετησίως και μπορούν να ζυμωθούν για την παραγωγή χρήσιμων προϊόντων, όπως αλκοόλη, κιτρικό οξύ και γλυκονικό οξύ. Ακόμα, μπορεί να γίνει παραγωγή ερυθρομυκίνης και βινάσης.

Από τις σημαντικότερες καλλιέργειες στην Ελλάδα είναι η ελιά και από αυτή παράγεται το ελαιόλαδο. Η ποσότητα των αποβλήτων που προκύπτει από τη μεταποίηση αυτή ανέρχεται σε 1.200.000 tn ετησίως. Η ποσότητα αυτή είναι υπέρογκη και μπορεί να αποτελέσει πηγή χρήσιμων συστατικών, όπως φαινολικών ενώσεων. Ακόμα, από αυτή μπορεί να παραληφθεί επιπλέον ποσότητα ελαίου και να αξιοποιηθεί ως βιομηχανικό ελαιόλαδο. Τέλος, μια ακόμα σημαντική καλλιέργεια που παράγεται σε μεγάλες ποσότητες είναι τα σιτηρά. Η επεξεργασία και μεταποίηση τους έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων αποβλήτων, που αξιοποιούνται στην ανθρώπινη διατροφή, ως ζωοτροφές ή για την παραλαβή ουσιών. Αυτές οι ουσίες μπορεί να είναι φυτοστερόλες, αραβινοξυλάνες, φαινολικές διαιτητικές ίνες και πρωτεΐνες. Επίσης, τα απόβλητα του κριθαριού αξιοποιούνται από εταιρείες ζυθοποιίας.

Οι παραγόμενες ποσότητες αποβλήτων συνολικά, ανά έτος, ανέρχονται σε 3.000.000 tn. Αυτή η υπέρογκη ποσότητα συνήθως αξιοποιείται ως ζωοτροφή και σε λίγες περιπτώσεις για την παραλαβή ουσιών. Από το βερίκοκο και το ρόδι γίνεται εκχύλιση και εκμετάλλευση του ελαίου τους. Επίσης, το ροδάκινο αξιοποιείται για

την παραγωγή βιοαεριού, λιπασμάτων και εδαφοβελτιωτικών προϊόντων. Ωστόσο, τα παραπροϊόντα αυτά περιέχουν πολλά συστατικά και μπορούν να αξιοποιηθούν για την απομύζηση χρήσιμων ουσιών, χρησιμοποιώντας απλές διεργασίες. Είναι κρίσιμη η αξιοποίηση των παραπροϊόντων αυτών, καθώς παράγονται χρήσιμα προϊόντα με χαμηλό κόστος και μεγάλη προστιθέμενη αξία. Η αξιοποίηση αυτή μπορεί να γίνεται από κάθε εταιρεία ξεχωριστά, όπου είναι εφικτό, ή σε κατάλληλες μονάδες επεξεργασίας που συγκεντρώνουν τα παραπροϊόντα από τις αντίστοιχες εταιρείες παραγωγής. Η διαδικασία αυτή, έχει μεγάλη σημασία οικονομική, περιβαλλοντική ενώ παράγονται και ουσίες χρήσιμες στην ανθρώπινη υγεία.

## **Abstract**

This paper deals with the study of agro-industrial by-products of crop production produced in Greece, in order to investigate the phenomenon and propose possible ways of their utilization.

The food industries produce huge amounts of waste every year, which directly affects humans, the economy and the environment. Disposal of this waste, without proper treatment, is capable of creating serious environmental problems. On the other hand, this waste may contain particularly important components, which may prove useful either in the food industry or in other industries. Ingredients commonly found in food by-products are phenolic compounds, antioxidants, fiber and dietary fiber, proteins and fermentable ingredients, which, with proper treatment, can provide new products.

In Greece, the largest percentage of waste comes from agro-industrial production. Many large-scale crops are found in the country, resulting in large quantities of production and by-products. Fruits and vegetables contain important ingredients, beneficial to health and useful in many areas.

This project contains a study of the production of specific crops, the processing of the respective products, their by-products and their utilization technologies. These crops include tomato, orange, apple, pear, apricot, peach, pomegranate, raisin and grape for wine production, potato, sugar, olive and olive oil production and, finally, cereals.

Industrial tomato is an important crop and its processing results in the production of 25.000 tn of waste per year. This amount can be utilized to obtain carotenoids, phenolic compounds and proteins. Also, orange is a very important product, which during its processing results in the concentration of 200.000 tn of waste, capable of producing carotenoids, hesperidin, pectin, vitamins, polyphenols and essential oil. Apple and pear are widespread fruits that are widely cultivated. The quantities of waste from their processing amount to 100 tn and 4.500 tn per year, respectively, and are rich in polyphenols, vitamins, fiber and pectin.

Peach and apricot are fruits that are widely consumed manufactured. The quantities of waste resulting from their processing reach 80.000 and 2.000 tn per year, respectively. They contain many useful substances, such as polyphenols, carotenoids, polysaccharides, tocopherols, vitamins and protein. Especially from apricot an oil can be obtained, with many beneficial properties. Another important fruit for human health is pomegranate, which is largely produced in recent years and its processing results in the production of 3.500 tn of waste per year. These contain a significant amount of polyphenols. Also, ellagic acid can be produced. Finally, from the pomegranate waste an oil can be omitted, which is edible but also has excellent cosmetic properties.

Fig and raisin are two crops that are very common in Greece, as they contain useful elements for human health. They are consumed mainly fresh and as a result there is no measurable amount of waste that can be recovered. Grapes, however, intended for wine production are processed and as a result have a significant amount of waste, reaching 960.000 tn every year. Utilizing this waste polyphenols, tocopherols, tannins, sugars and oily compounds can be obtained, substances with great nutritional and antioxidant value.

Potato is another important crop whose processing results in the production of 10.000 tn of waste. Unsuitable potatoes are also waste and amount to 54.000 tn per year. Utilization of these results in the production of a significant amount of starch. Also, by fermentation of their sugars lactic acid and ethanol can be obtained. Sugar, in addition, is a product that has been produced significantly in recent years. The by-products from its processing amount to 80.000 tn per year and can be fermented to produce useful products, such as alcohol, citric acid and gluconic acid. Erythromycin and vinase can also be produced.

Olive is one of the most important crops in Greece and olive oil is produced from it. The amount of waste resulting from this processing amounts to 1.200.000 tn per year. This amount is huge and can be a source of useful ingredients, such as phenolic compounds. In addition, an extra amount of oil can be obtained from it and be used as industrial olive oil. Finally, another important crop produced in large quantities is cereals. Their processing results in the production of large amounts of waste, which are used in human nutrition, as animal feed or for the suction of substances. These substances can be phytosterols, arabinoxylans, phenolic dietary fiber and proteins. Barley waste is also used by breweries.

The quantities of waste generated, per year, may be as big as 3.000.000 tn. This huge amount is usually used as animal feed and in a few cases for the suction of substances. Apricot and pomegranate are used to extract and exploit their oil. Peaches are also used for the production of biogas, fertilizers and soil conditioners. However, these by-products contain many ingredients and can be utilized to produce useful substances, using simple processes. It is crucial to utilize these by-products, as useful products are produced with low cost and high added value. This utilization can be implemented by each company separately, where possible, or in appropriate processing units that collect the stumbling blocks from the respective production companies. This process is of great economic and environmental importance. In addition, useful substances for human health are also produced.



## Πίνακας Περιεχομένων

<b>Εισαγωγή</b>	<b>12</b>
<b>1. Βιομηχανική τομάτα</b>	<b>15</b>
1.1. Γενικά στοιχεία	15
1.2. Παραγωγή και μεταποίηση	15
1.3. Εταιρείες στην Ελλάδα	16
1.4. Διαδικασία μεταποίησης	17
1.5. Παραπροϊόντα - Σύσταση παραπροϊόντων	18
1.6. Τεχνολογίες αξιοποίησης	18
1.7. Επεξεργασία δεδομένων	22
1.8. Συμπεράσματα	23
<b>2. Πορτοκάλι</b>	<b>24</b>
2.1. Γενικά στοιχεία	24
2.2. Παραγωγή και Μεταποίηση	24
2.3. Εταιρείες στην Ελλάδα	25
2.4. Διαδικασία Μεταποίησης	25
2.5. Παραπροϊόντα - Σύσταση παραπροϊόντων	25
2.6. Τεχνολογίες αξιοποίησης	26
2.7. Επεξεργασία δεδομένων	31
2.8. Συμπεράσματα	32
<b>3. Μήλο</b>	<b>34</b>
3.1. Γενικά στοιχεία	34
3.2. Παραγωγή και Μεταποίηση	34
3.3. Εταιρείες στην Ελλάδα	35
3.4. Διαδικασία Μεταποίησης	35
3.5. Παραπροϊόντα - Σύσταση παραπροϊόντων	35
3.6. Τεχνολογίες αξιοποίησης	36
3.7. Επεξεργασία δεδομένων	37
3.8. Συμπεράσματα	38
<b>4. Αχλάδι</b>	<b>39</b>
4.1. Γενικά στοιχεία	39
4.2. Παραγωγή και Μεταποίηση	39
4.3. Εταιρείες στην Ελλάδα	40
4.4. Διαδικασία Μεταποίησης	40

4.5. Παραπροϊόντα - Σύσταση παραπροϊόντων	40
4.6. Τεχνολογίες αξιοποίησης	41
4.7. Επεξεργασία δεδομένων	41
4.8. Συμπεράσματα	42
<b>5. Βερίκοκο</b>	<b>43</b>
5.1. Γενικά στοιχεία	43
5.2. Παραγωγή και Μεταποίηση	43
5.3. Εταιρείες στην Ελλάδα	44
5.4. Διαδικασία μεταποίησης	44
5.5. Παραπροϊόντα - Σύσταση παραπροϊόντων	44
5.6. Τεχνολογίες αξιοποίησης	45
5.7. Επεξεργασία δεδομένων	47
5.8. Συμπεράσματα	47
<b>6. Ροδάκινο</b>	<b>49</b>
6.1. Γενικά στοιχεία	49
6.2. Παραγωγή και Μεταποίηση	49
6.3. Εταιρείες στην Ελλάδα	50
6.4. Διαδικασία μεταποίησης	50
6.5. Παραπροϊόντα - Σύσταση παραπροϊόντων	51
6.6. Τεχνολογίες αξιοποίησης	51
6.7. Επεξεργασία δεδομένων	53
6.8. Συμπεράσματα	53
<b>7. Ρόδι</b>	<b>55</b>
7.1. Γενικά στοιχεία	55
7.2. Παραγωγή και Μεταποίηση	55
7.3. Εταιρείες στην Ελλάδα	55
7.4. Διαδικασία μεταποίησης	56
7.5. Παραπροϊόντα - Σύσταση παραπροϊόντων	56
7.6. Τεχνολογίες αξιοποίησης	57
7.7. Επεξεργασία δεδομένων	59
7.8. Συμπεράσματα	59
<b>8. Σύκο</b>	<b>60</b>
8.1. Γενικά στοιχεία	60
8.2. Παραγωγή	60
8.3. Εταιρείες στην Ελλάδα	61

8.4. Συμπεράσματα	61
<b>9. Σταφύλι</b>	<b>62</b>
<b>9α. Σταφίδα</b>	<b>62</b>
9α.1. Γενικά στοιχεία	62
9α.2. Παραγωγή	62
9α.3. Εταιρείες στην Ελλάδα	63
9α.4. Συμπεράσματα	64
<b>9β. Σταφύλι - Οίνος</b>	<b>65</b>
9β.1. Γενικά στοιχεία	65
9β.2. Παραγωγή και Μεταποίηση	65
9β.3. Διαδικασία παραγωγής	66
9β.4. Παραπροϊόντα- Σύσταση παραπροϊόντων	67
9β.5. Τεχνολογίες αξιοποίησης	67
9β.6. Επεξεργασία δεδομένων	69
9β.7. Συμπεράσματα	70
<b>10. Πατάτα</b>	<b>71</b>
10.1. Γενικά στοιχεία	71
10.2. Παραγωγή και Μεταποίηση	71
10.3. Διαδικασία Μεταποίησης	71
10.4. Παραπροϊόντα - Σύσταση παραπροϊόντων	72
10.5. Τεχνολογίες Αξιοποίησης	73
10.6. Επεξεργασία δεδομένων	75
10.7. Συμπεράσματα	76
<b>11. Ζαχαρότευτλα</b>	<b>77</b>
11.1. Γενικά στοιχεία	77
11.2. Παραγωγή και Μεταποίηση	77
11.3. Εταιρείες στην Ελλάδα	78
11.4. Διαδικασία παραγωγής	78
11.5. Παραπροϊόντα - Σύσταση παραπροϊόντων	79
11.6. Τεχνολογίες αξιοποίησης	80
11.7. Επεξεργασία δεδομένων	82
11.8. Συμπεράσματα	83
<b>12. Ελιά – Ελαιόλαδο</b>	<b>84</b>
12.1. Γενικά στοιχεία	84
12.2. Παραγωγή και Μεταποίηση βρώσιμης ελιάς	84

12.3. Παραγωγή και Μεταποίηση ελαιόλαδου	85
12.4. Εταιρείες στην Ελλάδα	85
12.5. Διαδικασία παραγωγής ελαιόλαδου	85
12.6. Παραπροϊόντα - Σύσταση παραπροϊόντων	86
12.7. Τεχνολογίες αξιοποίησης	87
12.8. Επεξεργασία δεδομένων	89
12.9. Συμπεράσματα	89
<b>13. Σιτηρά - Σπορέλαια</b>	<b>91</b>
13.1. Γενικά στοιχεία	91
13.2. Παραγωγή βρώσιμων σιτηρών	91
13.3. Παραγωγή και Μεταποίηση σπορέλαιων	92
13.4. Εταιρείες στην Ελλάδα	92
13.5. Διαδικασία μεταποίησης	93
13.6. Παραπροϊόντα - Σύσταση παραπροϊόντων	94
13.7. Τεχνολογίες αξιοποίησης	95
13.8. Επεξεργασία δεδομένων	98
13.9. Συμπεράσματα	99
<b>Παρατηρήσεις και Συμπεράσματα</b>	<b>101</b>
<b>Βιβλιογραφία</b>	<b>107</b>

## Εισαγωγή

Το φαγητό είναι μια θεμελιώδης ανάγκη του ανθρώπου και είναι ζωτικής σημασίας για την επιβίωση και τη λειτουργία του. Η διαχείριση των τροφίμων από την παραγωγή των τροφίμων μέχρι την απόρριψη τους ως απόβλητα επηρεάζει άμεσα, εκτός από τον άνθρωπο, την οικονομία και το περιβάλλον.

Το “food waste” είναι η έννοια που χαρακτηρίζει την παραγωγή αποβλήτων τροφίμων κατά τη γεωργική παραγωγή, τη βιομηχανική παραγωγή, την επεξεργασία και τη διανομή των τροφίμων. Τα απόβλητα που δημιουργούνται σε όλο το εύρος της αλυσίδας, από την παραγωγή έως το στάδιο της κατανάλωσης, εκτιμούνται συνολικά στο 1/3 του συνολικού όγκου τροφίμων, που προορίζονται για κατανάλωση. Συγκεκριμένα, σε έρευνα της Ευρωπαϊκής Επιτροπής το 2010, προέκυψε ότι ο όγκος των απορριμμάτων τροφίμων εκτιμάται σε 179 kg/κάτοικο/έτος. Αναλυτικά, το 42% οφείλεται σε νοικοκυριά, το 39% στη βιομηχανία τροφίμων, το 5% στη διανομή και το 14% στην εστίαση (EOKE, 2013). Το ποσοστό αυτό μπορεί να αυξηθεί στα επόμενα έτη, εάν δεν υπάρξει πολιτική πρόληψης και αντιμετώπισης. Επομένως, η διαχείριση των αποβλήτων τροφίμων αποτελεί πολύ σημαντικό ζήτημα που χρήζει αντιμετώπισης.

Τα απόβλητα τροφίμων συχνά περιέχουν πολύτιμα βιοδραστικά μόρια, που μπορούν εύκολα να εξαχθούν και να διατεθούν στην αγορά για διάφορες χρήσεις (Lenucci et al., 2013). Η σημασία των φυσικών πρόσθετων αυξάνεται λόγω του ενδιαφέροντος που υπάρχει για εκτενέστερη χρήση φυσικών ενώσεων. Στη βιομηχανία τροφίμων, καλλυντικών και φαρμακευτικών προϊόντων, τα συνθετικά πρόσθετα σταδιακά δίνουν τη θέση τους σε φυσικά. Η επεξεργασία και επαναχρησιμοποίηση των παραπροϊόντων που προκύπτουν από την επεξεργασία τροφίμων σε υψηλές ποσότητες μπορεί να μειώσει και το κόστος επεξεργασίας (Vagi et al., 2007). Για το λόγο αυτό, αυξάνεται στις μέρες μας η σημασία της ανάκτησης, ανακύκλωσης και αναβάθμισης των αποβλήτων, με θετικές επιπτώσεις στο περιβάλλον και στην οικονομία (Lenucci et al., 2013).

Η απόρριψη των αποβλήτων όχι μόνο αυξάνει τα ποσοστά αποβλήτων που δημιουργούνται, αλλά μπορεί να δημιουργήσει και σοβαρό πρόβλημα μόλυνσης (García et al., 2009). Απόρριψη των αποβλήτων σε λίμνη μπορεί να προκαλέσει μόλυνση και καταστροφή της υδρόβιας ζωής. Επίσης, ενδέχεται να προκαλέσει εκφυλισμό των δέντρων λόγω της απώλειας οξυγόνου γύρω από τις ρίζες. Τέλος, η απόρριψη στο σύστημα αποχέτευσης δύναται να προκαλέσει μόλυνση στα υπόγεια νερά, καθώς και ζημιά στις αντλίες και στις σωληνώσεις. Επομένως, έχει μεγάλη σημασία η εκμετάλλευση των απορριμμάτων αυτών, καθώς και η επεξεργασία τους προτού τελικά απορριφθούν (Mahato et al., 2018).

Απαραίτητη προϋπόθεση για να συνεχίσει να αναπτύσσεται η κοινωνία είναι η εξασφάλιση της επάρκειας των φυσικών πόρων και η ακολουθία ενός οικονομικού

μοντέλου ανάπτυξης που θα περιορίζει τα απόβλητα, αλλά και θα μειώνει την ανάγκη για νέους πόρους που πρέπει να αντληθούν με μεγάλο οικονομικό και περιβαλλοντικό κόστος. Το γραμμικό μοντέλο παραγωγής "προμήθεια, παραγωγή, απόρριψη", κατά το οποίο κάθε προϊόν φτάνει στο τέλος της ωφέλιμης ζωής του, δεν είναι πλέον βιώσιμο. Η κυκλική οικονομία είναι η λύση για την αειφόρο ανάπτυξη, λαμβάνοντας υπόψη των εξάντληση των φυσικών πόρων και την υποβάθμιση του περιβάλλοντος. Είναι ένα μοντέλο που στοχεύει στη μείωση της σπατάλης των πόρων κατά την παραγωγική διαδικασία, στην αξιοποίηση ανανεώσιμων πόρων, φυτικών και ζωικών υποπροϊόντων και την επαναχρησιμοποίηση των προϊόντων αυτών για την παραγωγή νέων, χρήσιμων υλικών.

Στην Ελλάδα, ένα μεγάλο ποσοστό αποβλήτων προέρχεται από την αγροβιομηχανική παραγωγή. Πρόκειται για μια χώρα με πολλές καλλιέργειες και μεγάλες εκτάσεις, με αποτέλεσμα να δημιουργείται και μεγάλος όγκος παραπροϊόντων, από τις βιομηχανίες. Η αξιοποίηση των παραπροϊόντων αυτών έχει μεγάλη σημασία, αφού περιέχουν χρήσιμα συστατικά και η απόρριψη τους μπορεί να δημιουργήσει ποικίλα προβλήματα.

Τα φρούτα και τα λαχανικά είναι πλούσια σε βιοενεργά συστατικά, που έχουν ανιοξειδωτικές, αντιμικροβιακές και αντικές ιδιότητες και μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως πρόσθετα τροφίμων, φάρμακα, λειτουργικά τρόφιμα και έχουν εξαιρετικές ιδιότητες. Πολλές από τις ουσίες αυτές έχουν μεγάλη σημασία για τη βελτίωση του ανοσοποιητικού συστήματος και την πρόληψη και θεραπεία ασθενειών, όπως καρδιαγγειακές, καρκίνο, διαβήτη, ενώ συμβάλλουν στη διέγερση του ανοσοποιητικού. Οι ουσίες αυτές βρίσκονται συχνά σε ακόμα μεγαλύτερες ποσότητες στα υποπροϊόντα που προκύπτουν κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας τους (Oreopoulou et al., 2006).

Οι κυριότερες καλλιέργειες που εντοπίζονται στην Ελλάδα, και αναλύονται στην παρούσα εργασία, είναι η τομάτα, τα πορτοκάλια, η πατάτα, η σταφίδα, η ελιά, η ζάχαρη, τα σιτηρά, και φρούτα, όπως μήλα, αχλάδια, βερίκοκα, ροδάκινα και ρόδι. Πολλοί τόνοι αυτών των προϊόντων παράγονται ετησίως, με αποτέλεσμα να προκύπτουν και πολλοί τόνοι αποβλήτων. Τα παραπροϊόντα αυτά αποτελούνται κυρίως από φλούδες, κουκούτσια, σπόρους, εξωτερικά περιβλήματα και έλαια. Περιέχουν πολλά χρήσιμα συστατικά, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν εκ νέου στη βιομηχανία τροφίμων, καλλυντικών, φαρμάκων ενώ με κατάλληλη επεξεργασία μπορούν να μετατραπούν σε ναοκρυστάλλους ή να αξιοποιηθούν για την παραγωγή ενέργειας.

Ο στόχος της παρούσας μελέτης είναι η έρευνα της παραγωγής και αξιοποίησης των παραπροϊόντων κάποιων προϊόντων που παράγονται στην Ελλάδα. Στα κεφάλαια που ακολουθούν γίνεται αρχικά μια σύντομη περιγραφή των προϊόντων, στη συνέχεια παρατίθενται στοιχεία σχετικά με την παραγωγή και μεταποίηση του προϊόντος στην Ελλάδα. Ακολουθεί η περιγραφή της διαδικασίας παραγωγής και επεξεργασίας και η ανάλυση των παραπροϊόντων και της σύστασης τους. Τέλος, αναλύονται τεχνολογίες

αξιοποίησης των παραπροϊόντων που έχουν προκύψει από παλαιότερες έρευνες και μελέτες. Τα στοιχεία αυτά γίνονται αντικείμενο επεξεργασίας και στη συνέχεια εξάγονται συμπεράσματα για την αξιοποίηση κάθε προϊόντος με τα απόβλητα του.

## **1. Βιομηχανική τομάτα**

### *1.1. Γενικά στοιχεία*

Η τομάτα, με επιστημονικό όνομα *Lycopersicon esculentum*, ανήκει στην οικογένεια *Solanaceae*. Είναι ένα φυτό ιδιαίτερης σημασίας και η παραγωγή της είναι ευρύτατα διαδεδομένη σε όλο τον κόσμο. Συνήθως, καλλιεργείται κατά τους θερινούς μήνες, καθώς η θερμοκρασία παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στη φυσιολογική και παραγωγική εξέλιξη της τομάτας. Είναι αυτογονιμοποιούμενο φυτό, το οποίο φτάνει τα 1-3 m ύψος, παρόλα αυτά δεν έχει ανθεκτικό κορμό και χρειάζεται τη στήριξη άλλων φυτών.

Η καταγωγή της είναι από την Κεντρική και Νότιο Αμερική. Στην Ευρώπη μεταφέρθηκε κατά το 16ο αιώνα και χρησιμοποιούνταν ως καλλωπιστικό και φαρμακευτικό φυτό μέχρι το 18ο αιώνα που άρχισε να καλλιεργείται ως εδώδιμο. Σαν καλλιέργεια άρχισε να επεκτείνεται κατά το 19ο αιώνα με την εμφάνιση βιομηχανιών κονσέρβας στην Ιταλία. Ως βιομηχανική πρώτη ύλη όμως, χρησιμοποιήθηκε μετά το Β' Παγκόσμιο Πόλεμο, όπου άρχισαν να δημιουργούνται σύγχρονες βιομηχανικές μονάδες μεταποίησης (Αυγουλάς & Παπαστυλιανού, 2012).

Η καλλιέργεια της είναι τόσο διαδεδομένη πλέον, καθώς χρησιμοποιείται στην ανθρώπινη διατροφή ως νωπό προϊόν, αλλά κυρίως επεξεργασμένη, καθώς πάνω από το 80% της παραγωγής τομάτας καταναλώνεται σε διάφορες μορφές όπως, χυμός συμπυκνωμένος ή νωπός, τοματοπολτός, φυσικός χυμός τομάτας, αποξηραμένος καρπός, καθώς και αποφλοιωμένα κομμάτια τομάτας σε κονσέρβα (Kaur et al., 2008). Αυτό συμβαίνει διότι ο καρπός της είναι πλούσιος σε ουσίες χρήσιμες για τον οργανισμό. Περιέχει λυκοπένιο το οποίο είναι ένα καροτενοειδές ιδιαίτερα αποτελεσματικό για τον οργανισμό, βιταμίνες Α, Β, Ε, C και ιχνοστοιχεία όπως κάλιο, φώσφορο, μαγνήσιο, ασβέστιο, σίδηρο και άλλα (Αγγίδης, 1996).

### *1.2. Παραγωγή και μεταποίηση*

Η βιομηχανική τομάτα είναι βιομηχανικό φυτό και κατέχει περίοπτη θέση στον οικονομικό κλάδο παγκοσμίως. Συγκεκριμένα, στην Ελλάδα η συνολική καλλιεργούμενη έκταση κυμαίνεται γύρω στα 160 -200 χιλιάδες στρέμματα. Μέχρι το 2004 κατατάσσονταν στους πιο σημαντικούς κλάδους της αγροτικής οικονομίας, ώσπου άρχισε να εμφανίζεται μια πτωτική πορεία.

Όπως βρέθηκε, με βάση τα στοιχεία του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, παρουσιάζονται παρακάτω τα στοιχεία καλλιέργειας και μεταποίησης βιομηχανικής τομάτας κατά την περίοδο 2001-2018.



**Πίνακας 1.1.: Στοιχεία Μεταποίησης Βιομηχανικής Τομάτας κατά τα έτη 2001-2018**  
(Πηγή Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία, Διαθέσιμο εις: <https://www.statistics.gr/el/home>).

Εμπορική περίοδος	Μεταποιηθείσα Πρώτη ύλη (tn)
2001	935.006
2002	861.246
2003	983.050
2004	1.187.592
2005	880.450
2006	720.400
2007	614.203
2008	639.748
2009	818.555
2010	661.914
2011	330.000
2012	390.000
2013	432.554
2014	463.961
2015	512.695
2016	412.508
2017	362.116
2018	291.225

Παρατηρείται ότι η μεταποιηθείσα ποσότητα τομάτας παρουσίαζε αύξηση μέχρι το 2004, όπου η ποσότητα βρισκονταν κοντά στους 1.000.000 tn. Τα επόμενα χρόνια όμως παρουσιάζεται μια μείωση που γίνεται εντονότερη από το 2011 και μετά, καταλήγοντας το 2018 η ποσότητα να βρίσκεται στους 300.000 tn περίπου. Η μείωση αυτή πιθανώς οφείλεται στην οικονομική κρίση που παρατηρείται στην Ελλάδα εκείνα τα χρόνια και αναμένεται εκ νέου αύξηση της ποσότητας όταν αυτή ξεπεραστεί.

### *1.3. Εταιρείες στην Ελλάδα*

Οι εταιρείες μεταποίησης τομάτας εντοπίζονται κυρίως στους νομούς Ηλείας, Φθιώτιδας, Βοιωτίας, Λάρισας, Μαγνησίας και Σερρών. Παρακάτω παρουσιάζονται αναλυτικά οι εταιρείες που εντοπίζονται στην Ελλάδα.

**Πίνακας 1.2.:** Μεταποιητικές εταιρίες που εντοπίζονται στον Ελλαδικό χώρο για τη μεταποίηση τομάτας (Πηγή: <https://www.agro24.gr/agrotika/agora/epiheiriseis-metapoisis/oi-11-epiheiriseis-metapoisis-viomihanikis-ntomatas-poy>).

Όνομα εταιρείας	Τοποθεσία εγκαταστάσεων
ΚΥΚΝΟΣ Α.Ε.	Σαβάλια Ηλείας
ΚΩΠΑΙΣ Α.Β.Ε.Ε. - Δ. ΝΟΜΙΚΟΣ	Αλιάρτο Βοιωτίας - Δομοκό Φθιώτιδας
ΦΙΛΙΠΠΟΣ Α.Ε.	Ημαθία
DAMAVANDAE	Θεσσαλία
ΣΕΡΚΟ FOODS Α.Ε.	Σέρρες
ΧΥΜΟΦΡΟΥΤ Ε.Π.Ε	Ημαθία
DEL MONTE HELLAS S.A.	Λάρισα
MAST FOODS S.A.	Βόλος
ΣΤΡΥΜΩΝ ΤΡΟΦΙΜΑ ΑΕ	Σέρρες
UNILEVER-KNORRABEE	Σχηματάρι

Οι εταιρείες εντοπίζονται κυρίως στη Θεσσαλία και στη Βόρειο Ελλάδα ενώ υπάρχουν ακόμα δύο στο Δομοκό και στο Σχηματάρι. Έτσι, η παραγωγή της τομάτας στον Ελλαδικό χώρο είναι συγκεντρωμένη σε ορισμένες περιοχές, γεγονός που συμβάλλει στην ευκολότερη αξιοποίηση των παραπροϊόντων της συνολικά.

#### 1.4. Διαδικασία μεταποίησης

Η επεξεργασία της βιομηχανικής τομάτας περιλαμβάνει πολλά στάδια από την παραλαβή της πρώτης ύλης μέχρι την παραγωγή του τελικού προϊόντος. Υπάρχουν ποικίλα προϊόντα τομάτας όπως, τομάτες ολόκληρες ή σε κομμάτια σε κονσέρβα, τριμμένες τομάτες, χυμός τομάτας και τοματοπολτός. Αρχικά παραλαμβάνεται η πρώτη ύλη και μεταφέρεται στο εργοστάσιο όπου γίνεται ποιοτικός έλεγχος και τοποθέτηση της τομάτας σε ειδικές παλέτες. Στη συνέχεια, οι τομάτες αυτές προωθούνται σε πλυντήρια προκειμένου να απομακρυνθούν οι ξένες ουσίες, όπως φύλλα και χώματα, και να πλυθούν καλά. Το επόμενο στάδιο είναι ιδιαίτερα σημαντικό, καθώς περιλαμβάνει τη διαλογή της πρώτης ύλης που καλύπτει τα απαιτούμενα χαρακτηριστικά ποιότητας. Η ποιότητα της παραγωγής είναι άμεσα συνδεδεμένη με το στάδιο της διαλογής.

Αφού η πρώτη ύλη έχει πλυθεί και επιλεγθεί ακολουθεί η μεταποίηση της. Το πρώτο στάδιο μεταποίησης για τον τοματοπολτό είναι η πολτοποίηση, όπου η τομάτα θρυμματίζεται ενώ παράλληλα απομονώνονται οι φλοιοί και οι σπόροι της. Η πολτοποιημένη τομάτα οδηγείται στον προθερμαντήρα για να θερμανθεί με ατμό και να δημιουργηθεί ο τοματοπολτός. Ακολουθεί η διήθηση, όπου ο τοματοπολτός διαχωρίζεται από ξένες ουσίες που μπορεί να έχουν παραμείνει, και η εξάτμιση, ώστε να επιτευχθεί η επιθυμητή συμπύκνωση του πολτού. Το τελευταίο στάδιο της επεξεργασίας είναι η παστερίωση, που πραγματοποιείται για την καταστροφή των ενζύμων και των μικροοργανισμών. Ο τοματοπολτός είναι έτοιμος για συσκευασία σε

ασηπτικές συνθήκες και αποθήκευση (Gould et al., 1992, Γαιπαιδεία Διαθέσιμο εις: <http://www.gaiapedia.gr>).

### *1.5. Παραπροϊόντα - Σύσταση παραπροϊόντων*

Η τομάτα και τα παραπροϊόντα της, είναι ιδιαίτερα σημαντικά, καθώς περιέχουν ποικίλες χρήσιμες ουσίες, όπως ασκορβικό οξύ, καροτενοειδή, βιταμίνες και πολυφαινόλες που επιδρούν θετικά στην ανθρώπινη υγεία. Το παραπροϊόν της τομάτας, αποτελεί περίπου το 4% του συνολικού φρούτου (Lenucci et al., 2013). Η σύσταση του νωπού παραπροϊόντος (romance) περιλαμβάνει 33% σπόρους, 27% φλοιούς και 40% πολτό ενώ του αποξηραμένου περιλαμβάνει 44% σπόρους και 56% πολτό και φλοιούς. Η εκμετάλλευση των παραπροϊόντων της τομάτας είναι ιδιαίτερα σημαντική, καθώς υπάρχουν πιθανώς αρνητικές επιπτώσεις όταν αυτά απορρίπτονται στο περιβάλλον, ενώ παράλληλα είναι μια πολλά υποσχόμενη πηγή χρήσιμων συστατικών (Viuda - Martos et al., 2014).

### *1.6. Τεχνολογίες αξιοποίησης*

#### **1.6.1. Καροτενοειδή**

Τα καροτενοειδή είναι ένα σύνολο ουσιών που εντοπίζονται κυρίως στα φυτά, τα φρούτα και τα λαχανικά. Είναι φυσικές χρωστικές ουσίες ενώ χαρακτηρίζονται και από μια πληθώρα αντιοξειδωτικών ιδιοτήτων. Είναι υπεύθυνα για την πρόληψη διάφορων ασθενειών και αυτό τα καθιστά ιδιαίτερα χρήσιμα. Τα κύρια καροτενοειδή που υπάρχουν στη διατροφή και στο ανθρώπινο σώμα είναι το β-καροτένιο, το α-καροτένιο, το λυκοπένιο, η κρυπτοξανθίνη και η λουτεΐνη (Viuda-Martos et al., 2014).

Ταξινομούνται συνήθως σε δύο κύριες κατηγορίες: υδρογονανθρακικά καροτενοειδή, γνωστά ως καροτίνες (π.χ. β-καροτένιο, λυκοπένιο) και οξυγονωμένα καροτενοειδή, γνωστά ως ξανθοφύλλες (π.χ. β-κρυπτοξανθίνη, λουτεΐνη, βιλαξαξανίνη).

Τα καροτενοειδή έχουν διάφορα οφέλη για την υγεία. Ιδιαίτερα το β - καροτένιο χρησιμοποιείται ευρέως ως φυσικό χρωστικό στη βιομηχανία τροφίμων. Αυτό μαζί με άλλα καροτενοειδή, όπως η β-κρυπτοξανθίνη, μετατρέπονται σε βιταμίνη Α, και έτσι θεωρούνται ως προβιταμίνη Α. Επίσης, η β-κρυπτοξανθίνη είναι ένα ισχυρό αντιοξειδωτικό και προστατεύει τις ελεύθερες ρίζες από την καταστροφή των κυττάρων του σώματος και του DNA.

Οι ποσότητες των καροτενοειδών που εμφανίζονται στα παραπροϊόντα της τομάτας εμφανίζονται παρακάτω.

*Πίνακας 1.3.: Περιεκτικότητα παραπροϊόντων σε καροτενοειδή (Knoblich et al., 2005).*

<b>Καροτενοειδές</b>	<b>Φλούδα (μg/g)</b>	<b>Σπόροι (μg/g)</b>
Λυκοπένιο	734	130
Λουτεΐνη	14.5	6.5
Ζεαξανθίνη	3.7	1.0
α-καροτένιο	0	0.4
β-καροτένιο	29.3	14.4
cis-β-καροτένιο	11.7	5.6

Το λυκοπένιο είναι το κύριο καροτενοειδές που περιέχεται στην τομάτα και συσσωρεύεται στους χρωμοπλάστες. Είναι υπεύθυνο για το κόκκινο χρώμα της τομάτας, ενώ έχει μελετηθεί ως το πιο ισχυρό αντιοξειδωτικό σε σύγκριση με τα υπόλοιπα καροτενοειδή. Θεωρείται ιδιαίτερα σημαντικό για την ανθρώπινη υγεία καθώς προλαμβάνει διάφορους τύπους καρκίνου, καρδιαγγειακές παθήσεις και παθήσεις νευρολογικής φύσης, ενώ βοηθάει στην ανδρική υπογονιμότητα και στην αντιγήρανση. Έτσι, το λυκοπένιο είναι μια εξαιρετικά εμπορεύσιμη ουσία που λειτουργεί ως φυσική χρωστική ουσία και ως συστατικό σε πολλά καλλυντικά και τρόφιμα (Lenucci et al., 2013).

Η εκχύλιση με οργανικούς διαλύτες είναι καθιερωμένη στη βιομηχανία τροφίμων. Τα περισσότερα καροτενοειδή τομάτας είναι διαλυτά σε λιπίδια και έτσι συνήθεις οργανικοί διαλύτες (π.χ., διχλωρομεθάνιο, εξάνιο, αιθανόλη, ακετόνη, οξικό αιθύλιο, πετρελαϊκός αιθέρας, βενζόλιο ή χλωροφόρμιο) και μείγματα πολικών ή μη πολικών διαλυτών έχουν ελεγχθεί για εκχύλιση καροτενοειδών. Κατά την ανάπτυξη μεθόδων για την εκχύλιση ουσιών, που χρησιμοποιούνται σε τρόφιμα, ένα ιδιαίτερα σημαντικό ζήτημα είναι η ασφάλεια και συνεπώς η επιλογή του κατάλληλου και ασφαλούς διαλύτη. Ένας διαλύτης πολλά υποσχόμενος και εντελώς βιοαποικοδομήσιμος σε CO<sub>2</sub> και νερό είναι ο γαλακτικός αιθυλεστέρας (Strati and Oreopoulou, 2011). Οι μέθοδοι αυτές, όμως, συχνά περιλαμβάνουν τη χρήση ιδιαίτερα τοξικών χημικών διαλυτών που βλάπτουν τον άνθρωπο και το περιβάλλον. Ως αποτέλεσμα, έχει αυξηθεί το ενδιαφέρον για τη χρήση φιλικών, προς το περιβάλλον διαδικασιών, για την βιομηχανική παραγωγή λυκοπενίου.

Οι Strati and Oreopoulou (2011) πραγματοποίησαν εκχύλιση με γαλακτικό αιθυλεστέρα και πέτυχαν απόδοση καροτενοειδών, κυρίως λυκοπενίου και β-καροτένιου, 243 mg/kg ξηρής βάσης, σε σύγκριση με τη χρήση ακετόνης (52 mg/kg σε ξηρή βάση) ή τη χρήση οξικού αιθυλεστέρα (46 mg/kg). Επίσης, οι Kaur et al. (2008) προσπάθησαν να βελτιστοποιήσουν τις συνθήκες εκχύλισης και πέτυχαν απόδοση ανάκτησης λυκοπενίου 19.8 mg/kg ξηρής βάσης.

Η εκχύλιση με υπερκρίσιμο ρευστό (SFE) έχει καθιερωθεί ως εναλλακτική λύση και το σύνηθες ρευστό είναι το CO<sub>2</sub> (Viuda - Martos et al., 2014). Οι Baysal et al. (2000) χρησιμοποίησαν αιθανόλη για εκχύλιση λυκοπενίου και β-καροτένιου από

τους σπόρους του καρπού μαζί με υπερκρίσιμο CO<sub>2</sub> και πέτυχαν αποτέλεσμα ανάκτησης έως και 50%. Σε μελέτη των Vagi et al. (2007) μελετήθηκαν οι κατάλληλες συνθήκες ώστε να εκχυλιστεί το 90.1% του λυκοπενίου από απόβλητα τομάτας. Επίσης, οι Egydio et al. (2010) παρουσίασαν μια νέα μέθοδο για την εκχύλιση του λυκοπενίου από το χυμό τομάτας χρησιμοποιώντας υπερκρίσιμο CO<sub>2</sub> ως διαλύτη και χωρίς την ανάγκη ξηράνσεως της πρώτης ύλης και κατάφεραν να εκχυλίσουν έως και 76.7% του λυκοπενίου, με τις κατάλληλες συνθήκες. Άλλες μέθοδοι για την εκχύλιση του λυκοπενίου πέρα από το SFE περιλαμβάνουν την υποβοηθούμενη από υπερήχους εκχύλιση (UAE) και την εκχύλιση με υποβοήθηση υπερήχων / μικροκυμάτων (UMAE). Οι αποδόσεις των μεθόδων αυτών, σύμφωνα με μελέτη των Zhang - Liu et al. (2008), προέκυψαν ίσες με 97.4% και 89.4% αντίστοιχα. Τέλος, η χρήση ενζύμων σε συνδυασμό διαλύτες, όπως ακετόνη και αιθυλ-ακετάλη μπορεί να συμβάλλει στην καλύτερη εκχύλιση του λυκοπενίου από την τομάτα (Catalkaya et al., 2019).

### **1.6.2. Πολυφαινόλες: Φαινολικά οξέα και Φλαβονοειδή**

Η βιοδραστικότητα της τομάτας και των υποπροϊόντων της συνήθως αποδίδεται στα καροτενοειδή. Ωστόσο, η τομάτα περιέχει, επίσης, μια σημαντική ποσότητα φαινολών που της προσδίδουν αντιοξειδωτική και η αντιμυκητιακή δράση. Οι φαινολικές ενώσεις που υπάρχουν στα τρόφιμα είναι τα φαινολικά οξέα και τα φλαβονοειδή. Τα φλαβονοειδή είναι μια ομάδα πολυφαινολικών ενώσεων που εντοπίζεται ιδιαίτερα στα φαρμακευτικά φυτά, τα λαχανικά και τα φρούτα. Χρησιμοποιούνται ως συστατικά σε τροφές ενώ έχουν πολυάριθμες ευεργετικές επιδράσεις στην ανθρώπινη υγεία, όπως προστασία από καρδιαγγειακές ασθένειες, αντικαρκινική και αντιφλεγμονώδη ιδιότητα (Shaghghi et al., 2008). Ακόμα, οι φαινόλες είναι ουσίες ικανές να αναπληρώσουν μικρο-θρεπτικά συστατικά όπως βιταμίνες, β-καροτένια πολυσακχαρίτες και άλλα. Έτσι, χρησιμοποιούνται ως φυσικά πρόσθετα τροφίμων, για τη διατήρηση και τη βελτίωση της ποιότητάς τους.

Οι σημαντικότερες φαινόλες που εντοπίζονται στην τομάτα είναι το καφεϊκό οξύ, το φερουλικό οξύ, η καιμπφερόλη και η κερκετίνη (Valdes - Morales et al., 2014). Η πιο διαδεδομένη τεχνική που χρησιμοποιείται για την ανάκτηση των φαινολών είναι η εκχύλιση στερεού - υγρού (SLE) (Teixeira et al., 2014). Οι Valdez – Morales et al. (2014) και Ferrero et al. (2010) για την εκχύλιση των φαινολών αρχικά, δημιούργησαν άλευρο τομάτας από τη φλούδα και τα σπόρια, αφού τα είχαν αποξηράνει και παγώσει. Στη συνέχεια, το άλευρο αυτό εκχυλίστηκε με μεθανόλη και φυγοκεντρήθηκε για να επιτευχθεί ο διαχωρισμός του υπερκείμενου ρευστού και να γίνει εκ νέου εκχύλιση στο άλευρο. Τα υπερκείμενα υγρά από τις δύο εκχυλίσεις συνδυάστηκαν και συμπυκνώθηκαν. Οι Moccia et al. (2020) κατέληξαν πως οι φλοιοί και οι σπόροι τομάτας περιέχουν ολικά φαινολικά συστατικά εκφρασμένα σε ισοδύναμα γαλλικού οξέος (GAE) περίπου 25 mg GAE/g σε ξηρή βάση και με υδρολυτική επεξεργασία πέτυχαν απόδοση εκχύλισης 12% σε ξηρή βάση άλευρου τομάτας.

### 1.6.3. Πρωτεΐνες

Η παραγωγή πρωτεϊνικών προϊόντων από τα παραπροϊόντα τομάτας δεν είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη ωστόσο μπορεί να έχει σπουδαία αποτελέσματα. Ως πρώτη ύλη χρησιμοποιείται το νωπό παραπροϊόν της επεξεργασίας (romance) και οι σπόροι τομάτας. Ιδιαίτερα, οι σπόροι τομάτας, όπως οι περισσότεροι ελαιούχοι σπόροι, περιέχουν ένα μεγάλο αριθμό αποθηκευτικών σωμάτων μέσα στα οποία εντοπίζονται οι περισσότερες πρωτεΐνες του σπόρου. Η εκχύλιση πρωτεϊνών έχει επιτευχθεί με διάφορους τρόπους. Επίσης, υψηλό πρωτεϊνικό περιεχόμενο εντοπίζεται και στο τοματάλευρο, γεγονός που το καθιστά ικανή πρώτη ύλη για παραγωγή πρωτεϊνικών υπερσυμπυκνωμάτων (Λιαδάκης, 1999). Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται η περιεκτικότητα πρωτεΐνης στο φλοιό και στους σπόρους.

*Πίνακας 1.4.: Περιεκτικότητα πρωτεΐνης στο φλοιό και στους σπόρους τομάτας.*

	<b>Πρωτεΐνη (% ξ.β.)</b>	<b>Πηγή</b>
<b>Φλοιός τομάτας</b>	12	Galizzi et al., 1964
<b>Σπόρος τομάτας</b>	25.5	Liadakis et al., 1995

Ένας από τους πιο απλούς τρόπους εκχύλισης πρωτεϊνών είναι η παραγωγή συμπυκνώματος τομάτας. Η πρώτη ύλη, εδώ το νωπό παραπροϊόν της επεξεργασίας (romance), αλέθεται σε σταθερό pH, πιέζεται και στη συνέχεια ακολουθεί είτε αφυδάτωση του εκχυλίσματος που παράγεται είτε διαδοχικές καταβυθίσεις των πρωτεϊνών. Στην περίπτωση αυτή το πρωτεϊνικό περιεχόμενο στο συμπύκνωμα κυμαίνεται από 40-60% (Kramer and Kwee, 1977). Επίσης, υπάρχει δυνατότητα εκχύλισης πρωτεϊνών από απειλωμένο άλευρο τομάτας, δηλαδή, το παραπροϊόν της παραλαβής του τοματέλαιου από τους σπόρους τομάτας. Οι Liadakis et al. (1995) με τη χρήση απιονισμένου νερού και φυγοκέντρησης πέτυχαν απόδοση εκχύλισης πρωτεΐνης σε ξηρή βάση 43.6%. Μια τέτοια διαδικασία μπορεί να έχει απόδοση έως και 70%, ενώ το υπερσυμπύκνωμα που προκύπτει μπορεί να περιέχει έως και 85% πρωτεΐνες (Fazio et al., 1983).

