



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ, ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ
ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ

**Η ΜΕΤΑΒΑΣΗ ΑΠΟ ΤΟ ΤΡΙΦΑΣΙΚΟ ΣΤΟ ΔΙΦΑΣΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ
ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΕΛΑΙΟΥΡΓΙΚΗ
ΚΑΙ ΠΥΡΗΝΕΛΑΙΟΥΡΓΙΚΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Αλέξιος Μουρτζανός

Επιβλέπων:

Άγγελος Τσακανίκας

Αναπληρωτής Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, 2020

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία με τίτλο «Η μετάβαση από το τριφασικό στο διφασικό σύστημα παραγωγής ελαιολάδου και οι επιπτώσεις στην ελαιουργική και πυρηνελαιουργική βιομηχανία στην Ελλάδα» εκπονήθηκε στο Εργαστήριο Βιομηχανικής και Ενεργειακής Οικονομίας (Ε.Β.Ε.Ο) του Τομέα Ανάλυσης, Σχεδιασμού και Ανάπτυξης Διεργασιών και Συστημάτων της Σχολής Χημικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, υπό την επίβλεψη του Αναπληρωτή Καθηγητή, κ. Άγγελου Τσακανίκα, κατά τη διάρκεια του ακαδημαϊκού έτους 2019-2020.

Το συγκεκριμένο θέμα συμβαδίζει απόλυτα με το ενδιαφέρον μου γύρω από τη βιομηχανία του ελαιολάδου και θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον κ. Άγγελο Τσακανίκα για την ανάθεση, την καθοδήγηση και την βοήθεια του κατά την εκπόνηση της εργασίας. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους συμμετέχοντες της αγοράς για την συμβολή τους και τον χρόνο που αφιέρωσαν για την παροχή πολύτιμων στοιχείων.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον πατέρα μου, Χαρίδημο, για την πολύτιμη βοήθεια του κατά την εκπόνηση της εργασίας και όλη μου την οικογένεια για τη συνεχή υποστήριξη καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Με εκτίμηση,

Αλέξιος Μουρτζανός

Αθήνα 2020

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στη παρούσα διπλωματική εργασία εξετάζεται η μετάβαση από το τριφασικό στο διφασικό σύστημα παραγωγής ελαιολάδου και οι οικονομικές επιπτώσεις της μετάβασης στην ελαιουργική και πυρηνελαιουργική βιομηχανία στην Ελλάδα.

Αρχικά γίνεται μία ανασκόπηση της παραγωγής ελαιολάδου στην Ελλάδα. Αναφέρονται τα ποιοτικά χαρακτηριστικά και οι κατηγορίες του ελαιολάδου, παρατίθενται διαχρονικά στοιχεία παραγωγής και αξίας, περιγράφονται τα στάδια της αλυσίδας παραγωγής και γίνεται μία αποτύπωση της διάρθρωσης του παραγωγικού και μεταποιητικού δυναμικού και της αλυσίδας αξίας.

Στη συνέχεια, περιγράφεται αναλυτικά η διαδικασία παραγωγής ελαιολάδου σε φυγοκεντρικό ελαιοτριβείο και επισημαίνονται οι διαφορές μεταξύ διφασικού και τριφασικού συστήματος και τα μειονεκτήματα και πλεονεκτήματα της κάθε μεθόδου. Έπειτα αναφέρονται οι κύριες αιτίες μετάβασης στο διφασικό σύστημα, με κύρια αναφορά στις ποιοτικές και περιβαλλοντικές παραμέτρους, και αποτυπώνεται η διεύθυνση του διφασικού συστήματος στην Ελλάδα η οποία συγκρίνεται με τις αντίστοιχες στην Ισπανία και την Ιταλία.

Ακολουθεί η οικονομική ανάλυση και αξιολόγηση επένδυσης διφασικού και τριφασικού ελαιοτριβείου. Για κάθε σύστημα εξετάζεται και συγκρίνεται το κόστος της επένδυσης, οι λειτουργικές δαπάνες και τα έσοδα. Από την ανάλυση των χρηματοροών υπολογίζονται οι δείκτες ΚΠΑ και IRR και αξιολογείται η απόδοση της επένδυσης για κάθε σύστημα. Παράλληλα, για το διφασικό σύστημα πραγματοποιείται ανάλυση ευαισθησίας από την οποία προκύπτουν συμπεράσματα σχετικά με το ύψος της παραγωγής, το εκθλιπτικό δικαίωμα του ελαιοτριβείου και της τιμής του ελαιολάδου, στα οποία η λειτουργία της μονάδας είναι οικονομικά βιώσιμη.