### 1.6.4. Τοματέλαιο

Το τοματέλαιο (tomato seed oil) αποτελεί το κύριο προϊόν της αξιοποίησης των σπόρων. Ως έλαιο, έχει υψηλή περιεκτικότητα σε ακόρεστα οξέα με πάνω από 50% λινελαϊκό οξύ. Επίσης, περιέχει ψηλά ποσοστά πρωτεΐνης, περίπου 23 -29% και έχει σημαντικές αντιοξειδωτικές ιδιότητες. Επίσης, έλαιο παραλαμβάνεται και από τους φλοιούς τομάτας και περιέχει κυρίως λινελαϊκό οξύ, ελαϊκό και παλμιτικό (Λιαδάκης, 1999). Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εδωδιμο έλαιο, όμως, έχει ιδιαίτερα σημαντική χρήση στη βιομηχανία καλλυντικών, στη σαπωνοποιία και στη δημιουργία χρωμάτων και βερνικιών. Παλαιότερα, η εξαγωγή του ελαίου γίνονταν με πίεση, τελευταία όμως εφαρμόζεται η εκχύλιση με διαλύτη. Για την εκχύλιση του ελαίου στην Ελλάδα, έχει

μελετηθεί η χρήση αιθέρα και το ιξώδες του προκύπτει παρόμοιο με τα ελαιόλαδα και τα βαμβακέλαια (Lazos et al., 1998).

### **1.6.5. Ζωοτροφές**

Η συνηθέστερη αξιοποίηση του παραπροϊόντος τομάτας είναι σε ζωοτροφές. Αρχικά, το νωπό παραπροϊόν της επεξεργασίας (romance) ξηραίνεται για 3-6 μέρες στο ήλιο και ανακινείται συχνά για να αποφευχθεί η σήψη. Στη συνέχεια, είτε χρησιμοποιείται όπως έχει, είτε ζυμώνεται για να είναι έτοιμο για χρήση. Ενσωματώνεται σε ζωοτροφές σκύλων, χοίρων, βοοειδών, κοτόπουλων και μηρυκαστικών (Λιαδάκης, 1999). Οι ζωοτροφές εμπλουτίζονται με βιοδραστικές ενώσεις για τη βελτίωση της υγείας των ζώων και όχι απαραίτητα για τη βελτίωση του κρέατος τους, η οποία μπορεί να επιτευχθεί με άμεση προσθήκη των ενώσεων αυτών στο κρέας. Έτσι, θα έχει άμεση επίπτωση και στην ανθρώπινη υγεία (Knodlich et al., 2005).

### *1.7. Επεξεργασία δεδομένων*

Για την αξιολόγηση της ποσότητας των παραπροϊόντων, λαμβάνεται ως ποσότητα μεταποιηθείσας πρώτης ύλης ένας μέσος όρος της πρώτης ύλης από το έτος 2001-2018 που προκύπτει περίπου 600.000 tn. Το παραπροϊόν της τομάτας αποτελεί το 4% του συνολικού φρούτου, επομένως η ποσότητα παραπροϊόντων που λαμβάνεται ετήσια είναι 24 tn νωπού υλικού (romance). Από αυτά 7.9 tn είναι σπόροι, 6.5 tn είναι φλοιοί και 9.6 tn είναι πολτός.

Η απόδοση εκχύλισης καρροτενοειδών, σύμφωνα με τις Strati and Oreopoulou (2011) είναι 243 mg/kg ξηρής βάσης φλούδας και σπόρων, επομένως η ποσότητα καρροτενοειδών που μπορεί να παραληφθεί ετησίως είναι 3.3 tn. Επίσης, η ποσότητα λυκοπενίου, με βάση την απόδοση 19.8 mg/kg ξηρής βάσης που πέτυχαν οι Kaur et al. (2008) είναι 265 kg ετησίως.

Η ετήσια ποσότητα πρωτεϊνών που μπορούν να παραληφθούν, θεωρώντας περιεκτικότητα 12% στο φλοιό τομάτας και 25.5% στους σπόρους, σύμφωνα με το Λιαδάκη (1999) και απόδοση καταβύθισης 46%, σύμφωνα με τους Liadakis et al. (1995) είναι 835 tn από τους σπόρους τομάτας και 320 tn από τη φλούδα τομάτας. Επίσης, σύμφωνα με τους Moccia et al. (2020) μπορούν να παραληφθούν περίπου 40 tn GAE ολικά φαινολικά συστατικά, ετησίως από τους σπόρους και τους φλοιούς τομάτας. Οι υπολογισμοί γίνονται σε ξηρή βάση, για τους σπόρους η υγρασία θεωρείται 8.3% (Liadakis et al., 1995) και για τους φλοιούς 6.8% (Mangut et al., 2006). Τέλος, μπορεί να παραχθεί σημαντική ποσότητα τοματέλαιου από τους σπόρους και τους φλοιούς τομάτας.

Η επεξεργασία τους μπορεί να γίνει σε κάθε μονάδα παραγωγής, καθώς ο απαιτούμενος εξοπλισμός δεν είναι ιδιαίτερα ογκώδης και ακριβός αν πρόκειται για απλές εκχυλίσεις ή σε μία κεντρική μονάδα εντοπισμένη στη Θεσσαλία, αφού

αρκετές μονάδες βρίσκονται εκεί και είναι κοντά στη Μακεδονία που βρίσκονται οι υπόλοιπες. Η συγκέντρωση των παραπροϊόντων από τις εταιρείες μεταποίησης τομάτας θα είναι εύκολη και άμεση, ενώ η επεξεργασία θα γίνεται μαζικά οπότε θα έχει χαμηλότερο κόστος.

### *1.8. Συμπεράσματα*

Η τομάτα είναι ένα προϊόν που παράγεται σε μεγάλο βαθμό στην Ελλάδα. Η κατανάλωση της είτε ως νωπό προϊόν είτε ως επεξεργασμένο έχει μεγάλη σημασία και προσφέρει πολλά θρεπτικά συστατικά. Η μεταποίηση της, ωστόσο, παράγει μεγάλη ποσότητα αποβλήτων, που στην Ελλάδα φτάνει περίπου τους 25.000 tn ετησίως. Η ποσότητα αυτή αφενός περιέχει πολλά χρήσιμα συστατικά για την ανθρώπινη διατροφή και αφετέρου η διάθεση της στο περιβάλλον μπορεί να προκαλέσει προβλήματα. Επομένως, η εκμετάλλευση της κρίνεται απαραίτητη. Υπάρχει η δυνατότητα ετήσια να παραλαμβάνονται ποσότητες καροτενοειδών, φαινολικών ενώσεων, πρωτεϊνών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε συμπληρώματα της ανθρώπινης διατροφής. Επίσης, η παραλαβή του τοματέλαιου έχει μεγάλη σημασία, καθώς είναι χρήσιμο ως εδώδιμο έλαιο, στη βιομηχανία καλλυντικών και στη σαπωνοποιία. Τέλος, μεγάλη σημασία έχει και η παραγωγή ζωοτροφών, καθώς απαιτούνται μεγάλες ποσότητες ετησίως και η χρήση παραπροϊόντων για την παραγωγή τους μειώνει το κόστος τους.

Μέχρι σήμερα η αξιοποίηση των παραπροϊόντων τομάτας γίνεται αποκλειστικά για χρήση ζωοτροφών, ωστόσο υπάρχει η δυνατότητα παραλαβής πολλών χρήσιμων συστατικών με μεγαλύτερη καθαρότητα και σε χαμηλό κόστος συγκριτικά με τη χρήση άλλων πρώτων υλών. Έτσι, κρίνεται ιδιαίτερα σημαντική η παραλαβή ουσιών από τα παραπροϊόντα της βιομηχανικής τομάτας, χωρίς ωστόσο να αποκλείεται και η χρήση ως ζωοτροφή εναλλακτικά. Τα χρήσιμα συστατικά που έχει ωφελούν και τα ζώα, ενώ η μετατροπή σε ζωοτροφή έχει πολύ χαμηλό κόστος.



## 2. Πορτοκάλι

### 2.1. Γενικά στοιχεία

Το πορτοκάλι είναι ένα από τα πιο διαδεδομένα εσπεριδοειδή. Η επιστημονική ονομασία τους είναι *Citrus sinensis* και ανήκει στο γένος *Rutaceae*. Η πορτοκαλιά είναι δέντρο που καλλιεργείται κυρίως σε τροπικές, υποτροπικές και εύκρατες περιοχές με ήπιο χειμώνα. Η καλλιέργεια της ξεκίνησε από την Κίνα και την Ινδία και διαδόθηκε σε όλο τον κόσμο.

Είναι ένα φρούτο που έχει πολλά οφέλη στην ανθρώπινη διατροφή, καθώς περιέχει βιταμίνη C και A, κάλιο, ασβέστιο, φώσφορο και διαιτητικές ίνες. Επίσης, τα πορτοκάλια περιέχουν πολλές δραστικές ουσίες όπως φλαβονοειδή και καροτενοειδή. Υπάρχουν περίπου 160 ποικιλίες πορτοκαλιές. Οι πιο σημαντικές που καλλιεργούνται στην Ελλάδα είναι τα Βαλέντσια, Άρτας, Μέρλιν και Σαγκουίνι.

### 2.2. Παραγωγή και Μεταποίηση

Τα πορτοκάλια καταναλώνονται ως νωπά φρούτα, αλλά χρησιμοποιούνται μεταποιημένα για την παραγωγή άλλων προϊόντων. Τέτοια προϊόντα είναι χυμοί, αναψυκτικά, μαρμελάδες ενώ χρησιμοποιούνται και σε γλυκά, σκευάσματα βιταμινών και σε προϊόντα περιποίησης.

Η παραγωγή των πορτοκαλιών είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη παγκοσμίως. Τις πρώτες θέσεις παραγωγής κατέχουν οι Ηνωμένες Πολιτείες στις Αμερικής, η Νότια Αμερική, η Ισπανία, η Κίνα και η Αίγυπτος. Ψηλή θέση στην παγκόσμια κατάταξη, ωστόσο, έχει και η Ελλάδα, παρά το γεωγραφικό της μέγεθος (Food and Agricultural Organization of the United Nations, Διαθέσιμο εις: <http://www.fao.org/home/en>).

Στην Ελλάδα η παραγωγή πορτοκαλιών εντοπίζεται κυρίως στην Πελοπόννησο, την Κρήτη και τη Δυτική Ελλάδα. Τα στοιχεία για την εκμετάλλευση και τις εκτάσεις πορτοκαλιών, ανά περιφέρεια, για το έτος 2017, δίνονται παρακάτω.

**Πίνακας 2.1.:** Παραγωγή πορτοκαλιών, ανά περιφέρεια για το έτος 2017 (Πηγή Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία, Διαθέσιμο εις: <https://www.statistics.gr/el/home>).

Περιφέρεια	Παραγωγή (tn)
Πελοπόννησος	451.072
Κρήτη	75.094
Δυτική Ελλάδα	116.898
Ήπειρος	69.652
Σύνολο Ελλάδας	727.459

### *2.3. Εταιρείες στην Ελλάδα*

Υπάρχουν πολλές εταιρείες παραγωγής και μεταποίησης πορτοκαλιών στην Ελλάδα. Οι σημαντικότερες εταιρείες εκχύμωσης πορτοκαλιών είναι η εταιρεία Χυμοί Λακωνία, με έδρα τη Λακωνία, η BIOXYM, που βρίσκεται στα Χανιά και η εταιρεία Λακωνικοί Κήποι, που εντοπίζεται επίσης στη Λακωνία.

### *2.4. Διαδικασία Μεταποίησης*

Τα πορτοκάλια είτε καταναλώνονται νωπά είτε επεξεργάζονται προκειμένου να γίνουν χυμός. Η αρχική διαδικασία είναι κοινή για κάθε περίπτωση. Αρχικά, παραλαμβάνεται η πρώτη ύλη και ελέγχεται αν τηρεί τις απαιτήσεις της βιομηχανίας, δηλαδή αν οι καρποί είναι σωστά ωριμασμένοι, αν έχουν προσβληθεί από έντομα και μύκητες ή αν είναι σπασμένοι. Ακολουθεί το πλύσιμο προκειμένου να απομακρυνθούν όλες οι ξένες ύλες, όπως χρώματα και φυτοφάρμακα, και η ταξινόμηση των καρπών με βάση το μέγεθος. Στο σημείο αυτό, οι καρποί που προορίζονται για κατανάλωση συσκευάζονται και είναι έτοιμοι προς πώληση.

Για την παραγωγή χυμού, ακολουθεί η διαδικασία της εκχύμωσης, κατά την οποία γίνεται η αφαίρεση του χυμού ή η πολτοποιήση όλου του εδώδιμου μέρους του καρπού. Υπάρχουν τρεις κύριες κατηγορίες εκχύμωσης, με περιστροφή και πίεση, με συμπίεση ολόκληρου του καρπού και με σύστημα περιστρεφόμενων κυλίνδρων. Κατά την εκχύμωση ο αέρας ενσωματώνεται μέσα στο χυμό οπότε, υπάρχει κίνδυνος υποβάθμισης του χυμού και απώλειας της βιταμίνης C. Έτσι, απαιτείται απαέρωση που πραγματοποιείται με τη βοήθεια αντλίας κενού, η οποία δημιουργεί χαμηλή πίεση και ο αέρας εξέρχεται από τη μάζα του χυμού. Ακολουθεί η παστερίωση, που είναι απαραίτητη για να καταστραφούν παθογόνοι και αλλοιογόνοι μικροοργανισμοί και ένζυμα που είναι υπεύθυνα για την ποιοτική υποβάθμιση του χυμού (Kimball et al., 1999). Στις περισσότερες περιπτώσεις ο χυμός συμπυκνώνεται προκειμένου να απομακρυνθεί μια ποσότητα νερού και έτσι να μειωθεί ο συνολικός όγκος του νερού και να είναι πιο εύκολη η αποθήκευση και μεταφορά του. Τέλος, ο χυμός συσκευάζεται όσο είναι ζεστός σε μεταλλικά, γυάλινα δοχεία ή σε χάρτινη ασηπτική συσκευασία, προκειμένου να επιτευχθούν συνθήκες αποστείρωσης και στη συνέχεια ψύχεται και αποθηκεύεται.

### *2.5. Παραπροϊόντα - Σύσταση παραπροϊόντων*

Οι βιομηχανίες επεξεργασίας εσπεριδοειδών παράγουν τεράστιες ποσότητες αποβλήτων, αφού τα απορρίμματα του φλοιού εσπεριδοειδών αντιπροσωπεύουν το 50% της μάζας των συνολικών καρπών (Bovil et al., 1996). Η χυμοποίηση δημιουργεί διαφορετικούς τύπους αποβλήτων, τα οποία περιλαμβάνουν κυρίως στερεά και υγρά απόβλητα. Τα στερεά υπολείμματα αποτελούνται από την εσωτερική φλούδα (albedo) που αντιπροσωπεύει το 17% του φρούτου σε νωπή βάση, την εξωτερική φλούδα (flavedo) που αντιπροσωπεύει το 10% σε νωπή βάση, τους σπόρους που αποτελούν το 2% σε νωπή βάση καθώς και τον πολτό που αποτελεί το

26% σε νωπή βάση (Mahato et al., 2018). Τα υγρά υπολείμματα αποτελούνται από απορρίμματα κονσερβοποιίας και νερά από το πλύσιμο των φρούτων.

Το πορτοκάλι και τα απόβλητα του περιέχουν πολλές χρήσιμες ουσίες, με μεγάλη προστιθέμενη αξία. Περιέχει πολυσακχαρίτες, σάκχαρα, λιπαρά οξέα, καροτενοειδή, βιταμίνες, πολυφαινόλες, οργανικά οξέα και λιμονοειδή (Sharma 2017).

Ο πίνακας παρακάτω αναφέρει τη σύσταση της εσωτερικής και εξωτερικής φλούδας του πορτοκαλιού καθώς και των σπόρων. Τα κύρια συστατικά είναι το μη αζωτούχο εκχύλισμα που περιλαμβάνει τα σάκχαρα, η υγρασία, η πρωτεΐνη, οι ίνες που περιλαμβάνουν την κυτταρίνη, ημικυτταρίνη, λιγνίνη και πηκτίνη, τα λιπίδια, η τέφρα, οι φαινολικές ενώσεις και τα καροτενοειδή.

**Πίνακας 2.2.:** Η σύσταση της εσωτερικής (Albedo) και εξωτερικής (Flavedo) φλούδας και των σπόρων (Πηγή: Mahato et al., 2018).

	Μη αζωτούχο εκχύλισμα (%)	Υγρασία (%)	Πρωτεΐνη (%)	Ίνες (%)
<b>Albedo</b>	78	15	1	4
<b>Flavedo</b>	62	9	4	13
<b>Σπόροι</b>	69	6	6	5
	Λιπίδια (%)	Τέφρα (%)	Φαινόλες (mg GAE/g DM)	
<b>Albedo</b>	1	1	57.7	
<b>Flavedo</b>	10	2	147.6	
<b>Σπόροι</b>	12	2	673.9	

## 2.6. Τεχνολογίες αξιοποίησης

### 2.6.1. Καροτενοειδή

Τα καροτενοειδή είναι ουσίες που βρίσκονται σε αφθονία στα εσπεριδοειδή. Στις φλούδες πορτοκαλιού υπολογίζονται περίπου 38 mg/kg φλούδας (Curl et al., 1956). Το πορτοκάλι, συγκεκριμένα, περιέχει ζ-καροτένιο (zeta-carotene) που δηλώνει την παρουσία μεγάλης ποσότητας φυτοενίου (phytoene) στη φλούδα του και έχει σημαντική εμπορική χρήση. Άλλα καροτενοειδή είναι το β-καροτένιο, που μετατρέπεται σε βιταμίνη Α και η β-κρυπτοξανθάνη.

Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει τις ποσότητες καροτενοειδών που βρίσκονται στη φλούδα και στον πολτό πορτοκαλιού.

**Πίνακας 2.3. :** Ποσότητες καροτενοειδών σε φλούδα και πολτό πορτοκαλιού (Sharma et al., 2017).

Καροτενοειδές	Φλούδα (μg/g ξ.β.)	Πολτός (μg/g ξ.β.)
Λουτεΐνη	1.2	2.9
Ζεαξανθίνη	0.8	4.5

Κρυπτοξανθάνη	1.2	5.4
B- καροτένιο	3	1.1

Έχουν προταθεί διάφοροι τρόποι εξαγωγής των καροτενοειδών από το πορτοκάλι. Οι Badr et al. (2006) δοκίμασαν εξαγωγή με μείγμα ισοπροπανόλης και τη χρήση πετρελαϊκού αιθέρα. Επίσης, οι Aravantinos et al. (1997) χρησιμοποίησαν ακετόνη για την εκχύλιση και κατάφεραν να απομακρύνουν έως και το 89% των συνολικών καροτενοειδών. Μια άλλη μέθοδο ακολούθησαν οι Weissenberg et al. (1997) με τη εκχύλιση καροτενοειδών από ξινό πορτοκάλι με τη χρήση διαιθυλεθαίρα και μεθανόλης. Οι Murador et al. (2019) σε μια προσπάθεια να αναπτύξουν μια νέα μέθοδο εξαγωγής καροτενοειδών χρησιμοποίησαν ιοντικό υγρό και απομόνωσαν περίπου 30 mg/g ξηρής ύλης. Τέλος, οι Sharma et al. (2017) προτείνουν την εκχύλιση με εξάνιο, ακετόνη ή αιθέρα. Οι Aravantinos-Zafiridis et al. (1992) μελέτησαν πως η ανάκτηση των καροτενοειδών με δύο εκχυλίσεις με ακετόνη μπορεί να έχει απόδοση έως και 90%.

Η τεχνολογία εκχύλισης με υπερκρίσιμο ρευστό χρησιμοποιεί ως διαλύτες, ουσίες σε υπερκρίσιμη κατάσταση. Το ρευστό που χρησιμοποιείται πιο συχνά είναι το διοξείδιο του άνθρακα, καθώς είναι αβλαβές, προστατεύει τα εκχυλίσματα από την ατμοσφαιρική οξείδωση και τη χαμηλή κρίσιμη θερμοκρασία, ενώ συμβάλλει στη διατήρηση των βιοδρατικών ενώσεων. Επίσης, δεν επιβαρύνει το περιβάλλον και απαιτεί λιγότερο χρόνο εκχύλισης και μικρότερη θερμοκρασία. Η υπερκρίσιμη εκχύλιση με CO<sub>2</sub> είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική για την εξαγωγή καροτενοειδών και άλλων ενώσεων με αντιοξειδωτική δράση, από τη φλούδα και τους σπόρους των εσπεριδοειδών (Brito et al., 2020).

### 2.6.2. Πολυφαινόλες: Φλαβονοειδή και φαινολικά οξέα

Τα απορρίμματα των εσπεριδοειδών και ιδιαίτερα οι φλούδες και οι σπόροι είναι πλούσια σε φαινολικά οξέα και φλαβονοειδή. Οι δύο ομάδες φλαβονοειδών που βρίσκονται στα εσπεριδοειδή είναι οι γλυκοσυλιωμένες φλαβόνες (γλυκοζίτες της λουτεολίνης, απιγενίνης και διοσμίνης) και οι πολυμεθοξυλιωμένες φλαβόνες (Sharma et al., 2017). Ένα από τα σημαντικότερα φλαβονοειδή είναι και η εσπεριδίνη.

Οι ενώσεις αυτές είναι ιδιαίτερα σημαντικές, καθώς έχουν ισχυρές αντιοξειδωτικές, αντικαρκινικές και αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες. Εντοπίζονται σε μεγάλο βαθμό στα εσπεριδοειδή και είναι χαρακτηριστικά για κάθε είδος, γεγονός που τα καθιστά καλούς δείκτες για τον εντοπισμό της νοθείας σε εμπορικούς χυμούς. (Mouly et al., 1994). Ακόμη, ορισμένες γλυκοσυλιωμένες φλαβόνες μπορεί να μετατρέπονται εύκολα σε αντίστοιχες διϋδροχαλκόνες, οι οποίες είναι ισχυρά φυσικά γλυκαντικά (Horowitz and Gentili, 1969)

Η σύσταση της φλούδας και του πολτού σε φαινόλες και φλαβονοειδή φαίνεται στον παρακάτω πίνακα.

**Πίνακας 2.4.:** Σύσταση φλούδας και πολτού σε φαινόλες και φλαβονοειδή (Πηγή: Sharma et al., 2017).

	<b>Φλούδα</b>	<b>Πολτός</b>
<b>Φαινόλες (mg GAE/g DM)</b>	147.6	57.7
<b>Φλαβονοειδή (mg/ g DM)</b>	49.2	1.15

Παρατηρείται ότι η ποσότητα φαινολών και φλαβονοειδών είναι πολύ μεγαλύτερη στη φλούδα απ' ό τι στον πολτό, έτσι η αξιοποίηση της κρίνεται ιδιαίτερα σημαντική. Συνεπώς, η αξιοποίηση του παραπροϊόντος του πορτοκαλιού κρίνεται ιδιαίτερα σημαντική αφού μπορεί να δώσει επαρκείς ποσότητες χρήσιμων ουσιών.

Το περιεχόμενο φαινολικών οξέων στους σπόρους γλυκού πορτοκαλιού προκύπτει ίσο με 0.144 mg/g DM ενώ στη φλούδα ξινού πορτοκαλιού ίσο με 2.956 mg/g DM. Παρατηρείται ότι η ποσότητα στη φλούδα είναι πολύ μεγαλύτερη παρόλα αυτά, οι σπόροι έχουν κατά μέσο όρο περισσότερες αντιοξειδωτικές ιδιότητες. Αυτό οφείλεται στο ότι οι σπόροι περιέχουν και άλλες ενώσεις, όπως τοκοφερόλες, ασκορβικό οξύ και λιμονοειδή που παρουσιάζουν έντονες αντιοξειδωτικές ιδιότητες (Bocco et al., 1998).

Η απομόνωση φαινολικών οξέων από φλούδες εσπεριδοειδών μπορεί να περιλαμβάνει τις παρακάτω διαδικασίες: ομογενοποίηση, βρασμός και συμπύκνωση με αναρροή, ψύξη και διήθηση και τέλος εκχύλιση (Gorinstein et al., 2001). Ακόμα, εκχύλιση μπορεί να είναι υποβοηθούμενη από μικροκύματα (MAE), εκχύλιση υπερήχων (USE), εκχύλιση υπερκρίσιμου ρευστού και εκχύλιση με διαλύτη. Σε μελέτη των Hayat et al. (2009) έχει αποδειχθεί ότι η MAE παρουσιάζει καλύτερες αποδόσεις έναντι των συμβατικών μεθόδων καθώς και καλύτερη πρακτική σκοπιμότητα. Επίσης, αποτρέπει την υποβάθμιση κάποιων φαινολικών οξέων εξαιτίας της μακροχρόνιας κατεργασίας (Hayat et al., 2009).

Ένα σημαντικό βιοφλαβονοειδές είναι η εσπεριδίνη, η οποία εντοπίζεται σε φρούτα και λαχανικά και έχει αντιοξειδωτική, αντιφλεγμονώδη δράση, αναστέλλει την απώλεια ωστικής μάζας και αναστέλλει την καρκινογένεση. Οι φλούδες πορτοκαλιού περιέχουν 455.4 mg/g ξηρής βάσης και ο πολτός 4007 μg/g ξηρής βάσης. Η απόδοση της εσπεριδίνης σε προεπεξεργασμένες και αποξηραμένες φλούδες πορτοκαλιών είναι μεταξύ 3.7 και 4.5% σε ξηρή βάση ενώ αντίστοιχα σε φρέσκες είναι μεταξύ 1.8 και 2.3% σε νωπή βάση. Αυτά η διαφορά παρατηρείται καθώς η αιθανόλη εκχυλίζει πιο αποτελεσματικά την εσπεριδίνη από το νερό (Sharma et al., 2017). Οι ίδιοι πραγματοποίησαν εκχύλιση με αιθανόλη και απομόνωσαν τελικά 337.2 mg/g ξ.β. από τη φλούδα. Για την εκχύλιση των φλαβονοειδών έχει μελετηθεί η αλκαλική επεξεργασία που ισομερίζει τα φλαβονοειδή και διαλυτοποιεί τις παράγωγες καλχόνες (calchones), Επίσης, άλλες διαδικασίες που προτείνονται για την ανάκτηση φλαβονοειδών είναι η χρήση αιθυλικής αλκοόλης, και η επεξεργασία της φλούδας με ζεστό και κρύο νερό (Lo Curto et al., 1992).

### 2.6.3. Πηκτίνη

Η πηκτίνη είναι μια οικογένεια πολύπλοκων μεταβλητών πολυσακχαριτών που εξάγονται από το πρωτογενές κυτταρικό τοίχωμα ανώτερων φυτών. Χρησιμοποιείται ευρέως στη βιομηχανία τροφίμων λόγω της ικανότητας της να σχηματίζει γέλες και έτσι χρησιμοποιείται σε μαρμελάδες, ζελέδες, συμπυκνώματα χυμών φρούτων. Τα μήλα και τα εσπεριδοειδή είναι πρώτες ύλες σημαντικές για την παραγωγή πηκτίνης. Το πορτοκάλι περιέχει, επίσης, τους πολυσακχαρίτες ξυλάνη, γλυκοζάνη, γαλακτάνη και αραβάνη (Sharma et al. 2017).

Η πηκτίνη παράγεται από τα απορρίμματα των εσπεριδοειδών υπό όξινες συνθήκες σε αυξημένη θερμοκρασία. Στις φλούδες βρίσκεται σε ποσοστό 34.6% και στην πούλπα σε ποσοστό 62% σε ξηρή βάση (Αραβαντινός, 1994). Έχουν προταθεί και εναλλακτικές λύσεις όπως η ενζυμική εκχύλιση (USE) και η εκχύλιση υποβοηθούμενη από μικροκύματα (MAE), ενώ υπάρχει και η εκχύλιση με πυκνόθεικό οξύ (Sharma et al., 2017). Είναι σημαντική η επιλογή της σωστής μεθόδου εκχύλισης για την επίτευξη υψηλής απόδοσης. Μια διαδεδομένη και αποτελεσματική μέθοδος εκχύλισης είναι με διάλυμα οξέος σε υψηλή θερμοκρασία. Συχνή είναι η χρήση υδροχλωρικού και νιτρικού οξέος. Επίσης, για την αύξηση της απόδοσης προτείνονται προκατεργασίες όπως κατάψυξη της πρώτης ύλης ή κατεργασία με υδροχλωρικό οξύ. Η απόδοση πηκτίνης τότε μπορεί να φτάσει 38-47% επί ξηρής βάσης πούλπας και φλούδας (Αραβαντινός, 1994). Οι Lo Curto et al. (1992) μελέτησαν την προπεξεργασία της φλούδας με χημικά αντιδραστήρια, όπως υπεροξειδίο του ασβεστίου και υδροχλωρικό οξύ και συμπέραναν ότι η πηκτίνη διαλυτοποιείται καλύτερα. Οι πηκτίνες έχουν πολλές εφαρμογές στην τεχνολογία των τροφίμων, τα καλλυντικά και τη φαρμακοβιομηχανία (Koubala et al., 2008).

### 2.6.4. Αιθέρια έλαια

Τα αιθέρια έλαια εσπεριδοειδών είναι παραπροϊόντα της βιομηχανίας μεταποίησης εσπεριδοειδών και απελευθερώνονται κατά το θρυμματισμό του φλοιού και του καρπού στη διάρκεια της εξαγωγής του χυμού (Dhillon et al., 2011). Είναι ιδιαίτερα σημαντικά καθώς χρησιμοποιούνται σε διάφορες βιομηχανίες τροφίμων, φαρμάκων και καλλυντικών. Ωστόσο, τα έλαια αυτά δεν χρησιμοποιούνται κατευθείαν αλλά απαιτείται μια διαδικασία καθαρισμού και απομάκρυνσης των ανεπιθύμητων τερπενίων (Raeissi et al., 2008).

Σύμφωνα με τα πρότυπα του ISO, ως αιθέρια έλαια καθορίζονται μόνο προϊόντα που λαμβάνονται από φυσικές πρώτες ύλες και απομονώνονται μόνο με φυσικές μεθόδους. Οι φυσικές μέθοδοι που συνήθως χρησιμοποιούνται είναι η απόσταξη και η ψυχρή πίεση. Κατά την απόσταξη οι φλούδες αναμειγνύονται με βραστό νερό ή διαβιβάζεται ατμός και τα αιθέρια έλαια απελευθερώνονται και συναποστάζουν με τον ατμό. Στη συνέχεια, συμπυκνώνονται και συλλέγονται. Κατά την ψυχρή πίεση, τα έλαια απομακρύνονται μηχανικά από τη φλούδα, δίνοντας υδατικό γαλάκτωμα που στη συνέχεια φυγοκεντρείται για την ανάκτηση του αιθέριου ελαίου. Γενικότερα, η

απόσταξη θεωρείται ένας οικονομικός τρόπος ανάκτησης ελαίων με καλύτερη απόδοση 0.21% του νωπού φλοιού έναντι του 0.05% της ψυχρής πίεσης (Ferhat et al., 2007).

Στη βιομηχανία χυμοποίησης σημαντική ποσότητα ελαίου ανακτάται απευθείας κατά την εκχύμωση. Η διαδικασία περιλαμβάνει, αρχικά, την απομάκρυνση του αιθέριου ελαίου από τα χυμωτικά μηχανήματα και τον καθαρισμό του από τα κουκούτσια και τα τυχόν στερεά με τη βοήθεια ειδικού φίλτρου (finisher). Στη συνέχεια, το αιθέριο έλαιο αναμειγνύεται με ρεύμα νερού και έτσι, προκύπτει ένα διάλυμα πυκνό σε νερό. Το διάλυμα αυτό τροφοδοτείται σε έναν απολασπωτή όπου απομακρύνονται τα υπόλοιπα, λεπτόκοκκα στερεά που έχουν απομείνει. Πλέον, έχει δημιουργηθεί ένα διάλυμα πυκνό σε λάδι το οποίο προωθείται σε διαυγαστήρα (polisher), όπου γίνεται ο διαχωρισμός ελαίου και νερού. Το έλαιο είναι το χρήσιμο παραπροϊόν ενώ το νερό απορρίπτεται στην αποχέτευση. Η απόδοση του ελαίου στη διαδικασία αυτή είναι 2 kg ελαίου ανά 1 tn φρούτου, δηλαδή είναι περίπου 0.002% επί νωπού φρούτου (Προσωπική επικοινωνία με Χυμός Λακωνία).

Το βασικότερο συστατικό του αιθέριου ελαίου που εντοπίζεται στο πορτοκάλι είναι το λιμονένιο, αφού αποτελεί περισσότερο από το 90% των συστατικών του. Το d-λιμονένιο είναι ένας σημαντικός βιο-διαλύτης, και αποτελεί πολύτιμη εναλλακτική λύση για τους αλογονωμένους υδρογονάνθρακες και τα συμβατικά προϊόντα απολιπαντικού που χρησιμοποιούνται παραδοσιακά στις βιομηχανίες και στον οικιακό καθαρισμό. Επίσης, το d-λιμονένιο είναι ικανό να αντικαταστήσει το κανονικό εξάνιο, στην εξαγωγή ελαίων από διάφορους καρπούς. Το εξάνιο χρησιμοποιείται εδώ και δεκαετίες για τον προσδιορισμό των λιπών και των ελαίων στα προϊόντα διατροφής, αφού προσφέρει ικανοποιητικές εκχυλίσεις ελαίων λόγω του χαμηλού σημείου βρασμού του. Ωστόσο, έχει τοξικές επιδράσεις και είναι ιδιαίτερα επικίνδυνο για τον άνθρωπο, ειδικά μετά από μακροχρόνια χρήση (Viro et al., 2008).

Το κύριο πρόβλημα χρήσης ενός τέτοιου διαλύτη είναι η υψηλότερη κατανάλωση ενέργειας, που σχετίζεται με την ανάκτηση του διαλύτη και με το ψηλότερο σημείο ζέσεως του, 175° έναντι των 69° του n-εξανίου. Έχει προταθεί μια νέα μέθοδος εκχύλισης που ονομάζεται microwave-integrated Soxhlet (MIS). Είναι μια μέθοδος στερεάς - υγρής εκχύλισης υποβοηθούμενη με μικροκύματα, η οποία έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του χρόνου λειτουργίας και την εξοικονόμηση ενέργειας (Viro et al., 2008). Οι Ciriminna et al. (2017) μελέτησαν τη διαδικασία εκχύλισης μικροκυμάτων χωρίς διαλύτες (SFME) και πέτυχαν πολύ υψηλές αποδόσεις σε σύγκριση με άλλες μεθόδους. Συγκεκριμένα, η απόδοση του λιμονενίου ήταν 0.43% σε ξηρή βάση φλούδας πορτοκαλιού. Τέλος, οι Jose et al. (2017) μελετώντας τις κατάλληλες συνθήκες της απόσταξης με αποσταγμένο νερό κατάφεραν να πετύχουν απόδοση 5.23% v/w σε αιθέριο έλαιο.

### **2.6.5. Μελάσα**

Οι μελάσες των εσπεριδοειδών είναι ένα υποπροϊόν της εκχύλισης χυμού εσπεριδοειδών. Ο φρέσκος πολτός που λαμβάνεται μετά την συμπίεση του φρούτου αναμιγνύεται με ασβέστη και πιέζεται για να αφαιρεθεί η υγρασία. Το προκύπτον υγρό κοσκινίζεται για να απομακρυνθούν τα μεγαλύτερα σωματίδια, αποστειρώνονται με θέρμανση και συμπυκνώνονται. Το προκύπτον προϊόν περιέχει 71-72% ξηρά ουσία και 60-65% σάκχαρα (Crawshaw et al., 2004). Οι μελάσες των εσπεριδοειδών είναι ένα παχύ ιξώδες υγρό, σκούρο καφέ έως σχεδόν μαύρο, με πολύ πικρή γεύση (Göhl et al., 1978). Συχνά πωλείται σε αποστακτήρια ή ενσωματώνεται εκ νέου στον αποξηραμένο πολτό εσπεριδοειδών, αλλά μπορεί επίσης να τροφοδοτηθεί απευθείας σε ζώα ή να προστεθεί σε ενσίρωση γρασιδιού (Grant et al., 2007, Hendrickson et al., 1965). Από την ίδια πηγή παράγονται επίσης σπορέλαια και το αποκαλούμενο εσπεριδόκρasso, το οποίο παράγεται από τη μελάσα των καρπών των εσπεριδοειδών και είναι ουσιαστικά ένα συμπυκνωμένο σακχαρούχο υγρό απαλλαγμένο από αιθέρια έλαια (Ποντίκης, 1993). Η κύρια χρήση της στις μέρες μας, ωστόσο, είναι ως ζωοτροφή.

### **2.6.6. Ζωοτροφές**

Ένα ακόμα σημαντικό προϊόν που μπορεί να παραχθεί από τα απόβλητα των πορτοκαλιών είναι η ζωοτροφή. Η φλούδα που απομακρύνεται πρέπει να υποστεί ενσίρωση, δηλαδή αναερόβια ζύμωση, για την ποιοτική της αναβάθμιση. Αρχικά, η φλούδα εμπλουτίζεται με υδράσβεστο και τοποθετείται σε σπαστήρες για άλεση. Στη συνέχεια, προωθείται σε κοχλία αντίδρασης για να μείνει να δράσει ο ασβέστης και να σπάσουν οι πηκτίνες που περιέχονται. Ακολουθεί μηχανική απομάκρυνση του δεσμευμένου νερού, η οποία πραγματοποιείται με τη χρήση πρέσας. Από τη διαδικασία αυτή προκύπτει προϊόν υγρασίας 70-75%, εμπλουτισμένο σε ασβέστιο, το οποίο αποθηκεύεται σε αεροστεγείς σάκους για 1 - 2 μήνες, όπου γίνονται αναερόβιες ζυμώσεις για την ποιοτική αναβάθμιση της ζωοτροφής. Η ζωοτροφή που προκύπτει αποτελεί περίπου το 60% του αρχικού φρούτου (Προσωπική επικοινωνία με Χυμός Λακωνία).

## **2.7. Επεξεργασία δεδομένων**

Για την αξιολόγηση της ποσότητας των παραπροϊόντων, λαμβάνεται ως ποσότητα παραγωγής αυτή του έτους 2017, η οποία συνολικά για την Ελλάδα ήταν 728.000 tn. Αν θεωρηθεί ότι η μισή ποσότητα οδηγείται στη χυμοποίηση, δηλαδή 365.000 tn, τα παραπροϊόντα που προκύπτουν, με βάση την ποσότητα αυτή, είναι 62.000 tn εσωτερικής φλούδας (Albedo), 36.000 tn εξωτερικής φλούδας (Flavedo), 7.3 tn σπόροι και 95 tn πολτός.

Η εσπεριδίνη που μπορεί να παραχθεί ετήσια στην Ελλάδα με βάση τα στοιχεία και τις αποδόσεις των Sharma et al. (2017) είναι 1.96 tn από φρέσκες φλούδες πορτοκαλιού. Επίσης, τα καροτενοειδή που μπορούν να απομονωθούν από τις



φλούδες είναι σημαντική ποσότητα. Υπολογίζοντας μια μέση περιεκτικότητα περίπου 48 mg/kg ξηρής βάσης στη φλούδα και λαμβάνοντας ως απόδοση ένα ποσοστό 89% που πέτυχαν οι Aravantinos et al. (1999), η ποσότητα καροτενοειδών ανέρχεται σε 3.6 tn ετησίως. Για τον υπολογισμό σε ξηρή βάση θεωρείται υγρασία φλούδας περίπου 13% (Mahato et al., 2018). Η πηκτίνη είναι ακόμα ένα σημαντικό συστατικό που παραλαμβάνεται από τα πορτοκάλια. Λαμβάνοντας υπόψη τα στοιχεία από τη διδακτορική διατριβή του Αραβαντινού (1994), και μια απόδοση περίπου 40% η ετήσια ποσότητα που μπορεί να παραληφθεί από τα παραπροϊόντα πορτοκαλιών είναι 92 tn. Τέλος, με βάση τα στοιχεία που λήφθηκαν από τη Χυμός Λακωνία, αν 1 tn πορτοκάλια δίνει 2 kg αιθέριου ελαίου, μπορεί να παράγεται περίπου 730 tn αιθέριο έλαιο ανά έτος.

## 2.8. Συμπεράσματα

Το πορτοκάλι είναι από τις πιο σημαντικές καλλιέργειες που εντοπίζονται στον Ελλαδικό χώρο. Είναι ένα προϊόν που έχει ιδιαίτερη θρεπτική αξία, καθώς περιέχει βιταμίνη C και φυτικές ίνες. Καταναλώνεται νωπό και μεταποιημένο σε μεγάλες ποσότητες. Η μεταποίηση του, ωστόσο, έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων αποβλήτων, φλούδες, σπόρους και πολτό, που στην Ελλάδα ανέρχονται σε 100.000 tn ετησίως. Τα απόβλητα αυτά περιέχουν χρήσιμες ουσίες για τον ανθρώπινο οργανισμό και σε μεγάλες ποσότητες. Έτσι, μπορούν να παραληφθούν φαινολικές ενώσεις, κυρίως γλυκοζυλιωμένες φλαβόνες και πολυμεθοξυλιωμένες φλαβόνες, πηκτίνη και καροτενοειδή, ουσίες χρήσιμες για την ανθρώπινη διατροφή, καθώς βοηθούν στην πρόληψη και αντιμετώπιση ασθενειών. Επίσης, από τα εσπεριδοειδή παραλαμβάνονται αιθέρια έλαια, τα οποία είναι χρήσιμα στις βιομηχανίες καλλυντικών και αρωματοποιίας. Τέλος, υπάρχει η δυνατότητα παραγωγής μελάσας, χρήσιμη σε αποστακτήρια ή ως ζωοτροφή και η παραγωγή ζωοτροφής απευθείας από τη φλούδα πορτοκαλιού.

Η αξιοποίηση των παραπροϊόντων της επεξεργασίας εσπεριδοειδών κρίνεται απαραίτητη, καθώς η απόρριψη τους μπορεί να δημιουργήσει ποικίλα προβλήματα, ενώ περιέχουν ουσίες χρήσιμες για τον άνθρωπο και εκμεταλλεύσιμες. Η τρέχουσα αξιοποίηση περιλαμβάνει την παραγωγή ζωοτροφών και αιθέριου ελαίου (Προσωπική επικοινωνία με Χυμός Λακωνία και Διαθέσιμα εις: <http://www.bioxym.gr/>, <http://laconicgardens.gr/?lang=el>). και η διαχείριση όσων δεν αξιοποιούνται περιλαμβάνει την κομποστοποίηση, την αναερόβια χώνευση, την αποτέφρωση, τη θερμόλυση και την αεριοποίηση ή απλώς την απόρριψη σε λίμνες (Sharma et al., 2017). Ωστόσο τα προϊόντα που μπορούν να παραχθούν είναι πολύ πιο χρήσιμα και σε επαρκείς ποσότητες.

Με απλές διαδικασίες, όπως εκχύλιση, τα παραπροϊόντα πορτοκαλιού μπορούν να χρησιμοποιηθούν εκ νέου για την ανθρώπινη διατροφή και υγεία και είναι ιδιαίτερα σημαντικά, καθώς προσφέρουν πολλά στην ανθρώπινη υγεία. Επομένως, συστήνεται η αξιοποίηση των παραπροϊόντων για παραλαβή χρήσιμων ουσιών και

δευτερευόντως η χρήση για ζωοτροφές. Η αξιοποίηση αυτή θα μπορούσε να πραγματοποιείται σε κάθε εταιρεία ξεχωριστά, αφού οι διαδικασίες είναι ιδιαίτερα απλές, ή σε μια μονάδα εντοπισμένη στη Λακωνία που να αναλαμβάνει την εκμετάλλευση των παραπροϊόντων αυτών. Επομένως, είναι σημαντικό να αξιοποιηθούν τα απόβλητα των εσπεριδοειδών για την αποφυγή δημιουργίας περιβαλλοντικών προβλημάτων και την παραγωγή χρήσιμων συστατικών.

### 3. Μήλο

#### 3.1. Γενικά στοιχεία

Το μήλο είναι ένα φρούτο της οικογένειας των Ροδοειδών. Το επιστημονικό του όνομα είναι *Malus domestica*. Το φρούτο αυτό ευδοκίμει κυρίως σε υγρές και ψυχρές περιοχές και δίνει καρπό το φθινόπωρο. Το μήλο καλλιεργείται από τους προϊστορικούς χρόνους στην Ασία και την Ευρώπη. Στις μέρες μας αντιπροσωπεύει το 50% των φυλλοβόλων δέντρων με ετήσια παραγωγή περίπου 60 εκατομμύρια τόνους.

Έχει ιδιαίτερη θρεπτική αξία καθώς περιέχει βιταμίνες A, C, φολικό οξύ βιοτίνη και μηλικό οξύ. Είναι καλή πηγή φυτικών ινών, ειδικά αν καταναλωθεί με τη φλούδα και έχει ιδιαίτερα χαμηλές θερμίδες. Ως αποτέλεσμα είναι ένα φρούτο ιδιαίτερα σημαντικό για την ανθρώπινη υγεία. Συγκεκριμένα, έρευνες έχουν δείξει ότι οι άνδρες που έτρωγαν τουλάχιστον 110 g μήλο την ημέρα είχαν 49% λιγότερες πιθανότητες να προσβληθούν από καρδιοαγγειακά προβλήματα (Lu and Foo, 2000 και University of Illinois Extension, Διαθέσιμο εις: <https://web.extension.illinois.edu/>).

#### 3.2. Παραγωγή και Μεταποίηση

Η μηλιά είναι ένα ιδιαίτερα διαδεδομένο οπωροφόρο δέντρο και καλλιεργείται ευρύτατα. Οι χώρες με τη μεγαλύτερη παραγωγή είναι η Κίνα, οι Η.Π.Α., το Ιράν και η Τουρκία (Food and Agricultural Organization of the United Nations, Διαθέσιμο εις: <http://www.fao.org/home/en>). Παγκοσμίως υπάρχουν περίπου 7.000 ποικιλίες μήλων, εκ των οποίων και μια ελληνική, η ποικιλία Φιρίκι το οποίο συναντάται κυρίως στις ορεινές και ημιορεινές περιοχές της χώρας. Η παραγωγή μήλων στην Ελλάδα, για το έτος 2017, ανά περιφέρεια, παρουσιάζεται αναλυτικά στον πίνακα που ακολουθεί:

**Πίνακας 3.1:** Παραγωγή μήλων, ανά περιφέρεια για το έτος 2017 (Πηγή Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία, Διαθέσιμο εις: <https://www.statistics.gr/el/home>).

Περιφέρεια	Παραγωγή (tn)
Κεντρική Μακεδονία	55.287
Θεσσαλία	75.509
Δυτική Μακεδονία	95.209
Πελοπόννησος	9.608
Σύνολο Ελλάδας	253.107

Σύμφωνα με την Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία (Διαθέσιμο εις: <https://www.statistics.gr/el/home>) η παραγωγή χυμών μήλων στην Ελλάδα ανέρχεται σε 2.972.220 L ετησίως, ενώ δεν υπάρχουν ακριβή στοιχεία για την ποσότητα που οδηγείται στην παρασκευή κονσέρβας.

### 3.3. Εταιρείες στην Ελλάδα

Οι βασικότερες εταιρείες μεταποίησης μήλων στην Ελλάδα παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

*Πίνακας 3.2.: Εταιρείες μεταποίησης μήλων στην Ελλάδα.*

<b>Εταιρεία</b>	<b>Τοποθεσία</b>
K - Health Products	Σέρρες
Οικογένεια Χριστοδούλου	Ναύπλιο - Θεσσαλονίκη

### 3.4. Διαδικασία Μεταποίησης

Τα μήλα έχουν πολλές χρήσεις. Καταναλώνονται ως φρέσκα φρούτα, χυμοί, μηλίτες, κομπόστες και αποξηραμένα. Το μεγαλύτερο ποσοστό μήλων καταναλώνονται ως φρέσκα φρούτα και είναι σημαντική ποιότητα τους και το μέγεθος τους. Πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στην υποβάθμιση που μπορεί να έχει υποστεί το φρούτο από ασθένειες, φυσιολογικά ή περιβαλλοντικά αίτια.

Το δεύτερο σημαντικότερο προϊόν που παράγεται από τα μήλα είναι ο χυμός μήλου. Τα μήλα αφού πλυθούν και επιλεγθούν προσεκτικά είναι έτοιμα για τη μεταποίηση. Η μεταποίηση περιλαμβάνει άλεση, συμπίεση και φιλτράρισμα για την απομάκρυνση της φλούδας και του πολτού. Στη συνέχεια, ο χυμός παστεριώνεται και μπορεί να πωληθεί ως έχει ή σε συμπυκνωμένη μορφή. Τα πλεονεκτήματα της συμπυκνωμένης μορφής είναι ότι μειώνεται σημαντικά το κόστος μεταφοράς και αυξάνεται ο χρόνος ζωής του χυμού.

Ένα άλλο είδος μεταποίησης περιλαμβάνει την παραγωγή ποτών όπως ο μηλίτης και κάποια είδη κρασιού. Ο μηλίτης είναι ένα αλκοολούχο ποτό που παράγεται από ειδικές ποικιλίες που δίνουν χαρακτηριστικό άρωμα και γεύση. Επίσης, ο χυμός μήλου μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πηγή σακχάρου για την παραγωγή "pop" κρασιών, ως εναλλακτική λύση για το σταφύλι που έχει υψηλό κόστος (Jackson et al., 2003).

### 3.5. Παραπροϊόντα - Σύσταση παραπροϊόντων

Η μεταποίηση μήλου έχει ως αποτέλεσμα να παράγεται μεγάλη ποσότητα παραπροϊόντων. Συγκεκριμένα, από την παραγωγή κονσέρβας, αποξηραμένων και φρέσκων μήλων προκύπτει το παραπροϊόν της φλούδας που αποτελεί το 13% του συνολικού νεπού φρούτου. Παράλληλα, από την παραγωγή χυμού και μηλίτη παράγεται το romance που αποτελεί το 25-30% του φρούτου και ύστερα από κοσκίνισμα απομονώνονται οι σπόροι που αποτελούν το 4-7% του συνολικού φρούτου (Rabetafika et al., 2014).

Οι φλούδες και οι σπόροι περιέχουν σημαντικές ποσότητες κάποιων συστατικών. Αρχικά, περιλαμβάνουν φυτικές ίνες, σε ποσοστό 65% (Rabetafika et al., 2014). Οι

φυτικές ίνες του μήλου περιέχουν πηκτίνη σε ποσοστό 9-10%, κυτταρίνη σε ποσοστό 40%, ημικυτταρίνη 5% και λιγνίνη 15% σε ξηρή βάση (Chen et al., 1988). Επίσης, υπάρχουν ποσοστά πρωτεΐνης, περίπου 3% στις φλούδες και 44% στους σπόρους και λιπιδίων σε ποσοστό 10% στις φλούδες και 22% στους σπόρους, όλα εκφρασμένα σε ξηρή βάση (Rabetafika et al., 2014).

### 3.6. Τεχνολογίες αξιοποίησης

#### 3.6.1. Πολυφαινόλες: Φαινολικά οξέα και Φλαβονοειδή

Το μήλο και τα παραπροϊόντα του περιέχουν ποικίλες ουσίες ιδιαίτερα σημαντικές για την ανθρώπινη υγεία. Οι πολυφαινόλες ειδικά, που εντοπίζονται στα μήλα παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον, καθώς έχουν τη δυνατότητα να δεσμεύουν τις ελεύθερες ρίζες που σχετίζονται με μια σειρά εκφυλιστικών ασθενειών, όπως καρκίνος και αθηροσκλήρωση. Οι κυριότερες πολυφαινόλες που εντοπίζονται στα μήλα είναι κυρίως παράγωγα φαινολικών οξέων και άλλα φλαβονοειδή (Shoji et al., 2004). Συγκεκριμένα, αυτές είναι οι επικατεχίνη, κερκετίνη το καφεϊκό οξύ και οι προκυανιδίνες (Lu et al. 1997).

Οι Lu et al. (1997) για την εκχύλιση φαινολών χρησιμοποίησαν αποξηραμένο και κατεψυγμένο romance μήλου το οποίο αλέστηκε σε σκόνη και στη συνέχεια, εκχυλίστηκε με υδατική ακετόνη. Το εκχύλισμα, αυτό, συμπυκνώθηκε και ξηράθηκε με αποτέλεσμα να δημιουργηθεί ένα στερεό κομμάτι που περιέχει τις φαινόλες. Η σύσταση, δηλαδή η συνολική ποσότητα των φαινολικών ενώσεων που εντοπίστηκε ήταν 7.24 g/kg ξηρής βάσης, ενώ της επικατεχίνης 0.64 g/kg ξηρής βάσης, του καφεϊκού οξέος 0.28 g/kg ξηρής βάσης και της κερκετόλης 4.65 g/kg ξηρής βάσης. Οι Moccia et al. (2020) μελέτησαν πως οι φλούδες, οι σπόροι και ο πολτός μήλου περιέχουν περίπου 23 mg GAE/g σε ξηρή βάση και με υδρολυτική επεξεργασία πέτυχαν απόδοση εκχύλισης 2% πηκτίνης σε ξηρή βάση φλούδας, σπόρων και πολτού μήλου. Οι Wolfe et al. (2003) δοκίμασαν εκχύλιση με ακετόνη και απομόνωσαν έως και 500 mg GAE/100 g φλούδας από κάποιες ποικιλίες μήλων. Σε άλλη μελέτη των ίδιων, όπου προηγήθηκε επεξεργασία με κιτρικό οξύ το συνολικό περιεχόμενο σε φαινολικές ενώσεις προέκυψε 3342 mg GAE/100g ξηρής βάσης φλούδας και των φλαβονών 2299 mg Catechin equivalents/100 g ξηρής βάσης φλούδας. Επίσης, οι Lister et al. (1994) ανέφεραν συγκεντρώσεις γλυκοζιτών κερκετίνης 250-550 mg/100 g φλούδας, ενώ οι Golding et al. (2001) ανέφεραν ποσότητας φλαβονών στη φλούδα 99-300 mg/100 g.

#### 3.6.2. Πηκτίνη

Η παραγωγή πηκτίνης είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη στα εσπεριδοειδή όμως, στα μήλα δεν είναι ιδιαίτερα συχνή. Έτσι, υπάρχει δυνατότητα ξήρανσης του romance μήλου με στόχο την παραγωγή πηκτίνης. Η πηκτίνη εμφανίζεται στον πυρήνα των μήλων κυρίως υπό μορφή πρωτοπηκτίνης, ενός διαλυτού στο οξύ πολυσακχαρίτη (Canteri - Schemin et al., 2005). Η πούλπα μήλου αποτελείται από πηκτίνη σε

ποσοστό 10-15% και η εκχύλιση της είναι από τους πιο σημαντικούς τρόπους αξιοποίησης της πούλπας (Kodagoda & Marapana, 2017). Στις φλούδες και στους σπόρους αποτελεί το 10% των συνολικών φυτικών ινών, που αποτελούν το 65% του των παραπροϊόντων αυτών (Rabetafika et al., 2014).

Έχουν δοκιμαστεί διάφορες μέθοδοι για την εκχύλιση πηκτινών. Αρχικά, υπάρχει δυνατότητα να λαμβάνονται με χημικό τρόπο με τη χρήση ισχυρών οξέων, όπως οξαλικό, υδροχλωρικό, νιτρικό οξύ και θειικά οξέα. Αυτές οι χημικές διαδικασίες έχουν πλεονεκτήματα από οικονομική άποψη και λόγω αποτελεσματικότητας, ωστόσο μπορεί να προκαλέσουν περιβαλλοντικά προβλήματα με την παραγωγή επικίνδυνων ρύπων. Έτσι, γίνονται νέες "πράσινες" προσπάθειες προκειμένου να ελαχιστοποιηθεί η χρήση των επιβλαβών χημικών ουσιών. Για παράδειγμα έχει εξαχθεί πηκτίνη με πολυγαλακτουρονάση, κελλουλάση, πρωτεάση και μικροβιακά μικτά ένζυμα. Επίσης, έχουν εφαρμοστεί επεξεργασίες με χρήση υπερήχων, μικροκυμάτων, και αυτόκλειστου (Min et al., 2011).

Οι Canteri-Schemin et al. (2005) διαπίστωσαν πως η εκχύλιση πηκτίνης από άλευρο μήλου έχει υψηλότερη απόδοση από ότι η εκχύλιση από πυρήνα μήλου, οι οποίες ήταν 9,73% και 6,13% αντίστοιχα. Με τις κατάλληλες συνθήκες προέκυψε ότι η απόδοση μπορεί να φτάσει έως και το 14% και ο βαθμός εστεροποίησης της πηκτίνης έως και το 68,84%. Επίσης, η εκχύλιση της πηκτίνης μπορεί να πραγματοποιηθεί με κατεργασία της πρώτης ύλης με ζεστό, αραιό, ανόργανο οξύ, ακολουθούμενη από φυγοκέντρηση και φιλτράρισμα. Η μέθοδος αυτή αποδίδει μια πηκτίνη με απόδοση σε μεθυλ-εστεροποίηση 75% (Panouille et al., 2007).

### **3.6.3. Κιτρικό οξύ**

Το romance μήλου είναι πλούσιο σε υδατάνθρακες, αλλά η περιεκτικότητά του σε πρωτεΐνες είναι χαμηλή, γεγονός που το καθιστά ανεπαρκές για ζωοτροφή. Συγκεκριμένα, περιέχει 12.3% ζυμώσιμη ζάχαρη ως γλυκόζη. Η αξιοποίηση ακατέργαστων πηγών υδατανθράκων για την παραγωγή κιτρικού οξέος έχει μελετηθεί διεξοδικά. Οι Hang et al. (1984) με ζύμωση του Romance μήλου με τον μύκητα *Aspergillus niger* κατάφεραν να πετύχουν απόδοση κιτρικού οξέος έως και 80% επί νωπής βάσης.

### **3.7. Επεξεργασία δεδομένων**

Για την αξιολόγηση της ποσότητας των παραπροϊόντων, λαμβάνεται ως ποσότητα που οδηγείται στη χυμοποίηση αυτή που δίνεται από την Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία, η οποία συνολικά για την Ελλάδα είναι 2.972.000 L. Τα παραπροϊόντα που προκύπτουν, με βάση την ποσότητα αυτή και τα στοιχεία των Rabetafika et al. (2014) σχετικά με τις ποσότητες των παραπροϊόντων, είναι 820 tn romance και 160 tn σπόροι. Στη συνέχεια, η πηκτίνη που μπορεί να παραληφθεί συνολικά από την πούλπα και τους σπόρους είναι 12.4 tn. Στην πούλπα περιέχεται σε ποσοστό 10%, σύμφωνα με τους Kodagoda & Marapana (2017) και έχει μια μέση

απόδοση εκχύλισης περίπου 10% σε νωπή βάση, ενώ στους σπόρους περιέχεται σε ποσοστό 10% των συνολικών φυτικών ινών (Rabetafika et al., 2014) και έχει απόδοση εκχύλισης 9% (Canteri-Schemin et al., 2005). Επίσης, μπορούν να παραχθούν περίπου 78 tn κίτρινο οξύ με την εκμετάλλευση του πολτού μήλου και με απόδοση περίπου 80%. Η ποσότητα που οδηγείται για την παραγωγή κομπόστας δεν είναι ακριβής οπότε δεν μπορούν να γίνουν ακριβείς υπολογισμοί. Ωστόσο, αν θεωρηθεί μια ποσότητα 3.000 tn, ανάλογη και με την ποσότητα που οδηγείται στη χυμοποίηση, η φλούδα που θα προκύψει ανέρχεται σε 390 tn και από αυτήν μπορούν να εξαχθούν επίσης χρήσιμα συστατικά.

### *3.8. Συμπεράσματα*

Το μήλο είναι ένα φρούτο ιδιαίτερα υγιεινό, που καταναλώνεται σε μεγάλες ποσότητες στην Ελλάδα. Ακόμα, υπάρχει η δυνατότητα μεταποίησης του, για την παραγωγή διαφόρων προϊόντων. Από τη μεταποίηση αυτή, προκύπτουν ποσότητες αποβλήτων, που στην Ελλάδα ανέρχονται σε 1.200 tn ετησίως. Είναι χρήσιμη η εκμετάλλευση των αποβλήτων αυτών, καθώς περιέχουν χρήσιμα συστατικά, που μπορούν να αξιοποιηθούν στην ανθρώπινη διατροφή. Τα συστατικά αυτά είναι κυρίως φαινολικές ενώσεις και πηκτίνη, ενώ υπάρχουν και μικρές ποσότητες πρωτεΐνης και λιπιδίων. Η κύρια αξιοποίηση των παραπροϊόντων των μήλων είναι για την παραγωγή πηκτίνης.

Μέχρι σήμερα, τα μήλα που κρίνονται ακατάλληλα για κατανάλωση καθώς και τα παραπροϊόντα που προκύπτουν από την επεξεργασία τους είτε χρησιμοποιούνται ως ζωοτροφές είτε απορρίπτονται στο περιβάλλον. Η απόρριψη του μήλου στο περιβάλλον προκαλεί ρύπανση και έτσι απαιτείται μεγάλο κόστος για τη σωστή διάθεση του (Shalini et al., 2010). Επομένως, είναι σημαντική η εκμετάλλευση των παραπροϊόντων για την παραλαβή καθαρών χρησιμων ουσιών σε χαμηλό κόστος. Η διαδικασία αυτή μπορεί να πραγματοποιηθεί από κάθε εταιρεία ξεχωριστά ή από μια κεντρική μονάδα στη Βόρεια Ελλάδα που να συλλέγει τα απόβλητα από τις δύο μονάδες μεταποίησης.

## 4. Αχλάδι

### 4.1. Γενικά στοιχεία

Το αχλάδι με επιστημονικό όνομα *Pyruscommunis* είναι ένα ‘‘μούρο’’ που ανήκει στην οικογένεια Rosaceae και στο γένος *Pyrus*. Έχουν μακρύ σχήμα το οποίο στενεύει στο ένα άκρο, η σάρκα του είναι λευκή και μαλακή ενώ εξωτερικά έχει χρώμα πράσινο, κίτρινο ανάλογα με την ποικιλία. Προέρχονται από τις αχλαδιές, δέντρα φυλλοβόλα, μεσαίου μεγέθους που εντοπίζονται κυρίως σε ημιτροπικές περιοχές και έχει χρόνο παραγωγικής ζωής περίπου 30-40 χρόνια.

Είναι ένα φρούτο πλούσιο σε θρεπτικά συστατικά χρήσιμα για τον ανθρώπινο οργανισμό, αφού έχει μεγάλη περιεκτικότητα σε φυτικές ίνες και αντιοξειδωτικά, όπως βιταμίνη C και β-καροτένιο. Επίσης, είναι καλή πηγή μετάλλων αφού περιέχει χαλκό, σίδηρο, κάλιο, μαγνήσιο και μαγγάνιο και βιταμινών, όπως ριβοφλαβίνη και πυριδοξίνη.

### 4.2. Παραγωγή και Μεταποίηση

Τα αχλάδια καταναλώνονται κυρίως νωπά αλλά και μεταποιημένα σε μορφή κομπόστας, φρουτοσαλάτας και χυμού. Ένα μικρό ποσοστό της παραγωγής οδηγείται στη μεταποίηση. Σύμφωνα με τα στοιχεία της Ε.Ε. οι συνολικές ποσότητες που οδηγήθηκαν στη μεταποίηση στην Ε.Ε., την περίοδο από 2004 έως 2008, ήταν περίπου 105.000 έως 110.000 tn (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, διαθέσιμο εις: <http://www.minagric.gr/index.php/el/>).

Αντίστοιχα, στην Ελλάδα οι συνολικές ποσότητες που οδηγήθηκαν στη μεταποίηση τις αντίστοιχες περιόδους παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

**Πίνακας 4.1.:** Ποσότητες αχλαδιών που μεταποιήθηκαν στην Ελλάδα (Πηγή Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία, Διαθέσιμο εις: <https://www.statistics.gr/el/home>).

Εμπορική περίοδος	Ποσότητα (tn)
2004-2005	7.986
2005-2006	9.283
2006-2007	10.876
2007-2008	7.824

Οι μεγαλύτερες εκτάσεις αχλαδιών στην Ελλάδα, βρίσκονται στις περιφέρειες Θεσσαλίας και Κεντρικής Μακεδονίας., ενώ αμέσως μετά ακολουθούν η Πελοπόννησος και η Κρήτη.



### 4.3. Εταιρείες στην Ελλάδα

**Πίνακας 4.2.:** Εταιρείες μεταποίησης και διακίνησης αχλαδιών στον ελλαδικό χώρο.

Όνομα εταιρείας	Τοποθεσία εγκαταστάσεων
VENUS GROWERS	Ημαθία
ΑΛ.Μ.ΜΕ	Κουλούρα Ημαθίας

Οι εταιρείες εντοπίζονται μόνο στην Ημαθία. Έτσι, η παραγωγή αχλαδιών στον Ελλαδικό χώρο είναι συγκεντρωμένη σε μια περιοχή και αυτό συμβάλλει στην ευκολότερη αξιοποίηση των παραπροϊόντων της συνολικά.

### 4.4. Διαδικασία Μεταποίησης

Τα αχλάδια καλλιεργούνται κυρίως για κατανάλωση ως φρέσκα προϊόντα ενώ ένα μικρό ποσοστό οδηγείται στη μεταποίηση για παραγωγή κομπόστας και χυμού. (Apple and Pear products). Για την παραγωγή κομπόστας αρχικά, τα αχλάδια ελέγχονται για την ποιότητα τους και διαχωρίζονται με βάση το μέγεθος τους για να οδηγηθούν στη διαδικασία του ξεφλούδισματος. Το ξεφλούδισμα και η κοπή των αχλαδιών πραγματοποιείται συνήθως μηχανικά αλλά και με το χέρι, σε περιπτώσεις όπου το δέρμα είναι πολύ σκληρό. Στη συνέχεια κόβονται στη μέση και απομακρύνονται ο πυρήνας, τα άνθη και πιθανά χτυπημένα σημεία του φρούτου. Τα αχλάδια είναι ιδιαίτερα ευαίσθητα στο οξειδωτικό και ενζυμικό μαύρισμα, έτσι έως ότου να κονσερβοποιηθούν πρέπει να διατηρούνται υπό αδύναμη άλμη 1% ή 1% διάλυμα κιτρικού οξέος. Η συσκευασία τους γίνεται σε δοχεία επικαλυμμένα εσωτερικά με κασσίτερο ή λάκες. Πολλά αχλάδια συσκευάζονται με σιρόπι και όχι με νερό. Το σιρόπι αυτό μπορεί να αποτελείται από σακχαρόζη ή και από άλλα επιτρεπόμενα θρεπτικά γλυκαντικά υδατανθράκων και κιτρικό οξύ για την αντιμετώπιση της μικροβιακής αλλοίωσης. Είναι σημαντικό το σιρόπι να προστίθεται ζεστό και στη συνέχεια στη συσκευασία να επιτυγχάνεται κλείσιμο απουσία αέρα. Τέλος, τα δοχεία αποστειρώνονται σε βραστό νερό για κάποιο χρονικό διάστημα, ανάλογο με το μέγεθος του δοχείου, τη συγκέντρωση του σιροπιού και τη θερμοκρασία κλεισίματος. Είναι σημαντικό τα δοχεία να ψύχονται αμέσως μετά την επεξεργασία σε μια μέση θερμοκρασία περίπου 35-41 °C (Featherstone, 2015).

### 4.5. Παραπροϊόντα - Σύσταση παραπροϊόντων

Το αχλάδι παράγει μεγάλες ποσότητες παραπροϊόντων κατά τη μεταποίηση του. Συγκεκριμένα, ο πουρές αχλαδιού αποτελεί περίπου το 80-85% του φρούτου σε νωπή βάση, το οποίο θεωρείται απόβλητο για μια εταιρεία παραγωγής χυμών (Martin-Cabrejas et al., 1995). Η ποσότητα της φλούδας του αχλαδιού αποτελεί περίπου το 20% της συνολικής του μάζας. Το αχλάδι έχει μικρή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες και λιπίδια, ενώ είναι πλούσιο σε σάκχαρα. Συγκεκριμένα, περιέχει 12.4% σάκχαρα, 0.5% πρωτεΐνες, 0.3% λιπίδια και 2.8% φυτικές ίνες. Επίσης, τα φαινολικά οξέα ανέρχονται σε 49 mg/kg (Leontowicz et al., 2003).

## 4.6. Τεχνολογίες αξιοποίησης

### 4.6.1. Πηκτίνη

Τα αχλάδια, όπως και τα μήλα, περιέχουν σημαντική ποσότητα πηκτίνης. Έχει μελετηθεί πως αποτελεί το 36% του κυτταρικού τοιχώματος των φρέσκων αχλαδίων (Ferreira et al., 2003). Σε ξηρή ανεπεξέργαστη πούλπα μήλου περιέχονται από 20 έως 130 g/kg (Rabetafika et al., 2014, Martin-Cabrejas et al., 1995). Για την εκχύλιση της χρησιμοποιούνται οι ίδιες μέθοδοι που χρησιμοποιούνται και στο μήλο. Έτσι, υπάρχει η δυνατότητα να λαμβάνονται με χημικό τρόπο με τη χρήση ισχυρών οξέων, τεχνική η οποία έχει πλεονεκτήματα από οικονομική άποψη και είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική, ωστόσο μπορεί να προκαλέσει περιβαλλοντικά προβλήματα. Επίσης, δοκιμάζονται και πιο “πράσινες” λύσεις για να επιτευχθεί μείωση των επιβλαβών χημικών ουσιών (Min et al., 2011). Οι Sirisomboon et al. (2000) με εκχύλιση με αλκοόλη απομόνωσαν 7 μg πηκτίνης/g νωπού φρούτου.

### 4.6.2. Φυτικές ίνες

Ο πουρές των αχλαδίων, που παράγεται ως παραπροϊόν, κατά την επεξεργασία του φρούτου έχει μελετηθεί ως πηγή διαιτητικών ινών στην τεχνολογία τροφίμων. Οι διαιτητικές ίνες είναι ιδιαίτερα σημαντικές καθώς έχουν θεραπευτικές και προληπτικές ιδιότητες έναντι ποικίλων ασθενειών. Στη βιομηχανία χυμών, κατά την επεξεργασία αχλαδίων απορρίπτονται οι σπόροι, ο φλοιός και οι πυρήνες (core). Οι Martin-Cabrejas et al. (1995) μελέτησαν την παραλαβή φυτικών ινών με την ξήρανση των τμημάτων αυτών και την εκχύλιση με αιθανόλη και τη χρήση υπερήχων. Οι συνολικές φυτικές ίνες (TDF) παραλήφθηκαν σε ποσοστό 43.9%, κατά ξηρό βάρος, οι διαλυτές (SDF) σε ποσοστό 7% κατά ξηρό βάρος και οι αδιάλυτες (IDF) σε ποσοστό 36.3% κατά ξηρό βάρος. Οι Leontowicz et al. (2003) δοκίμασαν την εκχύλιση, επίσης, με αιθανόλη και απομόνωσαν συνολικά 28 g/kg από τη φλούδα αχλαδιού και 21 g/kg από τον πουρέ.

### 4.6.3. Αρβουτίνη

Η αρβουτίνη είναι μια γλυκοσυλιωμένη υδροκινόννη, με σημαντικές εφαρμογές κυρίως σε καλλυντικά για τη λεύκανση του δέρματος. Σημαντική ποσότητα αρβουτίνης εμφανίζεται και στις φλούδες αχλαδίων. Οι Cho et al. (2011) εκχυλίζοντας με αιθανόλη υπό όξινες συνθήκες κατάφεραν να απομονώσουν αρβουτίνη σε ποσότητα 4.6-10.1 mg/10g επί νωπής βάσης της φλούδας του αχλαδιού με καθαρότητα άνω του 99%.

## 4.7. Επεξεργασία δεδομένων

Η μέση ποσότητα αχλαδίων, που οδηγείται ετήσια στη μεταποίηση, στην Ελλάδα ανέρχεται σε 9.000 tn περίπου. Από αυτή θεωρείται πως η μισή χρησιμοποιείται για την παραγωγή κονσέρβας και η μισή για την παραγωγή χυμών. Με βάση τα στοιχεία

αυτά κάθε χρόνο παραλαμβάνονται 3.825 tn πουρέ αχλαδιού και 900 tn φλούδας. Η παραγωγή της πηκτίνης από τον πουρέ αχλαδιού, σύμφωνα με τους Sirisomboon et al. (2000) μπορεί να φτάσει τα 27 kg ετησίως. Επίσης, οι φυτικές ίνες που μπορούν να παραληφθούν συνολικά, αν λάβουμε μια μέση απόδοση εκχύλισης 20% για τον πουρέ και 30% για τη φλούδα, είναι περίπου 45 tn. Τέλος, η αρβουτίνη που μπορεί να παραληφθεί είναι μια ποσότητα των 450 kg ετησίως, αν θεωρηθεί μια μέση ποσότητα απομόνωσης 5 mg/10g επί νωπής βάσης της φλούδας του αχλαδιού, μια ποσότητα αρκετά μικρή Cho et al. (2011).

#### *4.8. Συμπεράσματα*

Το αχλάδι είναι ένα φρούτο που περιέχει πολλά χρήσιμα συστατικά και καταναλώνεται είτε νωπό είτε μεταποιημένο. Τα παραπροϊόντα που προκύπτουν από τη μεταποίηση του μπορούν να δώσουν χρήσιμες ουσίες κυρίως φυτικές ίνες και πηκτίνη. Ωστόσο, αυτά δεν αξιοποιούνται και είτε χρησιμοποιούνται ως ζωοτροφές είτε απορρίπτονται. Η αξιοποίηση των παραπροϊόντων του αχλαδιού θα μπορούσε να πραγματοποιείται από κάθε εταιρεία ξεχωριστά ή από μια κεντρική μονάδα στην Ημαθία που να παραλαμβάνει τα παραπροϊόντα των δυο εταιρειών μεταποίησης. Ακόμα, θα μπορούσε να πραγματοποιείται σε μια κοινή μονάδα επεξεργασίας με τα μήλα καθώς οι τεχνικές που απαιτούνται είναι παρόμοιες.

## 5. Βερίκοκο

### 5.1. Γενικά στοιχεία

Το βερίκοκο με επιστημονική ονομασία *prunusarmeniaca* ανήκει στην οικογένεια Rosaceae και στο είδος *Prunusamerica* L. Η ονομασία προέρχεται από το λατινικό *praescocia* που σημαίνει ώριμο, διότι σαν φρούτο παρουσιάζει πρόωμη ωρίμανση. Η καταγωγή του είναι από τη Βόρεια Κίνα και τη Μογγολία, όπου καλλιεργούνταν από τα αρχαία χρόνια. Οι χώρες με τη μεγαλύτερη παραγωγή σήμερα είναι η Τουρκία, το Ιράν και το Ουζμπεκιστάν (Food and Agricultural Organization of the United Nations, Διαθέσιμο εις: <http://www.fao.org/home/en>)

Τα βερίκοκα καταναλώνονται είτε νωπά ως φρούτα είτε αποξηραμένα, ως μαρμελάδες, κομπόστες, χρησιμοποιούνται στη ζαχαροπλαστική ενώ γίνονται λικέρ και χυμός. Είναι ιδιαίτερα χρήσιμα για τον ανθρώπινο οργανισμό καθώς είναι πλούσια σε φυτικές ίνες ενώ περιέχουν κάλιο, φυσικά σάκχαρα καθώς και βιταμίνες A, C, B1 και B2.

### 5.2. Παραγωγή και Μεταποίηση

Στην Ελλάδα, η παραγωγή βερίκοκων εντοπίζεται κυρίως στη Στερεά Ελλάδα, την Εύβοια, την Πελοπόννησο, τη Θεσσαλία και την Κεντρική Μακεδονία. Καλύπτει έκταση περίπου 49.030 στρέμματα και η παραγωγή φτάνει τους 70.000 tn ετησίως. Από την παραγωγή αυτή το 20% περίπου προορίζεται για χυμοποίηση. Συγκεκριμένα, οι ποσότητες πρώτης ύλης που οδηγούνται στη μεταποίηση για την παραγωγή χυμού κυμαίνονται από 15.000-17.000 tn. Για την παραγωγή κονσέρβας, ενδεικτικά παρακάτω παρουσιάζονται οι ποσότητες που οδηγήθηκαν στον τομέα αυτόν, κατά τα έτη 2009-2013.

**Πίνακας 5.1.:** Ποσότητες βερίκοκων που οδηγήθηκαν στη μεταποίηση για παραγωγή κονσέρβας κατά τα έτη 2009-2013 (Πηγή: Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, διαθέσιμο εις: <http://www.minagric.gr/index.php/el/>).

Εμπορικό έτος	Ποσότητες (tn)
2009	9.910
2010	9.000
2011	16.000
2012	15.000
2013	13.000

### 5.3. Εταιρείες στην Ελλάδα

**Πίνακας 5.2.:** Εταιρείες μεταποίησης και διανομής βερίκοκων στον ελλαδικό χώρο.

Όνομα εταιρείας	Τοποθεσία εγκαταστάσεων
INTERCOMMFOODS A.E.	Λάρισα
ΕΛΒΑΚ Α.Ε.	Λάρισα
ΔΑΝΑΙΣ	Πέλλα
ΚΡΟΝΟΣ Α.Ε.	Πέλλα
ΠΡΟΔΡΟΜΟΣ ΠΑΥΛΙΔΗΣ	Πέλλα
ALTERRA ΚΑΡΑΜΠΕΛΑΣ	Πέλλα
ΑΦΟΙ ΛΑΜΠΡΙΔΗ	Πέλλα
ΑΦΟΙ ΧΡΙΣΤΟΔΟΥΛΟΥ	Αργολίδα
ΔΕΔΕΣ ΑΣΠΙΣ Α.Ε.	Αργολίδα
ALBERTA	Αργολίδα

Οι εταιρείες εντοπίζονται κυρίως στη Λάρισα, την Πέλλα και την Αργολίδα. Έτσι, η παραγωγή μεταποιημένων βερίκοκων στον Ελλαδικό χώρο είναι συγκεντρωμένη σε ορισμένες περιοχές, γεγονός που συμβάλλει στην ευκολότερη αξιοποίηση των παραπροϊόντων της συνολικά.

### 5.4. Διαδικασία μεταποίησης

Η διαδικασία μεταποίησης του βερίκοκου ξεκινάει με τη συγκομιδή της πρώτης ύλης. Αυτή πρέπει να γίνει στο κατάλληλο στάδιο ωριμότητας, δηλαδή όταν οι καρποί έχουν κίτρινο χρώμα και σταθερή σάρκα. Οι καρποί αυτοί ταξινομούνται ανάλογα με το μέγεθος και στη συνέχεια, εκπυρηνώνονται, διχοτομούνται και αποφλοιώνονται. Η αποφλοίωση, συνήθως, γίνεται με τη βοήθεια αλκαλικού διαλύματος και ακολουθεί το πλύσιμο των καρπών για την απομάκρυνση των φλοιών και των υπολειμμάτων του διαλύματος (Καραουλάνης, 2003). Τα αποφλοιωμένα βερίκοκα, κόβονται σε μικρότερα κομμάτια και μεταφέρονται άμεσα σε μεταλλικά δοχεία, ώστε να μην έρθουν σε επαφή με τον ατμοσφαιρικό αέρα για μεγάλο χρονικό διάστημα. Τέλος, τα δοχεία πληρώνονται με σιρόπι με συσκευή γέμισης και συσκευή κενού. Η διαδικασία αυτή είναι απαραίτητη για την απομάκρυνση του οξυγόνου και την αποφυγή υπερπλήρωσης της κονσέρβας. Οι κονσέρβες σφραγίζονται, πλένονται και αποστειρώνονται για να είναι έτοιμες για χρήση (Χατζηλιάδου, 1989).

### 5.5. Παραπροϊόντα - Σύσταση παραπροϊόντων

Η βιομηχανία επεξεργασίας βερίκοκου έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή ποσότητας βιοαποβλήτων. Τα κύρια παραπροϊόντα είναι τα κουκούτσια που περιέχουν τους πυρήνες και η πούλπα. Τα κουκούτσια αποτελούν το 7.3-19% του συνολικού φρούτου (Iordanidou et al., 1999) και περιέχουν φαινολικά και φλαβονοειδή που τους προσδίδουν αντιοξειδωτικές ιδιότητες και αντιμικροβιακές ενώσεις που δρουν ενάντια σε ποικίλα παθογόνα μικρόβια (Στραμάρκου et al., 2019).

Οι πυρήνες αποτελούν το 13.5-38% του βάρους των κουκουτσιών. Υπάρχουν δυο κατηγορίες πυρήνων οι γλυκοί και τα πικροί. Οι δεύτεροι περιέχουν υψηλά επίπεδα της τοξικής κυανογενούς γλυκοσίδης (cyanogenic glycoside), γνωστή και ως αμυγδαλίνη, η οποία μετά την υδρόλυση δίνει υδροκυανικό οξύ. Το υδροκυάνιο είναι μια χημική ένωση εξαιρετικά δηλητηριώδης σε μεγάλες ποσότητες και για αυτό απαιτείται η μέγιστη προσοχή και η αποτοξίνωση του πυρήνα. Η παρουσία αυτή αποτρέπει τη χρήση του πυρήνα ως τροφή παρότι περιέχει σημαντικά επίπεδα πρωτεϊνών και υδατανθράκων. Έτσι, απαιτείται η απομάκρυνση της αμυγδαλίνης για την αξιοποίηση του πυρήνα, η οποία έχει αποδειχθεί πως βοηθάει στην πρόληψη του καρκίνου και δοκιμάζεται ως αντικαρκινικό φάρμακο (Femenia et al., 1995). Ακόμα, περιέχουν περίπου 49% έλαιο, που αποτελείται κυρίως από παλμιτικό, ελαϊκό και λινολεϊκό οξύ και υψηλά ποσοστά πρωτεΐνης (Iordanidou et al., 1999). Η πούλπα του βερίκοκου αποτελεί το 81 – 92.7% του συνολικού φρούτου και περιέχει 52.6 - 61.7% φυτικές ίνες, 15.6 - 20.8% πρωτεΐνες (Iordanidou et al., 1999).

## 5.6. Τεχνολογίες αξιοποίησης

### 5.6.1. Πολυφαινόλες: Φαινολικά οξέα και Φλαβονοειδή

Οι πυρήνες βερίκοκων, συνήθως υφίστανται μια θερμική επεξεργασία προτού ακολουθήσει η περαιτέρω επεξεργασία τους. Κατά τη θέρμανση, ωστόσο, λαμβάνουν χώρα αντιδράσεις Maillard, κατά τις οποίες το τρόφιμο αποκτάει σκούρο χρώμα και κάποιες επιθυμητές ιδιότητες. Συνήθως, αποτέλεσμα των αντιδράσεων είναι η ποιοτική υποβάθμιση του τροφίμου, καθώς χάνονται βιταμίνες και άλλα θρεπτικά στοιχεία, όμως υπάρχει περίπτωση να δημιουργηθούν και προϊόντα αντιοξειδωτικά και ιδιαίτερα χρήσιμα. Επομένως, αφού αφαιρεθεί το έλαιο από τους πυρήνες, με τις διαδικασίες που αναφέρθηκαν παραπάνω, δημιουργείται ένα άλευρο και ακολουθεί θέρμανση και εκχύλιση με αιθανόλη για την παραλαβή των αντιοξειδωτικών ουσιών. Με τη μέθοδο αυτή έχει προκύψει συνολικό φαινολικό περιεχόμενο έως και 5.85 μg GAE/g ξηρής βάσης απειλωμένου πυρήνα (Durmaz et al., 2007).

### 5.6.2. Καροτενοειδή

Το βερίκοκο περιέχει ποσότητα καροτενοειδών τόσο στη σάρκα του όσο και στη φλούδα του. Κατά τη διαδικασία παραγωγής πουρέ παραλαμβάνεται πούλπα βερίκοκου που περιλαμβάνει επίσης ποσότητα καροτενοειδών και κυρίως β-καροτένιου. Οι Sanal et al. (2004) πραγματοποίησαν εκχύλιση με αιθανόλη σε αποξηραμένα μέσω ξήρανσης με κατάψυξη, σε βέλτιστες συνθήκες, τις οποίες μελέτησαν, και κατάφεραν να απομονώσουν β-καροτένιο σε ποσότητα 88 μg/g ξηρής βάσης. Πάλι, οι Sanal et al. (2005) επιχείρησαν εκχύλιση με υποκρίσιμο διοξείδιο του άνθρακα και αιθανόλη σε ποσοστό 27.4% και στις βέλτιστες συνθήκες κατάφεραν να απομονώσουν β-καροτένιο σε ποσότητα 98 μg/ g ξηρής πούλπας.

### 5.6.3. Πολυσακχαρίτες

Μελέτες έχουν δείξει ότι οι φυτικές ίνες που περιέχονται στο βερίκοκο ξεπερνάνε το 50%. Οι υδατοδιαλυτές διαιτητικές ίνες στον πολτό βερίκοκου περιέχουν πολυσακχαρίτες, οι οποίοι έχουν πολύ καλές βιολογικές ιδιότητες. Με την κατάλληλη επεξεργασία που περιλαμβάνει ξήρανση, άλεση και στη συνέχεια επεξεργασία με θειικό οξύ μπορεί να εντοπιστεί σημαντική ποσότητα πολυσακχαριτών. Οι μονοσακχαρίτες ραμνόζη, γλυκόζη, μαννόζη και γαλακτόζη ήταν περίπου 6 mg/mL νωπής βάσης και σε αναλογία 1.34: 2.01: 0.48: 0.35, ενώ η α-γλυκοσιδάση σε ποσότητα περίπου 7 mg/mL επί νωπής βάσης (Cui et al., 2015).

### 5.6.4. Τοκοφερόλες

Οι πυρήνες βερίκοκου εμπεριέχουν σημαντική ποσότητα α-τοκοφερόλης, γνωστή και ως βιταμίνη E (5.8 mg/100 g) (Alpaslan et al., 2006). Η α-τοκοφερόλη είναι μια θρεπτική ουσία απαραίτητη για τον οργανισμό σε μικρές ποσότητες. Είναι έντονα αντιοξειδωτική, ενισχύει το ανοσοποιητικό και βοηθάει στην αποφυγή σχηματισμού θρόμβων αίματος, ενώ είναι σημαντική και ενάντια στον καρκίνο (Διαθέσιμο εις: <https://www.cancer.gov/>). Η απομόνωση της από το έλαιο των πυρήνων γίνεται με εκχύλιση με χλωροφόρμιο, σύμφωνα με μια μελέτη των Turan et al. (2007).

### 5.6.5. Πρωτεΐνη

Οι Abd El-Aal et al. (1986) ανέφεραν ότι το αλεύρι βερίκοκου φαίνεται να περιέχει σημαντικές ποσότητες πρωτεΐνης, περίπου το 23.1-24.1%. Συγκεκριμένα, περιέχουν 84,7% αλβουμίνη, 7.65% σφαιρίνη, 1.17% προλαμίνη και 3.54% γλουτενίνη (Alpaslan and Hayta, 2006). Οι Femenia et al. (1995) μελέτησαν πως η περιεκτικότητα πρωτεΐνης στους πυρήνες βερίκοκου κυμαίνονται από 22.4 - 29.3 g/100 g ξηρής μάζας. Η ποιότητα των πρωτεϊνών εξαρτάται από τα απαραίτητα περιεκτικότητα σε αμινοξέα και την ποσότητα αζώτου στο μη απαραίτητα αμινοξέα. Οι Abd El-Aal et al. (1986) πρότειναν την εκχύλιση των πρωτεϊνών με τη χρήση νερού ως διαλύτη και υδροχλωρίου ως ρυθμιστή pH. Η περιεκτικότητα της πρωτεΐνης, μετά την απομάκρυνση των τοξικών ενώσεων προέκυψε περίπου 59%. Οι Iordanidou et al. (1999) επιχείρησαν την εκχύλιση με νερό, NaOH, Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> και NaCl και πέτυχαν αποδόσεις από 40 έως και 54%.

### 5.6.6. Έλαιο

Η βασική εκμετάλλευση του πυρήνα βερίκοκου περιλαμβάνει την εκχύλιση του ελαίου του. Το έλαιο αυτό συλλέγεται και αξιοποιείται ιδιαίτερα στη βιομηχανία καλλυντικών, καθώς έχει αντιοξειδωτικά χαρακτηριστικά και προσφέρει βαθιά ενυδάτωση. Επίσης, προστίθεται σε έλαιο από πυρήνες αμυγδάλου, καθώς έχουν παρόμοια χαρακτηριστικά, παρόμοια λιπαρή σύνθεση οξέος και σύνθεση στερόλης. Η διαφορά τους έγκειται στα επίπεδα τοκοφερόλης που μπορούν να βοηθήσουν στην ανίχνευση της νοθείας (Gurfinger et al., 1973). Η περιεκτικότητα του φρούτου σε

έλαιο βρίσκεται στα 37 – 49 g/100 g για τους πικρούς πυρήνες και 42 – 58 g/100 g για τους γλυκούς πυρήνες (Femenia et al., 1995). Περιέχει κυρίως παλμιτικό οξύ (3.2 - 10.7%), ελαϊκό (51 – 83.3% και λινολενικό οξύ (9.6 - 45.9%) και η εκχύλιση γίνεται συνήθως με n-εξάνιο (Iordanidou et al., 1999). Η απόδοση του ελαίου βερίκοκου είναι περίπου 49% επί ξηρής βάσης πυρήνων (Προσωπική επικοινωνία με ΚΡΟΝΟΣ Α.Ε.).

### *5.7. Επεξεργασία δεδομένων*

Για την αξιολόγηση της ποσότητας των παραπροϊόντων, λαμβάνεται ως ποσότητα μεταποιημένων βερίκοκων για παραγωγή κονσέρβας, ο μέσος όρος των ετών 2009-2013, η οποία συνολικά για την Ελλάδα ήταν 12.500 tn. Τα παραπροϊόντα που προκύπτουν, με βάση την ποσότητα αυτή, είναι 1.700 tn σπόροι και 190 tn πυρήνες. Από τα παραπροϊόντα αυτά παράγεται έλαιο βερίκοκου περίπου 92 tn, από τον πυρήνα με βάση την απόδοση 49% που βρέθηκε από την εταιρεία ΚΡΟΝΟΣ Α.Ε.. Η πούλπα προκύπτει μόνο κατά τη χυμοποίηση, για την οποία δεν υπάρχουν επαρκή στοιχεία, σχετικά με τις ποσότητες των βερίκοκων που οδηγούνται σε αυτή. Αν θεωρηθεί μια μέση ποσότητα βερίκοκων προς χυμοποίηση 10.000 tn, τότε η πούλπα που προκύπτει θα είναι περίπου 8.700 tn, αφού σύμφωνα με τους Iordanidou et al. (1999) αποτελεί το 81-92.7% του συνολικού φρούτου. Το φαινολικό περιεχόμενο, σύμφωνα με τους Durmaz et al. (2007), που πέτυχαν απόδοση 5.85 µg GAE/g ξηρής βάσης απειαιωμένου πυρήνα προκύπτει ίσο με 1.1 kg. Οι υπολογισμοί γίνονται σε απειαιωμένη βάση και το έλαιο που περιέχεται στον πυρήνα θεωρείται περίπου 50% (Mehmet et al., 2006). Το β-καροτένιο προκύπτει περίπου 790 kg, με βάση την απόδοση 98 µg/ g ξηρής πούλπας που πέτυχαν οι Sanal et al. (2005). Η πούλπα έχει υγρασία περίπου 7% (Iordanidou et al., 1999) οπότε οι υπολογισμοί γίνονται σε ξηρή βάση. Τέλος, οι πρωτεΐνες περιέχονται σε ποσοστό 15.6 - 20.8% στον πυρήνα και με απόδοση εκχύλισης 40 έως και 54%, η ετήσια ποσότητα προκύπτει 736 kg (Iordanidou et al., 1999).

### *5.8. Συμπεράσματα*

Το βερίκοκο είναι ένα καλοκαιρινό φρούτο, που είναι ιδιαίτερα διαδεδομένο και καταναλώνεται σε μεγάλο βαθμό νωπό και επεξεργασμένο. Η επεξεργασία του παράγει μια σημαντική ποσότητα βιοαποβλήτων, της τάξης των 2.000 tn. Τα βιοαπόβλητα του βερίκοκου περιέχουν σημαντικές ποσότητες φυτικών ινών, πρωτεϊνών και φαινολικών ενώσεων. Ακόμα, από το κουκούτσι του εκχυλίζεται έλαιο, χρήσιμο στη βιομηχανία καλλυντικών.

Η σημερινή αξιοποίηση των παραπροϊόντων του βερίκοκου είναι κυρίως του πυρήνα για την παραγωγή ελαίου, χρήσιμο σε εταιρείες καλλυντικών, ενώ τα υπόλοιπα παραπροϊόντα δεν εκμεταλλεύονται στο βαθμό που πρέπει (Προσωπική επικοινωνία με ΚΡΟΝΟΣ Α.Ε.). Ωστόσο, περιέχουν χρήσιμα συστατικά που με απλές διαδικασίες μπορούν να παραληφθούν και να χρησιμοποιηθούν εκ νέου σε



άλλα προϊόντα. Προτείνεται η ανάπτυξη τέτοιων μεθόδων για την παραλαβή φυτικών ινών και πρωτεϊνών. Η αξιοποίηση μπορεί να γίνει από κάθε εταιρεία ξεχωριστά, αφού ο εξοπλισμός δεν είναι ιδιαίτερα ακριβός και οι διαδικασίες απλές, ωστόσο μπορεί να γίνει και από κοινού σε μια μονάδα επεξεργασίας στη Θεσσαλία ή στη Βόρεια Ελλάδα.

## 6. Ροδάκινο

### 6.1. Γενικά στοιχεία

Το ροδάκινο είναι ένα ιδιαίτερα διαδεδομένο φρούτο σε όλο τον κόσμο και στην Ελλάδα. Η επιστημονική του ονομασία είναι *Prunus persica*. Οι χώρες με τη μεγαλύτερη παραγωγή ροδάκινων σήμερα είναι η Κίνα, ενώ ακολουθούν η Ιταλία, οι Η.Π.Α και η Ελλάδα (Food and Agricultural Organization of the United Nations, Διαθέσιμο εις: <http://www.fao.org/home/en>).

Υπάρχουν διάφορα είδη ροδάκινου, με διαφορές στη γεύση, στο σχήμα, το χρώμα και τη γεύση. Κάποια από αυτά είναι τα νεκταρίνια, τα λευκόσαρκα ροδάκινα και οι γαρμάδες. Περιέχει μεγάλη ποσότητα βιταμίνης C, καθώς και σάκχαρα και πρωτεΐνες. Είναι ιδιαίτερα νόστιμα και αρωματικά με γλυκιά και υπόξινη γεύση. Καταναλώνονται νωπά ως φρούτα, ως κομπόστα, ως μαρμελάδα, γίνονται λικέρ, χυμοί, αναψυκτικά και χρησιμοποιούνται στη ζαχαροπλαστική (Νάνος, 2014).

### 6.2. Παραγωγή και Μεταποίηση

Ο τομέας του ροδάκινου είναι πολύ σημαντικός για την τοπική οικονομία και για την Εθνική οικονομία. Παρατίθενται παρακάτω τα στοιχεία παραγωγής και μεταποίησης ροδάκινου της Ελλάδας κατά την περίοδο 2006-2018.

**Πίνακας 6.1.: Στοιχεία παραγωγής και μεταποίησης ροδάκινου της Ελλάδας κατά τα έτη 2006-2018, εκφρασμένο σε τόνους (Πηγή: Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, διαθέσιμο εις: <http://www.minagric.gr/index.php/el/>).**

Έτος	Συνολική Παραγωγή (tn)	Μεταποιηθείσα ποσότητα ανά κατηγορία και άλλες χρήσεις (tn)		
		Κομπόστα	Πουρές	Κατάψυξη
2006	360.000	276.000	54.000	25.000
2007	430.000	285.000	100.000	35.000
2008	400.000	303.000	67.000	25.000
2009	420.000	231.000	95.000	25.000
2010	400.000	256.000	107.000	30.000
2011	366.000	280.000	45.000	34.000
2012	444.000	311.000	80.000	35.000
2013	246.000	194.000	31.000	18.000
2014	425.000	291.000	90.000	32.000
2015	350.000	251.000	27.000	72.000
2016	324.000	233.000	24.000	67.000
2017	365.000	288.000	20.000	57.000
2018	327.000	260.000	34.000	34.000

### 6.3. Εταιρείες στην Ελλάδα

Η καλλιέργεια του ροδάκινου εντοπίζεται κυρίως στους νομούς Πέλλας και Ημαθίας και σε μικρότερη έκταση στους νομούς Λάρισας, Φλώρινας και Πιερίας. Ακόμα, υπάρχουν μεγάλες εκτάσεις για την παραγωγή ροδάκινων στην Πελοπόννησο και στη Θράκη. Παρακάτω, παρουσιάζονται αναλυτικά οι μεταποιητικές εταιρείες ροδάκινου που δραστηριοποιούνται στην Ελλάδα.

*Πίνακας 6.2.: Εταιρείες μεταποίησης και διανομής ροδάκινων στον ελλαδικό χώρο.*

<b>Όνομα εταιρείας</b>	<b>Τοποθεσία εγκαταστάσεων</b>
ALEXANDER Ε.Π.Ε.	Βέροια Ημαθίας
A.A.M.ME.	Βέροια Ημαθίας
CONEX Α.Ε.	Σκύδρα Πέλλας
COVITA Α.Ε.	Γιαννιτά Έδεσσα
ΔΑΝΑΙΣ Α.Ε.	Σκύδρα Πέλλας
ΕΛ.ΒΑ.Κ Α.Ε.	Λάρισα
ΦΙΛΙΠΠΟΣ Α.Ε.	Μακρυχώρι Ημαθίας
INTERCOMM FOODS Α.Ε.	Λάρισα
ΚΡΟΝΟΣ Α.Ε.	Σκύδρα Πέλλας
Π. ΠΑΥΛΙΔΗΣ Α.Ε.	Γιαννιτά Έδεσσα
ΠΑΝ. Π. ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΔΗΣ Α.Ε.	Σκύδρα Αριδαίας
A.S. VENUS	Βέροια Ημαθίας
BITOM ΧΡΙΣΤΟΔΟΥΛΟΥ ΒROS	Θεσσαλονίκη
ΑΣΠΙΣ Α.Ε.	Ζερβοχώρι Ημαθίας
ALBERTA Α.Ε.	Άγιος Γεώργιος Ημαθίας
MAST FOODS Α.Ε.	Πλάτανος Αλμυρού Μαγνησίας
ALTERA Α.Ε.	Γιαννιτά Πέλλας
FROZITA Α.Ε.	Γιαννιτά, Σκύδρα
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΕΣΚΑΡΚΟΜ Α.Ε.	Σεβαστιανά Πέλλας
NTAMABANT Ε.Π.Ε.	Φίλια Καρδίτσας

Οι εταιρείες εντοπίζονται κυρίως στη Θεσσαλία και στη Βόρειο Ελλάδα, συγκεκριμένα στην Ημαθία, την Πέλλα, την Έδεσσα, τη Λάρισα την Καρδίτσα και τη Μαγνησία. Έτσι φαίνεται ότι η παραγωγή ροδάκινων στον Ελλαδικό χώρο είναι σχετικά συγκεντρωμένη σε ορισμένες περιοχές, γεγονός που συμβάλλει στην ευκολότερη αξιοποίηση των παραπροϊόντων της συνολικά.

### 6.4. Διαδικασία μεταποίησης

Η διαδικασία μεταποίησης του ροδάκινου είναι όμοια με αυτή του βερίκοκου που αναφέρεται παραπάνω. Η πρώτη ύλη συλλέγεται και αποθηκεύεται ώσπου να γίνει καλιμπράρισμα, δηλαδή να χωριστούν τα φρούτα με βάση το μέγεθος. Στη συνέχεια, τα ροδάκινα εκπυρηνώνονται και αποφλοιώνονται με διάλυμα καυστικής

σόδας και ξεπλένονται με πόσιμο νεό. Ακολουθεί η διαλογή των κατάλληλων φρούτων και η πλήρωση των δοχείων με αυτά. Τα δοχεία, ύστερα, πληρώνονται με σιρόπι και με παράλληλη απαέρωση σφραγίζονται. Τέλος, τα δοχεία παστεριώνονται, ψύχονται και αποθηκεύονται, όντας έτοιμα για χρήση.

Τα ροδάκινα τα οποία δεν είναι κατάλληλα για να γίνουν κομπόστες οδηγούνται στη χυμοποίηση. Τα φρούτα, αρχικά, πλένονται και καθαρίζονται για να απομακρυνθούν τυχόν ξένα σώματα. Στη συνέχεια, εκπυρηνώνονται και ραφινάρονται για να φύγουν οι χυμοί του φρούτου και να γίνει η αφαίρεση της πούλπας. Η πούλπα που μένει απομακρύνεται από τη γραμμή χυμοποίησης και ο χυμός υφίσταται απαέρωση για να απομακρυνθούν τα αέρια που έχουν απομείνει. Ο χυμός, ύστερα, παστεριώνεται με τη βοήθεια εναλλάκτη θερμότητας και οδηγείται στην ασηπτική συσκευασία σε σακούλες και αποθηκεύεται (Προσωπική επικοινωνία με ΚΡΟΝΟΣ Α.Ε.).

### *6.5. Παραπροϊόντα - Σύσταση παραπροϊόντων*

Η επεξεργασία ροδάκινου έχει τα ίδια παραπροϊόντα με την επεξεργασία βερίκοκου. Αντίστοιχα, υπάρχουν τα κουκούτσια, οι πυρήνες και η πούλπα. Η πούλπα του ροδάκινου περιέχει ποσότητα καροτενοειδών, φαινολικών και ασκορβικού οξέος (Στραμάρκου et al., 2019). Ο πυρήνας ροδάκινου, που αποτελεί το 12% περίπου, περιέχει σχεδόν 50% κατά βάρος έλαιο και 27.5% πρωτεΐνη (Rahma et al., 1988). Είναι ελαφρώς τοξικός όταν χρησιμοποιείται σε μεγάλες ποσότητες λόγω της περιεκτικότητας του σε υδροκυάνιο. Στον πυρήνα ροδάκινου περιέχεται σε μικρή ποσότητα 0.45 - 2.6 mg/ g, ωστόσο ανιχνεύεται εύκολα (Wu et al., 2011). Τέλος, τα κουκούτσια, αν αφαιρεθεί το ξυλώδες μέρος, βρίσκονται σε ποσοστό 10% και περιέχουν σημαντική ποσότητα πρωτεϊνών, λιπαρών οξέων, ινών και μετάλλων (Pelentir et al., 2009).

### *6.6. Τεχνολογίες αξιοποίησης*

#### **6.6.1. Πολυσακχαρίτες**

Τα ροδάκινα αποτελούνται κυρίως από πηκτικούς πολυσακχαρίτες. Οι σημαντικότεροι πολυσακχαρίτες που εντοπίζονται στις φλούδες ροδάκινου είναι τα πολυμερή αραβινόζης, η γαλακτόζης, η ξυλόζης και η γλυκόζης. Μια μέθοδος απομάκρυνσης των πολυσακχαριτών είναι με προσθήκη αραιωμένου οξέος και ψυχρού αλκαλικού διαλύματος (EDTA) (Kurz et al., 2008).

#### **6.6.2. Πρωτεΐνες**

Οι πυρήνες του ροδάκινου περιέχουν μεγάλη ποσότητα πρωτεϊνών περίπου 28%. Τα κύρια αμινοξέα της είναι η αλβουμίνη (60%), ενώ είναι πλούσια και σε λυσίνη, λευκίνη, ισολευκίνη, βαλλίνη και θρεονίνη, αλλά φτωχή σε μεθιονίνη. Η εκχύλιση

τους με τη χρήση νερού, όπως προτάθηκε από τους El-Aal et al. (1986), δίνει απόδοση 27.5% επί της περιεχόμενης ποσότητας, ποσοστό ιδιαίτερα καλό.

Μία από τις τεχνολογικές δυνατότητες για καλή χρήση της πλούσιας σύνθεσης του πυρήνα ροδάκινου είναι η παραγωγή αλευριού για εμπλουτισμό τροφίμων και ζωοτροφών. Το άλευρο παράγεται με τη θρυμματοποίηση του πυρήνα και στη συνέχεια την ξήρανση του. Σύμφωνα με τους Pelentir et al. (2009) περιέχει 17.48-21.33 g πρωτεΐνη ανά 100 g υγρής βάσης και 7.24-9.36 g ινών ανά 100 g υγρής βάσης, τα οποία το καθιστούν ιδιαίτερα θρεπτικό.

### **6.6.3. Έλαιο**

Το έλαιο που προέρχεται από τους πυρήνες ροδάκινου έχει σημαντικές ποσότητες χρήσιμων συστατικών και συνεπώς ιδιαίτερα χαρακτηριστικά. Χρησιμοποιείται ευρέως στη βιομηχανία καλλυντικών, ως πρόσθετο σε σκευάσματα, στη βιομηχανία τροφίμων για την παραγωγή προϊόντων υψηλής αξίας και συμπληρωμάτων διατροφής. Είναι μια καλή πηγή ακόρεστων λιπαρών οξέων και φαινολικών ενώσεων και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως λάδι τροφίμων, πλούσιο σε θρεπτικά συστατικά. Περιέχει υψηλή ποσότητα ακόρεστων λιπαρών οξέων σε ποσοστό 91.27% και φαινολικών ενώσεων περίπου 4.2 mg GAE/ g, οι οποίες του προσδίδουν έντονη αντιοξειδωτική δράση. Τα βασικά λιπαρά οξέα που περιέχει είναι το ελαιϊκό οξύ στα 61.87 g/100 g ελαίου και το λινελαϊκό οξύ στα 29.07 g/100 g ελαίου (Wu et al., 2011).

Οι Wu et al. (2011) μελέτησαν την εκχύλιση ελαίου από πυρήνα ροδάκινου με τη μέθοδο Soxhlet, δοκιμάζοντας ως διαλύτες πετρελαϊκό αιθέρα, χλωροφόρμιο, διαιθυλ-αιθέρα και εξάνιο. Τα καλύτερα αποτελέσματα, λήφθηκαν με τη χρήση του διαιθυλ-αιθέρα με απόδοση 0.38 g/g ξ.β. και στη συνέχεια με τη χρήση χλωροφόρμιου με απόδοση 0.35 g/g ξ.β.. Επίσης, οι ιδιότητες του ελαίου ήταν κατά σειρά καλύτερες με τη χρήση διαιθυλ-αιθέρα, χλωροφόρμιου και των άλλων. Επιπρόσθετα, οι Sanchez – Vicente et al. (2009) επιχείρησαν την παραλαβή του ελαίου με υπερκρίσιμη εκχύλιση και τη χρήση CO<sub>2</sub> και CO<sub>2</sub> παρουσία αιθανόλης, και επιτεύχθηκε απόδοση περίπου 32%. Συγκρίνοντας την με την απόδοση εκχύλισης με τη μέθοδο Soxhlet και χρήση εξανίου ως διαλύτη προκύπτει μικρότερη ωστόσο με περαιτέρω βελτιστοποίηση θα μπορούσε να αυξηθεί και να καταστεί μια ανταγωνιστική και αποτελεσματική μέθοδος.

### **6.6.4. Νανοδοματίδια**

Τα νανοδοματίδια είναι ιδιαίτερα διαδεδομένα τα τελευταία χρόνια και χρησιμοποιούνται ευρέως, χάρη στις μοναδικές, φυσικές, οπτικές και θερμοδυναμικές ιδιότητες τους. Οι Khodadadi et al. (2017) μελέτησαν την παραλαβή νανοδοματιδίων αργύρου (Ag NPs) από πυρήνα ροδάκινου. Τα συγκεκριμένα νανοδοματίδια έχουν σημαντικές αντιικές, αντιμυκητιακές και αντιβακτηριακές ιδιότητες. Η διαδικασία παραλαβής περιελάμβανε την ανάπτυξη Ag NPs από την εκχύλιση του φυτού *Achillea*

*millefolium L.*, που χρησιμοποιήθηκε ως αναγωγικός και σταθεροποιητικός παράγοντας. Έτσι, στο εκχύλισμα του φυτού προστέθηκε ο πυρήνας ροδάκινου σε μορφή σκόνης και με την προσθήκη νιτρικού αργύρου, πραγματοποιήθηκε αναγωγή των ιόντων Ag<sup>+</sup> και σχηματίστηκαν Ag NP στην επιφάνεια του κελύφους του ροδάκινου.

### 6.7. Επεξεργασία δεδομένων

Η ποσότητα μεταποιημένου ροδάκινου υπολογίζεται με βάση το μέσο όρο των ετών 2006-2018 και προκύπτει ίση με 351.000 tn, ενώ η ποσότητα που καταναλώνεται νωπή είναι μόνο 23.000 tn. Συγκεκριμένα, οι ποσότητες που οδηγούνται στη δημιουργία κομπόστας, πουρέ και στην κατάψυξη υπολογίζονται με τον ίδιο τρόπο και προκύπτουν ίσα με 258.000, 60.000 και 33.000 tn αντίστοιχα.. Τα παραπροϊόντα που προκύπτουν, με βάση την ποσότητα αυτή, είναι 42.000 tn πυρήνα και 35.000 tn κουκούτσια. Η ποσότητα ελαίου που παραλαμβάνεται ετήσια από τα ροδάκινα με μια μέση απόδοση 35%, που προκύπτει από τις μελέτες που δίνονται παραπάνω, είναι 15.000 tn και των πρωτεϊνών, με βάση την απόδοση που πέτυχαν οι El Aal et al. (1986) 27.5%, επί της περιεχόμενης ποσότητας, είναι 3.300 tn.

### 6.8. Συμπεράσματα

Το ροδάκινο είναι ένα φρούτο που καταναλώνεται σε μεγάλο βαθμό μεταποιημένο, καθώς μόνο 23.000 tn από την παραγωγή καταναλώνονται ως νωπό φρούτο. Επομένως, η ποσότητα αποβλήτων που παράγει είναι αρκετή και ανέρχεται σε 80.000 tn ετησίως. Είναι χρήσιμη η εκμετάλλευση των αποβλήτων, αφού περιέχουν πολυσακχαρίτες, πρωτεΐνες και άλλες θρεπτικές ουσίες. Από το ροδάκινο παράγεται έλαιο, που περιέχει χρήσιμα συστατικά και μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη βιομηχανία τροφίμων και καλλυντικών. Τέλος, υπάρχει η δυνατότητα παραλαβής νανοσωματιδίων αργύρου, με αντιβακτηριακές ιδιότητες, που βρίσκουν ευρεία χρήση. Έτσι, είναι χρήσιμη η αξιοποίηση των παραπροϊόντων ροδάκινου για την παραλαβή άλλων χρήσιμων προϊόντων.

Τα παραπροϊόντα του ροδάκινου εκμεταλλεύονται σε κάποιο βαθμό στις μέρες μας. Τα απόβλητα όπως, πούλπα, φύλλα, φλούδες, συλλέγονται και ζυμώνονται αναερόβια για την παραγωγή βιοαερίου. Αυτό χρησιμοποιείται για την παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας, που μπορεί να αξιοποιείται από την ίδια την εταιρεία. Επίσης, απόβλητα όπως, αφυδατωμένη ιλύς από βιολογικό καθαρισμό και ακατάλληλοι καρποί, οδηγούνται στην παραγωγή βιοστερεών, δηλαδή λιπασμάτων και εδαφοβελτιωτικών προϊόντων μέσω της κομποστοποίησης (Προσωπική επικοινωνία με ΚΡΟΝΟΣ Α.Ε.). Παρόλα αυτά, δεν γίνεται εκμετάλλευση των χρήσιμων στοιχείων που περιέχονται στα απόβλητα αυτά, τα οποία είναι χρήσιμα και στην ανθρώπινη διατροφή. Η διαδικασία εκμετάλλευσης μπορεί να γίνει σε κάθε εταιρεία ξεχωριστά ωστόσο θα ήταν πιο συμφέρον να γίνει σε μια κοινή μονάδα επεξεργασίας που να αναλαμβάνει και τα παραπροϊόντα βερίκοκου. Αυτή η μονάδα

μπορεί να είναι εντοπισμένη στη Θεσσαλία ή στη Βόρεια Ελλάδα, καθώς οι περισσότερες εταιρείες μεταποίησης ροδάκινων βρίσκονται εκεί.

## 7. Ρόδι

### 7.1. Γενικά στοιχεία

Το ρόδι, με επιστημονική ονομασία *Punica granatum* L., είναι ένα φρούτο που ανήκει στην οικογένεια *Punicaceae*. Καλλιεργείται κυρίως στα Ιμαλάια, την Ινδία, το Ιρανικό Οροπέδιο, το Βόρειο Πακιστάν, το Αφγανιστάν, το Αζερμπαϊτζάν, την περιοχή της Μεσογείου και τη Ρωσία.

Το ρόδι είναι ένα τρόφιμο με τεκμηριωμένο όφελος για την ανθρώπινη υγεία, αφού συμβάλλει στην πρόληψη, τη διαχείριση και τη θεραπεία χρόνιων παθήσεων, ιδιαίτερα καρδιαγγειακών παθήσεων και καρκίνου. Είναι ένα από τα πιο δημοφιλή λειτουργικά τρόφιμα και καταναλώνεται είτε νωπό είτε ως επεξεργασμένο προϊόν, με τη μορφή χυμού, μαρμελάδας και άλλα. Επίσης, διάφορα μέρη του φυτού αποτελούν καλές πηγές αντιοξειδωτικών και έτσι έχουν ευρεία εφαρμογή σε διάφορους τομείς. Τέλος, τα παράγωγα του λειτουργούν ως χρωστικές τροφίμων και ενισχυτές γεύσης (Pathak et al., 2006).

### 7.2. Παραγωγή και Μεταποίηση

Στην Ελλάδα, παλαιότερα, η καλλιέργεια ροδιών δεν ήταν συστηματική αλλά υπήρχαν διάσπαρτες καλλιέργειες σε όλη τη χώρα. Μετά την εγκατάλειψη των παραδοσιακών καλλιέργειών, όπως του καπνού και του βαμβακιού, οι αγρότες στράφηκαν στην παραγωγή δέντρων ροδιάς και άρχισε η συστηματική καλλιέργεια τους. Στις μέρες μας, η παραγωγή ροδιών στην Ελλάδα είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη και εντοπίζεται κυρίως στις περιοχές της Πελοποννήσου και της Μακεδονίας. Ωστόσο, η ελληνική αγορά δεν επαρκεί για την κάλυψη των αναγκών των κατοίκων της χώρας με αποτέλεσμα να εισάγονται μεγάλες ποσότητες ροδιού από την Τουρκία, το Ιράν, την Ινδία και την Αίγυπτο (Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία Διαθέσιμο εις: <https://www.statistics.gr/el/home>).

### 7.3. Εταιρείες στην Ελλάδα

Οι κυριότερες εταιρείες που ασχολούνται με τη μεταποίηση ροδιού στην Ελλάδα φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

*Πίνακας 7.1.: Εταιρείες μεταποίησης ροδιού που εντοπίζονται στην Ελλάδα.*

Όνομα εταιρείας	Τοποθεσία εγκαταστάσεων
Ρόδι Ελλάς	Πέλλα
Αλφειός Ρόδι	Ηλεία
ARCAFROZ	Πελοπόννησο
ΡΟΕΛ	Θεσσαλονίκη
Ρόδονας	Θεσσαλονίκη



Φαίνεται ότι η μεταποίηση ροδιών στον Ελλαδικό χώρο είναι συγκεντρωμένη σε ορισμένες περιοχές, γεγονός που συμβάλλει στην ευκολότερη αξιοποίηση των παραπροϊόντων της συνολικά.

#### *7.4. Διαδικασία μεταποίησης*

Η επεξεργασία του ροδιού εκκινεί με τη συλλογή της πρώτης ύλης και το πλύσιμο της. Με αυτόν τον τρόπο, απομακρύνονται τυχόν ακαθαρσίες ή ξένα προϊόντα. Στη συνέχεια, το φρούτο οδηγείται σε διπλό σπαστήρα, προκειμένου να σπάσει το φρούτο και να διαχωριστεί η φλούδα, δηλαδή η χοντρή σάρκα που περιβάλλει το ρόδι και ο φλοιός, η κίτρινη σάρκα κάτω από τη φλούδα, από το σπόρο του ροδιού. Για τη διαδικασία αυτή χρησιμοποιείται ο διπλός σπαστήρας και όχι κάποιος κοπτήρας, καθώς αν το ρόδι κοπεί δεν θα απομονωθούν οι σπόροι. Οι σπόροι πιέζονται για να δημιουργηθεί ο χυμός και να απομακρυνθεί και στο σημείο αυτό διαχωρίζεται το κουκούτσι από τη σάρκα με τη βοήθεια μια ραφινέζας. Η σάρκα αυτή επεξεργάζεται ανάλογα με βάση το προϊόν που ζητείται να παραχθεί. Μπορεί να καταψυχθεί ή να χρησιμοποιηθεί απευθείας (Προσωπική επικοινωνία με Ρόδι Ελλάς).

#### *7.5. Παραπροϊόντα - Σύσταση παραπροϊόντων*

Το ρόδι είναι γνωστό για τις εξαιρετικές ιδιότητες που έχει στην ανθρώπινη υγεία. Οι ιδιότητες αυτές δεν περιορίζονται μόνο στο βρώσιμο μέρος του φρούτου. Αντίθετα, τα μη εδώδιμα κλάσματα του φρούτου όπως, η φλούδα, η χοντρή σάρκα που περιβάλλει το ρόδι, ο φλοιός, δηλαδή η κίτρινη σάρκα κάτω από τη φλούδα, οι σπόροι και τα εκχυλίσματα του φρούτου περιέχουν ακόμα υψηλότερες ποσότητες συγκεκριμένων πολύτιμων συστατικών. Χάρη σε αυτά τα συστατικά, τα παραπροϊόντα του ροδιού έχουν αποδειχθεί αποτελεσματικά απέναντι στην πρόληψη και την εξασθένηση απειλητικών ασθενειών, για την ανθρώπινη υγεία, όπως ο καρκίνος, ο διαβήτης τύπου 2, η αθηροσκλήρωση και οι καρδιαγγειακές παθήσεις, ενώ μπορούν να προσδώσουν χρώμα και άρωμα (Akhtar et al., 2015).

Η βιομηχανία ροδιού παράγει τεράστιες ποσότητες αποβλήτων. Κατά τη χυμοποίηση απομακρύνεται η φλούδα, ο φλοιός του φρούτου, το κουκούτσι και οι ίνες ή σάρκα. Από το συνολικό βάρος των φρούτων, οι φλούδες αποτελούν το 50%, ο χυμός το 30%, οι σπόροι το 10% και η σάρκα το 10%. Επομένως, από το ρόδι το 70% του φρούτου καταλήγει να είναι απόβλητο (Προσωπική επικοινωνία με Ρόδι Ελλάς). Οι σπόροι αποτελούν μια πλούσια πηγή λιπιδίων (27.2%), πρωτεϊνών (13.2%) και ακατέργαστων ινών (35.3%) (El-Nemr et al., 1990). Η εσωτερική φλούδα περιέχει επίσης σημαντικά συστατικά. Τα σημαντικότερα είναι οι πολυφαινόλες (40.53% κατά βάρος των συνολικών στοιχείων), τα ελεύθερα σάκχαρα, η λιγνίνη, η βιταμίνη Α (14.06 μg/g) και η πρωτεΐνη (Pathak et al., 2006).

## 7.6. Τεχνολογίες αξιοποίησης

### 7.6.1. Πολυφαινόλες: Φαινολικά οξέα και Φλαβονοειδή

Η φλούδα, η οποία αποτελεί το 50% του βάρους του φρούτου, περιέχει μια πληθώρα πολυφαινόλων συμπεριλαμβανομένων των υδρολύσιμων τανινών και φλαβονοειδών. Οι πολυφαινόλες αυτές προσδίδουν έντονα αντιοξειδωτικό χαρακτήρα στο φρούτο και ως αποτέλεσμα, χρησιμοποιείται συχνά ως αντιοξειδωτικό σε διάφορα συμπληρώματα διατροφής καθώς και στην προετοιμασία βαμμάτων και καλλυντικών (Pathak et al., 2006). Τα κύρια φλαβονοειδή που περιέχει είναι οι αγλυκόνες, οι γλυκοσίδες διάφορων φλαβόνων, οι προκυανίδες, η λουτεολίνη και η τρικετίνη. Επίσης, περιέχει φαινολικά οξέα όπως βενζοϊκό οξύ και το κινναμωμικό οξύ (Wu et al., 2017).

Συγκεκριμένα, τα φαινολικά του εσωτερικού φλοιού αυξάνουν σημαντικά τη σταθερότητα των φυτικών ελαίων και του μαγειρεμένου κρέατος και προστατεύουν από την υπεροξείδωση λιπιδίων στα τρόφιμα. Όσον αφορά τα φαινολικά του εξωτερικού φλοιού (PoP) μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως φυσικά αντιοξειδωτικά στη θέση των συνθετικών, για τη σταθεροποίηση των φυτικών ελαίων (Akhtar et al., 2015).

Η εκχύλιση των φαινόλων από το φυτό πραγματοποιείται με διαλύτες όπως αιθανόλη και νερό, οι οποίοι αν και παρουσιάζουν μειωμένη ικανότητα παραλαβής αντιοξειδωτικών σε σύγκριση με τη μεθανόλη θεωρούνται κατάλληλοι για εμπορική χρήση. Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται υψηλή συγκέντρωση PoP, περίπου 8673,87 mg GAE/100 g. Τα εκχυλίσματα PoP είναι ευαίσθητα σε υψηλές τιμές pH και στην έκθεση στο φως, έτσι, για τη διατήρηση της αντιοξειδωτικής τους δράσης, αποθηκεύονται σε χαμηλό pH (3.5) και στο σκοτάδι (Akhtar et al., 2015). Οι Moccia et al. (2020) μελέτησαν πως οι φλούδες και οι σπόροι ροδιού περιέχουν φαινολικές ενώσεις περίπου 125.6 mg GAE/g σε ξηρή βάση και με υδρολυτική επεξεργασία πέτυχαν απόδοση εκχύλισης 10% σε ξηρή βάση φλούδας και σπόρων.

Η υψηλότερη απόδοση σε αντιοξειδωτικές και αντιμικροβιακές ουσίες παρατηρείται όταν εφαρμόζεται ενζυματική εκχύλιση σε υψηλή πίεση. Τα ένζυμα που χρησιμοποιούνται μπορεί να είναι η πηκτινάση, η κυτταρινάση και η β-γλυκοσιδάση. Τότε, το συνολικό φαινολικό περιεχόμενο που εντοπίζεται, μπορεί να φτάσει έως και 220 mg GAE/g ξηρής βάσης (Alexandre et al., 2019).

### 7.6.2. Ελλαγγικό οξύ

Το ελλαγγικό οξύ είναι ένα ιδιαίτερα σημαντικό συστατικό καθώς έχει αντικαρκινικές ιδιότητες ως τρόφιμο, ενώ εξετάζεται και η χρήση του ως χημειοθεραπευτικό φάρμακο ενάντια στον καρκίνο. Είναι το προϊόν διάσπασης των ελλαγιτανινινών και υπάρχει η δυνατότητα παρασκευής του από τη φλούδα ροδιού,

καθώς ο φλοιός ροδιού είναι πλούσιος σε υδρολυμένες τανίνες που ονομάζονται ελλαγιτανίνες.

Είναι μια ιδιαίτερα συμφέρουσα διεργασία και κατάλληλη για βιομηχανική χρήση, καθώς περιλαμβάνει μια απλή διαδικασία και η πρώτη ύλη που χρησιμοποιείται, δηλαδή η φλούδα ροδιού, είναι ιδιαίτερα φθηνή. Η μέθοδος παρασκευής του ελλαγγικού οξέος, από τη φλούδα ροδιού, περιλαμβάνει την εκχύλιση τανινών, που ακολουθείται από όξινη υδρόλυση και καθαρισμό με εκχύλιση και ανακρυστάλλωση. Οι Lu et al., (2008) υποστήριξαν ότι η διεργασία αυτή έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή 3.5 g ελλαγγικού οξέος με καθαρότητα 90%, από 100 g φλοιό ροδιού.

### **7.6.3. Έλαιο ροδιού**

Ένα σημαντικό παραπροϊόν που προκύπτει από την εκμετάλλευση του κουκουτσιού του ροδιού, είναι το έλαιο ροδιού. Πρόκειται για ένα προϊόν βρώσιμο, ωστόσο εφαρμόζεται και επιδερμικά. Περιέχει περίπου 60% α-πουνισικό οξύ, που είναι ένας ισχυρός αντιοξειδωτικός παράγοντας και έχει αναζωογονητικές και επουλωτικές ιδιότητες. Ακόμα, περιέχει βιταμίνη C που προστατεύει την καρδιά και τις αρτηρίες, είναι αντικαρκινικό και έχει την ιδιότητα να βοηθάει στην ανάπλαση των κυττάρων. Ένα ακόμα αντικαρκινικό στοιχείο που εμφανίζεται στο σπόρο του ροδιού είναι τα φυτικά οιστρογόνα σε περιεκτικότητα 17 mg/kg ξηρών σπόρων, που σχετίζονται ιδιαίτερα με την πρόληψη του καρκίνου του μαστού. Επίσης, είναι ευεργετικό για την περιποίηση της επιδερμίδας καθώς την ενυδατώνει τη συσφίγγει και την εξισορροπεί.

Για την παρασκευή του, αρχικά, απαιτείται καθαρισμός του κουκουτσιού από το φλοιό του ροδιού. Στη συνέχεια, ο σπόρος ξηραίνεται, για να μπορέσει να πιεστεί και να παραχθεί το καθαρό έλαιο. Από τους περίπου 1.000 tn ροδιού παράγονται 400 kg ελαίου. Είναι ένα προϊόν πολύτιμο, κάτι το οποίο αντικατοπτρίζεται και στην τιμή του (Διαθέσιμο εις: <https://rodihellas.gr/>, <http://www.alfeiosrodi.gr/> <https://www.porfyrodi.gr/to-rod.html>).

### **7.6.4. Ζωοτροφές**

Τα παραπροϊόντα του ροδιού είναι κατάλληλα για ζωοτροφές καθώς ο φλοιός και τα εκχυλίσματά του περιέχουν διάφορα μικροθρεπτικά συστατικά. Με την προσθήκη συμπληρωμάτων, όπως αντιβιοτικά και αναστολείς μεθανίου βελτιώνεται η ζύμωση τους. Η χρήση των εκχυλισμάτων σε ζωοτροφές αγελάδων είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση της ουρίας του αίματος, της χοληστερόλης και των επιπέδων αζώτου. Επίσης, καθώς είναι πλούσια σε αντιοξειδωτικά, παίζουν βασικό ρόλο στην πρόληψη ασθενειών των βοοειδών και τη βελτίωση της ποιότητας των προϊόντων του βόειου κρέατος (Shabtay et al., 2008).

### *7.7. Επεξεργασία δεδομένων*

Για το ρόδι δεν υπάρχουν στοιχεία για την ποσότητα που παράγεται ετήσια στην Ελλάδα. Χάρη σε προσωπική επικοινωνία με την εταιρεία Ρόδι Ελλάς λήφθηκαν οι πληροφορίες ότι η εταιρεία αυτή διαχειρίζεται ετησίως 1000 tn φρούτου. Δεδομένου ότι στην Ελλάδα υπάρχουν ακόμα 4 εταιρείες, θα χρησιμοποιηθεί μια ποσότητα περίπου 5000 tn για τον υπολογισμό των παραπροϊόντων. Επομένως, οι ποσότητες παραπροϊόντων ροδιού που παράγονται ετήσια στην Ελλάδα είναι περίπου 2500 tn φλούδες και φλοιός, 500 tn κουκούτσι και 500 tn ίνες, με βάση τη σύσταση του ροδιού όπως δόθηκε από τη Ρόδι Ελλάς.

Με βάση την ποσότητα αυτή η ποσότητα φαινόλων που μπορεί να παραληφθεί από τη φλούδα του ροδιού σύμφωνα με τους Moccia et al. (2020), που πέτυχαν απόδοση 10% σε ξηρή βάση φλούδας και σπόρων που περιείχαν φαινολικές ενώσεις περίπου 125.6 mg GAE/g σε ξηρή βάση είναι 25 tn εκφρασμένα σε ισοδύναμα γαλλικού οξέος (GAE). Η φλούδα ροδιού έχει υγρασία περίπου 14% (Pathak et al., 2016) και οι υπολογισμοί εδώ γίνονται σε ξηρή βάση. Επίσης, με βάση τη μελέτη των Lu et al. (2008) η ποσότητα ελλαγγικού οξέος που μπορεί να παραληφθεί είναι 87 tn. Τέλος, η ποσότητα ελαίου που μπορεί να παραληφθεί είναι περίπου 200 tn ετησίως, με βάση τα στοιχεία που δίνονται από εταιρείες.

### *7.8. Συμπεράσματα*

Το ρόδι είναι ένα φρούτο με πολύ χρήσιμα και θρεπτικά συστατικά. Η αξιοποίηση του παράγει μεγάλες ποσότητες παραπροϊόντων, που επίσης περιέχουν ποικίλες χρήσιμες ουσίες όπως φαινολικές ουσίες, βιταμίνες, τανίνες και σάκχαρα. Η εκμετάλλευση αυτών των προϊόντων θα είχε μεγάλη σημασία, καθώς είναι συστατικά που χρησιμοποιούνται ευρέως στη βιομηχανία τροφίμων αλλά και σε άλλες. Μέχρι σήμερα, η αξιοποίηση των παραπροϊόντων περιλαμβάνει την παραγωγή ζωοτροφών από τις φλούδες και τους φλοιούς και την παραγωγή ελαίου από το κουκούτσι. Το έλαιο αυτό συχνά παράγεται σε εταιρείες εκτός Ελλάδας, που αναλαμβάνουν την αξιοποίηση του σπόρου ροδιού. Επίσης, κάποιες εταιρείες, σε μικρή κλίμακα, μπορεί να παράγουν προϊόντα όπως μαρμελάδες από τις ίνες του ροδιού ή τσάι από τα λουλούδια του. Απαιτείται να δοθεί μεγαλύτερη σημασία στην αξιοποίηση των παραπροϊόντων είτε από κάθε εταιρεία ξεχωριστά είτε με μια πιο μαζική και συντονισμένη προσπάθεια από μια εταιρεία εντοπισμένη στη Βόρεια Ελλάδα, που να συλλέγει τα παραπροϊόντα της βιομηχανίας ροδιού και να τα επεξεργάζεται κατάλληλα.

## 8. Σύκο

### 8.1. Γενικά στοιχεία

Το σύκο, με επιστημονική ονομασία *Ficus carica*, αποτελούσε σημαντικό στοιχείο της διατροφής των αρχαίων Ελλήνων. Είναι ένας καρπός εποχικός και έτσι η αδυναμία διατήρησης του για μεγάλο χρονικό διάστημα δημιούργησε την ανάγκη για εύρεση μεθόδων για την κατανάλωσή του όλο το έτος. Έτσι δημιουργήθηκε το αποξηραμένο σύκο. Ένα προϊόν με υψηλή διατροφική αξία, αφού περιέχει μεγάλη ποσότητα φυτικών ινών, ενώ είναι πλούσιο σε ασβέστιο, φώσφορο, μαγνήσιο, σίδηρο και βιταμίνη Α. Η καλλιέργεια του εντοπίζεται κυρίως στην Ασία, τη Μέση Ανατολή και τις Μεσογειακές χώρες.

Στην αγορά κυκλοφορούν δύο τύποι αποξηραμένων σύκων ο φυσικός με χρώμα ανοιχτό καφέ και πλούσια φρουτώδη γεύση και ο λευκασμένος που έχει υποστεί θείωση με αποτέλεσμα να αποκτά λευκό χρώμα και όξινη γεύση (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, διαθέσιμο εις: <http://www.minagric.gr/index.php/el/>).

### 8.2. Παραγωγή

Στην Ελλάδα σήμερα υπάρχουν περίπου 21.000 στρέμματα στους νομούς Μεσσηνίας, Λακωνίας, Αρκαδίας και Ευβοίας που παράγουν περίπου 5.500 tn αποξηραμένων σύκων. Από αυτά, περίπου 3.500 tn εξάγονται σε χώρες της Ε.Ε., στην Αμερική και στην Αυστραλία.

Με βάση τα στοιχεία του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, παρουσιάζονται παρακάτω ενδεικτικά για το έτος 2014, στα στοιχεία έκτασης και παραγωγής.

**Πίνακας 8.1.:** Στοιχεία έκτασης και παραγωγής ξηρών σύκων το 2014 (Πηγή: Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, διαθέσιμο εις: <http://www.minagric.gr/index.php/el/>).

Νομός	Ποσότητα τελικών προϊόντων (tn)
Μεσσηνίας	2.220
Ευβοίας	1.727
Σύνολο	3.947

### 8.3. Εταιρείες στην Ελλάδα

**Πίνακας 8.2.:** Εταιρείες μεταποίησης και διανομής σύκων στον ελλαδικό χώρο.

<b>Όνομα εταιρείας</b>	<b>Τοποθεσία εγκαταστάσεων</b>
CUMA Σύκα Κύμης	Κύμη Ευβοίας
Μενέλαος Βαλτζής ΒΕΚΑΠ Ε.Π.Ε.	Μεσσηνία
Agrexpro SA	Καλαμάτα
PROGEAR limited	Κατερίνη
E. & Δ. ΚΟΝΤΟΣ Α.Ε.	Ιστιαία Ευβοίας
Συκάτες Γεύσεις Ε. Βασιλείου & Ο. Μουσέτη Ο.Ε.	Ταξιάρχης Ευβοίας

Οι εταιρείες εντοπίζονται κυρίως στη Εύβοια και στην Πελοπόννησο. Έτσι, η παραγωγή σύκων στον Ελλαδικό χώρο είναι συγκεντρωμένη σε ορισμένες περιοχές, γεγονός που συμβάλλει στην ευκολότερη αξιοποίηση των παραπροϊόντων της συνολικά.

### 8.4. Συμπεράσματα

Το σύκο είναι ένα προϊόν που καταναλώνεται κυρίως νωπό ή αποξηραμένο. Ως αποτέλεσμα, δεν είναι από τα προϊόντα που παράγουν ποσότητα παραπροϊόντων ικανή να αξιοποιηθεί. Στην εργασία αναφέρεται καθώς είναι από τις σημαντικές καλλιέργειες που εντοπίζονται στην Ελλάδα, ωστόσο δεν μπορεί να προσφέρει περαιτέρω προϊόντα. Έτσι, τα θρεπτικά συστατικά του σύκου μπορούν να αξιοποιηθούν μόνο με την κατανάλωση του ίδιου του φρούτου.

## **9. Σταφύλι**

### **9α. Σταφίδα**

#### *9α.1. Γενικά στοιχεία*

Η σταφίδα είναι το αποξηραμένο σταφύλι. Είναι ένα προϊόν που αναφέρεται από πολλούς αρχαίους συγγραφείς, γεγονός που μαρτυρεί πως είναι ένα προϊόν διαδεδομένο από πολύ παλιά. Η παραγωγή της εντοπίζεται κυρίως σε Μεσογειακές χώρες, όπου το κλίμα είναι εύκρατο. Διακρίνεται σε δύο είδη, τη λευκή, που ονομάζεται σουλτανίνα, και τη μαύρη, της οποίας η πιο γνωστή ποικιλία στην Ελλάδα είναι η κορινθιακή.

Περιέχει φυτικές ίνες, μέταλλα, πολυφαινόλες, βιταμίνες Α και Β καθώς και άλλες χρήσιμες ουσίες όπως σελήνιο, κατεχίνη και ελαϊκό οξύ. Έτσι, είναι ένα φρούτο ιδιαίτερα θρεπτικό και καταναλώνεται σε μεγάλο βαθμό. Τρώγεται σκέτη, γίνεται γλυκό και προστίθεται σε κέικ και διάφορα γλυκά.

#### *9α.2. Παραγωγή*

Η καλλιέργεια σταφίδας στην Ελλάδα αφορά δύο τύπους, την Κορινθιακή και τη Σουλτανίνα. Η Κορινθιακή σταφίδα καλλιεργείται από τους Ομηρικούς χρόνους. Είναι ένα μοναδικό προϊόν παγκοσμίως, αφού στην Ελλάδα παράγεται περίπου το 80%. Συγκεκριμένα, κατά το 19ο αιώνα, οι εξαγωγές σταφίδας αποτελούσαν το 75% του συνόλου των ελληνικών εξαγωγών. Είναι ένα ιδιαίτερο προϊόν, που χρησιμοποιείται κυρίως αποξηραμένη. Η καλλιέργεια της εντοπίζεται κυρίως στη Βόρειο και Δυτική Πελοπόννησο και στη Ζάκυνθο, με την καλλιεργούμενη έκταση να φτάνει τα 149.000 στρέμματα.

Η παραγωγή της Σουλτανίνας χρονολογείται από το 1922 στην Ελλάδα, ενώ προέρχεται από το Ιράκ. Είναι ένα προϊόν πολύ ιδιαίτερο καθώς μπορεί να καταναλωθεί ως νωπό προϊόν, να αποξηραθεί ή να οδηγηθεί στην οινοποίηση. καλλιεργείται στην Κρήτη και στην Κόρινθο, ενώ η καλλιεργούμενη έκταση της φτάνει τα 120.000 στρέμματα.

Η ελληνική σταφίδα διακινείται στην παγκόσμια αγορά και ανταγωνίζεται την παραγωγή άλλων χωρών, όπως Τουρκία, Αμερική, Κίνα, Αυστραλία και άλλες. Η ΕΕ προμηθεύεται περίπου 250.00-280.000 τόνους ελληνικής σταφίδας ετησίως, κυρίως κορινθιακής. Ιδιαίτερα, στη Μεγάλη Βρετανία παρατηρείται μεγάλη διακίνηση κορινθιακής σταφίδας. Ένα σημαντικό ποσοστό της διακινούμενης ελληνικής σταφίδας αφορά τα προϊόντα «readytouse», δηλαδή προϊόντα έτοιμα για χρήση από τον καταναλωτή σε μικρές ποσότητες. Παρουσιάζονται παρακάτω ενδεικτικά στοιχεία για την εξαγωγή κορινθιακής σταφίδας και σουλτανίνας, σύμφωνα με το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων.

**Πίνακας 9α.1.:** Στοιχεία εξαγωγής κορινθιακής σταφίδας και σουλτανίνας (Πηγή: Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, διαθέσιμο εις: <http://www.minagric.gr/index.php/el/>).

Έτος	Ποσότητα Κορινθιακής σταφίδας (kg)	Ποσότητα Σουλτανίνας (kg)
2008	15.670.416	9.027.638
2009	19.410.778	9.313.885
2010	21.231.225	8.312.682
2011	18.574.567	12.726.105
2012	9.027.638	10.014.264

### 9α.3. Εταιρείες στην Ελλάδα

Η παραγωγή της σταφίδας εντοπίζεται κυρίως στη βόρεια Πελοπόννησο, στους νομούς Κορινθίας, Αχαΐας και Αργολίδας καθώς και στο Ηράκλειο της Κρήτης. Παρακάτω, παρουσιάζονται αναλυτικά κάποιες εταιρείες μεταποίησης και διανομής σταφίδας που εντοπίζονται στην Ελλάδα.

**Πίνακας 9α.2.:** Εταιρείες μεταποίησης και διανομής σταφίδας στον ελλαδικό χώρο.

Όνομα εταιρείας	Τοποθεσία εγκαταστάσεων
ΑΓΡΟΝΟΒΑ ΜΟΝΟΠΡΟΣΩΠΗ ΕΠΕ	Κιάτο Κορινθίας
ΚΣΟΣ	Νέα Αλικαρνασσός Ηρακλείου
ΗΛΙΟΠΟΥΛΟΣ Α.Ε.	Αμαλιάδα Ηλείας
GOLDEN BLACK	Νεμέα Κορινθίας
SUNTOS Α.Ε.	Πρέβελη Ηρακλείου
ΕΞΑΓΩΓΙΚΗ ΕΝΩΣΗ ΣΟΥΛΤΑΝΙΝΑΣ ΕΠΕ	Ηράκλειο
ΑΓΡΟΓΟ ΜΟΝΟΠΡΟΣΩΠΗ ΕΠΕ	Κιάτο Κορινθίας
CORVES ΚΟΡΙΝΘΙΑΚΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΑΦΙΔΑΣ ΑΕ	Κιάτο Κορινθίας
ΑΦΟΙ Δ. ΚΟΡΟΝΤΖΗ ΙΚΕ	Αμαλιάδα Ηλείας
BELUSSIS CURRANTS	Πάτρα
ΜΕΛΙΣΣΕΙΔΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ Ι ΚΑΙ ΣΙΑ ΑΕ	Φοινικιά Ηρακλείου
SUNTOS ΑΕ	Πρέβελη Ηρακλείου
ΠΡΙΓΚΗΠΙΣΣΑ ΣΤΑΦΙΔΑ	Κιάτο Κορινθίας
ΓΕΩΜΠΡΕΣ Γ ΣΤΑΦΙΔΕΣ ΝΕΜΕΑΣ ΑΝΩΝΥΜΗ ΒΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΕΜΠΟΡΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ	Νεμέα Κορινθίας
ΕΑΣ	Ζάκυνθος
ΓΕΩΜΠΡΕΣ – Γ – ΣΤΑΦΙΔΕΣ ΝΕΜΕΑΣ ΑΒΕΕ	Ξηρόκαμπος Αργολίδας
ΑΓΡΟΓΟ	Καίσαρι Κορινθίας



Οι εταιρείες εντοπίζονται κυρίως στην Κρήτη και στην Πελοπόννησο και έτσι, η παραγωγή σταφίδας στον Ελλαδικό χώρο είναι συγκεντρωμένη σε ορισμένες περιοχές.

#### *9α.4. Συμπεράσματα*

Η σταφίδα, όπως και το σύκο που αναφέρθηκε παραπάνω, καταναλώνεται είτε νωπή είτε αποξηραμένη. Αποτελεί μια από τις σημαντικότερες καλλιέργειες στην Ελλάδα και από τα προϊόντα που εξάγονται σε τόσο μεγάλο βαθμό. Ωστόσο, δεν παράγει παραπροϊόντα τα οποία μπορούν να αξιοποιηθούν και τα χρήσιμα συστατικά που περιέχει παραλαμβάνονται μόνο από την κατανάλωση της.

## **9β. Σταφύλι - Οίνος**

### *9β.1. Γενικά στοιχεία*

Η ιστορία του αμπελιού αρχίζει πολλά εκατομμύρια χρόνια πριν με την εμφάνιση του κυρίως στη Βόρεια Ευρώπη και Ασία. Με τα χρόνια η αμπελοουργία αναπτύχθηκε με τους πρώτους γνωστούς αμπελοκαλλιεργητές να είναι οι Πέρσες, οι Σημιτικοί λαοί και οι Ασσύριοι. ενώ στη συνέχεια εξαπλώθηκε στην Αίγυπτο, τη Μικρά Ασία και τον Ελλαδικό χώρο. Οι αρχαίοι Έλληνες ήταν γνώστες και λάτρεις αυτής της τέχνης και τη μετέδωσαν στους Ρωμαίους και σε άλλους λαούς. Κατά το Μεσαίωνα, η τέχνη του κρασιού άνθισε στη Δύση και ακόμα μέχρι σήμερα είναι ιδιαίτερα ανεπτυγμένος τομέας.

Το κρασί παράγεται από τη ζύμωση των σακχάρων του μούστου, όπου ο μούστος είναι ο χυμός από τις ρώγες σταφυλιού. Οι ρώγες αυτές, περιέχουν σάκχαρα, οργανικά οξέα και νερό. Η ζύμωση είναι μια διαδικασία που διαρκεί συνήθως 8-25 μέρες σε σταθερή θερμοκρασία. Στη συνέχεια, ακολουθεί η ωρίμανση του οίνου, που είναι η αργή και ελεγχόμενη οξείδωση του κρασιού. Η διαδικασία αυτή μπορεί να διαρκεί μήνες ή και χρόνια και αναλόγως προκύπτουν διαφορετικά είδη κρασιού. Γενικά, όσο παλαιότερο είναι ένα κρασί τόσο καλύτερο θεωρείται.

Τα κρασιά μπορούν να διακριθούν κυρίως με βάση το χρώμα τους σε λευκά, ροζέ και ερυθρά. Το χρώμα του κρασιού είναι ανεξάρτητο από το χρώμα του σταφυλιού. Το κόκκινο διακρίνεται από το λευκό διότι στη διαδικασία της ζύμωσης συμμετέχουν και τα στερεά μέρη του σταφυλιού που περιέχουν χρωστικές.. Μια άλλη διάκριση είναι με βάση το υπόλοιπο ζάχαρης που περιέχεται στο κρασί μετά τη ζύμωση και έτσι υπάρχουν τα ξηρά, τα ημίγλυκα και τα γλυκά. Τέλος, υπάρχουν και κάποιες ειδικές κατηγορίες όπως ο αφρώδης οίνος που περιέχει και διοξείδιο του άνθρακα, το οποίο παράγεται κατά τη ζύμωση (Jonhson, 2001).

### *9β.2. Παραγωγή και Μεταποίηση*

Το κρασί στην Ελλάδα είναι από τα βασικά στοιχεία της διατροφής, για αυτό και το αμπέλι είναι από τις βασικές καλλιέργειες. Το ευνοϊκό κλίμα και το σχετικά άγονο έδαφος δημιουργούν τις κατάλληλες συνθήκες για την παραγωγή αυτοχθόνων ελληνικών καθώς και ξένων ποικιλιών και την παραγωγή ποικίλων κρασιών. Παρακάτω, παρουσιάζονται τα στοιχεία οινοπαραγωγής κατά τα έτη 2000-2015 για το συνολικό όγκο οίνων και ξεχωριστά για τους ερυθρούς και λευκούς οίνους (Διαθέσιμο εις: <http://greekwinefederation.gr/gr/content/show/&tid=3>).

**Πίνακας 9β.1.:** Στοιχεία οινοπαραγωγής κατά τα έτη 2000-2015, εκφρασμένα σε τόνους (Πηγή: Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, διαθέσιμο εις: <http://www.minagric.gr/index.php/el/>).

Έτος	Συνολικός όγκος οίνων	Οίνοι ερυθροί και ερυθροποί	Λευκοί οίνοι
2000	3.550.610	1.129.010	2.421.600
2001	3.475.000	1.115.020	2.359.980
2002	3.085.050	901.300	2.183.750
2003	3.799.510	1.718.790	2.080.720
2004	4.274.720	1.385.000	2.889.720
2005	4.020.129	1.238.880	8.781.249
2006	3.909.647	1.238.046	2.671.601
2007	3.486.550	1.172.250	2.314.300
2008	3.855.825	1.260.350	2.595.475
2009	3.079.700	914.950	2.164.750
2010	2.800.000	921.750	1.878.250
2011	2.660.050	911.850	1.784.200
2012	3.050.000	1.200.000	1.850.000
2013	3.268.900	1.139.700	2.129.200
2014	2.749.555	876.594	1.872.961
2015	2.458.241	745.809	1.712.432

Από τις διάφορες ποικιλίες σταφυλιών παράγονται κρασιά με Ονομασία Προελεύσεως, με Προστατευόμενη γεωγραφική ένδειξη, Τοπικούς Οίνους αλλά και πολλούς επιτραπέζιους οίνους. Η παραγωγή του οίνου, όπως και η παραγωγή του επιτραπέζιου σταφυλιού, εκτείνεται σε διάφορες περιοχές της Ελλάδας. Οι νομοί που παρουσιάζουν τη σημαντικότερη δραστηριότητα είναι το Ηράκλειο και τα Χανιά Κρήτης, η Ηλεία, η Αχαΐα, η Κόρινθος και η Εύβοια (Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία, Διαθέσιμο εις: <https://www.statistics.gr/el/home>).

### 9β.3. Διαδικασία παραγωγής

Η διαδικασία της οινοποίησης ξεκινάει με τη συγκομιδή της πρώτης ύλης, δηλαδή των σταφυλιών. Προτιμώνται τα φρέσκα και πλήρως ωριμασμένα σταφύλια, τα οποία στη συνέχεια οδηγούνται στο θραυστήρα. Αφού αφαιρεθεί το κοτσάνι, τα σταφύλια συνθλίβονται και διαχωρίζονται από τους μίσχους τους.

Στο στάδιο αυτό, πραγματοποιείται ο διαχωρισμός του λευκού και του ερυθρού οίνου. Για την παραγωγή του λευκού οίνου, ο χυμός διαχωρίζεται από τους φλοιούς και τους σπόρους αμέσως μετά τη θραύση. Αντίθετα, στην παραγωγή του ερυθρού οίνου οι φλοιοί παραμένουν με τον χυμό και ενεργοποιείται η εξαγωγή χρώματος. Το ξηρό υπόλειμμα που παραμένει μετά από την εξαγωγή του χυμού από τα σταφύλια,

μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως απόσταγμα για την παραγωγή άλλων αλκοολούχων ποτών.

Από τις παραπάνω διαδικασίες, προκύπτει ο μούστος. Συχνά, ιδιαίτερα στους λευκούς οίνους ο μούστος είναι θολός και απαιτείται η καθίζηση των αιωρούμενων σωματιδίων. Αυτό επιτυγχάνεται με προσθήκη διοξειδίου του θείου ή ελάττωση της θερμοκρασίας. Επίσης, στους ερυθρούς μούστους υπάρχει η δυνατότητα θέρμανσης για την απενεργοποίηση των ενζύμων και την εξαγωγή χρώματος.

Ακολουθεί η πιο σημαντική διεργασία για την παραγωγή οίνου, η αλκοολική ζύμωση. Απαιτούνται κατάλληλες συνθήκες όπως η παρουσία ικανού αριθμού επιθυμητών ζυμών, κατάλληλου υποστρώματος, η επιλογή σωστής θερμοκρασίας και ο έλεγχος της ανάπτυξης των ανεπιθύμητων μικροοργανισμών και της οξείδωσης. Στους λευκούς οίνους προτιμώνται σχετικά ψυχρές θερμοκρασίες περίπου 10-15 °C, ενώ στους ερυθρούς πιο υψηλές περίπου 22-28 °C. Ιδιαίτερα σημαντικός παράγοντας είναι η μείωση της επαφής με τον αέρα για να αποφευχθεί η οξείδωση. Η ζύμωση ολοκληρώνεται όταν το διαθέσιμο ποσοστό ζάχαρης που μπορεί να ζυμωθεί φτάσει πολύ χαμηλά.

#### *9β.4. Παραπροϊόντα- Σύσταση παραπροϊόντων*

Τα βασικά παραπροϊόντα που προκύπτουν κατά τη διαδικασία οινοποίησης είναι οι φλούδες, οι μίσχοι και οι σπόροι (Yilmaz et al., 2006). Ο φλοιός αποτελεί το 10-20% του κύριου καρπού και οι σπόροι το 3-4%. Ο φλοιός αποτελείται σε ποσοστό 75-80% κατά βάρος από νερό, επίσης, περιέχει 1.2% κατά βάρος τανίνες, 1-1.15% όξινες ενώσεις, 1.5-2% ανόργανες και αζωτούχες ενώσεις και τα υπόλοιπα είναι άλλες ουσίες χωρίς ιδιαίτερη σημασία. Οι σπόροι αποτελούνται σε ποσοστό 25-45% κατά βάρος από νερό, 34-36% από σάκχαρα και πολυσακχαρίτες, 13-20% ελαιούχες ουσίες και λιπαρά οξέα, 4-6% φαινολικά παράγωγα, 4-6.5% αζωτούχες ουσίες και 2-4% ανόργανα συστατικά (Καρβέλα, 2011). Οι μίσχοι σταφυλιών, οι οποίοι αφαιρούνται συνήθως πριν την οινοποίηση αποτελούν το 1.4-7% της πρώτης ύλης. Είναι ενδιαφέρουσα πηγή διαιτητικών ινών και αντιοξειδωτικών, καθώς περιέχουν σημαντική ποσότητα φλαβονοειδών (Teixeira et al., 2014).

#### *9β.5. Τεχνολογίες αξιοποίησης*

##### **9β.5.1. Πολυφαινόλες: Φαινολικά οξέα και Φλαβονοειδή**

Οι πολυφαινόλες του σταφυλιού έχουν ιδιαίτερη σημασία, όχι μόνο για τις ευεργετικές ιδιότητες στην υγεία του ανθρώπου αλλά και για τις γευστικές ιδιότητες τους στον οίνο. Σημαντική ποσότητα, εμπεριέχεται και στα παραπροϊόντα από την παραγωγή οίνου, δηλαδή τις φλούδες και τους σπόρους. Συγκεκριμένα, οι φλούδες περιέχουν φαινόλες 1-4% κατά βάρος και οι σπόροι 5-8% κατά βάρος. Κάποια σημαντικά φαινολικά οξέα που εντοπίζονται στα σταφύλια είναι τα υδροξυβενζοϊκά και τα υδροξυκινναμικά (Teixeira et al., 2014).

Συγκεκριμένα, το σταφύλι περιέχει σημαντικά φλαβονοειδή, όπως οι ανθοκυανίνες και οι προκυανιδίνες. Οι προκυανιδίνες έχουν μεγάλη σημασία, καθώς συμβάλλουν στην αναστολή της οξειδωσης των ελεύθερων ριζών. Εντοπίζονται κυρίως στους μίσχους των σταφυλιών (Shrikhande et al., 2000). Οι ανθοκυανίνες είναι αυτές που ευθύνονται για το χρώμα του ερυθρού οίνου, διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην ποιότητα του κρασιού αλλά είναι και ευεργετικά για την ανθρώπινη υγεία. Βρίσκονται σε μεγάλες ποσότητες στις φλούδες του σταφυλιού (Teixeira et al., 2014).

Η αιθανόλη, έχει αποδειχθεί πως είναι ένας πολύ αποτελεσματικός διαλύτης στην εκχύλιση φαινολών από σταφύλια, καθώς και από τα παραπροϊόντα τους. Η προκατεργασία που απαιτείται είναι ξήρανση και άλεση των παραπροϊόντων αυτών. Με αυτή τη μέθοδο μπορεί να επιτευχθεί μια αποτελεσματική τιμή διάχυσης περίπου  $105.49 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$  (Pinelo et al., 2006). Οι Yilmaz et al. (2006) με τον ίδιο διαλύτη κατάφεραν να απομονώσουν συνολικό φαινολικό περιεχόμενο ίσο με 28 mg GAE/g αλεύρου. Οι Louli et al. (2004) επιχείρησαν εκχύλιση υγρού και υπερκρίσιμου διαλύτη με τη δοκιμή διάφορων διαλυτών με προκατεργασμένη και ακατέργαστη πρώτη ύλη. Το συνολικό φαινολικό περιεχόμενο που εντοπίστηκε ήταν 13.8% w/w GAE επί ξηρής πρώτης ύλης, ενώ όταν αφαιρέθηκαν οι μίσχοι ήταν επίσης υψηλό (12.7% w/w GAE επί ξηρής πρώτης ύλης).

Οι Moccia et al. (2020) μελέτησαν πως η πούλπα σταφυλιού περιέχει περίπου 124 mg GAE/g σε ξηρή βάση και με υδρολυτική επεξεργασία πέτυχαν απόδοση εκχύλισης 30% σε ξηρή βάση πούλπας σταφυλιού. Οι Drosou et al. (2015) συνέκριναν την απόδοση εκχύλισης μεταξύ εκχύλισης με νερό εκχύλιση με αιθανόλη και εκχύλιση με συνδυασμό των δύο. Κατέληξαν πως η εκχύλιση με τους δύο διαλύτες, υποβοηθούμενη από υπερήχους είχε τα καλύτερα αποτελέσματα με τις φαινολικές ενώσεις να φτάνουν τα 438 ppm GAE σε ξηρή βάση. Επίσης, οι Ghafoor et al. (2011) εκχύλισαν ανθοκυανίνες και φαινολικές ενώσεις από φλούδα σταφυλιού με τη χρήση υπερήχων. Επίσης, αποτελεσματική εξαγωγή επιτυγχάνεται και με εκχύλιση με υπερκρίσιμα υγρά (SFE) και υποβοηθούμενη από μικροκύματα (MAE) (Fontana et al., 2013). Γενικά, οι Brito et al. (2020) διαπίστωσαν πως αν το σταφύλι υποστεί θερμική επεξεργασία τότε αυξάνεται το επίπεδο των φαινολικών ενώσεων που παραλαμβάνονται.

### **9β.5.2. Τοκοφερόλες**

Οι αντιοξειδωτικές ιδιότητες των σπόρων του σταφυλιού οφείλονται σε μεγάλο βαθμό και στις τοκοφερόλες που εμπεριέχει. Οι τοκοφερόλες έχουν ιδιότητες πολύ σημαντικές για την ανθρώπινη υγεία. Τα σταφύλια περιέχουν σε μεγάλο ποσοστό την α-τοκοφερόλη. Οι Baydar et al., (2005) εξήγαγαν τοκοφερόλες από σπόρους σταφυλιών με εκχύλιση με εξάνιο, σε χαμηλές θερμοκρασίες. Με τη μέθοδο αυτή εξήγαγαν 20.51-34.01 mg/kg σπόρων α-τοκοφερόλη, 0.09-0.20 mg/kg σπόρων δ-τοκοφερόλη και 2.3-5.58 mg/kg σπόρων γ-τοκοφερόλη. Επομένως, τα παραπροϊόντα

σταφυλιού μπορεί να είναι μια σημαντική πηγή αντιοξειδωτικών με μεγάλη οικονομική αξία.

### **9β.5.3. Ζωοτροφές**

Τα υποπροϊόντα της οινοποίησης εκμεταλλεύονται και ως ζωοτροφές. Εκτιμάται ότι περίπου το 3% της παραγωγής οδηγείται στην παραγωγή ζωοτροφών για μηρυκαστικά και κουνέλια. Οι φαινόλες που περιέχουν είναι ιδιαίτερα σημαντικές για τον περιορισμό της λιπούπεροξειδωσης και τη διατήρηση της υγείας των ζώων. Τα ζώα είναι ιδιαίτερα εκτεθειμένα σε διαδικασίες λιπούπεροξειδωσης, λόγω της διατροφής τους, της μόλυνσης των ζωοτροφών με μυκητιακές τοξίνες και της υψηλής θερμοκρασίας. Έτσι, ενδείκνυται μια προσθήκη πολυακόρεστων λιπαρών οξέων για την αύξηση της θρεπτικότητας της τροφής. Επίσης, περιέχουν αντιοξειδωτικές ουσίες που επιβραδύνουν την οξείδωση κάποιων βιομορίων, όπως οι πρωτεΐνες, επιμηκύνουν τη διάρκεια ζωής των τροφίμων και βελτιώνουν την ποιότητα τους (Brenes et al., 2016). Ωστόσο, το σταφύλι περιέχει και σημαντική ποσότητα πολυσακχαριτών, οι οποίοι μπορεί να προκαλέσουν γαστρεντερικές διαταραχές στα ζώα που καταναλώνουν τη ζωοτροφή με τα παραπροϊόντα σταφυλιού. Επομένως, απαιτούνται πρόσθετες διαδικασίες ζύμωσης για τη σωστή αξιοποίησή τους (Teixeira et al., 2014).

### *9β.6. Επεξεργασία δεδομένων*

Η παραγωγή αμπελιών που προορίζονται για κρασί ανέρχεται σε 4.150.000 tn ετησίως. Από την ποσότητα αυτή οι 622.500 tn είναι φλούδες, οι 166.000 tn σπόροι και οι 174.300 tn μίσχοι, με βάση τα στοιχεία της Καρβέλα (2011).

Τα συστατικά που μπορούν να παραληφθούν ετήσια από τα παραπροϊόντα οίνου είναι ποικίλα. Η ποσότητα των φαινόλων, σύμφωνα με την απόδοση παραλαβής των Yilmaz et al. (2006) ίση με 28 mg GAE/g αλεύρου, προκύπτει 4.000 tn, χρησιμοποιώντας στους υπολογισμούς την ξηρή ποσότητα φλοιού. Επίσης, με βάση τις αποδόσεις των Baydar et al., (2005) μπορούν να παραληφθούν 4.5 tn α-τοκοφερόλης, 24 kg δ-τοκοφερόλης και 654 kg γ-τοκοφερόλης. Ο φλοιός αποτελείται σε ποσοστό 75-80% κατά βάρος από νερό, ενώ σπόροι σε ποσοστό 25-45% κατά βάρος από νερό.

Ακόμα, στα παραπροϊόντα περιέχονται 9.400 tn τανίνες, 18.700 tn όξινες ενώσεις, 58000 tn σάκχαρα και 28.000 tn ελαιούχες ενώσεις, που μπορούν να αξιοποιηθούν, σύμφωνα με την Καρβέλα 2011, λαμβάνοντας υπόψη και τις αντίστοιχες αποδόσεις παραλαβής. Η ποσότητα που οδηγείται στην παραγωγή ζωοτροφών είναι περίπου 125.000 tn.

### *9β.7. Συμπεράσματα*

Η Ελλάδα είναι μια χώρα που παράγει μεγάλες ποσότητες ερυθρών και λευκών οίνων, είτε σε μεγάλες εταιρείες, είτε σε μικρές βιοτεχνίες. Η παραγωγή αυτή έχει ως αποτέλεσμα, τη δημιουργία μεγάλων ποσοτήτων αποβλήτων που αποτελούνται από φλούδες, σπόρους και μίσχους. Στην Ελλάδα η ποσότητα αυτών των αποβλήτων ανέρχεται σε 1.000.000 tn περίπου κάθε έτος. Η ποσότητα αυτή είναι σημαντική και η απόρριψη της μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα. Αντίθετα, η εκμετάλλευση της μπορεί να έχει μεγάλη σημασία, καθώς τα απόβλητα αυτά περιέχουν σημαντικά συστατικά, όπως τανίνες, όξινες ενώσεις, σάκχαρα, φαινόλες, τοκοφερόλες και ελαιούχες ενώσεις. Τα συστατικά αυτά είναι ιδιαίτερα σημαντικά στην ανθρώπινη υγεία και η παραλαβή τους από το σταφύλι εξασφαλίζει την καθαρότητα τους και το χαμηλότερο κόστος τους.

Μέχρι σήμερα, τα παραπροϊόντα που παράγονται από τις βιομηχανίες οίνου δεν αξιοποιούνται στο βαθμό που πρέπει. Αξιοποιούνται, κυρίως, ως ζωοτροφές και ως λιπάσματα με τη μέθοδο της κομποστοποίησης (Nerantzis and Tataridis, 2006). Επίσης, τα στερεά απόβλητα, συχνά, επεξεργάζονται σε αποστακτήρια για την παραγωγή οινοπνευματωδών ποτών και τα τελικά απόβλητα αποτεφρώνονται (Panouille et al., 2007). Υπάρχουν όμως, απλές μέθοδοι που δεν απαιτούν ακριβό εξοπλισμό που μπορούν να παράγουν χρήσιμα προϊόντα με μεγάλη προστιθέμενη αξία. Η αξιοποίηση των παραπροϊόντων μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε σε κάθε εταιρεία ξεχωριστά είτε με μια πιο μαζική προσπάθεια σε εταιρείες που θα αξιοποιούν τα παραπροϊόντα και θα παράγουν χρήσιμες ουσίες. Είναι σημαντική, επομένως, η εκμετάλλευση των αποβλήτων αυτών για την παραλαβή χρήσιμων, θρεπτικών στοιχείων που θα βρουν εφαρμογή σε πολλά νέα προϊόντα.

## 10. Πατάτα

### 10.1. Γενικά στοιχεία

Η πατάτα, με επιστημονική ονομασία *Solanum tuberosum*, είναι ένα λαχανικό που καλλιεργείται ευρύτατα και είναι βασικό είδος της ανθρώπινης διατροφής εδώ και χιλιετίες. Ανακαλύφθηκε στη Νότιο Αμερική και από εκεί μεταφέρθηκε στην Ισπανία και σε ολόκληρη την Ευρώπη. Στην Ελλάδα εισήχθη από τον Ιωάννη Καποδίστρια.

Περιέχει σημαντική ποσότητα υδατανθράκων και έτσι είναι ένα λαχανικό ιδιαίτερα θρεπτικό που χρησιμοποιείται με διάφορους τρόπους. Ακόμα, περιέχει μεγάλη ποσότητα καλίου, μεγαλύτερη από όποιο άλλο φρέσκο λαχανικό και φρούτο, βιταμίνη C, βιταμίνες B και φυτικές ίνες, ιδιαίτερα στη φλούδα της (Amado et al., 2014). Καταναλώνεται φρέσκια αλλά και επεξεργασμένη, για παράδειγμα προπαρασκευασμένη ή σε μορφή chips.

### 10.2. Παραγωγή και Μεταποίηση

Οι κυριότερες χώρες που παράγουν πατάτες είναι οι Κίνα, Ινδία, Ρωσία, Ουκρανία και οι Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής (Food and Agricultural Organization of the United Nations, Διαθέσιμο εις: <http://www.fao.org/home/en>). Η Ελλάδα έχει μια παραγωγή αρκετά υψηλή για το μέγεθος της. Το 1994 η παραγωγή αυτή έφτανε τους 997.492 tn, ενώ μέχρι το 2017 η ποσότητα αυτή μειώθηκε σε 536.000 tn (Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία Διαθέσιμο εις: <https://www.statistics.gr/el/home>). Η ποσότητα που οδηγείται στη μεταποίηση κάθε χρόνο ανέρχεται σε 20.000 tn (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης).

### 10.3. Διαδικασία Μεταποίησης

Στις μέρες μας το ξεφλούδισμα της πατάτας είναι μια χρονοβόρα διαδικασία και δαπανηρή όσον αφορά τις επιχειρήσεις εστίασης. Οι απώλειες από το ξεφλούδισμα με παραδοσιακές τεχνικές φτάνει έως και το 50%. Έτσι, έχουν αναπτυχθεί χημικές και μηχανικές μέθοδοι για την επίλυση του προβλήματος αυτού με αποτέλεσμα τη δημιουργία μιας βιομηχανίας προπαρασκευασμένης πατάτας. Οι πατάτες αυτές αποφλοιώνονται εύκολα, γρήγορα και με ελαχιστοποίηση των απωλειών από τη φλούδα (Kadam, et al., 1991). Στη συνέχεια, διατηρούνται σε χαμηλές θερμοκρασίες με διάλυμα θειώδους (Williard et al., 1993). Επίσης, υπάρχουν και οι κατεψυγμένες προτηγανισμένες πατάτες που επιταχύνουν τη διαδικασία ακόμα περισσότερο.

Ένα ακόμα σημαντικό προϊόν που παράγεται από την πατάτα είναι τα τσίπς. Το σνακ αυτό είναι ιδιαίτερα διαδεδομένο και η παραγωγή του έχει μεγάλη αξία. Για την παραγωγή των τσίπς είναι σημαντική η επιλογή της κατάλληλης πρώτης ύλης. Οι πατάτες πρέπει να έχουν μεγάλο ποσοστό ξηρής ύλης και να είναι ώριμες (Smith et al., 1987). Τα πιο σημαντικά ζητήματα στη βιομηχανία τσίπς είναι η διατήρηση του



επιθυμητού χρώματος στη διάρκεια του χρόνου, η τραγανότητα, η περιεκτικότητα σε λιπαρές ουσίες και η γεύση. Οι παράγοντες που τα επηρεάζουν είναι πολλοί, όπως η διάρκεια και η θερμοκρασία τηγανίσματος, το έλαιο, η πρώτη ύλη και άλλα.

Τέλος, υπάρχουν διάφορα προϊόντα πατάτας όπως κροκέτες, πουρές, τεμαχισμένες πατάτες για διάφορους σκοπούς που επεξεργάζονται και αποθηκεύονται κατάλληλα και αποτελούν προμαγειρεμένο φαγητό.

#### 10.4. Παραπροϊόντα - Σύσταση παραπροϊόντων

Οι πατάτες, οι οποίες είναι κατάλληλες σε μέγεθος και ποιότητα, καταναλώνονται νωπές και επεξεργασμένες με τις μορφές που αναφέρθηκε παραπάνω. Τα κύρια παραπροϊόντα που προκύπτουν από την επεξεργασία της πατάτας είναι οι φλούδες και μπορούν να φτάσουν έως και το 10% του συνολικού λαχανικού (Fallows et al., 1982). Υπάρχουν, όμως και πατάτες που κρίνονται ως ακατάλληλες για κατανάλωση και επεξεργασία και οδηγούνται στην παρασκευή αμύλου. Αυτές είναι σχεδόν το 10% της εκάστοτε παραγωγής και σχεδόν όλες αξιοποιούνται με αυτόν τον τρόπο (Treadway et al., 1987). Επίσης, τα νερά έκπλυσης της πατάτας περιέχουν ποσότητες χρήσιμων συστατικών και έτσι χρήζουν και αυτά εκμετάλλευσης (Charmley et al., 2006).

Η σύσταση της φλούδας της πατάτας φαίνεται στον παρακάτω πίνακα. Οι υδατάνθρακες αποτελούνται από τα διαλυτά και αναγωγικά σάκχαρα και το άμυλο. Η λιγνίνη δεν έχει εκτιμηθεί.

**Πίνακας 10.1.:** Σύσταση φλούδας πατάτας (g/100 g) (Arapoglou et al., 2010, Torres & Domiguez, 2019 ).

Συστατικό	Ξηρό βάρος (%)
Υγρασία <sup>1</sup>	85.06 <sup>2</sup>
Υδατάνθρακες <sup>3</sup>	39.9-56.2
Διαλυτά σάκχαρα <sup>1</sup>	1.61
Άμυλο <sup>1</sup>	52.14
Νιτρικά οξέα <sup>1</sup>	1.3
Πρωτεΐνη <sup>3</sup>	13.5-17.9
Λιπαρά <sup>3</sup>	2.6-8.5
Φαινολικά οξέα <sup>4</sup>	11.5-79.2

<sup>1</sup> %.

<sup>2</sup> Αναφέρεται επί νωπού βάρους.

<sup>3</sup> g/100g.

<sup>4</sup> mg acid gallic equivalent/100g.

Η παγκόσμια αξιοποίηση της πατάτας μεταβάλλεται από φρέσκα σε μεταποιημένα προϊόντα πατάτας, δημιουργώντας όλο και μεγαλύτερα ποσά αποβλήτων που μπορούν να δημιουργήσουν περιβαλλοντικά προβλήματα αν δεν εκμεταλλευτούν κατάλληλα (Akyol et al., 2016).

### *10.5. Τεχνολογίες Αξιοποίησης*

#### **10.5.1. Πολυφαινόλες: Φαινολικά οξέα και Φλαβονοειδή**

Η φλούδα πατάτας είναι μια καλή πηγή φαινολικών ενώσεων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως φυσικά πρόσθετα για την πρόληψη της οξειδωσης των λιπιδίων. Οι φαινόλες που περιέχει είναι κυρίως χλωρογενικά και φερούλικά οξέα. Οι ουσίες αυτές είναι ικανές να εμποδίσουν την οξειδωση λιπιδίων και απομονώνονται σε υψηλή θερμοκρασία με τη χρήση υψηλής συγκέντρωσης αιθανόλης (Amado et al., 2014). Επίσης, περιέχει σημαντικές ποσότητες καφεϊκού και p-κουμαρικού οξέος (Akyol et al., 2016).

Η πατάτα ακόμα, περιέχει μεγάλες ποσότητες φλαβονοειδών με τα κυριότερα να είναι οι κατεχίνες, η κερκετίνη και η καιμπερόλη. Στις λευκές πατάτες το ποσό των φλαβονοειδών μπορεί να φτάσει τα 30 mg/100 g πατάτας, ενώ το ποσό αυτό διπλασιάζεται σε πατάτες με κόκκινο ή μωβ χρώμα καθώς περιέχουν ανθοκυανίνες (Akyol et al., 2016). Οι Moccia et al. (2020) μελέτησαν πως στις φλούδες πατάτας περιέχονται περίπου 28 mg GAE/g σε ξηρή βάση και με υδρολυτική επεξεργασία πέτυχαν απόδοση εκχύλισης μόλις 7%, επί της περιεχόμενης ποσότητας. Οι Singh & Saldana (2011) εκχύλισαν φαινολικές ενώσεις, κυρίως γαλλικό οξύ (29.56 mg/100 g) και χλωρογενικό οξύ (14.59 mg/100 g), με τη χρήση υποκρίσιμου νερού. Το υποκρίσιμο νερό είναι ένα οικολογικό υποκατάστατο των οργανικών διαλυμάτων για την εξαγωγή φαινολών από πατάτα.

Η εκχύλιση των φαινολικών ενώσεων συνήθως γίνεται με εκχύλιση στερεού-υγρού και ως διαλύτες χρησιμοποιούνται η μεθανόλη, η αιθανόλη και τα υδατικά μείγματα αλκοόλης. Ωστόσο, οι μέθοδοι αυτές απαιτούν χρόνο και έχουν χαμηλές αποδόσεις για αυτό εφαρμόζονται και νέες τεχνικές όπως εκχύλιση με υπερήχους, με μικροκύματα και υπό πίεση (Akyol et al., 2016).

#### **10.5.2. Άμυλο**

Το άμυλο είναι ένας ιδιαίτερα σημαντικός πολυσακχαρίτης με εξαιρετικές ιδιότητες που περιέχεται σε τροφές φυτικής προέλευσης, οι οποίες δεν περιέχουν υψηλά ποσοστά νερού. Μια από τις σημαντικότερες ιδιότητες του αμύλου είναι η ζελατινοποίηση, δηλαδή η αύξηση ιξώδους και η μετατροπή ενός αιωρήματος σε γέλη. Το άμυλο της πατάτας, αν και πιο ακριβό από του καλαμποκιού, έχει σημαντικά χαρακτηριστικά όπως χαμηλή θερμοκρασία ζελατινοποίησης, ευχέρεια στο σχηματισμό φιλμ και αποτελεσματική μείωση του ιξώδους, και έτσι χρησιμοποιείται ευρύτατα.

Οι χρήσεις του εκτείνονται σε διάφορους τομείς όπως την παραγωγή χαρτιού, κλωστοϋφαντουργικών προϊόντων, βιοαποικοδομήσιμων πολυμερών, στη βιομηχανία τροφίμων ως σταθεροποιητής, ενώ έχει πολλές ακόμα χρήσεις σε διάφορους τομείς της καθημερινής ζωής (Treadway et al., 1987). Η παραγωγή του αμύλου προορίζεται σε ποσοστό 56.62% σε μη διατροφικά προϊόντα, 39.13% σε διατροφικά προϊόντα και 4.3% σε δεξτρώζες/ σιρόπια (Kraak et al., 1992).

Οι Vasanthan et al. (1999) ανέκτησαν 61-67% καθαρού αμύλου από ξηρή βάση φλούδα πατάτας. Επίσης οι Vasathan et al. (1999) ανέκτησαν περίπου 17% του συνολικού βάρους επί νωπής βάσης από ολόκληρη πατάτα. Η ανάκτηση του αμύλου γίνεται σε μεγάλο βαθμό και από τα νερά που χρησιμοποιούνται για το πλύσιμο των πατατών κατά την επεξεργασία τους. Το νερό αυτό φιλτράρεται για την παραλαβή του αμύλου, το οποίο στη συνέχεια ξηραίνεται και είτε πωλείται ως άμυλο για την παρασκευή προϊόντων είτε καθαρίζεται και πωλείται ως καθαρό άμυλο για χρήση στη βιομηχανία τροφίμων (Fallows et al., 1982).

### **10.5.3. Προϊόντα ζύμωσης**

#### *10.5.3.1. Αλκοόλη*

Οι φλούδες πατάτας είναι απόβλητα μηδενικής αξίας που μπορούν να παράγουν σημαντικές ποσότητες βιοαιθανόλης. Περιέχουν επαρκείς ποσότητες αμύλου, κυτταρίνης και ημικυτταρίνης που τις καθιστούν κατάλληλες για τη χρήση αυτή (Arapoglou et al., 2010). Η επεξεργασία πατάτας με ζύμωση για την παραγωγή αλκοόλης είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη στη Βόρεια Ευρώπη. Στην Αμερική εφαρμόζονταν ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια του Β' Παγκοσμίου Πολέμου, ωστόσο, στη συνέχεια εγκαταλείφθηκε γιατί οι καταναλωτές απέρριπταν την πατάτα ως πρώτη ύλη, ως κατώτερο προϊόν (Feustel et al., 1987). Οι Arapoglou et al. (2010) κατάφεραν να παράγουν αιθανόλη με υδρόλυση με διάφορα ένζυμα και ζύμωση από *Saccharomyces cerevisiae* var. *Bayanus*. Η απόδοση που πέτυχαν ήταν 46.3%, επί της περιεχόμενης ποσότητας, που αντιστοιχεί σε 6.97 g/L αιθανόλης. Συμπεραίνεται ότι η ενζυμική υδρόλυση έχει μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα για την παραγωγή αιθανόλης σε σύγκριση με την υδροχλωρική όξινη υδρόλυση.

#### *10.5.3.2. Γαλακτικό οξύ*

Το γαλακτικό οξύ είναι ένα συστατικό, το οποίο χρησιμοποιείται ευρέως σε τρόφιμα, φάρμακα, καλλυντικά, ενώ έχει και βιομηχανικές εφαρμογές, όπως η παραγωγή βιοπλαστικού πολυγαλακτικού οξέος. Ακόμα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως βιοαέριο στη θέση του μεθανίου. Η παραγωγή του αρχίζει με τη γλυκόζη που προέρχεται από άμυλο ή λιγνοκυτταρινούχα βιομάζα με ξεχωριστή υδρόλυση και ζύμωση ή ταυτόχρονη σακχαροποίηση και ζύμωση (Liang et al., 2014). Η μελέτη των Liang et al. (2014) έδειξε ότι η περιεκτικότητα του γαλακτικού οξέος μπορεί να κυμανθεί από 0.22 - 14.7 g/L. Οι Zhang et al., (2016) κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι το νιτρικό αμμώνιο είναι η πιο κατάλληλη πηγή άνθρακα για την επίτευξη υψηλής

και σταθερής απόδοσης και την ελαχιστοποίηση παραγωγής υποπροϊόντων όπως βιομάζα και αιθανόλη. Η μέγιστη συγκέντρωση γαλακτικού οξέος που κατάφεραν να απομονώσουν ήταν 36.4 g/L, που αντιπροσωπεύει απόδοση επί της περιεχόμενη ποσότητας 91%. Οι Singh και Saldana (2011) κατάφεραν να απομονώσουν μεγαλύτερες ποσότητες γαλακτικού οξέος με τη χρήση υποκρίσιμου νερού αντί για αιθανόλη ή μεθανόλη.

#### **10.5.4. Πρωτεΐνη**

Η πατάτα περιέχει ποσότητες πρωτεΐνης που αποτελούνται από λυσίνη, μεθειονίνη και κυστίνη. Η θρεπτική της ποσότητα είναι συγκρίσιμη με εκείνη ενός ολόκληρου αυγού (Natu et al., 1991). Τα νερά έκπλυσης της πατάτας περιέχουν επίσης ποσότητα πρωτεΐνης, που φτάνει έως και 5.5 kg/tn νερού και παραλαμβάνεται με θερμική επεξεργασία με οξέα (Fallows et al., 1982). Η πρωτεΐνη αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί απευθείας ως ζωοτροφή ή να εξευγενιστεί και να προστεθεί σε προϊόντα της ανθρώπινης διατροφής.

#### **10.5.5. Ζωοτροφές**

Η φλούδα της πατάτας και τα προϊόντα που προέρχονται από την επεξεργασία αποβλήτων χρησιμοποιούνται και ως ζωοτροφές. Τα υπολείμματα αυτά μπορούν να αντικαταστήσουν το κριθάρι ως πηγή ενέργειας για τα βοοειδή. Επίσης, αποτελούν σημαντική πηγή αζώτου για μηρυκαστικά, ενώ μπορούν να θεωρηθούν πρακτική διατροφή για τα κοτόπουλα (Natu et al., 1991). Μεγάλα ποσά πατάτας χρησιμοποιούνται στην τελική φάση τροφοδοσίας των βοοειδών που προορίζονται για σφαγή, ενώ πιο περιορισμένα τροφοδοτούνται στις αγελάδες που χρησιμοποιούνται για γαλακτοκομικά προϊόντα (Charmley et al., 2006).

#### **10.5.6. Νανοκρύσταλλοι**

Η φλούδα πατάτας περιέχει σημαντική ποσότητα κυτταρίνης που με κατάλληλη επεξεργασία μπορεί να οδηγήσει στη δημιουργία νανοκρυστάλλων. Η επεξεργασία περιλαμβάνει αλκαλική επεξεργασία και στη συνέχεια όξινη υδρόλυση και ως αποτέλεσμα δημιουργούνται κρύσταλλοι με μήκος 410 nm. Οι νανοκρύσταλλοι αυτοί είναι προϊόντα πολλά υποσχόμενα που μπορεί να χρησιμοποιηθούν ως δομικό πλαστικό, ως συλλέκτης ηλιακής ενέργειας και στις βιομηχανίες φαρμάκων και καλλυντικών. Οι νανοκρύσταλλοι κυτταρίνης δημιουργούνται από ανανεώσιμες πρώτες ύλες και έχουν χαμηλό κόστος σε σχέση με άλλα νανουκικά (Chen et al., 2012).

### *10.6. Επεξεργασία δεδομένων*

Για τον υπολογισμό της ποσότητας παραπροϊόντων της πατάτας αξιοποιείται η ποσότητα παραγωγής του 2017, που ανέρχεται σε 536.000 tn και μια μέση ποσότητα μεταποίησης 20.000 tn (Διαθέσιμο εις: <http://gkps.agrotikianaptixi.gr/>). Από την

ποσότητα αυτή οι ακατάλληλες για κατανάλωση πατάτες είναι περίπου 54.000 tn και οι φλούδες που προκύπτουν από τη μεταποίηση 10.000 tn, με βάση τα στοιχεία των Treadway et al. (1987) και Fallows et al. (1982). Οι φλούδες μπορούν ετήσια να προσφέρουν ποσότητα αμύλου 1.300 tn, με μια μέση απόδοση απομόνωσης 65%, ενώ οι ακατάλληλες προς κατανάλωση πατάτες μπορούν να προσφέρουν περίπου 9 tn αμύλου (Vasanthan et al., 1999). Από το άμυλο με ζύμωση μπορεί να παραχθεί συνολικά γαλακτικό οξύ σε ποσότητα περίπου 380 kg (Zhang et al. 2016) και αιθανόλη σε ποσότητα 72 kg (Arapoglou et al., 2010).

### *10.7. Συμπεράσματα*

Η πατάτα είναι από τα πιο δημοφιλή και ευρέως καλλιεργημένα λαχανικά στον κόσμο. Έχει μεγάλη θρεπτική αξία και μπορεί να καταναλωθεί με πολλούς τρόπους, ωπό ή επεξεργασμένο. Η επεξεργασία της πατάτας έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία αποβλήτων, είτε από ακατάλληλες προς κατανάλωση πατάτες, είτε από φλούδες. Στην Ελλάδα η ποσότητα αυτή φτάνει τους 58.000 tn περίπου ετησίως. Τα απόβλητα πατάτας είναι μια σημαντική πηγή αμύλου, που είναι πολύ χρήσιμο χάρη στις ιδιότητες ζελατινοποίησης του. Ακόμα, περιέχουν μεγάλες ποσότητες κυτταρίνης και ημικυτταρίνης που με κατάλληλη επεξεργασία μπορούν να οδηγήσουν στην παρασκευή αλκοόλης και νανοκρυστάλλων. Τέλος, περιέχουν σημαντικές ποσότητες πρωτεΐνης, φαινολικών ενώσεων και γαλακτικού οξέος, γεγονός που τα καθιστά ιδιαίτερα χρήσιμα στην ανθρώπινη διατροφή και στην παρασκευή ζωοτροφών.

Η αξιοποίηση τους μέχρι σήμερα περιλαμβάνει την παραγωγή ζωοτροφών και λιπασμάτων. Ωστόσο, η παραγωγή χρήσιμων προϊόντων θα είχε μεγάλη σημασία. Η επεξεργασία αυτή περιλαμβάνει απλές μεθόδους και θα μπορούσε να πραγματοποιείται από κάθε εταιρεία ξεχωριστά. Η εκμετάλλευση των αποβλήτων πατάτας κρίνεται ιδιαίτερα σημαντική για την παραλαβή χρήσιμων συστατικών και θα μπορούσε να πραγματοποιείται από την εκάστοτε εταιρεία. Χρήσιμη μπορεί να είναι και η αξιοποίηση από μια εξειδικευμένη εταιρεία, που θα συλλέγει τα απόβλητα από κάθε εταιρεία και θα αναλαμβάνει την παραγωγή προϊόντων.

## 11. Ζαχαρότευτλα

### 11.1. Γενικά στοιχεία

Η ζάχαρη, με επιστημονική ονομασία σακχαρόζη, είναι ένα ευρέως χρησιμοποιούμενο προϊόν, αφού η μέση κατανάλωση ανά άτομο είναι 24 κιλά ανά έτος (33.1 στις βιομηχανικές χώρες), η οποία ισοδυναμεί με πάνω από 260 θερμίδες ανά άτομο ημερησίως. Η υπερβολική κατανάλωση της, ωστόσο, είναι επιβαρυντική για την υγεία καθώς συνδέεται με την εμφάνιση διάφορων ασθενειών όπως διαβήτη, παχυσαρκία, προβλήματα στα δόντια και στην καρδιά. Το ζαχαρότευτλο καλλιεργούνταν αρχικά στην Ινδία και στη συνέχεια μεταδόθηκε στη Βόρειο Αφρική και τη Νότια Ευρώπη. Σήμερα, είναι ένα ιδιαίτερα διαδεδομένο προϊόν, το οποίο εμφανίζεται σε διάφορες μορφές, όπως κρυσταλλική ζάχαρη, καστανή, μαύρη, άχνη και σε κύβους,

### 11.2. Παραγωγή και Μεταποίηση

Παγκοσμίως, η ζάχαρη είναι ένα είδος που παράγεται σε μεγάλες ποσότητες. Η παραγωγή της γίνεται είτε από ζαχαρότευτλα είτε από ζαχαροκάλαμο. Το μεγαλύτερο ποσοστό παγκοσμίως (80%) παράγεται από ζαχαροκάλαμο, ενώ η ΕΕ κατέχει περίπου το 50% της παγκόσμιας παραγωγής ζάχαρης από ζαχαρότευτλα. Οι χώρες με την μεγαλύτερη παραγωγή ετησίως είναι η Ρωσία, η Γαλλία, οι ΗΠΑ, η Γερμανία και η Τουρκία.

Η παραγωγή της ζάχαρης στην Ελλάδα δεν είναι τόσο μεγάλη, συγκριτικά με άλλες χώρες. Εντάσσεται στις χώρες που παράγουν ζάχαρη από ζαχαρότευτλα. Η παραγωγή εντοπίζεται κυρίως στη Βόρεια και Κεντρική Ελλάδα. Αναλυτικά, η παραγωγή στις περιφέρειες που παράγουν ζαχαρότευτλα, για το έτος 2017 φαίνεται παρακάτω (Food and Agricultural Organization of the United Nations, Διαθέσιμο εις: <http://www.fao.org/home/en>).

**Πίνακας 11.1.: Παραγωγή ζαχαρότευτλων, ανά περιφέρεια για το έτος 2017 (Πηγή Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία, Διαθέσιμο εις: <https://www.statistics.gr/el/home>).**

Περιφέρεια	Παραγωγή (tn)
Έβρος	108.656
Σέρρες	63.107
Λάρισα	57.288
Πέλλα	44.370
Σύνολο Ελλάδας	392.263

### *11.3. Εταιρείες στην Ελλάδα*

Η παραγωγή της ζάχαρης στην Ελλάδα παλαιότερα ήταν σημαντική και με ιδιαίτερη τεχνογνωσία, όμως τα τελευταία χρόνια είχε υποβαθμιστεί με αποτέλεσμα να αυξηθούν σημαντικά οι εισαγωγές. Ωστόσο, ο τομέας αρχίζει να ανακάμπτει και η ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΖΑΧΑΡΗΣ Α.Ε είναι ο μοναδικός παραγωγός ζάχαρης στην Ελλάδα, αυτή τη στιγμή. Δραστηριοποιείται στην παραγωγή και εμπορία λευκής κρυσταλλικής ζάχαρης και των παραπροϊόντων της. Έχει μονάδες στη Λάρισα και τη Ξάνθη και ζαχαρουργεία στην Ορεστιάδα, τις Σέρρες και τον Πλατεό. Συνεργάζεται με 5.000 περίπου τευτλοπαραγωγούς από την Κεντρική Ελλάδα μέχρι την Ανατολική Μακεδονία και Θράκη (Ελληνική Βιομηχανία Ζάχαρης Διαθέσιμο εις: <http://www.ebz.gr/index.htm>).

### *11.4. Διαδικασία παραγωγής*

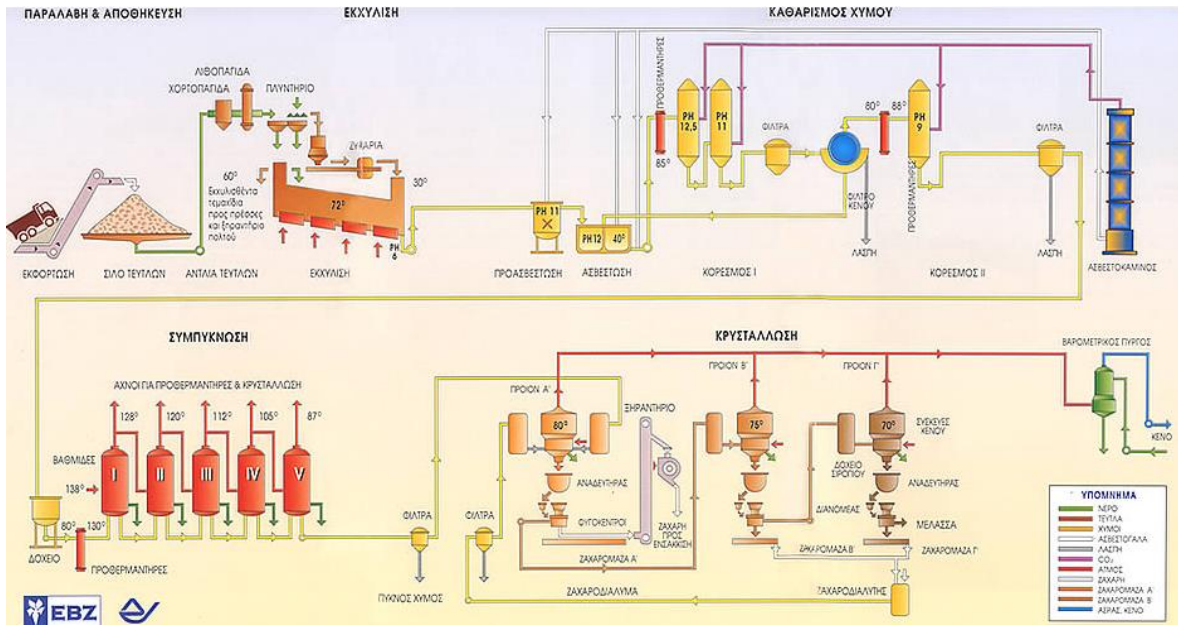
Η παραγωγή της ζάχαρης είναι μια πολύπλοκη διαδικασία που περιλαμβάνει πολλά στάδια επεξεργασίας. Αρχικά, παραλαμβάνονται τα τεύτλα και μεταφέρονται στο εργοστάσιο οδικώς. Εκεί αποθηκεύονται σε υπαίθρια σιλό, ώσπου προωθούνται με τη βοήθεια ροής νερού μέσα από κανάλια προς το πλυντήριο τεύτλων όπου πλένονται. Μετά το πλύσιμο, τα τεύτλα κόβονται σε λεπτά τεμάχια σε ειδικές κοπτικές μηχανές. Στη συνέχεια, ακολουθεί η διαδικασία της εκχύλισης, που βασίζεται στην αρχή της ώσμωσης. Με τα τεμάχια και το νερό σε αντιρροή, σταδιακά η ζάχαρη περνάει στο νερό. Ο ζαχαρούχος χυμός συλλέγεται και τα εκχυλισμένα τεμάχια που απομένουν αποτελούν το παραπροϊόν, που ονομάζεται νωπή πούλπα.

Ο ζαχαρούχος χυμός που παραλαμβάνεται περιέχει 12-13% ζάχαρη, 85% νερό και 2.4% ξένες ουσίες. Έτσι, πρέπει να πραγματοποιηθεί καθαρισμός του χυμού για την απομάκρυνση των ουσιών αυτών. Αυτό το στάδιο περιέχει τις εξής διαδικασίες: προασβέστωση, ασβέστωση I κορεσμός, I διήθηση, II κορεσμός, II διήθηση, διήθηση ασφαλείας. Στην προασβέστωση και την ασβέστωση προστίθεται γάλα ασβέστου στον ζαχαρούχο χυμό, οπότε καθιζάνει ένα μέρος από τις ξένες ουσίες, ενώ η ζάχαρη σχηματίζει διάλυμα ζαχαρασβέστου. Σε αυτό το διάλυμα προστίθεται διοξείδιο του άνθρακα και σχηματίζεται ένα ίζημα από ανθρακικό ασβέστιο το οποίο συγκρατεί τις ξένες ουσίες. Για την απομάκρυνση του ιζήματος πραγματοποιείται διήθηση και έτσι προκύπτει χυμός διαυγής που περιέχει περίπου 1,6% ξένες ουσίες, 12% ζάχαρη και 86% νερό.

Το επόμενο στάδιο που ακολουθεί είναι η εξάτμιση για την απομάκρυνση του νερού. Αυτή πραγματοποιείται σε μια σειρά από διαδοχικούς εξατμιστήρες και έχει ως προϊόν ένα πυκνό χυμό. Ο χυμός αυτός συμπυκνώνεται σε συσκευές υπό κενό, μέχρι που φτάνει σε κατάσταση υποκορεσμού και τότε σχηματίζονται οι πρώτοι κρύσταλλοι ζάχαρης. Αυτοί οι κρύσταλλοι αυξάνουν και προκύπτει ένα μείγμα κρυστάλλων και σιροπιού, η ζαχαρόμαζα. Τέλος, για την παραγωγή της λευκής κρυσταλλικής ζάχαρης, πραγματοποιείται φυγοκέντρωση ώστε να διαχωριστεί από το

ακάθαρτο σιρόπι, το οποίο αποτελεί το δεύτερο παραπροϊόν της διαδικασίας και ονομάζεται μελάσα. Η ζάχαρη πλένεται με ζεστό νερό, ξηραίνεται και αποθηκεύεται σε χάρτινους σάκους ή σιλό και είναι έτοιμη για χρήση.

Παρακάτω παρουσιάζεται ένα απλοποιημένο διάγραμμα ροής παραγωγής ζάχαρης από τεύτλα.



**Εικόνα 11.1:** Απλοποιημένο διάγραμμα ροής παραγωγής ζάχαρης από τεύτλα (Πηγή: Ελληνική Βιομηχανία Ζάχαρης, Διαθέσιμο εις: <http://www.ebz.gr/index.html>).

### 11.5. Παραπροϊόντα - Σύσταση παραπροϊόντων

Τα παραπροϊόντα που προκύπτουν από την παραγωγή της ζάχαρης από ζαχαρότευτλα είναι δύο, η ζαχαρόπιτα που εμφανίζεται στο στάδιο της εκχύλισης και η μελάσα που εμφανίζεται στο στάδιο της φυγοκέντρωσης.

Το τεύτλο περιέχει:

- 14-17% ζάχαρη
- 76-78% νερό
- 4 -5% αδιάλυτα συστατικά (αποτελούνται από κυτταρίνη, λιγνίνη, πηκτίνη και πεντόζες, αποτελούν τα κύρια συστατικά του παραπροϊόντος που λέγεται πούλπα)
- 2-3% διαλυτά στερεά συστατικά (απομακρύνονται κατά ένα μέρος στον καθαρισμό του χυμού και ξαναβρίσκονται στη μελάσα, όπου δεσμεύουν και ένα μέρος της ζάχαρης)

Η σύσταση της μελάσας παρουσιάζεται αναλυτικά στον παρακάτω πίνακα.



**Πίνακας 11.2.:** Αναλυτικά στοιχεία μελάσας (Πηγή: Ελληνική Βιομηχανία Ζάχαρης, Διαθέσιμο εις: <http://www.ebz.gr/index.html>).

Brix	78 - 80%
Pol	44 - 48%
Ολικά σάκχαρα%	48 -52%
Ιμβερτοσάκχαρα	0.150 - 0.500%
pH	7.2 - 8.5
Τέφρα	12 - 14%
Πυκνότητα	1.38 - 1.42 gr/cm <sup>3</sup>

## 11.6. Τεχνολογίες αξιοποίησης

### 11.6.1. Προϊόντα ζύμωσης

#### 11.6.1.1. Αλκοόλη

Η μελάσα χρησιμοποιείται για τη παραγωγή αλκοόλης εδώ και 150 χρόνια. Στη διαδικασία αυτή είναι χρήσιμη η χρήση ζυμών. Για τη ζύμωση της σε αλκοόλη απαιτούνται υψηλά επίπεδα ζάχαρης. Η ραφινόζη, που περιέχεται σε ποσοστό 0.5-2% στη μελάσα, κατά τη ζύμωση, διασπάται σε φρουκτόζη και μελιβιόζη, από το ένζυμο *Saccharase*. Στη συνέχεια, η μελιβιόζη διασπάται σε γλυκόζη και γαλακτόζη. Έτσι, τα σάκχαρα μετατρέπονται σε αλκοόλη.

Το ποσοστό της ζάχαρης που περιέχεται στη μελάσα έχει μεγάλη σημασία καθώς μεταβάλλεται η απόδοση της ζύμωσης. Ο προσδιορισμός των ολικών σακχάρων περιλαμβάνει και ενώσεις οι οποίες φαίνεται να έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε ζάχαρη ωστόσο δεν είναι ζυμώσιμες, ή μόνο σε περιορισμένο βαθμό. Έτσι, ανάλογα με την περιεκτικότητα της μελάσας σε ζάχαρη μεταβάλλεται και το ποσοστό αλκοόλης που παράγεται.

Αν οι συνθήκες λειτουργίας είναι ικανοποιητικές, από 100 kg μελάσας παράγονται περίπου 64 L αλκοόλης. Ορισμένες φορές, ωστόσο, υπάρχουν παρτίδες έχουν ως αποτέλεσμα το φαινόμενο «saltpeter fermentation», το οποίο χαρακτηρίζεται από την ανάπτυξη σκούρων καφέ αναθυμιάσεων διοξειδίου του αζώτου από τον πολτό ζύμωσης (Olbrich, 2006). Η διαδικασία παραγωγής της αιθανόλης περιλαμβάνει την προκατεργασία της πρώτης ύλης, την υδρόλυση, τη ζύμωση και τέλος το διαχωρισμό και τον καθαρισμό του τελικού προϊόντος (Panouille et al., 2007).

#### 11.6.1.2. Κιτρικό οξύ

Η παραγωγή κιτρικού οξέος μέσω της ζύμωσης των αποβλήτων υδατανθράκων, κυρίως μελάσας, αποκτάει ιδιαίτερη οικονομική αξία έναντι της παραγωγής κιτρικού οξέος από εσπεριδοειδή. Υπό στείρες συνθήκες, διαλύματα μελάσας (περίπου 15 -18 brix) που τροφοδοτούνται με θρεπτικές και αυξητικές ουσίες δίνουν αποδόσεις

κιτρικού οξέος περίπου 15-20%, επί της περιεχόμενης ποσότητας. Η διαδικασία παραγωγής είναι απλή. Πραγματοποιείται ζύμωση σε σταθερή θερμοκρασία και υγρασία, με τη βοήθεια μικροοργανισμών, συνήθως *Aspergillus niger*. Διαρκεί περίπου 7 έως 11 μέρες και δίνει ικανοποιητικές αποδόσεις (Olbrich, 2006).

Η οικονομική σημασία του κιτρικού οξέος είναι εμφανής από τη ζήτηση που υπάρχει σε διάφορα βιομηχανικά πεδία. Οι βιομηχανίες που χρησιμοποιούν ευρύτατα το κιτρικό οξύ είναι η βιομηχανία τροφίμων και ποτών, η χημική βιομηχανία με την παραγωγή συνθετικών και ρητινών καθώς και η κλωστοϋφαντουργία (Olbrich, 2006).

#### 11.6.1.3. Γλυκονικό οξύ

Η μελάσα χρησιμοποιείται και για την παραγωγή γλυκονικού οξέος. Σε μελέτη των Sharma et al. (2008) έχει πραγματοποιηθεί ζύμωση σε στερεή κατάσταση, με τη βοήθεια του μύκητα *Aspergillus niger* χρησιμοποιώντας απορρίμματα τσαγιού ως στερεό υπόστρωμα και μέσο ζύμωσης με βάση τη μελάσα. Το γλυκονικό οξύ χρησιμοποιείται ευρύτατα στις βιομηχανίες Φαρμάκων, Καλλυντικών και έχει ποικίλες χρήσεις. Επίσης, στη βιομηχανία Τροφίμων χρησιμεύει ως πρόσθετο, ενώ και στην Τσιμεντοβιομηχανία δίνει επιθυμητά χαρακτηριστικά στο σκυρόδεμα.

#### 11.6.2. Ερυθρομυκίνη

Πραγματοποιήθηκε μελέτη για την παραγωγή του αντιβιοτικού ερυθρομυκίνης σε βυθισμένη καλλιέργεια, χρησιμοποιώντας τον ακτινομύκητα *Saccharopolyspora erythraea*. Έγιναν διάφορα πειράματα για τη βελτιστοποίηση του μέσου καλλιέργειας, μέσω της αλλαγής των πηγών άνθρακα και αζώτου σε φθηνότερα, ώστε να μειωθεί το κόστος του μέσου. Προέκυψε ότι η προσθήκη μελάσας ως μοναδική πηγή άνθρακα σε συνδυασμό με υγρό απόρριψης καλαμποκιού και θειικό αμμώνιο έδωσε τη μέγιστη παραγωγή ερυθρομυκίνης. Η πηγή άνθρακα πρέπει να είναι σε ψηλές συγκεντρώσεις για αυτό η μελάσα θεωρείται καλή πηγή άνθρακα, επίσης είναι ιδιαίτερα οικονομική αφού είναι απόβλητο της βιομηχανίας ζάχαρης (El-Enshay et al., 2008). Η ερυθρομυκίνη είναι ένα ιδιαίτερα χρήσιμο αντιβιοτικό καθώς χρησιμοποιείται στην φαρμακευτική για την καταπολέμηση των Gram- και Gram+ βακτηρίων όπως τα βακτήρια *Saphylococci spp.* και *Neisseria spp* ενώ μπορεί να συνδυαστεί και με άλλα φάρμακα για την καταπολέμηση της ελονοσίας (Lesmana et al., 2001).

#### 11.6.3. Βινάση

Η επεξεργασία της μελάσας έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή κάποιου παραπροϊόντος που ονομάζεται βινάση (vinasse). Το προϊόν αυτό, αφού αφυδατωθεί, έχει παρόμοιο ιξώδες με τη μελάσα και αξιοποιείται σε διάφορους τομείς. Μία χρήση βινάσης είναι σε θερμοφιλικούς χωνευτές, δηλαδή πηγές βιοαερίου που χρησιμοποιούν καθαρή και ζεστή βινάση ως πηγή παραγωγής μεθανίου, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη παραγωγή θερμότητας ή ηλεκτρισμού. Επίσης, είναι ένα

καλό λίπασμα και μπορεί να δημιουργήσει κατάλληλες συνθήκες για την καλλιέργεια φυτικών ιστών και φυκιών (Silva et al., 2014).

#### 11.6.4. Ζωοτροφή

Η μελάσα λειτουργεί και ως ζωοτροφή. Η αξία της βασίζεται κυρίως στην περιεκτικότητα της σε ζάχαρη. Σε σύγκριση με άλλους υδατάνθρακες σε συμπυκνωμένη μορφή, η μελάσα περιέχει μικρή ποσότητα πρωτεΐνης, ωστόσο περιέχει άλλες ουσίες με ιδιαίτερη θρεπτική αξία ειδικά για τα μηρυκαστικά. Γενικά, προστίθεται στην τροφή για την αντιστάθμιση της περίσσειας πρωτεΐνης. Η μελάσα έχει υψηλή περιεκτικότητα σε μεταλλικά στοιχεία και ιχνοστοιχεία, όπως κοβάλτιο, ψευδάργυρο, χαλκό και μαγγάνιο, τα οποία είναι απαραίτητα για την υγεία του ζωντανού οργανισμού. Συνήθως, όμως, δε διαθέτει αρκετό ασβέστιο και φώσφορο. Επομένως, κατά την προετοιμασία των μικτών τροφών πρέπει να λαμβάνονται υπόψη όλα τα παραπάνω και να παρέχονται κατάλληλα συμπληρώματα. Η συμπλήρωση της τροφής με μελάσα είναι ιδιαίτερα ευνοϊκή, ειδικά όταν η υπόλοιπη τροφή είναι ανεπαρκής σε κοβάλτιο. Η ημερήσια πρόσληψη μελάσας από βοοειδή υπολογίζεται 1.5 - 2 kg ανά κεφαλή.

#### 11.6.5. Ζαχαρόπιτα

Η ζαχαρόπιτα είναι μέρος της νωπής πούλπας. Για την παραγωγή της ζαχαρόπιτας απαιτείται επεξεργασία της νωπής πούλπας που περιλαμβάνει τη διαδικασία της μελάσωσης και ύστερα της ξήρανσης. Η κύρια εκμετάλλευσή της είναι ως ζωοτροφή. Στο εμπόριο διατίθεται όπως παράγεται ή με τη μορφή συμπιεσμένων τεμαχιδίων ως PELLETS.

### 11.7. Επεξεργασία δεδομένων

Για τη μελέτη της ποσότητας παραπροϊόντων που παράγονται στην Ελλάδα από την παραγωγή ζάχαρης, λαμβάνονται ως δεδομένα η ετήσια παραγωγή της Ελλάδας το 2017, που ήταν ίση με 392.263 tn και ότι τα τεύτλα έχουν περιεκτικότητα 14.5% σε ζάχαρη. Έτσι, προκύπτουν τα παρακάτω αποτελέσματα:

**Πίνακας 11.3.:** Ποσότητες παραπροϊόντων από την παραγωγή ζαχαρότευτλων στην Ελλάδα, με βάση την ετήσια παραγωγή του έτους 2017 (Πηγή: Ελληνική Βιομηχανία Ζάχαρης, Διαθέσιμο εις: <http://www.ebz.gr/index.htm>).

Παραγωγή (tn)	Ζάχαρη (tn)	Μελάσα (tn)	Πούλπα (tn) <sup>1</sup>
392.263	46.091	15.690	15.690

<sup>1</sup> Η πούλπα αναφέρεται στα εκχυλισθέντα τεμαχίδια που ανακτώνται κατά την εκχύλιση και χρησιμοποιούνται μετά από συμπίεση και ενδεχόμενη ξήρανση για κτηνοτροφή.

### *11.8. Συμπεράσματα*

Τα ζαχαρότευτλα είναι μια καλλιέργεια ιδιαίτερα σημαντική. Στην Ελλάδα, αν και παλαιότερα είχε εγκαταλειφθεί, τα τελευταία χρόνια αρχίζει να αυξάνεται και πάλι το ενδιαφέρον για αυτή. Η επεξεργασία της στον ελλαδικό χώρο πραγματοποιείται από την Ελληνική Βιομηχανία Ζάχαρης. Η επεξεργασία της ζάχαρης έχει ως αποτέλεσμα μια σημαντική ποσότητα παραπροϊόντων, που μπορούν να φανούν χρήσιμα. Συγκεκριμένα, η ποσότητα αυτή φτάνει έως και το 65% της συνολικής παραγωγής. Η κύρια εκμετάλλευση των παραπροϊόντων της βιομηχανίας ζάχαρης είναι η παραγωγή ζωοτροφής από την πούλπα και βελτιωτικών εδάφους (Panouille et al., 2007).

Τα απόβλητα αυτά όμως περιέχουν ποικίλες χρήσιμες ουσίες που μπορούν να απομονωθούν με απλές διαδικασίες. Η μελάσα μπορεί να ζυμωθεί για την παραγωγή φαρμακευτικών προϊόντων, όπως ερυθρομυκίνη, ή αιθανόλης και κιτρικού οξέος. Ακόμα, μπορεί να παραχθεί ενέργεια με την εκμετάλλευση της βινάσης ως καύσιμο και φυσικά ζωοτροφές. Η εκμετάλλευση των προϊόντων αυτών κρίνεται αναγκαία για την παραλαβή και παραγωγή χρήσιμων συστατικών και μπορεί να πραγματοποιείται από την ίδια τη βιομηχανία ζάχαρης ή από εξειδικευμένες εταιρίες εκμετάλλευσης καθώς οι διαδικασίες έχουν μεγάλο κόστος.

## **12. Ελιά – Ελαιόλαδο**

### *12.1. Γενικά στοιχεία*

Η ελιά ανήκει στο γένος καρποφόρων δέντρων της οικογένειας των Ελαιοειδών. Είναι ένας ιδιαίτερος καρπός που θεωρείται εξαιρετικά σημαντικός από τους αρχαίους ακόμα χρόνους. Ειδικά, οι αρχαίοι Έλληνες θεωρούσαν την ελιά ένα ιερό δέντρο για αυτό και τη χρησιμοποιούσαν ως σύμβολο και κατείχε τιμητική θέση στις διάφορες δραστηριότητες τους. Κατάγεται από την ανατολική Μεσόγειο και ευδοκimeί σε κλίματα εύκρατα. Οι χώρες με τη μεγαλύτερη παραγωγή ελιάς είναι η Ισπανία, η Ιταλία και η Ελλάδα.

Η ελιά τρώγεται είτε νωπή είτε χρησιμοποιείται για την παραγωγή ελαιόλαδου. Ο καρπός της ελιάς παρέχει στον οργανισμό φυτικές ίνες και μέταλλα, ενώ είναι καλή πηγή βιταμίνης Ε. Το ελαιόλαδο είναι ένα από τα βασικά στοιχεία της μεσογειακής διατροφής και είναι ιδιαίτερα υγιεινό καθώς περιέχει αντιοξειδωτικές ουσίες και μονοακόρεστα λιπαρά.

### *12.2. Παραγωγή και Μεταποίηση βρώσιμης ελιάς*

Η ελιά είναι ένα πολύ σημαντικό προϊόν για την ανθρώπινη διατροφή και για αυτό παράγεται με μεγάλους ρυθμούς. Σύμφωνα με το Διεθνές Συμβούλιο Ελιάς (IOC), η παγκόσμια παραγωγή εκτιμάται γύρω στους 2.500.000 τόνους. Στην Ευρώπη η πρώτη παραγωγός χώρα είναι η Ισπανία, δεύτερη η Ελλάδα και την Αίγυπτο, την Αργεντινή και την Τουρκία να κατέχουν επίσης υψηλές θέσεις.

Υπάρχουν διάφορα είδη και μορφές της βρώσιμης ελιάς. Οι κυριότερες είναι οι πράσινες, οι μαύρες ελιές και οι επεξεργασμένες με γαλακτική ζύμωση ελιές. Ακόμα, κάποιες ελιές εκπυρηνώνονται και γεμίζονται με αμύγδαλο, κόκκινη πιπεριά, τυρί και άλλα. Κάποιες ποικιλίες που παράγονται στην Ελλάδα είναι η κονσερβοελιά, η νυχάτη Καλαμών, η ελιά Χαλκιδικής, η Θρουμποελιά, η Μεγαρίτικη και το Μανάκι.

Η Ελλάδα είναι παγκοσμίως ένας από τους βασικότερους παραγωγούς ελιάς με την παραγωγή να φτάνει τα 30.000.000 ελαιόδενδρα σε έκταση 1.500.000 στρέμματα και με μέση ετήσια παραγωγή 120.000 τόνους επιτραπέζιας ελιάς. Έτσι, εξάγει περίπου 55.000 τόνους επιτραπέζιες ελιές το χρόνο σε 80 χώρες, σε Ευρώπη, Αμερική, Ασία και Αυστραλία (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, διαθέσιμο εις: <http://www.minagric.gr/index.php/el/>). Η παραγωγή της βρώσιμης ελιάς εντοπίζεται κυρίως στην Κεντρική Μακεδονία, στη Στερεά και Δυτική Ελλάδα, την Πελοπόννησο και τέλος στην Κρήτη. Το σύνολο της παραγωγής της Ελλάδας υπολογίστηκε το 2017 περίπου 430.000 tn (Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία, Διαθέσιμο εις: <https://www.statistics.gr/el/home>).

### 12.3. Παραγωγή και Μεταποίηση ελαιόλαδου

Η Ελλάδα είναι μια από τις βασικότερες χώρες παραγωγής ελαιόλαδου παγκοσμίως. Συγκεκριμένα, βρίσκεται στην τρίτη θέση της παγκόσμιας κατάταξης ακολουθώντας την Ισπανία και την Ιταλία. Η ετήσια παραγωγή μπορεί να φτάνει και τους 300.000 τόνους. Η παραγωγή, με βάση την περιφέρεια, για το έτος 2017 εμφανίζεται στον παρακάτω πίνακα:

**Πίνακας 12.1.: Παραγωγή ελαιόλαδου ανά περιφέρεια για το έτος 2017 (Πηγή: Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία, Διαθέσιμο εις: <https://www.statistics.gr/el/home>).**

Περιφέρεια	Παραγωγή (tn)
Πελοπόννησος	88.361
Κρήτη	72.857
Δυτική Ελλάδα	70.193
Ιόνια Νησιά	20.931
Στερεά Ελλάδα	20.190
Σύνολο Ελλάδος	311.727

### 12.4. Εταιρείες στην Ελλάδα

Η παραγωγή και διακίνηση της επιτραπέζιας ελιάς στην Ελλάδα, προστατεύεται και εξυπηρετείται από την Πανελλήνια Ένωση Μεταποιητών - Τυποποιητών - Εξαγωγέων Επιτραπέζιων Ελιών (ΠΕΜΕΤΕ). Είναι ένα σωματείο μη κερδοσκοπικού χαρακτήρα που ιδρύθηκε το 1970, που αναλαμβάνει την εμπορεία των επιτραπέζιων ελιών και την εκπροσώπηση των μελών στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Τα μέλη της ΠΕΜΕΤΕ εκπροσωπούν σήμερα πλέον του 95% των ελληνικών εξαγωγών επιτραπέζιων ελιών.

Η παραγωγή ελαιόλαδου γίνεται από εγκεκριμένες τυποποιητικές μονάδες. Στην Ελλάδα υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός αυτών των εταιρειών, γύρω στις 600, με εγκαταστάσεις σε όλη την Ελλάδα. Έτσι, για την αξιοποίηση των παραπροϊόντων τους απαιτείται συγκροτημένη προσπάθεια για την εύρεση οικονομικών και λειτουργικών λύσεων (Πηγή: Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, διαθέσιμο εις: <http://www.minagric.gr/index.php/el/>).

### 12.5. Διαδικασία παραγωγής ελαιόλαδου

Το πρωταρχικό βήμα για την παραγωγή ελαιόλαδου είναι η συγκομιδή της πρώτης ύλης. Έχει μεγάλη σημασία η περίοδος συγκομιδής του καρπού καθώς και ο χρόνος μεταφοράς του στο ελαιοτριβείο για την ποιότητα του τελικού προϊόντος. Εκεί, γίνεται έλεγχος στην εικόνα και στην ποιότητα του καρπού και οι κατάλληλοι οδηγούνται στον καθαρισμό. Είναι πολύ σημαντικό στάδιο ο καθαρισμός καθώς οι ακαθαρσίες του καρπού προκαλούν προβλήματα στην ποιότητα του τελικού προϊόντος αλλά και στα μηχανήματα που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή. Έτσι,

αφαιρούνται τα φύλλα, τα κλαδιά και όποια περιττά αντικείμενα, ενώ απομακρύνονται και τυχόν φυτοφάρμακα.

Αφού ο καρπός προετοιμαστεί κατάλληλα οδηγείται στο πιο κρίσιμο στάδιο της παραγωγής που περιλαμβάνει την άλεση του καρπού. Στο στάδιο αυτό απελευθερώνονται τα σταγονίδια του ελαιόλαδου, που περιέχουν τα ένζυμα, τα οποία παίζουν σημαντικό ρόλο στην ποιότητα του τελικού ελαίου. Ένα ακόμα σημαντικό βήμα είναι η μάλαξη των καρπών. Η μάλαξη πραγματοποιείται υπό θέρμανση σε δοχεία με περιστρεφόμενους άξονες και έχει σκοπό τη δημιουργία πάστας. Σε αυτό το στάδιο καθορίζεται η ποσότητα των φαινολικών ενώσεων και γενικώς των χρήσιμων συστατικών που θα εμπεριέχονται στο ελαιόλαδο. Ακολουθεί η ζύμωση, κατά την οποία οι αλεσμένες ελιές αναδεύονται υπό σταθερή θερμοκρασία και πίεση προκειμένου να διαχωριστούν τα σταγονίδια ελαιόλαδου ευκολότερα. Τέλος, το έλαιο φυγοκεντρείται ώστε να διαχωριστεί η υγρασία και τα υπολειπόμενα υγρά. Μετά τις κατάλληλες χημικές αναλύσεις, το ελαιόλαδο είναι έτοιμο για αποθήκευση σε στεγανές δεξαμενές και μακριά από το οξυγόνο (Frankel et al., 2013).

#### *12.6. Παραπροϊόντα - Σύσταση παραπροϊόντων*

Η κατεργασία της ελιάς παράγει μεγάλες ποσότητες αποβλήτων, περίπου 80% του συνολικού βάρους. Από την αξιοποίηση του ελαιόκαρπο προκύπτουν δύο τύποι παραπροϊόντων, οι πρώτοι προέρχονται από την παραγωγή ελαιόλαδου και οι υπόλοιποι από τη διεργασία παραγωγής επιτραπέζιας ελιάς. Είναι φυσικό τα παραπροϊόντα από την παραγωγή ελαιόλαδου να είναι πολύ περισσότερα, καθώς το μεγαλύτερο ποσοστό ελιών οδηγείται στα ελαιουργεία. Ένα παραπροϊόν που εμφανίζεται σε κάθε περίπτωση είναι τα φύλλα ελιάς, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως ζωοτροφή.

Τα κύρια παραπροϊόντα που προκύπτουν από την ελαιουργία είναι τα φυτικά υγρά του ελαιόκαρπου και ο ελαιοπυρήνας, που ανέρχονται σε 45% και 35%, του νωπού ελαιόκαρπου αντίστοιχα. Ο ελαιοπυρήνας που προκύπτει γίνεται ανιτκείμενο εκμετάλλευσης για την παραγωγή πυρηνελαίου και το στερεό υπόλειμμα που παραμένει είναι το πυρηνόξυλο. Ανάλογα με τη διαδικασία παραγωγής του ελαιόλαδου παράγονται διαφορετικές ποσότητες και πιθανώς διαφοροποιημένα παραπροϊόντα.

Το πυρηνόξυλο που προκύπτει οδηγείται στα πυρηνουργεία και επεξεργάζεται για την παραγωγή του πυρηνέλαιου ή πωλείται για καύση. Τα φυτικά υγρά, γνωστά και ως κατσίγαρος, είναι συχνά αναμειγμένα με το νερό που χρησιμοποιείται στις διάφορες φάσεις της παραγωγής. Περιέχουν πολύτιμα συστατικά, όπως σάκχαρα σε ποσοστό 60% επί ξηράς βάσης, φαινολικές ουσίες περίπου 0.5-24 g/L, χρωστικές και πρωτεΐνες. Παλαιότερα, τα υγρά αυτά απορρίπτονταν στη θάλασσα, όμως πλέον είτε δίνονται σε εταιρείες να τα διαχειριστούν, είτε σκάβονται ειδικοί λάκκοι για φυσική απορρόφηση που οδηγούν στη δημιουργία λιπασμάτων (Προσωπική επικοινωνία με Nutria). Ο πυρήνας της ελιάς, που απορρίπτεται, περιέχει μεγάλη ποσότητα

κυτταρίνης και ημικυτταρίνης 30-35%, λιγνίνη 14%, υπολειμματικό έλαιο 6-9% και ανόργανα στερεά 2-2.5%, σε ξηρή βάση. Επομένως, από τα ελαιοτριβεία μπορούν να εξαχθούν πολλά χρήσιμα προϊόντα, απαιτείται όμως συγκροτημένη προσπάθεια καθώς τα ελαιοτριβεία είναι μεμονωμένα και μικρής δυναμικότητας. Επίσης, πρέπει να ληφθεί υπόψη ο εποχικός χαρακτήρας των παραπροϊόντων.

## 12.7. Τεχνολογίες αξιοποίησης

### 12.7.1. Πολυφαινόλες: Φαινολικά οξέα και Φλαβονοειδή

Οι φαινολικές ενώσεις είναι υπεύθυνες για τη βιοδραστικότητα του ελαιόλαδου, ορισμένα από τα ωφέλιμα χαρακτηριστικά του και τη γεύση του. Ωστόσο, μεγάλη ποσότητα αυτών παραμένει στα παραπροϊόντα κατά την παραγωγή ελαιόλαδου. Είναι συστατικά με μεγάλη σημασία και διατροφική αξία και έτσι κρίνεται χρήσιμη η παραλαβή και αξιοποίηση τους. Τα παραπροϊόντα ελαιοτριβείου, επίσης, περιέχουν σημαντική ποσότητα και χρησιμοποιούνται και ως φυσικές εναλλακτικές λύσεις για συνθετικά αντιοξειδωτικά (Frankel et al., 2013). Τέλος, οι φαινολικές ενώσεις αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως φυσικά πρόσθετα τροφίμων (Squadrelli Luciana, Olive Oil Times, 2014, Διαθέσιμο εις: <https://www.oliveoiltimes.com/el/world/olive-byproducts-in-functional-foods/41385>). Τα φυσικά αντιοξειδωτικά που περιέχονται στο λάδι και τα παραπροϊόντα του είναι τοκοφερόλες, καροτενοειδή, στερόλες και φαινολικές ενώσεις, όπως καφεϊκό, γαλλικό, βανιλικό, κουμαρικό και φερουλικό οξύ (Panouille et al., 2007). Επίσης, η ελιά περιέχει κάποια χαρακτηριστικά συστατικά όπως η τυροσόλη, η υδροξυτυροσόλη και η ελευρωπαϊνή (Κατσούλη, 2015).

Η ελευρωπαϊνή έχει έντονη αντιοξειδωτική, αντιφλεγμονώδη και αντιμικροβιακή δράση (Omar et al., 2010) και συμβάλλει στην πρόληψη καρδιαγγειακών και νευραγγειακών παθήσεων, διαβήτη και καρκίνου (Bulotta et al., 2014). Είναι η κυριότερη φαινολική ένωση που εντοπίζεται στα φύλλα, τους σπόρους, την πούλπα και τη φλούδα ελιάς, σε ποσοστό έως 14% επί ξηρή βάσης (Barbaro et al., 2014).

Οι Rubio-Senent et al (2013) προτείνουν την προκατεργασία των παραπροϊόντων, προκειμένου να είναι πιο εύκολος ο διαχωρισμός στερεού και υγρού. Συγκεκριμένα, εφαρμόζουν μια επεξεργασία ατμού η οποία διαλυτοποιεί το στερεό και προκύπτει ένα υδατοδιαλυτό κλάσμα πλούσιο με προϊόντα υψηλής προστιθέμενης αξίας. Οι Frankel et al. (2013) μελέτησαν πως η υψηλότερη απόδοση στην απομόνωση των φαινολικών ενώσεων, επιτεύχθηκε με την εκχύλιση με μεθανόλη. Μια ακόμα μέθοδος απομόνωσης των φαινολών περιλαμβάνει τη διέλευση του υγρού μέσω μια ρητίνης ανταλλαγής ιόντων, που παγιδεύει το αντιοξειδωτικό και μπορεί να απομονώσει έως και 75% αυτού (Fernandez-Bolanos et al., 2002). Η παραλαβή των φαινολικών ενώσεων από τα προϊόντα ελαιόλαδου μπορεί να ενισχυθεί με τη χρήση του *Aspergillus niger* (Panouille et al., 2007).



### **12.7.2. Πυρηνέλαιο**

Η ελαιοπυρήνα είναι ένα προϊόν που παραλαμβάνεται μετά την επεξεργασία για την παραγωγή του ελαιόλαδου. Περιέχει ελαιόλαδο σε ποσοστό 3-4%, το οποίο μπορεί να εξαχθεί με διαχωρισμό και να πωληθεί ως βιομηχανικό ελαιόλαδο. Η εξαγωγή περιλαμβάνει την ξήρανση της πυρήνας, την εκχύλιση με εξάνιο και την απομάκρυνση του διαλύτη με απόσταξη. Το επικρατέστερο λιπαρό οξύ στις ελιές είναι το ελαϊκό οξύ (80%), το παλμιτικό (11%), το λινελαϊκό (5%), το στεατικό (2.5%), το λινολενικό (1%) και το παλμιτελαϊκό (0.5%).

Το πυρηνόξυλο, που προκύπτει ως παραπροϊόν κατά την επεξεργασία του ελαιοπυρήνα, επίσης, επεξεργάζεται με οργανικούς διαλύτες, συνήθως εξάνιο, για την παραγωγή του μπρούτο πυρηνέλαιου. Στη συνέχεια, το πυρηνέλαιο αυτό ραφινάρεται για την παραγωγή του ραφινέ πυρηνέλαιου. Το ραφινάρισμα περιλαμβάνει τα στάδια της αποκομιμώσης, εξουδετέρωσης, του αποχρωματισμού, της απόσμωσης και της αποκήρωσης εάν απαιτείται. Στο ραφινέ προϊόν που παράγεται, προτίθεται 5% παρθένο ελαιόλαδο και δημιουργείται το γνωστό πυρηνέλαιο που κυκλοφορεί στην αγορά (Προσωπική επικοινωνία με Nutria). Το πυρηνόξυλο που απομένει διατίθεται για καύση ως έχει ή αφού πρώτα μετατραπεί σε pellets.

### **12.7.3. Ζωοτροφές**

Τα παραπροϊόντα της κατεργασίας ελιάς μπορεί να αποδειχθούν πολύ χρήσιμα ως ζωοτροφές και ως συμπληρώματα σε αυτές. Αρχικά, ο πολτός ελιάς μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ζωοτροφή αφού ξηραθεί και επεξεργαστεί με σόδα ή αμμωνία. Ενδείκνυται για μηρυκαστικά, καθώς περιέχει ψηλή ποσότητα ινών. Επίσης, μπορεί να προστεθεί ως μίγμα συμπυκνωμάτων στην τροφή των μοσχαριών, μειώνοντας το κόστος της και χωρίς να προκαλεί δυσμενείς επιπτώσεις στο ζώο (Habeeb et al., 2017). Η μελέτη των Frankel et al.(2013) έδειξε ότι αρουραίοι που τρέφονταν με τροφή εμπλουτισμένη με φαινόλες, παρουσίαζαν αποτοξίνωση στα νεφρά τους, ενώ ποσότητες ορισμένων φαινολικών ενώσεων ποσοτικοποιήθηκαν στον εγκέφαλο, στην καρδιά και στο πλάσμα. Μελέτες έχουν δείξει ότι τα φύλλα ελιάς παρέχουν το ήμισυ της ενέργειας και των αμινοξέων που απαιτούν τα αιγοπρόβατα. Ο εμπλουτισμός των τροφών με φαινολικές ενώσεις που προέρχονται από την παραγωγή ελαιόλαδου μπορεί να έχει πολύ σημαντικά αποτελέσματα. Επίσης, η προσθήκη των θρεπτικών συστατικών των υποπροϊόντων ελιάς σε ζωοτροφές αγελάδων μπορεί να μειώσει την ποσότητα των κορεσμένων λιπαρών οξέων του γάλακτος που παράγεται (Habeeb et al., 2017).

### **12.7.4. Παραγωγή ενέργειας**

Το πυρηνόξυλο συνδυασμένο με τα κλαδιά που απομακρύνονται από τα ελαιόδεντρα κατά το κλάδεμα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή ενέργειας. Αυτή παράγεται με τη διαδικασία της αεριοποίησης, όπου η βιομάζα διασπάται και παράγεται αέριο ικανό να παράγει ηλεκτρική και θερμική ενέργεια

κατά την καύση του (Διαθέσιμο εις: <http://www.agroenergy.gr/>). Μια ακόμα καινοτόμος μέθοδος για την επαναχρησιμοποίηση των υπολειμμάτων για την παραγωγή βιοαερίου υψηλής καθαρότητας περιλαμβάνει την ενζυμική υδρόλυση σε όξινο pH, ακολουθούμενη από φυγοκέντρηση και διήθηση (Pizzichini et al., 2005).

### *12.8. Επεξεργασία δεδομένων*

Ο υπολογισμός των παραπροϊόντων της παραγωγή ελαιόλαδου γίνεται με βάση τα στοιχεία της Ελληνικής Στατιστικής Υπηρεσίας για το έτος 2017. Το ελαιόλαδο που παράγεται είναι 300.000 tn και αποτελεί το 20% του αρχικού προϊόντος, δηλαδή της ελιάς η οποία ανέρχεται σε 1.500.000 tn. Ο κασίγαρος και ο ελαιοπυρήνας υπολογίζονται 675.000 και 525.000 tn αντίστοιχά. Στον κασίγαρο περιέχεται σημαντική ποσότητα φαινολών η οποία μπορεί να εκχυλιστεί και με μια μέση απόδοση 70%, επί της περιεχόμενης ποσότητας, δηλαδή επί το 15% του συνολικού κασίγαρου, να φτάσει τους 70.000 tn. Από την άλλη ο πυρήνας περιέχει ποσότητες κυτταρίνης και ημικυτταρίνης, ωστόσο δεν έχει ερευνηθεί σε βάθος η αξιοποίηση τους. Επίσης, περιέχει ποσότητα ελαίου που ανέρχεται στο 7% του βάρους του, δηλαδή συνολικά 37.000 tn. Αυτή η ποσότητα μπορεί να εκχυλιστεί και να χρησιμοποιηθεί ως πυρηνέλαιο. Τέλος, το πυρηνόξυλο είναι ένα ακόμα σημαντικό απόβλητο για το οποίο δεν είναι γνωστή η ποσότητα του, ωστόσο μπορεί να αξιοποιηθεί για την παραγωγή πυρηνέλαιου και ενέργειας.

### *12.9. Συμπεράσματα*

Η ελιά είναι ένα πολύ σημαντικό προϊόν που παράγεται ευρύτατα στην Ελλάδα. Είναι από τις χώρες που εξάγουν τις μεγαλύτερες ποσότητες ελαιόλαδου και προϊόντων ελιάς. Τα προϊόντα που παράγονται από αυτή έχουν μεγάλη διατροφική αξία και μεγάλη σημασία στην ανθρώπινη υγεία. Ωστόσο, κατά την επεξεργασία αυτή, παράγονται τεράστια ποσά αποβλήτων που φτάνουν έως και 1.000.000 tn στην Ελλάδα ετησίως. Η αξιοποίηση αυτών των παραπροϊόντων μέχρι σήμερα περιλαμβάνει την παραγωγή πυρηνέλαιου από τον ελαιοπυρήνα, την παραγωγή ζωοτροφών και τη χρήση του πυρηνόξυλου για καύση.

Το παραπροϊόν που δεν αξιοποιείται σε μεγάλο βαθμό είναι ο κασίγαρος, ο οποίος περιέχει χρήσιμα συστατικά με μεγάλη θρεπτική αξία και σημαντική προστιθέμενη αξία. Η αξιοποίησή τους, λοιπόν, έχει μεγάλη σημασία και θα μπορούσε να προσφέρει πολλά νέα προϊόντα χρήσιμα στις βιομηχανίες τροφίμων, καλλυντικών και στην παραγωγή ενέργειας. Η επεξεργασία των παραπροϊόντων θα μπορούσε να πραγματοποιείται από κάθε εταιρεία ξεχωριστά, ωστόσο επειδή υπάρχουν και εταιρείες μικρής κλίμακας και οικογενειακές ή ατομικές επιχειρήσεις με μικρή παραγωγή, θα ήταν χρήσιμο να υπάρχουν κάποιες εταιρείες που να ασχολούνται με την εκμετάλλευση αυτή. Αυτές οι εταιρείες μπορούν να εντοπίζονται σε μέρη που εμφανίζεται μεγάλη παραγωγή ελιάς όπως στην Κρήτη, την Πελοπόννησο και τη Δυτική Ελλάδα. Η εκμετάλλευση των παραπροϊόντων, που

προκύπτουν από την επεξεργασία της ελιάς θα είχε ως αποτέλεσμα την δημιουργία χρήσιμων και καθαρών προϊόντων με χαμηλό κόστος και μεγάλη προστιθέμενη αξία.

## 13. Σιτηρά - Σπορέλαια

### 13.1. Γενικά στοιχεία

Τα σιτηρά (δημητριακά) είναι από τις βασικότερες κατηγορίες φυτών που καλύπτουν την ανθρώπινη διατροφή. Τα κυριότερα είναι το σιτάρι, το κριθάρι, το ρύζι, η σίκαλη ενώ από τα σιτηρά παράγεται και ένα από τα βασικότερα είδη της ανθρώπινης διατροφής το ψωμί. Είναι βασικές πηγές υδατανθράκων, ανόργανων συστατικών και ιχνοστοιχείων. Η καλλιέργεια τους είναι πολύ αυξημένη αφού καταλαμβάνουν περίπου το 60% της καλλιεργήσιμης γης παγκοσμίως (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, διαθέσιμο εις: <http://www.minagric.gr/index.php/el/>).

Η ιστορία των σιτηρών λαμβάνει χώρα εδώ και πολλά χρόνια. Το κριθάρι εντοπίζεται, ήδη, από το 5000 π.Χ. στην Αίγυπτο και στη Βαβυλώνα. Το ρύζι και το καλαμπόκι καλλιεργούνται τα τελευταία 5000 χρόνια στη Νοτιοανατολική Ασία καθώς και την Κεντρική και Νότια Αμερική. Μεγάλη σημασία στην αρχαιότητα είχαν τα σιτηρά σε τροπικές και υποτροπικές περιοχές. Τέλος, η βρώμη και η σίκαλη που καλλιεργούνται εδώ και χιλιάδες χρόνια, στην αρχή ήταν ανθεκτικοί και ανεπιθύμητοι συνοδοί των καλλιεργούμενων φυτών, ενώ τα τελευταία χρόνια καθιερώθηκαν και ευδοκίμησαν σε περιοχές με δυσμενή κλίματα (Belitz et al., 2019).

Τα σπορέλαια είναι έλαια που παράγονται από σιτηρά και σπόρους φυτών εκτός από το πυρηνέλαιο και το ελαιόλαδο. Οι πιο βασικές κατηγορίες είναι τα αραβοσιτέλαια, ηλιέλαια, σογιέλαια, βαμβακέλαια κλπ. Χρησιμοποιούνται κυρίως στη μαγειρική και ειδικά στο τηγάνισμα καθώς ελκύουν ατμούς σε υψηλές θερμοκρασίες. Είναι συνήθως πιο φθηνά από το ελαιόλαδο όμως εμφανίζουν πιο πολλά ακόρεστα λιπαρά. Χρησιμοποιούνται, επίσης, για την παραγωγή διαφόρων σκευασμάτων όπως αλοιφές, σαπουνία, βιοντίζελ, υφάσματα και άλλα.

### 13.2. Παραγωγή βρώσιμων σιτηρών

Η παραγωγή των δημητριακών στην Ελλάδα έχει μεγάλη σημασία, επομένως παρατηρούνται και μεγάλες καλλιέργειες. Τα πιο βασικά σιτηρά είναι το σιτάρι, το κριθάρι, η βρώμη, η σίκαλη, το ρύζι ενώ υπάρχουν και αρκετά ακόμα. Σύμφωνα με στοιχεία από την Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία, προκύπτει ότι, η μεγαλύτερη παραγωγή σιταριού και ρυζιού εντοπίζεται στην Κεντρική Μακεδονία, κριθαριού στη Θεσσαλία, βρώμης στη Δυτική Ελλάδα και σίκαλης στη Δυτική Μακεδονία. Στη συνέχεια, παρατίθεται πίνακας με τα στοιχεία παραγωγής ανά σιτηρό αναλυτικά.

*Πίνακας 13.1.: Παραγωγή σιτηρών στην Ελλάδα (Πηγή: Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία, Διαθέσιμο εις: <https://www.statistics.gr/el/home>).*

Παραγωγή (tn)	Σιτάρι	Κριθάρι	Βρώμη	Σίκαλη	Ρύζι	Λοιπά
Σύνολο	1.356.774	376.543	107.670	25.119	254.469	1.496.753

### 13.3. Παραγωγή και Μεταποίηση σπορέλαιων

Τα σπορέλαια παράγονται από τη σόγια, τους σπόρους του φυτού ηλίανθος, το καλαμπόκι, το βαμβάκι και το σπόρο του Αφρικάνικου ελαιοφοίνικα *Elaies guineensis*. Στην Ελλάδα η παραγωγή σπορέλαιων περιορίζεται κυρίως στα ηλιέλαια, αραβοσιτέλαια και σογιέλαια. Η συνολική ετήσια ποσότητα παραγωγής δεν είναι γνωστή.

### 13.4. Εταιρείες στην Ελλάδα

Υπάρχουν αρκετές εταιρείες που διαχειρίζονται βρώσιμα σιτηρά στον ελλαδικό χώρο και παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

*Πίνακας 13.2.: Εταιρείες διαχείρισης βρώσιμων σιτηρών, αλεύρων και σπορέλαιων που εντοπίζονται στον ελλαδικό χώρο.*

Όνομα εταιρείας	Τοποθεσία εγκαταστάσεων	Παραγωγή
ΜΥΛΟΙ ΣΟΓΙΑΣ Α.Ε	Καλαμάκι Κορινθίας, Θεσσαλονίκη, Σέρρες, Καβάλα.	Σιτηρά και Σπορέλαια
ALFA SEEDS	Λάρισα	Σιτηρά
BIOS AGROSYSTEMS	Θεσσαλονίκη	Σιτηρά
ΓΕΑΝΕΤ ΑΕ	Λάρισα	Σιτηρά
ΣΠΑΝΟΣ Α.Β.Ε.Τ	Σίνδο Θεσσαλονίκης - Προβατόνα Έβρου	Ρύζι
Ελληνικά εκλεκτά Έλαια	Αττική	Σπορέλαια
Μύλοι Λούλη	Μαγνησία, Θήβα, Αττική	Άλευρα σιτηρών
Μύλοι Κρήτης	Κρήτη	Άλευρα σιτηρών
Μύλοι Ασωπού		Άλευρα σιτηρών
Μύλοι Μάρρα	Κόρινθος	Άλευρα σιτηρών
Μύλοι Παπαφίλη	Κόρινθος	Άλευρα σιτηρών

Τα σπορέλαια που εντοπίζονται στην ελληνική αγορά, προέρχονται κυρίως από εταιρείες που βρίσκονται στο εξωτερικό. Οι μόνες εταιρείες παραγωγής σπορέλαιων που εμφανίζουν δραστηριότητα στην Ελλάδα είναι οι Μύλοι Σόγιας στη Βόρεια Ελλάδα, η Σόγια Ελλάς που βρίσκεται στα Ψαχνά Ευβοίας, η ΜΙΝΕΡΒΑ, με

εγκαταστάσεις σε Σχηματάρι, Ιωάννινα και Θεσσαλονίκη και η SANOLA, με εγκαταστάσεις σε Κρήτη και Εύβοια.

### *13.5. Διαδικασία μεταποίησης*

Τα σιτηρά έχουν διάφορες χρήσεις και καταναλώνονται είτε αυτούσια είτε επεξεργασμένα σε μορφή αλεύρων ή ελαίων. Αλεύρια παράγονται από το σιτάρι, το καλαμπόκι, τη σίκαλη, τη βρώμη και το κριθάρι. Το καθένα έχει διαφορετικά χαρακτηριστικά, για παράδειγμα ποσότητα γλουτένης, διαφορετική γεύση, υφή και δημιουργεί ξεχωριστά αρτοσκευάσματα. Οι κύριες διαδικασίες που πραγματοποιούνται για την παρασκευή των αλεύρων περιλαμβάνουν αρχικά την παραλαβή της πρώτης ύλης, τον καθαρισμό της από ξένες ύλες και την ύγρανση της, ώστε να επιτυγχάνεται ο καλύτερος δυνατός διαχωρισμός από τα πίτουρα. Ακολουθεί η διαδικασία της άλεσης, δηλαδή η απομάκρυνση του ενδοσπέρματος (αλεύρου) από το φλοιό (πίτυρο), η άλεση του ενδοσπέρματος σε άλευρο και η ανάμιξη με διάφορα άλευρα για την επίτευξη της επιθυμητής αναλογίας. Τέλος, το άλευρο ξηραίνεται, συσκευάζεται και αποθηκεύεται μέχρι να κριθεί κατάλληλο για κατανάλωση (Διαθέσιμο εις: <https://www.flourmillers.gr/>)

Η παραγωγή του σπορέλαιου αρχίζει με την παραλαβή και τον καθαρισμό των σπόρων, για την απομάκρυνση ξένων ουσιών αλλά και για την αφαίρεση του εξωτερικού καλύμματος των φλοιών. Ακολουθεί το cracking, που περιλαμβάνει τη θραύση του σπόρου σε μικρότερα κομμάτια για να γίνει εύκολα flakes, τα οποία όταν αποκτήσουν κατάλληλη θερμοκρασία και υγρασία, αλέθονται για να δημιουργηθεί μεγαλύτερη επιφάνεια προς συμπίεση. Τότε, οι σπόροι συνθλίβονται και ύστερα θερμαίνονται για τη διευκόλυνση της εξαγωγής του λαδιού και την απομάκρυνση τυχόν ακαθαρσιών. Με αυτόν τον τρόπο μειώνεται η διαδρομή που χρειάζεται να κάνει το εξάνιο μέσα στον σπόρο. Η εκχύλιση των ελαιούχων σπορών μέσω εξανίου είναι μια διαδικασία εκχύλισης στερεού με υγρό. Η μεταφορά του λαδιού από το στερεό (αλεύρι) στο υγρό που το περιβάλλει μπορεί να χωριστεί σε τρία στάδια. Αρχικά, το εξάνιο απορροφάται από το αλεύρι, στη συνέχεια το λάδι διαλύεται μέσα στο εξάνιο και τέλος το λάδι διαχέεται από το αλεύρι στο περιβάλλον υγρό. Παράλληλα, τα παραπροϊόντα που έχουν αφαιρεθεί επεξεργάζονται με πτητικούς διαλύτες, συνήθως εξάνιο, για την παραλαβή ελαίου που έχει παραμείνει και την επίτευξη μέγιστων αποδόσεων. Τέλος, το έλαιο που έχει παραχθεί εξευγενίζεται και συσκευάζεται για χρήση (Προσωπική επικοινωνία με Μύλοι Σόγιας Α.Ε.).

Τα σιτηρά καταναλώνονται και ανεπεξέργαστα σε ορισμένες περιπτώσεις. Η βρώμη καταναλώνεται σε μορφή νιφάδων και έχει ιδιαίτερη θρεπτική αξία. Η επεξεργασία που απαιτείται είναι ο καθαρισμός από ξένες ουσίες, η ξήρανση της, η αποφλοιώση, η κοκκοποίηση και η δημιουργία νιφάδων. Το κριθάρι έχει πολλές χρήσεις. Είτε αποφλοιώνεται και είναι έτοιμο για μαγείρεμα, είτε οδηγείται στην παρασκευή αλεύρου, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, είτε προορίζεται για τη ζυθοποιία. Στην περίπτωση αυτή, το κριθάρι υφίσταται μια διαδικασία, γνωστή ως βινοποίηση,

κατά την οποία διαβρέχεται, για να αναπτυχθούν τα απαραίτητα ένζυμα και στη συνέχεια ξηραίνεται και καβουρδίζεται. Η διαδικασία αυτή είναι απαραίτητη καθώς η βύνη παρέχει τα απαραίτητα σάκχαρα, που θα καταναλωθούν από τη μαγιά κατά τη ζύμωση για να παραχθεί αλκοόλη και διοξείδιο του άνθρακα (Διαθέσιμο εις: <http://alibeer.gr/>).

### *13.6. Παραπροϊόντα - Σύσταση παραπροϊόντων*

Το σιτάρι αποτελείται από το πίτουρο (13%), το σκληρό εξωτερικό περίβλημα (3-5%), το ενδόσπερμα (80-85 %), που είναι το εσωτερικό κομμάτι του καρπού και το φύτρο (3%). Κατά την επεξεργασία του, το ενδόσπερμα είναι το κομμάτι που εκμεταλλεύεται και σε μικρές ποσότητες το πίτουρο σε αλεύρια ολικής αλέσεως. Έτσι, το φύτρο και το πίτουρο αποτελούν τα παραπροϊόντα (Διαθέσιμο εις: <https://www.mitsidesgroup.com/home-gr>). Το πίτουρο περιέχει μεγάλες ποσότητες φυτικών ινών, ιχνοστοιχεία και τις κυριότερες βιταμίνες του συμπλέγματος Β και χρησιμοποιείται σε ποσοστό 90% ως ζωοτροφή και 10% στην ανθρώπινη διατροφή (Onipe et al., 2015). Το φύτρο είναι πλούσιο σε θρεπτικά συστατικά και λιπαρά.

Το ρύζι αποτελεί ακόμα έναν σημαντικό σπόρο, που καταναλώνεται ολόκληρος και όχι μεταποιημένος. Το παραπροϊόν που προκύπτει κατά την επεξεργασία του είναι ο φλοιός του σπόρου, που αποτελεί το 20% και όταν το ρύζι είναι λευκό απομακρύνεται και το περίβλημα του αμύλου, που αποτελεί το 8% του σπόρου (Husna Shafie and Norhaizan, 2017). Το πίτουρο ρυζιού, το οποίο είναι πλούσιο σε χρώμα, γεύση και φυτικές ίνες χρησιμοποιείται σε δημητριακά και συμπληρώματα διατροφής.

Η σίκαλη αποτελείται από τον καρπό και το εξωτερικό περίβλημα, το οποίο απομακρύνεται κατά την επεξεργασία και δημιουργεί παραπροϊόν. Είναι μια πολύ καλή πηγή διαιτητικών ινών, φωσφόρου, μαγνησίου, μαγγανίου, πρωτεϊνών και βιταμίνης Β1, ενώ είναι πλούσια πηγή φυτοοιστρογόνων τα οποία δρουν ως αντιοξειδωτικά. Επίσης, το κριθάρι αποτελείται από τον καρπό και το εξωτερικό περίβλημα το οποίο απομακρύνεται και αποτελεί σημαντική πηγή αζώτου, φωσφόρου και καλίου. Το περίβλημα της σίκαλης και του κριθαριού αποτελεί περίπου το 10% του συνολικού καρπού. Ο σπόρος της βρώμης περιλαμβάνει τον κύριο καρπό και τα περιβλήματα, τα οποία αποτελούν το 20 – 35% του βάρους του σπόρου. Αυτά αποτελούνται σε ποσοστό 31% από ινώδεις ουσίες, κυρίως λιγνίνη, κυτταρίνη και ημικυτταρίνη, ενώ περιέχουν σημαντικές ποσότητες φυτικών ινών, βιταμινών Β, πρωτεϊνών και αντιοξειδωτικών (Welch, 1995).

Η περιεκτικότητα των σπόρων σε έλαια είναι περίπου 15-20%. Στην Ελλάδα οι σπόροι που καλλιεργούνται είναι χαμηλοί σε περιεκτικότητα έλαιο συγκριτικά με άλλες χώρες, όπως τη Λατινική Αμερική, που η περιεκτικότητα λαδιού ξεπερνάει το 22%. Τα προϊόντα που προκύπτουν από την παραγωγή των σπορευλαίων είναι οι πίτες. Τα παραπροϊόντα αυτά περιλαμβάνουν τα βαριά λιπαρά οξέα (acid oils) (Προσωπική επικοινωνία με Μύλοι Σόγιας Α.Ε.). Τα βαριά λιπαρά οξέα, που προκύπτουν ως

παραπροϊόντα της εκχύλισης φυτικών ελαίων, περιέχουν κυρίως ελεύθερα λιπαρά οξέα και ακυλογλυκερόλες (Watanabe et al., 2007). Επίσης, από την αξιοποίηση των παραπροϊόντων μπορούν να προκύψουν και λεκιθίνες (Προσωπική επικοινωνία με Μύλοι Σόγιας Α.Ε.).

### 13.7. Τεχνολογίες αξιοποίησης

#### 13.7.1. Πολυφαινόλες: Φαινολικά οξέα και Φλαβονοειδή

Τα σιτηρά περιέχουν μια ποικιλία φαινολών που τους προσδίδουν έντονο αντιοξειδωτικό χαρακτήρα. Η μεγαλύτερη ποσότητα περιέχεται στο κριθάρι σε ποσότητα 450-1346 μg/g, ακολουθεί το σιτάρι με ποσότητα 1342 μg/g και η βρώμη με ποσότητα 472 μg/g. Τα κύρια φαινολικά οξέα που εντοπίζονται στα σιτηρά είναι το φερουλικό και το p-κουμαρικό οξύ. Βρίσκονται σε μεγαλύτερο ποσοστό στο φλοιό του σπόρου και εκχυλίζονται με οργανικούς διαλύτες (Dykes & Rooney, 2007).

Το ρύζι είναι μια εξαιρετική πηγή σύνθετων υδατανθράκων, φυτικών ινών και βιταμινών. Είναι πλούσιο σε ασβέστιο, φώσφορο, κάλιο, βιταμίνη E και B. ενώ περιέχει και πολλά φυσικά αντιοξειδωτικά όπως τοκοφερόλες και τοκοτριενόλες. Οι Perretti et al. (2003) συμπέραναν ότι η υπερκρίσιμη εκχύλιση με CO<sub>2</sub> μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραλαβή αντιοξειδωτικών ουσιών από τα παραπροϊόντα ρυζιού. Επίσης, το πίτουρο από σιτάρι περιέχει βιοδραστικές ενώσεις όπως φερουλικό οξύ, φλαβονοειδή, καροτενοειδή, λιγνάνες και φαινολικά οξέα, με αποτέλεσμα να έχει σημαντικές αντικαρκινικές ιδιότητες. Ακόμα, περιέχει αραβινοξυλάνη σε ποσοστό 5-26.9 g ανά 100 g (Onipe et al., 2015). Οι Wang et al. (2008) με τη χρήση αιθανόλης κατάφεραν να εκχυλίσουν συνολική ποσότητα φαινολικών ενώσεων 3.12 mg GAE/g ξηρής βάσης σιταριού. Η ποσότητα των αραβινοξυλάνων στο κριθάρι φτάνει το 5.6%, στη βρώμη κυμαίνεται στο 2.7-3.5%, ενώ το μεγαλύτερο ποσοστό εντοπίζεται στη σίκαλη με 7.6-12% (Izydorczyk et al., 2008). Το κριθάρι περιέχει και άλλα σημαντικά συστατικά όπως τοκοφερόλες και φαινολικές ενώσεις, σε ποσοότητες 16.2-18.48 mg/g (Lee et al., 2010).

Η βρώμη είναι η καλύτερη πηγή αντιοξειδωτικών καθώς περιέχει τοκοφερόλες, τοκοτριενόλες, φαινολικά οξέα σε διάφορες μορφές και τα αβενανθραμίδια (Bryngelsson et al., 2002). Τα αβενανθραμίδια είναι ουσίες που βρίσκονται αποκλειστικά στη βρώμη και έχουν έντονη αντιοξειδωτική δράση. Αν και υπάρχουν περίπου 25 είδη αβενανθραμιδίων, τα τρία που εμφανίζονται σε μεγαλύτερες ποσότητες είναι τα Bf, Bc και Bp, με συγκεντρώσεις 13-78mg/kg ξ.β., 25-145 mg/kg ξ.β. και 9-52 mg/kg ξ.β. αντίστοιχα (Peterson et al., 2002). Οι Dimberg et al. (1993) ανέφεραν ότι η καθαρή Bf είναι τόσο δραστική όσο η α-τοκοφερόλη στην αναστολή της οξειδωσης του λινελαϊκού οξέος σε ποσοστό 18%, ενώ ήταν τρεις φορές πιο δραστική από το καφεϊκό οξύ.

Τα σιτηρά περιέχουν διάφορες φυτοστερόλες που είναι πολύ σημαντικές στην ανθρώπινη υγεία, αφού ρυθμίζουν τη χοληστερόλη. Οι καλύτερες πηγές στερολών



είναι τα κλάσματα φύτρου και πίτουρου με το μεγαλύτερο ποσοστό να εντοπίζεται στο φύτρο σιταριού (21.28 mg/g), στο πίτουρο ρυζιού (20.33 mg/g) και τέλος στο πίτουρο σίτου (17.67 mg/g) (Jiang et al., 2005). Επίσης, η βρώμη περιέχει υψηλό ποσοστό διαιτητικών ινών, περίπου 64-89% (Kodagoda & Marapana, 2017).

### 13.7.2. Διαιτητικές ίνες

Τα τρόφιμα ολικής αλέσεως είναι πλούσια σε διαιτητικές ίνες, δηλαδή οργανικά συστατικά των μεμβρανών των φυτικών κυττάρων που παραμένουν μετά την επεξεργασία τους. Σε αυτές περιλαμβάνονται η κυτταρίνη, η ημικυτταρίνη και πολυμερή πεντοζάνης με βάση ξυλόζη και αραβινόζη. Είναι ιδιαίτερα χρήσιμα για την ανθρώπινη υγεία καθώς βοηθούν στον έλεγχο των επιπέδων της χοληστερίνης και του σακχάρου και τη διατήρηση της φυσιολογικής λειτουργίας του εντέρου. Ακόμα, μπορούν να βρουν εφαρμογή ως πρόσθετα τροφίμων. Το πίτουρο σιταριού περιέχει υψηλά ποσοστά διαιτητικών ινών που κυμαίνονται από 33.4 - 63% (Onipe et al., 2015). Επίσης, το σιτάρι περιέχει μεγάλη ποσότητα φυτικών ινών που φτάνει έως και το 53% του συνολικού καρπού.

Το κριθάρι είναι πολύ καλή πηγή διαιτητικών ινών και ιδιαίτερα β-γλυκάνης. Η β-γλυκάνη είναι ένας χρήσιμος πολυσακχαρίτης για τον ανθρώπινο οργανισμό γιατί συμβάλλει στη μείωση του κινδύνου χρόνιας καρδιακής νόσου και στη μείωση της χοληστερόλης στο αίμα. Το ποσοστό των διαιτητικών ινών, στο κριθάρι, κυμαίνεται από 11-34% και της β-γλυκάνης από 5-11% (Sullivan et al., 2013). Η β-γλυκάνη, επίσης, βρίσκει εφαρμογή ως υδροκολλοειδές τροφίμων και για την ενίσχυση του ιξώδους διαλυμάτων, διότι έχει ιδιαίτερα ρεολογικά χαρακτηριστικά (Izydorczyk et al., 2008). Οι Du et al. (2014) παράγαγαν β-γλυκάνη σε ποσοστό 16.39 %, επί ξηρής βάσης πίτουρου κριθαριού, με τη μέθοδο της επιταχυνόμενης εκχύλισης διαλυτών (ASE), μια μέθοδο φιλική προς το περιβάλλον που απαιτεί μικρό χρονικό διάστημα εκχύλισης.

### 13.7.3. Πρωτεΐνες

Το ρύζι περιέχει μια ποσότητα πρωτεΐνης, περίπου 7-9%, η οποία δεν είναι ιδιαίτερα υψηλή. Όμως, η τεράστια παραγωγή ρυζιού παγκοσμίως την καθιστά σημαντική. Οι πρωτεΐνες ρυζιού αποτελούνται κυρίως από γλοβουλίνη και γλουτελίνη και είναι ιδιαίτερα θρεπτικές και υγιεινές για τον άνθρωπο, παρόλα αυτά δεν εκμεταλλεύονται στο βαθμό που πρέπει. Τα μεγαλύτερα ποσοστά πρωτεΐνης εντοπίζονται στο φλοιό του ρυζιού και έτσι είναι χρήσιμο να αξιοποιούνται και όχι να πετιούνται. Ένας βασικός τρόπος παραλαβής των πρωτεϊνών είναι η αλκαλική εκχύλιση ακολουθούμενη από καθίζηση στο ισοηλεκτρικό σημείο pH (Shih, 2003). Με τη μέθοδο αυτή οι Connog et al. (1976) κατάφεραν να απομονώσουν 33-38% επί ξηρής βάσης πρωτεΐνη. Ακόμα, η εκχύλιση μπορεί να γίνει με τη βοήθεια διάφορων ενζύμων. Έχει αποδειχθεί ότι οι πρωτεάσες είναι αρκετά πιο αποτελεσματικές και η μέθοδος συνολικά έχει καλύτερη αποτελεσματικότητα από την αλκαλική εκχύλιση. Τέλος, υπάρχουν και οι φυσικές μέθοδοι που προτιμώνται στην επεξεργασία των

τροφίμων αφού δεν προκαλούν αλλοιώσεις (Shih, 2003). Οι Anderson και Guraya (2001) πέτυχαν αποδόσεις έως και 38.2% με τη χρήση άλεσης υψηλής ταχύτητας. Απαιτείται απομάκρυνση του αμύλου για την παραλαβή συμπυκνωμένης πρωτεΐνης.

Το κριθάρι είναι πλούσιο σε πρωτεΐνες αποθήκευσης, συγκεκριμένα προλαμίνες, οι οποίες έχουν μέτρια θρεπτική αξία. Ωστόσο, περιέχει έναν αριθμό απαραίτητων αμινοξέων, συμπεριλαμβανομένης της θρεονίνης, της βαλίνης, της λυσίνης και αργινίνης. Αυτά είναι αμινοξέα που ο ανθρώπινος οργανισμός δεν μπορεί να παράγει εύκολα, αλλά είναι πολύ σημαντικά καθώς παίζουν ρόλο στις μεταβολικούς οδούς, για αυτό και πρέπει να παρέχονται από τη διατροφή (Sullivan et al., 2013).

#### **13.7.4. Ζωοτροφές**

Το πίτουρο του ρυζιού χρησιμοποιείται κυρίως στη διατροφή των χοίρων, ενώ ποσότητες τροφοδοτούνται στα πουλερικά και στα ψάρια (Perretti et al., 2003).

Το σιτάρι είναι ένα σημαντικό συστατικό στη διαίτα των χοίρων, χάρη στη μεγάλη περιεκτικότητά του σε άμυλο περίπου 500-800 g/kg ξ.β.. Ακόμα, περιέχει σημαντικές ποσότητες απαραίτητων αμινοξέων, ικανές να καλύψουν έως και 70% των αναγκών του ζώου. Με την επεξεργασία του σίτου με ζύμωση, άλεση και συμπλοκοποίηση μπορεί να αυξηθεί περαιτέρω η αξία σίτισης των υποπροϊόντων του (Rosenfelder et al., 2013). Το 90% των παραπροϊόντων του σιταριού εκμεταλλεύεται ως ζωοτροφή (Onipe et al., 2015).

Το κριθάρι αξιοποιείται κατά 2/3 για ζωοτροφές, κατά 1/3 στη ζυθοποιία και μόλις το 2% οδηγείται στην κατανάλωση ως τροφή (Sullivan et al., 2013). Η βιομηχανία ζυθοποιίας αξιοποιεί το κριθάρι για την παραγωγή της βύνης και παράγει κάποια επιπλέον παραπροϊόντα, τα distillers dried grains (BDDG). Τα παραπροϊόντα αυτά περιέχουν μεγάλο ποσοστό πρωτεϊνών, που φτάνει το 26-30% και ακατέργαστων ινών που φτάνει το 17-20%. Με τον κατάλληλο συνδυασμό με άλλα προϊόντα, αποτελούν κατάλληλα προϊόντα για τη διατροφή των ζώων.

#### **13.7.5. Βιοκαύσιμο**

Η βιομάζα είναι μια πηγή παραγωγής ανανεώσιμης ενέργειας και βιοκαυσίμων, που προέρχεται από φυτικά προϊόντα και από βιοαποικοδομήσιμα στερεά από τα αστικά απόβλητα. Το άχυρο ρυζιού, που περιέχει μεγάλες ποσότητες λιγνίνης και κυτταρίνης είναι σημαντικός πόρος για την παραγωγή βιοκαυσίμων. Οι Huang et al. (2013) μελέτησαν την απόδοση της βιομάζας από άχυρο ρυζιού. Με τη χρήση άχυρου ρυζιού που αποτελούνταν από ημικυτταρίνη (20% κ.β.), κυτταρίνη (42% κ.β.), και λιγνίνη (26% κ.β.) και τη χρήση μικροκυμάτων πέτυχαν υψηλότερη τιμή θέρμανσης 16.16-20.94 MJ/kg με την υψηλότερη τιμή να εμφανίζεται στα 300 W της ισχύος των μικροκυμάτων.

### **13.7.6. Νανοκρύσταλλοι**

Το κριθάρι περιέχει κυτταρίνη σε ποσοστό 37-39%. Με την αξιοποίηση αυτής υπάρχει η δυνατότητα δημιουργίας νανοκρυστάλλων. Απαιτείται εκχύλιση της κυτταρίνης και στη συνέχεια, απομόνωση των υδροκρυστάλλων με όξινη υδρόλυση για την παραλαβή νανοκρυστάλλων, πολλά υποσχόμενων για την κατασκευή ενισχυμένων πολυμερών (Espino et al., 2014).

### **13.7.7. Ενεργός άνθρακας**

Ο ενεργός άνθρακας είναι ένα προϊόν ιδιαίτερα χρήσιμο που βρίσκει εφαρμογή και στον καθαρισμό των μολυσμένων υδάτων. Υπάρχει ανάγκη εύρεσης πηγών άνθρακα χαμηλότερου κόστους με μικρότερο αντίκτυπο στο περιβάλλον. Οι Mohan et al. (2008) πραγματοποίησαν μελέτη κατά την οποία ανέπτυξαν μια ποικιλία ενεργού άνθρακα από γεωργικά απόβλητα και τη χρησιμοποίησαν για την αποκατάσταση ρύπων από βιομηχανικά λύματα. Ο δείκτης COD χρησιμοποιήθηκε ως χαρακτηριστική παράμετρος και ο ενεργοποιημένος άνθρακας που αναπτύχθηκε από φλοιό ρυζιού έδωσε ικανοποιητικά αποτελέσματα.

### **13.7.8. Εντομοκτόνα**

Τα παραπροϊόντα ρυζιού μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως εντομοκτόνα. Οι Xuan et al. (2013) μελέτησαν πως η προσθήκη παραπροϊόντων ρυζιού, σε συνδυασμό με το φυτό alfalfa, είναι ικανή να ελέγξει την παρουσία ζιζανίων σε φυτείες ρυζιού. Οι δοκιμές έγιναν με μαρούλι και τα ζιζάνια *barnyardgrass* και *monochoria* και προέκυψε ότι ο συνδυασμός alfalfa και φλοιός ρυζιού κατέγραψε έλεγχο 88.3%, ενώ ο φλοιός ρυζιού 51.7%. Ακόμα, οι Kuk et al. (2001) απέδειξαν πως όσο πιο λιπαρός είναι ο σπόρος του ρυζιού τόσο πιο αποτελεσματικό είναι στην αντιμετώπιση των ζιζανίων.

## **13.8. Επεξεργασία δεδομένων**

Τα σιτηρά είναι μια κατηγορία προϊόντων που καλλιεργείται ευρύτατα. Δεν υπάρχουν ακριβή στοιχεία για τις ποσότητες σιτηρών που οδηγούνται στη μεταποίηση και στην παραγωγή σπορέλαιων, παρά μόνο για την ετήσια παραγωγή τους στην Ελλάδα. Τα κύρια παραπροϊόντα που προκύπτουν από την επεξεργασία τους είναι το φύτρο και το πίτουρο. Αυτά, περιέχουν χρήσιμα συστατικά τα οποία ανάλογα με το σιτηρό αξιοποιούνται με διαφορετικό τρόπο.

Το κριθάρι έχει μια μέση ετήσια παραγωγή περίπου 380.000 tn. Αν θεωρηθεί πως το περίβλημα του αποτελεί το 10% του συνολικού καρπού, τα παραπροϊόντα που προκύπτουν ανέρχονται σε 38.000 tn περίπου. Από αυτά οι 25.000 tn οδηγούνται για ζωοτροφές και η υπόλοιπη ποσότητα αξιοποιείται στην ανθρώπινη διατροφή, σε προϊόντα ολικής αλέσεως. Το σιτάρι έχει μια μέση ετήσια παραγωγή περίπου 1.400.000 tn και τα παραπροϊόντα που προκύπτουν ανέρχονται σε 230.000 tn. Το

πίτουρο αξιοποιείται ως ζωοτροφή σε ποσότητα περίπου 160.000 tn και για την ανθρώπινη διατροφή περίπου 180.000 tn.

Το ρύζι είναι από τα σιτηρά που παράγεται σε μεγαλύτερη ποσότητα και η παραγωγή ανέρχεται σε 260.000 tn ετησίως. Τα παραπροϊόντα που προκύπτουν είναι ο φλοιός περίπου 51.000 tn και το περίβλημα όταν πρόκειται για λευκό ρύζι. Αν υποθεθεί ότι η μισή ποσότητα παραγόμενου ρυζιού είναι λευκό τότε το περίβλημα προκύπτει 10.000 tn κάθε έτος. Από το φλοιό του ρυζιού μπορούν να απομονωθούν φυτοστερόλες και πρωτεΐνη, με μέση απόδοση 38% η ποσότητα ανέρχεται σε 1.500 tn. Η βρώμη και η σίκαλη είναι τα σιτηρά που παράγονται σε μικρότερες ποσότητες, 108.000 και 25.000 tn αντίστοιχα. Τα παραπροϊόντα που προκύπτουν είναι τα περιβλήματα που ανέρχονται σε 27.000 και 2.500 tn ετησίως. Τα κύρια συστατικά που μπορούν να απομονωθούν από αυτά είναι οι αραβινοξυλάνες που θα ανέρχονται σε κάποια κιλά ετησίως.

Οι ποσότητες που προκύπτουν παραπάνω είναι υπολογισμένες με βάση την ετήσια παραγωγή και δεν είναι ακριβείς. Δεν υπάρχουν στοιχεία για την ποσότητα που χρησιμοποιείται για την παραγωγή ελαίων για να γίνει ο σωστός προσδιορισμός. Ωστόσο, τα σιτηρά για να γίνουν κατάλληλα για την ανθρώπινη διατροφή πρέπει να απομακρυνθούν από το πίτουρο και το φύτρο, επομένως σε όλη την ετήσια ποσότητα παραγωγής αυτά προκύπτουν ως απόβλητα.

### *13.9. Συμπεράσματα*

Τα σιτηρά αποτελούν από τις πιο σημαντικές και εκτεταμένες καλλιέργειες. Τα προϊόντα που παράγονται καταναλώνονται είτε ανεπεξέργαστα είτε επεξεργασμένα σε μορφή ελαίου. Η αξιοποίηση των σιτηρών καθώς και η επεξεργασία τους έχει ως αποτέλεσμα τεράστια ποσότητα αποβλήτων, που αποτελείται κυρίως από τα περιβλήματα των σπόρων. Αυτά περιέχουν ιδιαίτερα χρήσιμα συστατικά τα οποία μπορούν να φανούν χρήσιμα στην ανθρώπινη διατροφή, την παραγωγή ζωοτροφών, στην παραγωγή εντομοκτόνων, ναοκρυστάλλων και ενέργειας.

Η συνολική παραγωγή των σιτηρών στην Ελλάδα ανέρχεται σε 2.500.000 tn περίπου ετησίως. Ως αποτέλεσμα, η ποσότητα των παραπροϊόντων που προκύπτουν είναι επίσης υπέρογκη. Τα απόβλητα αυτά μέχρι σήμερα αξιοποιούνται κυρίως για την παραγωγή ζωοτροφών, ειδικά το σιτάρι και το κριθάρι αξιοποιούνται με αυτόν τον τρόπο σε ποσοστό περίπου 70%. Κάποια από αυτά προστίθενται σε προϊόντα ολικής αλέσεως για την αύξηση των φυτικών ινών. Τα λιπαρά οξέα, που προκύπτουν ως παραπροϊόντα από την παραγωγή ελαίων χρησιμοποιούνται από συγκεκριμένες μονάδες ζωοτροφών και μονάδες παραγωγής χρωμάτων και ρητινών. Επίσης, οι λεκιθίνες έχουν χρήση στη ζαχαροπλαστική και στην αρτοποιία (Προσωπική επικοινωνία με Μύλοι Σόγιας Α.Ε.). Τα παραπροϊόντα εκμεταλλεύονται σε μεγάλο βαθμό ως ζωοτροφή, ωστόσο μένει και μεγάλη ποσότητα ανεκμετάλλευτη και εκτός των άλλων μπορεί να προκαλέσει και σημαντικό περιβαλλοντικό πρόβλημα. Οι εταιρείες διαχείρισης σιτηρών θα έπρεπε να εκμεταλλεύονται αυτά τα παραπροϊόντα

για την παραγωγή άλλων χρήσιμων ουσιών ή να τα πουλάνε σε ειδικές εταιρείες εκμετάλλευσης με πολύ χαμηλό κόστος. Η διαδικασία αυτή θα είχε ως αποτέλεσμα την παραγωγή φθηνών χρήσιμων ουσιών από πολλές βιομηχανίες.

## Παρατηρήσεις και Συμπεράσματα

Η σπατάλη τροφίμων είναι ένα πολύ σοβαρό πρόβλημα του σύγχρονου κόσμου. Η επεξεργασία τροφίμων έχει γνωρίσει σημαντική ανάπτυξη παγκοσμίως τα τελευταία χρόνια, και συνεχίζει να αναπτύσσεται συνεχώς. Ως αποτέλεσμα, δημιουργούνται τρόφιμα μεγάλης θρεπτικής αξίας που είναι χρήσιμα στην ανθρώπινη διατροφή. Ωστόσο, παράγονται και τεράστιες ποσότητες αποβλήτων, οι οποίες όταν μένουν ανεκμετάλλευτες προκαλούν μεγάλο περιβαλλοντικό πρόβλημα.

Τα απόβλητα μπορούν να προκύψουν σε όλη τη διάρκεια ζωής ενός τροφίμου. Από την πρώτη ύλη, στη βιομηχανία και μέχρι την κατανάλωση του. Σε κάθε στάδιο, τα απόβλητα αυτά θα πρέπει κατά το δυνατό να αξιοποιούνται, ή να απορρίπτονται με σύνεση. Στην αγροτική βιομηχανία, τα παραπροϊόντα που προκύπτουν είναι κυρίως φλούδες, σπόροι, κουκούτσια, περιβλήματα σπόρων, φύλλα και κλαδιά. Η απόρριψη αυτών μπορεί να προκαλέσει σοβαρά οικολογικά ζητήματα, καθώς οι ποσότητες είναι τεράστιες και περιέχουν υψηλό οργανικό φορτίο. Το σημαντικό, όμως, είναι πως τα παραπροϊόντα αυτά περιέχουν πολλές χρήσιμες για τον άνθρωπο ουσίες, με μεγάλη προστιθέμενη αξία. Αυτές μπορούν να αξιοποιηθούν στη βιομηχανία τροφίμων για την παραγωγή νέων προϊόντων, στη βιομηχανία φαρμάκων και καλλυντικών, ως ουσίες με αντιοξειδωτική δράση, καθώς και σε άλλες βιομηχανίες για την παραγωγή ζωοτροφών, λιπασμάτων, ενέργειας και άλλα.

Στην Ελλάδα εντοπίζονται ποικίλες καλλιέργειες και μεγάλες εκτάσεις αυτών. Είναι μια χώρα με σημαντική παρουσία στις αγροτικές καλλιέργειες, λόγω του εύκρατου κλίματος και του εύφορου εδάφους. Οι ποσότητες που παράγονται και γίνονται αντικείμενο επεξεργασίας είναι μεγάλες, με αποτέλεσμα να παρατηρείται και μεγάλος όγκος αποβλήτων, ο οποίος πρέπει να αξιοποιηθεί ή να επεξεργαστεί κατάλληλα, πριν την απόρριψη του.

Στην εργασία αυτή μελετάται μια ποικιλία προϊόντων όσον αφορά την παραγωγή, τη μεταποίηση, τα παραπροϊόντα που προκύπτουν από αυτή και πώς μπορούν να αξιοποιηθούν κατάλληλα. Τα προϊόντα αυτά είναι η βιομηχανική τομάτα, το πορτοκάλι, το μήλο, το αχλάδι, το βερίκοκο, το ροδάκινο, το ρόδι, το σύκο, το σταφύλι, η πατάτα, η ζάχαρη, η ελιά και τα σιτηρά. Μετά από συλλογή δεδομένων και έρευνα, προκύπτουν συμπεράσματα για τη σωστή αξιοποίηση αυτών των προϊόντων στην Ελλάδα.

Συνολικά, μπορούν να παραληφθούν ορισμένα σημαντικά και αξιοποιήσιμα προϊόντα από τα παραπροϊόντα της αγροβιομηχανικής παραγωγής. Πολυφαινόλες μπορούν να παραληφθούν από όλες τις παραγωγές συνήθως με εκχύλιση. Επίσης, πρωτεΐνες, υπάρχουν κυρίως στην τομάτα, στο βερίκοκο, στο ροδάκινο, στην πατάτα και στα σιτηρά. Οι μεγαλύτερες ποσότητες εντοπίζονται στην τομάτα, το ροδάκινο και τα σιτηρά και μπορούν να απομονωθούν με καταβύθιση σε συμπυκνώματα ή με εκχύλιση σε άλευρα. Ακόμα, σημαντική είναι και η παραλαβή των φυτικών ινών. Στα

πορτοκάλια και στα μήλα υπάρχουν σημαντικά ποσοστά πηκτίνης, που παραλαμβάνονται με εκχύλιση, ενώ ποσότητα ιδιαίτερα χρήσιμων φυτικών ινών εντοίζεται και στα σιτηρά.

Σημαντικά είναι επίσης και τα προϊόντα που προέρχονται από την επεξεργασία των παραπροϊόντων αυτών. Από τα σάκχαρα της πατάτας, του μήλου και της ζάχαρης μπορούν να παραχθούν προϊόντα ζύμωσης με μεγάλη προστιθέμενη αξία, όπως αλκοόλη και κιτρικό οξύ. Επίσης, άλλα χρήσιμα προϊόντα είναι τα έλαια που εκχυλίζονται από το βερίκοκο, το ρόδι, το πορτοκάλι και το ροδάκινο και αξιοποιούνται από βιομηχανίες τροφίμων και καλλυντικών. Ακόμα, προκύπτουν νανοσωματίδια από το ροδάκινο, λιπάσματα από τα παραπροϊόντα οίνου και σιτηρών, ερυθρομυκίνη και βινάση από τα ζαχαρότευτλα και βιοκαύσιμα από τα σιτηρά. Οι ποσότητες που μπορούν να παραληφθούν παρουσιάζονται αναλυτικά παρακάτω.

Η βιομηχανική τομάτα είναι από τις πιο σημαντικές καλλιέργειες στην Ελλάδα, αφού μόνο η μέση ετήσια ποσότητα που οδηγείται στη μεταποίηση φτάνει τους 600.000 tn. Είναι ένα προϊόν με μεγάλη θρεπτική αξία που περιέχει χρήσιμες ουσίες τόσο στο εδώδιμο μέρος της όσο και στα παραπροϊόντα της. Τα απόβλητα της, που μπορεί να φτάνουν τους 25.000 tn ετησίως είναι σημαντική πηγή καροτενοειδών και ιδίως λυκοπενίου, φαινολικών ενώσεων και πρωτεϊνών. Συγκεκριμένα, η ποσότητα των καροτενοειδών που μπορεί να παραληφθεί φτάνει τους 3.3 tn και του λυκοπενίου τα 265 kg, οι πολυφαινόλες περίπου 40 tn GAE και η πρωτεΐνη τους 1.100 tn ετησίως. Τα απόβλητα αυτά δεν αξιοποιούνται με κάποιον τρόπο σήμερα. Ωστόσο, είναι πολύ χρήσιμο να γίνει κάποια εκμετάλλευση αυτών, καθώς υπάρχουν ουσίες που μπορούν να φανούν χρήσιμες, ενώ οι διαδικασίες παραλαβής τους είναι εύκολες και οικονομικές.

Το πορτοκάλι καλλιεργείται ευρύτατα σε όλο τον κόσμο, ενώ και στην Ελλάδα είναι από τις πολύ σημαντικές καλλιέργειες με την παραγωγή να φτάνει έως και τους 730.000 tn ετησίως. Το πορτοκάλι και τα απόβλητα του περιέχουν πολλές χρήσιμες ουσίες με μεγάλη προστιθέμενη αξία. Περιέχει πολυσακχαρίτες, σάκχαρα, λιπαρά οξέα, καροτενοειδή, βιταμίνες, πολυφαινόλες, οργανικά οξέα και λιμονοειδή. Η ποσότητα των αποβλήτων που παράγεται φτάνει έως και 100.000 tn ετησίως και αποτελείται από φλούδα, σπόρους και πολτό. Οι ποσότητες χρήσιμων ουσιών που μπορούν να παραληφθούν είναι 1.96 tn εσπεριδίνης, 3.6 tn καροτενοειδών, 92 tn πηκτίνης και 730 tn αιθέριου ελαίου. Τα απόβλητα σήμερα αξιοποιούνται ως ζωοτροφές, ωστόσο είναι χρήσιμο να αξιοποιηθούν για την παραλαβή χρήσιμων ουσιών, πράγμα το οποίο μπορεί να γίνει με απλές διαδικασίες.

Το μήλο είναι από τα πιο δημοφιλή οπωροφόρα και καλλιεργείται ευρύτατα και στην Ελλάδα, με την παραγωγή να φτάνει τους 250.000 tn ετησίως και την ποσότητα χυμών μήλων που παράγεται να πλησιάζει τα 3.000.000 L. Έχει ιδιαίτερη θρεπτική αξία, αφού περιέχει πολυφαινόλες, πηκτίνη, βιταμίνες και φυτικές ίνες. Τα απόβλητα που προέρχονται από τη χυμοποίηση του ανέρχονται σε 100 tn περίπου ετησίως. Η πηκτίνη που μπορεί να παραληφθεί από την αξιοποίηση των παραπροϊόντων είναι

12.4 tn, ενώ το κιτρικό οξύ με ζύμωση των σακχάρων του είναι 78 tn. Τα απόβλητα αυτά αποτελούν αντικείμενο εκμετάλλευσης στην παραγωγή ζωοτροφών και σε μικρό βαθμό στην παραλαβή πηκτίνης. Θα έπρεπε η αξιοποίηση τους να είναι πιο μαζική, ίσως από μια εταιρεία που συλλέγει τα απόβλητα και τα αξιοποιεί, ώστε να παράγονται χρήσιμα προϊόντα με χαμηλό κόστος.

Το αχλάδι είναι ένα πολύ θρεπτικό φρούτο, ιδιαίτερα διαδεδομένο και η παραγωγή του στην Ελλάδα φτάνει περίπου τους 9.000 tn ετησίως. Περιέχει χρήσιμα συστατικά, όπως πηκτίνη, αρβουτίνη, βιταμίνες και φυτικές ίνες. Τα απόβλητα που προκύπτουν από τη μεταποίηση του ανέρχονται σε 4.500 tn και περιλαμβάνουν τον πουρέ αχλαδιού και τη φλούδα. Η πηκτίνη που μπορεί να απομονωθεί από τον πουρέ αχλαδιού είναι 27 kg, οι φυτικές ίνες περίπου 45 tn και η αρβουτίνη περίπου 450 kg. Τα παραπροϊόντα που προκύπτουν από τη μεταποίηση χρησιμοποιούνται μόνο ως ζωοτροφές, ενώ θα μπορούσαν να αξιοποιούνται για την παραλαβή χρήσιμων ουσιών. Αυτό μπορεί να πραγματοποιείται από μια εταιρεία επεξεργασίας που αναλαμβάνει τα παραπροϊόντα των μήλων και των αχλαδιών, καθώς οι διαδικασίες είναι παρόμοιες.

Το βερίκοκο είναι ένα φρούτο ιδιαίτερα θρεπτικό και η παραγωγή του στην Ελλάδα φτάνει τους 70.000 tn, ενώ η ποσότητα μεταποίησης τους 12.500 tn ετησίως. Περιέχει πολλές χρήσιμες ουσίες, όπως πολυφαινόλες, καροτενοειδή, πολυσακχαρίτες, τοκοφερόλες και πρωτεΐνη. Τα απόβλητα που προέρχονται από την παραγωγή κονσέρβας ανέρχονται σε 2.000 tn, ενώ η πούλπα που προκύπτει από τη χυμοποίηση δεν είναι γνωστή, αλλά υπολογίζεται περίπου 8.700 tn. Οι ουσίες που μπορούν να προκύπτουν ετησίως είναι 1.1 kg φαινολικών ενώσεων, 790 kg β-καροτένιου, 736 kg πρωτεΐνης και 92 tn ελαίου βερίκοκου. Το έλαιο είναι χρήσιμο σε εταιρείες καλλυντικών και είναι το μόνο προϊόν που παράγεται σήμερα από την εκμετάλλευση των αποβλήτων αυτών. Είναι χρήσιμο να γίνει εκμετάλλευση για την παραγωγή και των υπόλοιπων χρήσιμων ουσιών και να δημιουργηθούν προϊόντα με θρεπτική αξία σε χαμηλό κόστος.

Το ροδάκινο είναι ένα ιδιαίτερα διαδεδομένο φρούτο, το οποίο καλλιεργείται ευρύτατα. Καταναλώνεται κυρίως μεταποιημένο, καθώς η ποσότητα μεταποιημένων ροδάκινων στην Ελλάδα φτάνει τους 350.000 tn ετησίως, ενώ η ποσότητα που καταναλώνονται νωπά μόνο τους 25.000 tn. Περιέχει πολλά χρήσιμα συστατικά όπως πολυσακχαρίτες, πρωτεΐνες και βιταμίνη C. Τα παραπροϊόντα που προκύπτουν από τη μεταποίηση του ανέρχονται σε 80.000 tn και είναι παρόμοια με αυτά του βερίκοκου. Οι πρωτεΐνες που μπορούν να παραληφθούν είναι περίπου 3.300 tn και το έλαιο περίπου 15.000 tn. Τα απόβλητα του ροδάκινου χρήζουν μεγαλύτερης εκμετάλλευσης συγκριτικά με του βερίκοκου, αφού χρησιμοποιούνται για την παραγωγή βιοαεριού, λιπασμάτων και εδαφοβελτιωτικών προϊόντων. Ωστόσο, δεν γίνεται κάποια παραλαβή χρήσιμων ουσιών, η οποία θα είχε μεγάλη οικονομική αξία και θα προέκυπταν θρεπτικά προϊόντα. Η εκμετάλλευση αυτή θα μπορούσε να γίνεται



από μια εταιρία που θα συλλέγει απόβλητα βερίκοκων και ροδάκινων και θα απομονώνει χρήσιμες ουσίες με απλές διεργασίες.

Το ρόδι είναι ένα φρούτο ιδιαίτερα σημαντικό για την ανθρώπινη υγεία, καθώς αποτελεί καλή πηγή αντιοξειδωτικών. Η παραγωγή στην Ελλάδα, πλέον, είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη. Υπολογίζεται ότι η ποσότητα που οδηγείται στη μεταποίηση ετησίως ανέρχεται σε 5.000 tn ετησίως και τα παραπροϊόντα που προκύπτουν από αυτή περίπου σε 3.500 tn. Αυτά περιέχουν πολυφαινόλες με μεγάλη θρεπτική αξία και μπορούν να απομονωθούν περίπου 25 tn εκφρασμένα σε ισοδύναμα γαλλικού οξέος (GAE) κάθε χρόνο. Μπορεί να παραχθεί και ελλαγγικό οξύ σε ποσότητα 87 tn. Επίσης, από τα απόβλητα ροδιού παραλαμβάνεται και ένα έλαιο, το οποίο είναι βρώσιμο αλλά αξιοποιείται και ως καλλυντικό. Η ποσότητα αυτού ετησίως μπορεί να φτάσει έως και 200 tn. Η παραγωγή του ελαίου και ζωοτροφών είναι οι μόνοι τρόποι αξιοποίησης των αποβλήτων ροδιού. Είναι πολύ χρήσιμο να αξιοποιηθούν κατάλληλα τα παραπροϊόντα ροδιού, προκειμένου να παραχθούν χρήσιμα προϊόντα μεγάλης προστιθέμενης αξίας.

Το σύκο και η σταφίδα είναι προϊόντα ιδιαίτερα σημαντικά με μεγάλη θρεπτική αξία, που καλλιεργούνται ευρύτατα στην Ελλάδα. Τα αποξηραμένα σύκα φτάνουν έως και 5.500 tn ετησίως και οι σταφίδες περίπου 15.000 tn οι κορινθιακές και 10.000 tn οι σουλτανίνες. Καταναλώνονται κυρίως αποξηραμένα ή και νωπά, με αποτέλεσμα να μην προκύπτουν παραπροϊόντα από την παραγωγή τους. Έτσι, οι θρεπτικές ουσίες που περιέχουν παραλαμβάνονται μόνο από την κατανάλωση των προϊόντων αυτών.

Η παραγωγή του οίνου στην Ελλάδα είναι από τις πιο σημαντικές παραγωγές και έχει τεράστια οικονομική σημασία. Η συνολική ποσότητα οίνων που παράγονται ετησίως ανέρχονται, περίπου, σε 4.000.000 tn. Ως αποτέλεσμα δημιουργείται και τεράστια ποσότητα αποβλήτων που φτάνει έως και 960.000 tn. Η ποσότητα αυτή είναι υπέρογκη και η απόρριψη της στο περιβάλλον μπορεί να δημιουργήσει ποικίλα προβλήματα. Ωστόσο, περιέχει πολλές χρήσιμες ουσίες με μεγάλη θρεπτική αξία και φυσικά μεγάλη προστιθέμενη αξία. Οι ποσότητες που μπορούν να παραληφθούν από τα παραπροϊόντα της οινοποίησης ετησίως είναι 4.000 tn φαινόλες και 5.200 tn τοκοφερόλες. Ακόμα, στα παραπροϊόντα περιέχονται 9.400 tn τανίνες, 18.700 tn όξινες ενώσεις, 58000 tn σάκχαρα και 28.000 tn ελαιούχες ενώσεις. Η ποσότητα που οδηγείται στην παραγωγή ζωοτροφών είναι περίπου 125.000 tn. Η εκμετάλλευση των αποβλήτων σήμερα περιλαμβάνει την παραγωγή ζωοτροφών και λιπασμάτων, ενώ συχνά τα στερεά απόβλητα επεξεργάζονται σε αποστακτήρα για την παραγωγή οινοπνευματωδών ποτών. Οι ουσίες που περιέχονται στα παραπροϊόντα του σταφυλιού είναι μοναδικά και έχουν μεγάλη σημασία για την ανθρώπινη διατροφή και υγεία. Η εκμετάλλευση τους είναι ιδιαίτερα σημαντική και μπορεί να πραγματοποιείται από εξειδικευμένες εταιρείες αξιοποίησης που θα συλλέγουν τα απόβλητα από τις διάφορες εταιρείες παραγωγής οίνων.

Η πατάτα είναι ένα πολύ βασικό λαχανικό στην ανθρώπινη διατροφή και καλλιεργείται ευρύτατα. Στην Ελλάδα η παραγωγή της κυμαίνεται στους 500.000 tn

ετησίως και η ποσότητα μεταποίησης της υπολογίζεται περίπου 20.000 tn, καθώς δεν είναι γνωστή. Περιέχει πολλές χρήσιμες ουσίες τόσο στο εδάδιμο μέρος, όσο και στις φλούδες της, όπως πολυφαινόλες, άμυλο, σάκχαρα χρήσιμα για την παραγωγή ζυμώσιμων προϊόντων και πρωτεΐνη. Τα απόβλητα της πατάτας περιλαμβάνουν τις πατάτες που είναι ακατάλληλες για χρήση, περίπου 54.000 tn ετησίως και τις φλούδες, περίπου 10.000 tn. Συνολικά, από τα απόβλητα αυτά μπορούν να παραληφθούν 1.310 tn αμύλου, ενώ με ζύμωση αυτού και άλλων σακχάρων μπορούν να παραχθούν γαλακτικό οξύ σε ποσότητα περίπου 380 kg και αιθανόλη σε ποσότητα 72 kg. Η εκμετάλλευση των αποβλήτων σήμερα περιλαμβάνει την παραγωγή ζωοτροφών, ωστόσο, τα προϊόντα που μπορούν να παραχθούν έχουν μεγάλη αξία, θρεπτική και οικονομική. Είναι σημαντικό, επομένως, να υπάρξει μια σωστή διαχείριση και αξιοποίηση αυτών των προϊόντων από μια εξειδικευμένη εταιρεία.

Η ζάχαρη είναι ένα ιδιαίτερα σημαντικό προϊόν καλλιέργειας, που στην Ελλάδα είχε εγκαταλειφθεί παλαιότερα και τώρα αρχίζει να επανακάμπτει, με την παραγωγή, πλέον, να φτάνει έως και 400.000 tn ετησίως. Ο μοναδικός παραγωγός είναι η ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΖΑΧΑΡΗΣ Α.Ε. Η επεξεργασία της ζάχαρης έχει ως αποτέλεσμα μια ποσότητα παραπροϊόντων που περιλαμβάνει κυρίως τη ζαχαρόπιτα και τη μελάσα. Η ποσότητα αυτή ανέρχεται σε 80.000 tn περίπου ετησίως. Τα παραπροϊόντα αυτά μπορούν να ζυμωθούν για την παραγωγή χρήσιμων προϊόντων, όπως αλκοόλη, κιτρικό οξύ και γλυκονικό οξύ. Ακόμα, μπορεί να γίνει παραγωγή ερυθρομυκίνης, βινάσης και, φυσικά, ζωοτροφών. Η εκμετάλλευση αυτή κρίνεται αναγκαία και μπορεί να πραγματοποιείται από την ίδια την εταιρεία, καθώς οι διεργασίες που απαιτούνται είναι απλές και χωρίς ιδιαίτερο κόστος.

Η ελιά είναι ένα πολύ σημαντικό προϊόν για την ανθρώπινη διατροφή και για αυτό παράγεται με μεγάλο βαθμό παγκοσμίως. Το σημαντικότερο προϊόν που παράγεται από την ελιά είναι στο ελαιόλαδο, το οποίο είναι ιδιαίτερα θρεπτικό και πολύτιμο για την ανθρώπινη υγεία. Η ποσότητα ελαιόλαδου που παράγεται στην Ελλάδα είναι περίπου 300.000 tn ετησίως, ενώ η ποσότητα ελιάς υπολογίζεται περίπου 1.500.000 tn. Τα παραπροϊόντα που προκύπτουν κατά την παραγωγή του ελαιόλαδου είναι 1.200.000 tn και περιέχουν μια ποικιλία χρήσιμων συστατικών. Οι ουσίες που μπορούν να παραληφθούν από την εκμετάλλευση των παραπροϊόντων αυτών είναι 70.000 tn φαινολικών ενώσεων, 37.000 tn ελαίου, που μπορεί να αξιοποιηθεί ως βιομηχανικό ελαιόλαδο και σημαντική ποσότητα πυρηνόξυλου. Έχει ιδιαίτερη σημασία η αξιοποίηση των παραπροϊόντων αυτών σωστά, καθώς οι ουσίες που περιέχουν έχουν μεγάλη θρεπτική και οικονομική αξία και μπορούν να παράγουν προϊόντα σημαντικά για την ανθρώπινη υγεία. Η αξιοποίηση αυτή θα ήταν χρήσιμο να γίνει από εξειδικευμένες εταιρείες, που θα συλλέγουν τα παραπροϊόντα και με κατάλληλες διεργασίες θα παράγουν χρήσιμα νέα προϊόντα.

Τα σιτηρά είναι από τις βασικότερες καλλιέργειες για την ανθρώπινη διατροφή. Τα κυριότερα είναι το στάρι, το κριθάρι, το ρύζι, η σίκαλη και από αυτά παράγονται

χρήσιμα, καθημερινά προϊόντα, που καταναλώνονται ευρέως, όπως ψωμί, μακαρόνια αλλά και σπορέλαια. Οι ποσότητες που καλλιεργούνται στην Ελλάδα είναι σημαντικές, της τάξης του εκατομμυρίου, ιδιαίτερα εκείνες του σιταριού, ωστόσο δεν υπάρχουν ακριβή στοιχεία για τις ποσότητες σιτηρών που οδηγούνται στη μεταποίηση και στην παραγωγή σπορέλαιων. Τα παραπροϊόντα που προκύπτουν από τα σιτηρά είναι κυρίως το φύτρο και το πίτουρο και αποτελούν περίπου το 10-20% του συνολικού καρπού. Οι ποσότητες των παραπροϊόντων φτάνουν σε υψηλά επίπεδα και η απόρριψη τους μπορεί να δημιουργήσει περιβαλλοντικά προβλήματα, ενώ περιέχουν χρήσιμες ουσίες που μπορούν να αξιοποιηθούν.

Τα παραπροϊόντα του κριθαριού αξιοποιούνται κυρίως για την παραγωγή ζωοτροφών και στην ανθρώπινη διατροφή. Το πίτουρο του σιταριού αξιοποιείται ως ζωοτροφή, αλλά και στην ανθρώπινη διατροφή. Τα υπόλοιπα σιτηρά δεν γίνονται αντικείμενο εκμετάλλευσης σε κάποιο βαθμό. Ωστόσο, από το ρύζι μπορούν να παραληφθούν φυτοστερόλες και περίπου 1.500 tn πρωτεΐνης. Επίσης, από τη βρώμη και τη σίκαλη μπορούν να παραληφθούν αραβινοξυλάνες. Συνολικά, από την αξιοποίηση των παραπροϊόντων σιτηρών μπορούν να παραληφθούν φαινολικές ενώσεις, διαιτητικές ίνες και πρωτεΐνες. Ακόμα, μπορούν να παραχθούν βιοκαύσιμα, ναοκρύσταλλοι και ενεργός άνθρακας. Η εκμετάλλευση των παραπροϊόντων αυτών έχει μέγιστη σημασία, καθώς μπορούν να παραχθούν προϊόντα ιδιαίτερα σημαντικά και με μεγάλη προστιθέμενη αξία, για πολλές βιομηχανίες, σε πολύ χαμηλό κόστος.

Κάθε χρόνο στην Ελλάδα παράγονται μεγάλες ποσότητες αποβλήτων, οι οποίες είτε αξιοποιούνται ως ζωοτροφές είτε απορρίπτονται στο περιβάλλον. Μόνο σε μεμονωμένες περιπτώσεις αξιοποιούνται κατάλληλα και παραλαμβάνονται χρήσιμα συστατικά. Η σωστή αξιοποίηση και εκμετάλλευση αυτών των παραπροϊόντων μπορεί να συμβάλει στην προστασία του περιβάλλοντος και στη δημιουργία νέων, χρήσιμων προϊόντων με χαμηλό κόστος. Η αειφόρος ανάπτυξη είναι ένα σημαντικό ζήτημα, που πρέπει να απασχολεί όλες τις εταιρείες. Η οικονομική ανάπτυξη και η κάλυψη υφιστάμενων αναγκών, λαμβάνοντας υπόψη την προστασία του περιβάλλοντος και τη βιωσιμότητα, έχει μεγάλη αξία και πρέπει να της δίνεται η πρέπουσα σημασία. Υπάρχει η δυνατότητα κάλυψης αναγκών σε διάφορους τομείς με χαμηλό κόστος αξιοποιώντας πρώτη ύλη, που όταν απορρίπτεται, προκαλεί περιβαλλοντική μόλυνση. Θα ήταν, επομένως, χρήσιμο να υπάρξει επένδυση σε αυτόν τον τομέα, με κατάλληλες διαδικασίες, προκειμένου να γίνεται σωστή αξιοποίηση των παραπροϊόντων αγροβιομηχανικής παραγωγής. Η εκάστοτε εταιρεία ή εξειδικευμένες εταιρείες αξιοποίησης θα πρέπει να αναπτύξουν μεθόδους ώστε να επιτυγχάνεται η σωστή διαχείριση των αποβλήτων τροφίμων.

## Βιβλιογραφία

Abd El Aal, M.H., Hamza, M.A. and Rahma, E.H. (1986), *In vitro Digestibility, Physico-chemical and Functional Properties of Apricot Kernel Proteins*, Food Chem., 19, 197-212.

Akhtar, S., Ismail, T., Fraternali, D., Sestili, P. (2015), *Pomegranate peel and peel extracts*, Chemistry and food features, Food Chem., 174, 417-425.

Akyol, H., Riciputi, Y., Capanoglu, E., Caboni, M., & Verardo, V. (2016), *Phenolic Compounds in the Potato and Its Byproducts: An Overview*, International Journal of Molecular Sciences, 17, 835.

Alexandre, E. M. C., Silva, S., Santos, S. A. O., Silvestre, A. J. D., Duarte, M. F., Saraiva, J. A., Pintado, M. (2019), *Antimicrobial Activity of Pomegranate Peel Extracts Performed by High Pressure and Enzymatic Assisted Extraction*, Food Res. Int., 115, 167–176.

Alpaslan, M. and Hayta, M. (2006), *Apricot Kernel: Physical and Chemical properties*, Journal of the American Oil Chemists' Society.

Amado, I. R., Franco, D., Sánchez, M., Zapata, C., & Vázquez, J. A. (2014), *Optimisation of antioxidant extraction from Solanum tuberosum potato peel waste by surface response methodology*, Food Chemistry, 165, 290–299.

Anderson, A. K., Guraya, H. S. (2001), *Extractability of Protein in Physically Processed Rice Bran*, J. Am. Oil Chem. Soc., 78, 969–972.

Arapoglou, D., Varzakas, T., Vlyssides, A., & Israilides, C. (2010), *Ethanol production from potato peel waste (PPW)*, Waste Management, 30, 1898–1902.

Assefa, A. D., Saini, R. K., Keum Y. S. (2017), *Extraction of antioxidants and flavonoids from yuzu (Citrus junos Sieb ex Tanaka) peels: a response surface methodology study*, Journal of Food Measurement and Characterization, Volume 11, Pages: 364–379.

Badr, HA. (2006), *Chemical and technological studies on some coloring substances of some plant sources*, Master's thesis, Faculty of Agriculture, Al-Azhar University, Egypt.

Barbaro, B., Toietta, G., Maggio, R., Arciello, M., Tarocchi, M., Galli, A., & Balsano, C. (2014), *Effects of the Olive-Derived Polyphenol Oleuropein on Human Health*, International Journal of Molecular Sciences, 15(10), 18508–18524.

- Barroca, M. J., Guiné, R. P. F., Pinto, A., Gonçalves, F. M., & Ferreira, D. M. S. (2006), *Chemical and Microbiological Characterization of Portuguese Varieties of Pears*, Food and Bioproducts Processing, 84, 109–113.
- Baydar, N. G., Özkan, G. (2005), *Tocopherol contents of some Turkish wine by-products*, European Food Research and Technology, 223, 290–293.
- Baysal, T., Ersus, S., Starmans, D.A. (2000), *Supercritical CO<sub>2</sub> Extraction of  $\beta$ -Carotene and Lycopene from Tomato Paste Waste*, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 48, 5507-5511.
- Belitz H.-D, Grosch W., Schieberle P. (2018), *Χημεία Τροφίμων*, Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Τζιόλα.
- Bocco, A., Cuvelier, M-E. Richard, H., Berset, C. (1998), *Antioxidant Activity and Phenolic Composition of Citrus Peel and Seed Extracts*, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 46, 2123 - 2129
- Brenes, A., Viveros, A., Chamorro, S., Arija, I. (2016), *Use of polyphenol-rich grape by-products in monogastric nutrition. A review*, Animal Feed Science and Technology, 211, 1–17.
- Bryngelsson, S., Dimberg, L. H., & Kamal-Eldin, A. (2002), *Effects of Commercial Processing on Levels of Antioxidants in Oats (Avena sativaL.)*, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50(7), 1890–1896.
- Bulotta, S., Celano, M., Lepore, S. M., Montalcini, T., Pujia, A., & Russo, D. (2014), *Beneficial effects of the olive oil phenolic components oleuropein and hydroxytyrosol: focus on protection against cardiovascular and metabolic diseases*, Journal of Translational Medicine, 12(1).
- Catalkaya, G., Kahveci, D. (2019), *Optimization of Enzyme Assisted Extraction of Lycopene from Industrial Tomato Waste*, Sep. Purif. Technol, 219, 55–63.
- Charmley, E., Nelson, D., & Zvomuya, F. (2006), *Nutrient cycling in the vegetable processing industry: Utilization of potato by-products*, Canadian Journal of Soil Science, 86, 621–629.
- Chen H., Rubenthaler G. L., & Schnaus E. G., (1988), *Effect of Apple Fiber and Cellulose on the Physical Properties of Wheat Flour*, Journal of Food Science, Volume: 53, Pages: 304–305.
- Chen, D., Lawton, D., Thompson, M. R., & Liu, Q. (2012), *Biocomposites reinforced with cellulose nanocrystals derived from potato peel waste*, Carbohydrate Polymers, 90, 709–716.

- Cho, J.-Y., Park, K. Y., Lee, K. H., Lee, H. J., Lee, S.-H., Cho, J. A., ... Moon, J.-H. (2011), *Recovery of arbutin in high purity from fruit peels of pear (Pyrus pyrifolia Nakai)*, Food Science and Biotechnology, 20, 801–807.
- Ciriminna, R., Fidalgo, A., Delisi, R., Carnaroglio, D., Grillo, G., Cravotto, G., ... Pagliaro, M. (2017), *High-Quality Essential Oils Extracted by an Eco-Friendly Process from Different Citrus Fruits and Fruit Regions*, ACS Sustainable Chemistry & Engineering, 5(6), 5578–5587.
- Connor, M. A., Saunders, R. M., Kohler, G. O. (1976), *Cereal Chemistry*, American Association of Cereal Chemists 53, 488–496.
- Cui, J., Wang, F., Ouyang, J., Wang, J. (2015), *Purification and structural characterization of an  $\alpha$ -glucosidase inhibitory polysaccharide from apricot (Armeniaca sibirica L.Lam.)*, Carbohydrate Polymers, 121, 304–314.
- Curl, A. L., & Bailey, G. F. (1956), *Orange Carotenoids, Part I-Comparison of Carotenoids of Valencia Orange Peel and Pulp, Part II-Carotenoids Aged Canned Valencia Orange Juice*, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 4, 156–162.
- Dimberg, L. H., Theander, O., & Lingnert, H. (1993), *Avenanthramides: a group of phenolic antioxidants in oats*, Cereal Chemistry, 70, 637–641.,
- Drosou, C., Kyriakopoulou, K., Bimpilas, A., Tsimogiannis, D., Krokida, M. (2015), *A comparative study on different extraction techniques to recover red grape pomace polyphenols from vinification byproducts*, Ind. Crops Prod., 75, 141–149.
- Du, B., Zhu, F., Xu, B. (2014),  *$\beta$ -Glucan extraction from bran of hull-less barley by accelerated solvent extraction combined with response surface methodology*, Journal of Cereal Science, 59, 95–100.
- Durmaz, G., Alpaslan, M. (2007), *Antioxidant properties of roasted apricot (Prunus armeniaca L.) kernel*, Food Chemistry, 100, 1177–1181.
- Dykes, L. & Rooney, L. W. (2007), *Phenolic Compounds in Cereal Grains and Their Health Benefits*, CFW Feature, 52(3).
- Egydio, J. A., Moraes, A. M., and Rosa, P. T. V. (2010), *Supercritical fluid extraction of lycopene from tomato juice and characterization of its antioxidation activity*, J. Superc. Fluids, 54, 159–164.
- El-Nemr, S. E., Ismail, I. A., Ragab, M. (1990), *Chemical composition of juice and seeds of pomegranate fruit*, Food / Nahrung, 34, 601–606.
- Espino, E., Cakir, M., Domenek, S., Román-Gutiérrez, A. D., Belgacem, N., & Bras, J. (2014), *Isolation and characterization of cellulose nanocrystals from industrial by-products of Agave tequilana and barley*, Industrial Crops and Products, 62, 552–559.

- Fallows, S. J., & Wheelock, J. V. (1982), *Byproducts from the U.K. food system 1. The potato processing industry*, Conservation & Recycling, 5, 163–172.
- Fazio G., Arcolo G., Pirrone L. (1983), *Sul contenuto proteico del seme di pomodoro*, Rivista della Societa Italiana di Scienza dell Alimentazione, Vet. 12, 195 - 200.
- Featherstone, S. (2015), *A Complete Course in Canning and Related Processes*, Volume 3: Processing Procedures for Canned Food Products, Woodhead Publishing.
- Femenia, A., Rossello, C., Mulet, A., and Canellas, J. (1995), *Chemical Composition of Bitter and Sweet Apricot Kernels*, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 43, 356 – 361.
- Ferhat, M. A., Meklati, B. Y., Chemat, F. (2007), *Comparison of different isolation methods of essential oil from Citrus fruits: cold pressing, hydrodistillation and microwave 'dry' distillation*, Flavour and Fragrance Journal, 22, 494 – 504.
- Fernandez-Bolanos, J., Heredia, A., Rodriguez, G., Rodriguez, R., Guillen, R., Jimenez, A. (2002), *Method for obtaining purified hydroxytyrosol from products and by-products derived from the olive tree*, Patent WO02064537.
- Ferreres, F., Taveira, M., Pereira, D. M., Valentão, P., Andrade, P. (2010), *Tomato (Lycopersicon esculentum) seeds: new flavonols and cytotoxic effect*, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 58, 2854-2861.
- Fontana, A. R., Antonioli, A., Bottini, R. (2013), *Grape pomace as a sustainable source of bioactive compounds: Extraction, characterization, and biotechnological applications of phenolics*, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 61, 8987–9003.
- Frankel, E., Bakhouch, A., Lozano-Sánchez, J., Segura-Carretero, A., Fernández-Gutiérrez, A. (2013), *Literature Review on Production Process To Obtain Extra Virgin Olive Oil Enriched in Bioactive Compounds. Potential Use of Byproducts as Alternative Sources of Polyphenols*, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 61, 5179–5188.
- Gallizi, G., Antaldi, V., Piva, G. (1964), *Amino acid content of tomato by-products*, Atti. Soc. Ital. Sci. Vet. 18, 279 -281.
- Ghafoor, K., Hui, T., Choi, Y.H. (2011), *Optimization of ultrasonic-assisted extraction of total anthocyanins from grape peel using response surface methodolog*, J. Food Biochem, 35, 735–746.
- Golding, J. B, McGlasson, W. B., Wyllie, S. G., Leach, D. N. (2001), *Fate of apple peel phenolics during cool storage*, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 49, 2283-2289.

- Gorinstein, S., Martin – Belloso, O., Park, Y - S., Harunkeit, R., Lojek, A., Caspi, A., Libman, I., Trakhtenberg, S. (2001), *Comparison of some biochemical characteristics of different citrus fruits*, Food Chemistry, 74, 309 – 315.
- Gould, W. A. (1992), *Tomato Production, Processing and Technology*, Woodhead Publishing, 1st Edition.
- Gurfinger, T. & Letan, A. (1973), *Detection of Adulteration of Almond Oil with Apricot Oil through Determination of Tocopherols*, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 21, 1120-1123.
- Habeeb, A. A. M., Gad, A. E., EL-Tarabany, A. A., Mustafa, M. M., Atta, M. A. A. (2017), *Using of Olive Oil By-Products In Farm Animals Feeding*, IJSRST, 3, 57-68.
- Hang, Y. D., & Woodams, E. E. (1984), *Apple pomace: A potential substrate for citric acid production by Aspergillus niger*, Biotechnology Letters, 6, 763–764.
- Haris Omar, S. (2010), *Oleuropein in Olive and its Pharmacological Effects*, Scientia Pharmaceutica, 78(2), 133–154.
- Hayat, K., Hussain, S., Abbas, S., Farooq, U., Ding, B., Xia, S., Jia, C., Zhang, X., Xia, W. (2009), *Optimized microwave - assisted extraction of phenolic acids from citrus mandarin peels and evaluation of antioxidant activity in vitro*, Separation and Purification Technology, 70, 63 – 70.
- Horowitz, R. M., Gentili, B. (1969), *Taste and structure in phenolic glycosides*, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 17, 696-700.
- Huang, Y.-F., Chiueh, P.-T., Kuan, W.-H., & Lo, S.-L. (2013), *Microwave pyrolysis of rice straw: Products, mechanism, and kinetics*, Bioresource Technology, 142, 620–624.
- Iordanidou, P., Voglis, N., Liadakis, G. N., Tzia, C. (1999), *Utilization of Apricot Processing Wastes*, Department of Chemical Engineering, National Technical University of Athens.
- Izydorczyk, M. S., & Dexter, J. E. (2008), *Barley  $\beta$ -glucans and arabinoxylans: Molecular structure, physicochemical properties, and uses in food products—a Review*, Food Research International, 41, 850–868.
- Jackson, J. E. (2003), *Biology of Apples and Pears*, Cambridge University Press.
- Jiang Y., & Wang T. (2005), *Phytosterols in cereal by-products*, Journal of the American Oil Chemists' Society, 82, 439–444.
- Jingjing, L. and Qipeng Y. (2008), *A new method for ellagic acid production from pomegranate husk*, J. Food Process Engin., 31, 443-454.



- Johnson, H. (1983), *Hugh Johnson's Modern encyclopedia of wine*, Toledo: SimonandSchuster.
- Kaur, D., Wani, A. A., Oberoi, D. P., S., Sogi, D. S. (2008), *Effect of extraction conditions on lycopene extractions from tomato processing waste skin using response surface methodology*, Food Chemistry, 108, 711 - 718.
- Khodadadi, B., Bordbar, M., Nasrollahzadeh, M. (2017), *Achillea millefolium L. extract mediated green synthesis of waste peach kernel shell supported silver nanoparticles: Application of the nanoparticles for catalytic reduction of a variety of dyes in water*, Journal of Colloid and Interface Science, 10, 1-10.
- Kimball, D. (1999), *Citrus Processing: A complete guide*, 2<sup>nd</sup> Edition.
- Kraak, A. (1992), *Industrial applications of potato starch products*, Industrial Crops and Products, 1, 107–112.
- Kramer, A., Kwee, W. H. (1977), *Utilization Of Tomato Processing Wastes*, Journal of Food Science, 42, 212 - 215.
- Kurz, C., Carle, R., & Schieber, A. (2008), *Characterisation of cell wall polysaccharide profiles of apricots (*Prunus armeniaca* L.), peaches (*Prunus persica* L.), and pumpkins (*Cucurbita* sp.) for the evaluation of fruit product authenticity*, Food Chemistry, 106, 421–430.
- Lazos, E. S., Tsaknis, J., and Lalas, S. (1998), *Characteristics and composition of tomato seed oil*, Grasas y Aceites, 49, 440 – 445.
- Lee, N. Y., Kim, Y.-K., Choi, I., Cho, S.-K., Hyun, J.-N., Choi, J.-S., ... Lee, M.-J. (2010), *Biological activity of barley (*Hordeum vulgare* L.) and barley by-product extracts*, Food Science and Biotechnology, 19, 785–791.
- Lenucci, A. S., Durante, M., Montefusco, A., Dalessandro, G., Piro, G. (2013), *Possible Use of the Carbohydrates Present in Tomato Pomace and in Byproducts of the Supercritical Carbon Dioxide Lycopene Extraction Process as Biomass for Bioethanol Production*, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 61, 3683 - 3692.
- Leontowicz, M., Gorinstein, S., Leontowicz, H., Krzeminski, R., et al. (2003), *Apple and Pear Peel and Their Influence on Plasma Lipids and Antioxidant Potentials in Rats Fed Cholesterol-Containing Diets*, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 51, 5780-5785.
- Liadakis, G. N., Tzia, C., Oreopoulou, V., Thomopoulos, C. D. (1995), *Protein Isolation from Tomato Seed Meal Extraction Optimization*, Journal of Food Science, 60, 477 - 482.

- Liang, S., McDonald, A. G., & Coats, E. R. (2014), *Lactic acid production with undefined mixed culture fermentation of potato peel waste*, *Waste Management*, 34, 2022–2027.
- Lister, C. E., Lancaster, J. E., Sutton, K. H. (1994), *Developmental changes in the concentration and composition of flavonoids in skin of a red and a green apple cultivar*, *J. Sci. Food Agric.*, 64, 155-161.
- Lo Curto, R., Tripodo, M. M., Leuzzi, U., Giuffre, D., Vaccarino, C. (1992), *Flavonoids Recovery and SCP Production from Orange Peel*, *Bioresource Technology*, 42, 83 – 87.
- Lo Curto, R., Tripodo, M. M., Leuzzi, U., Giuffre, D., Vaccarino, C. (1992), *Flavonoids Recovery and SCP Production from Orange Peel*, *Bioresource Technology*, 42, 83 – 87.
- Louli, V., Ragoussis, N., Magoulas, K. (2004), *Recovery of phenolic antioxidants from wine industry by-products*, *Bioresource Technology*, 92, 201–208.
- Martin-Cabrejas, M. A., Esteban, R. M., Lopez-Andreu, F. J., Waldron, K., & Selvendran, R. R. (1995). *Dietary Fiber Content of Pear and Kiwi Pomaces*, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 43, 662–666.
- Mehmet, A., Mehmet, H. (2006), *Apricot kernel: Physical and chemical properties*, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 83, 469-471.
- Moccia, F., Agustin-Salazar, S., Verotta, L., Caneva, E., Giovando, S., D'Errico, G., Panzella, L., D'Ischia, M., Napolitano, A. (2020), *Antioxidant Properties of Agri-food Byproducts and Specific Boosting Effects of Hydrolytic Treatments*, *MDPI Journal*, 9, 438.
- Mouly, P. P., Arzouyan, J. C., Gaydou, E.M., Estienne, J. M. (1994), *Differentiation of Citrus Juices by Factorial Discriminant Analysis Using Liquid Chromatography of Flavanone Glycosides*, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 42, 70-79.
- Murador, D. C., Braga, A. R. C., Martins, P. L. G., Mercadante, A. Z., & de Rosso, V. V. (2019), *Ionic liquid associated with ultrasonic-assisted extraction: A new approach to obtain carotenoids from orange peel*, *Food Research International*, 126.
- Muredzi, P. (2013), *Food is Medicine -An introduction to Nutraceuticals*, Lambert Academic Publishing.
- Nerantzis, E. and Tataridis, P. (2006), *Integrated Enology Utilization of winery by-products into high added value products*, *E-Journal of Science & Technology*.
- Olbrich, H. (1963), *THE MOLASSES*, Institut für Zuckerindustrie, Berlin.

- Onipe, O. O., Jideani, A. I. O., & Beswa, D. (2015), *Composition and functionality of wheat bran and its application in some cereal food products*, *International Journal of Food Science & Technology*, 50, 509–2518.
- Oreopoulou, V., Russ, W., et al. (2006), *Utilization of By-Products and Treatment of Waste in the Food Industry*, Springer Science, New York.
- Panouille, M., Ralet, M.-C., Bonnin, E., Thibault, J-F. (2007), *Recovery and reuse of trimmings and pulps from fruit and vegetable processing*, *Handbook of waste management and co product recovery in food processing*, 1, 417-447.
- Pathak, P. D., Mandavgane, S. A., Kulkarni, B. D. (2017), *Valorization of Pomegranate Peels: A Biorefinery Approach*, *Waste Biom.*, 8, 1127-113.
- Pelentir, N., Block, J. M., Fritz, A. R. M., Reginatto, V. and Amante, E. R. (2009), *Production and Chemical Characterization of Peach (Prunus Persica) Kernel Flour*, *Journal of Food Process Engineering*, 34, 1253-1265.
- Perretti, G., Miniati, E., Montanari, L., & Fantozzi, P. (2003), *Improving the value of rice by-products by SFE*, *The Journal of Supercritical Fluids*, 26, 63–71.
- Peterson, D. M., Hahn, M. J., & Emmons, C. L. (2002), *Oat avenanthramides exhibit antioxidant activities in vitro*, *Food Chemistry*, 79(4), 473–478.
- Pinelo, M., Sineiro, J., Núñez, M. J. (2006), *Mass transfer during continuous solid–liquid extraction of antioxidants from grape byproducts*, *Journal of Food Engineering*, 77, 57–63.
- Pizzichini, M. (2005), *Process for recovering the components of olive mill wastewater with membrane technologies*, Patent WO2005/123603.
- Raeissi, S., Diaz, S., Espinosa, S., Peters, C. J., Bigonle, E. A. (2008), *Ethane as an alternative solvent for supercritical extraction of orange peel oils*, *The Journal of Supercritical Fluids*, 45, 306 – 313.
- Rahma, E. H., and Abd El-Aal, M. H. (1988), *Chemical Characterization of Peach Kernel Oil and Protein: Functional Properties, in vitro Digestibility and Amino Acids Profile of the Flour*, *Food Chemistry*, 28, 31 – 43.
- Rosenfelder, P., Eklund, M., & Mosenthin, R. (2013), *Nutritive value of wheat and wheat by-products in pig nutrition: A review*, *Animal Feed Science and Technology*, 185, 107–125.
- Roy, A., Sara, S. (2006), *Limonoids: overview of significant bioactive triterpenes distributed in plants kingdom*, *Biol Pharm Bull*, 29, 191 – 201.

- Rozzi, N. L., Singh, R. K., Vierling, R. A., Watkins, B. A. (2002), *Supercritical Fluid Extraction of Lycopene from Tomato Processing Byproducts*, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50, 2638-2643.
- Rubio-Senent, F., Lama-Muñoz, A., Rodríguez-Gutiérrez, G., Fernández-Bolaños, J. (2013), *Isolation and Identification of Phenolic Glucosides from Thermally Treated Olive Oil Byproducts*, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 61, 1235–1248.
- Sanal, I. S., Bayraktar, E., Mehmetoglu, U., Calimli, A. (2005). *Determination of optimum conditions for SC-(CO<sub>2</sub> + ethanol) extraction of β-carotene from apricot pomace using response surface methodology*, The Journal of Supercritical Fluids, 34, 331-338.
- Sanal, I. S., Guvenc, A., Salgun, U., Mehmetoglu, U., Calimli, A. (2004), *Recyclnig of apricot pomance by supercritical CO<sub>2</sub> extraction*, The Journal of Supercritical Fluids, 32, 221-230.
- Sanchez-Vicente, Y., Cabanas, A., Renuncio, J. A. R., Pando, C. (2009), *Supercritical fluid extravtion of peach (Prunus Persica) seed oil using carbon dioxide and ethanol*, J. of Supercritical Fluids, 49, 167 – 173.
- Shabtay, A., Eitam, H., Tadmor, Y., Orlov, A., Meir, A., Weinberg, P., Weinberg, Z. G., Chen, Y., Brosh, A., Izhaki, I, Kerem, Z. (2008), *Nutritive and Antioxidative Potential of Fresh and Stored Pomegranate Industrial Byproduct as a Novel Beef Cattle Feed*, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 56, 10063–10070.
- Shaghaghi, M., Manzoori, J. L., Jouyban, A. (2008), *Determination of total phenols in tea infusions, tomato and apple juice by terbium sensitized fluorescence method as an alternative approach to the Folin–Ciocalteu spectrophotometric method*, Food Chemistry, 108, 695 - 701.
- Shalini, R., & Gupta, D. K. (2010), *Utilization of pomace from apple processing industries: a review*, Journal of Food Science and Technology, 47(4), 365–371.
- Sharma, A., Vivekanand, V., Singh, R. P. (2008), *Solid-state fermentation for gluconic acid production from sugarcane molaases by Aspergillus niger ARNU -4 employing tea waste as the novel solid support*, Bioresource Technology, 99, 3444-3450.
- Sharma, K., Mahato, N., Hwan, Cho Moo., Rok Lee, Y. (2017), *Converting citrus wastes into value-added products: Economic and environmently friendly approaches*, Nutrition, 34, 29 – 46.
- Shih, F. F. (2003), *An update on the processing of hogh-protein rice products*, Nahrung/Food, 47, 420-424.

Shrikhande, A. J. (2000), *Wine by-products with health benefits*, Food Research International, 33, 469–474.

Silva, A. L. L. et al. (2014), *Development of a vinasse culture medium for plant tissue culture*, Pakistan Journal of Botany, 46, 2195-2202.

Singh, P. P., Saldana, M.D.A. (2011), *Subcritical Water Extraction of Phenolic Compounds from Potato Peels*, Food Research International, 44, 2452-2458.

Sirisomboon, P., Tanaka, M., Fujita, S., & Kojima, T. (2000), *Relationship between the texture and pectin constituents of Japanese pear*, Journal of Texture Studies, 31, 679–690.

Strati, I.F. and Oreopoulou, V. (2011), *Effect of extraction parameters on the carotenoid recovery from tomato waste*, International Journal of Food Science & Technology, 46, 23-29.

Sullivan, P., Arendt, E., & Gallagher, E. (2013), *The increasing use of barley and barley by-products in the production of healthier baked goods*, Trends in Food Science & Technology, 29, 124–134.

Teixeira, A., Baenas, N., Dominguez-Perles, R., Barros, A., Rosa, E., Moreno, D., Garcia-Viguera, C. (2014), *Natural Bioactive Compounds from Winery By-Products as Health Promoters: A Review*, International Journal of Molecular Sciences, 15, 15638–15678.

Ting, S. V., Hendrickson R. (1969), *Natural color enhances orange peel carotenoids for orange juice products*, Food Technol, 23, 947-950.

Torres, M. & Dominguez, H. (2019), *Valorization of potato wastes*, International Journal of Food Science and Technology.

Turan, S., Topcu, A., Karabulut, I., Vural, H. and Hayaloglu, A. A. (2007), *Fatty Acid, Triacylglycerol, Phytosterol and Tocopherol Variations in Kernel Oil of Malatya Apricots from Turkey*, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 55, 10787 – 10794.

Vági, E., Simándi, B., Vásárhelyiné, K. P., Daood, H., Kéry, A., Doleschall, F., and Nagya, B. (2007), *Supercritical carbon dioxide extraction of carotenoids, tocopherols and sitosterols from industrial tomato by-products*, J. Supercrit. Fluids. 40, 218-226.

Valdez-Morales, M., Espinosa-Alonso, L. G., Espinoza-Torres, L. C., Delgado-Vargas, F. and Medina-Godoy, S. (2014), *Phenolic content, and antioxidant and antimutagenic activities in tomato peel and seeds, and tomato by-products*, Journal of Agricultural and Food Chemistry.

- Vasanthan, T., Bergthaller, W., Driedger, D., Yeung, J., & Sporns, P. (1999), *Starch from Alberta potatoes: wet-isolation and some physicochemical properties*, Food Research International, 32(5), 355–365.
- Viot, M., Tomao, V., Ginies, C., Visinoni, F, Chemat, F. (2008), *Green procedure with a green solvent for fats and oils' determination Microwave-integrated Soxhlet using limonene followed by microwave Clevenger distillation*, Journal of Chromatography, 45, 1196–1197.
- Viuda – Marto,s M., Sanchez – Zapata, E., Sayas – Barbera, E., Sendra, E., Perez – Alvarez, J.A., Fernandez – Lopez, J. (2014), *Tomato And Tomato By-Products. Human Health Benefits Of Lycopene And Its Application To Meat Products: A Review*, Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 54, 1032-1049.
- Wang, J., Sun, B., Cao, Y., Tian, Y., & Li, X. (2008), *Optimisation of ultrasound-assisted extraction of phenolic compounds from wheat bran*, Food Chemistry, 106 (2), 804–810.
- Watanabe, Y., Pinsirodom, P., Nagao, T., et al. (2007), *Conversion of acid oil by-produced in vegetable oil refining to biodiesel fuel by immobilized Candida antarctica lipase*, Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic, 44, 99-105.
- Weissenberg, M., Schaeffler, I., Menagem, E., Barzilai, M., Levy, A. (1997), *Isocratic nonaqueous reversed-phase high-performance liquid chromatographic separation of capsanthin and capsorubin in red peppers (Capsicum annuum L.), paprika and oleoresin*, J. Chromatogr A., 757, 89–95.
- Welch, R. W. (1995), *The chemical composition of oats*, The Oat Crop, 279–320.
- Wolfe, K., Liu, R. H. (2003), *Apple Peels as a Value-Added Food Ingredient*, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 51, 1676-1683.
- Wolfe, K., Wu, X., Liu, R. H. (2003), *Antioxidant activity of Apple Peels*, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 51, 609-614.
- Wu, H., Shi, J., Xue, S., Kakuda, Y., Wang, D., Jiang, Y., Ye, X., Li, Y., Subramanian, J. (2011), *Essential oil extracted from peach (Prunus persica) kernel and its physicochemical and antioxidant properties*, LWT – Food Science and Technology, 44, 2032 – 2039.
- Wu, S., & Tian, L. (2017). *Diverse Phytochemicals and Bioactivities in the Ancient Fruit and Modern Functional Food Pomegranate (Punica granatum)*, Molecules, 22(10), 1606.

- Xuan, T. D., Tsuzuki, E., Terao, H., Matsuo, M., Khanh, T. D., Murayama, S., & Hong, N. H. (2003), *Alfalfa, rice by-products and their incorporation for weed control in rice*, *Weed Biology and Management*, 3, 137–144.
- Yilmaz, Y., Toledo, R. T. (2006), *Oxygen radical absorbance capacities of grape/wine industry byproducts and effect of solvent type on extraction of grape seed polyphenols*, *Journal of Food Composition and Analysis*, 19, 41–48.
- Zhang, L., and Liu, Z. (2008), *Optimization and comparison of ultrasound/microwave assisted extraction (UMAE) and ultrasonic assisted extraction (UAE) of lycopene from tomatoes*, *Ultrason. Sonochem*, 15, 731-737.
- Zhang, Z. Y., Jin B., & Kelly, J. M. (2006), *Production of lactic acid and byproducts from waste potato starch by Rhizopus arrhizus: role of nitrogen sources*, *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 23, 229–236.
- Αγγίδης, Α. Δ. (1996), *Τομάτα υπαίθρια, επιτραπέζια, βιομηχανική. Καλλιέργεια, αξιοποίηση*, Θεσσαλονίκη, Εκδόσεις Ζήτη.
- Αραβαντινός, Γ. (1994), *Αξιοποίηση υπολειμμάτων χυμοποίησης πορτοκαλιών*, (Διδακτορική διατριβή), Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.
- Αυγουλάς, Χ., Παπαστυλιανού, Π. (2012), *Βιομηχανική τομάτα*, Πανεπιστημιακές σημειώσεις ΓΠΑ..
- Καραουλάνης, Δ. Γ. (2003), *Τεχνολογία Επεξεργασία Οπωροκηπετικών*, Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα.
- Καρβέλα, Ε. (2011), *Πολυφαινολικά συστατικά υποπροϊόντων οινοποίησης*, (Διδακτορική διατριβή), Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα.
- Κατσούλη, Μ. (2015), *Νανογαλακτώματα με βάση το Ελαιόλαδο και ενσωμάτωση Βιοδραστικών Συστατικών*, (Διπλωματική εργασία), Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.
- Λιαδάκης, Γ. (1999), *Αξιοποίηση παραπροϊόντων βιομηχανίας επεξεργασίας τομάτας*, (Διδακτορική διατριβή), Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.
- Νάνος, Γ. (2014), *ΔΕΝΔΡΟΚΟΜΙΑ Ι Σημειώσεις Για Ειδικά Θέματα*, Βόλος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
- Στραμάρκου, Μ., Χρόνης, Μ., Τσάμης, Χ., Κροκίδα, Μ. (2019), *ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΠΑΡΑΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ ΧΥΜΩΝ ΜΕ ΦΙΛΙΚΕΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΜΕΘΟΔΟΥΣ ΕΚΧΥΛΙΣΗΣ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗ ΚΑΙΝΟΤΟΜΩΝ ΔΙΑΛΥΤΩΝ*, 12ο Πανελλήνιο Επιστημονικό Συνέδριο Χημικής Μηχανικής, ΕΜΠ, Δημόκριτος.

Χατζηλιάδου, Ν. (1989), *Μεταλλική Συσκευασία Τροφίμων και Ποτών*, Ινστιτούτο Εξαγωγικών Σπουδών, Αθήνα.

### *Πηγές από Διαδίκτυο*

Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία, Διαθέσιμο εις: <https://www.statistics.gr/el/home>.

Food and Agricultural Organization of the United Nations, Διαθέσιμο εις: <http://www.fao.org/home/en>.

University of Illinois Extension, Διαθέσιμο εις: <https://web.extension.illinois.edu/>.

Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, Διαθέσιμο εις: <http://www.minagric.gr/index.php/el/>.

Γαιπαίδεια, Διαθέσιμο εις: <http://www.gaiapedia.gr>.

Ελληνική Βιομηχανία Ζάχαρης Διαθέσιμο εις: <http://www.ebz.gr/index.htm>.

Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων - Επιχειρησιακό πρόγραμμα, Διαθέσιμο εις: <http://gkps.agrotikianaptixi.gr/>.

National Cancer Institute: <https://www.cancer.gov/>.

Σύνδεσμος Ελληνικού Οίνου, Διαθέσιμο εις: <http://greekwinefederation.gr/gr/content/show/&tid=3>.

Olive Oil Times, Διαθέσιμο εις: <https://www.oliveoiltimes.com/el/world/olive-byproducts-in-functional-foods/41385>.

Agroenergy, Διαθέσιμο εις: <http://www.agroenergy.gr/>.

Ρόδι Ελλάς, Διαθέσιμο εις: <https://rodihellas.gr/>.

Αλφειός Ρόδι, Διαθέσιμο εις: <http://www.alfeiosrodi.gr/>.

Πορφυρόδι, Διαθέσιμο εις: <https://www.porfyrodi.gr/to-rodi.html>.

Σύνδεσμος Αλευροβιομηχανιών Ελλάδος, Διαθέσιμο εις: <https://www.flourmillers.gr/>.