Έπειτα, παρουσιάζεται η λειτουργία του πυρηνελαιουργείου. Περιγράφονται τα παραγόμενα προϊόντα και τα στάδια επεξεργασίας διφασικής και τριφασικής ελαιοπυρήνας. Γίνεται αναφορά στις υφιστάμενες πρακτικές επεξεργασίας διφασικής

ελαιοπυρήνας στην Ελλάδα και γίνεται σύγκριση με τις αντίστοιχες πρακτικές στην Ισπανία.

Τέλος, πραγματοποιείται οικονομική ανάλυση και αξιολόγηση επένδυσης πυρηνελαιουργείου επεξεργασίας διφασικής ελαιοπυρήνας. Υπολογίζεται το κόστος της επένδυσης, οι λειτουργικές δαπάνες και τα έσοδα της μονάδας. Αναλύοντας τις χρηματοροές μετρούνται οι δείκτες ΚΠΑ και IRR και προκύπτουν συμπεράσματα σχετικά με την απόδοση της επένδυσης. Επιπλέον, πραγματοποιείται ανάλυση ευαισθησίας και ορίζονται τα μεγέθη επεξεργασίας της μονάδας, για τα οποία η επένδυση είναι βιώσιμη.

ABSTRACT

The object of this thesis is to study the transition from the three-phase to the two-phase system for olive oil production in Greece and assess the economic consequences of this transition to the Greek olive oil and olive-pomace oil industry. Initially, there is a review of contextual information regarding the olive oil production in Greece. Specifically, there is an overview of the quality characteristics and categories of olive oil, data about the production volume and monetary value of olive oil over time, and a description of the olive oil supply chain together with the structure of the industry.

Next, there is a detailed description of the olive oil production process in a centrifugal olive oil mill. Emphasis is given on identifying the key differences between the two-phase and the three-phase systems, as well as the disadvantages and advantages of each system. Then, the main drivers for the transition to the two-phase system are described, with a key focus on parameters associated with the olive oil quality and environmental considerations. Section closes with an overview of the penetration of the two-phase system in Greece, which is compared with the relevant penetration in Spain and Italy.

Afterwards, a financial analysis is performed to evaluate the investments into a two-phase and a three-phase olive mill. For the two systems, the initial cost of the investment, the operating costs, and the revenue are examined and compared. Through a cash flows analysis, the attractiveness of the investment in each system is assessed using the NPV and IRR indices. Additionally, for the investment in a two-phase system, a sensitivity analysis is performed around the production volume, the pressing fee charged by the olive mill, and the price of olive oil to inform perspectives on their impact into the viability of the investment.

In the next section, there is an overview of the operation of an olive-pomace oil plant, including the methods for processing the two-phase and three-phase olive pomace. Furthermore, a reference is made to the existing methods for processing two-phase olive pomace in Greece, which are also compared with the ones in Spain.

Finally, a financial analysis is performed to evaluate an investment in an olive-pomace oil plant with the capability of processing two-phase olive pomace. The initial cost of the investment, the operating costs, and the income are calculated. Through a cash flow analysis, the NPV and IRR indices for the investment are calculated and conclusions are drawn regarding the attractiveness of the investment. In addition, a sensitivity analysis is performed around the processing capacity of the plant to evaluate the threshold beyond which the investment is considered sustainable.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	1
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	2
ABSTRACT	4
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	6
1. ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	9
1.1. Ποιοτικά χαρακτηριστικά και κατηγορίες ελαιολάδου	9
1.1.1. Χημική σύσταση ελαιολάδου.....	9
1.1.2. Σημασία ελαιολάδου στη διατροφή	10
1.1.3. Κατηγορίες ελαιολάδου	11
1.2. Διαχρονική αξία και στατιστικά παραγωγής ελαιολάδου	14
1.3. Αλυσίδα παραγωγής ελαιολάδου	18
1.3.1. Πρωτογενής παραγωγή.....	19
1.3.2. Ελαιοτρίβηση	22
1.3.3. Εξευγενισμός ελαιολάδου (ραφινάρισμα)	23
1.3.4. Διαχείριση και επεξεργασία παραπροϊόντων ελαιοτριβείου.....	24
1.3.4.1. Υγρά απόβλητα ελαιοτριβείου.....	24
1.3.4.2. Στερεά και ημιστερεά παραπροϊόντα ελαιοτριβείου	25
1.3.5. Τυποποίηση και εμπορία	26
1.4. Επισκόπηση παραγωγικού δυναμικού	28
1.4.1. Ελαιοπαραγωγικό δυναμικό	28
1.4.2. Μεταποιητικό δυναμικό	29
1.4.3. Κατακερματισμός παραγωγικής βάσης	31
1.5. Αλυσίδα αξίας παραγωγής εξαιρετικού παρθένου ελαιολάδου	33
2. ΚΥΡΙΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ	35
2.1. Η παραγωγική διαδικασία της φυγοκεντρικής ελαιοτρίβησης	35
2.1.1. Παραλαβή ελαιοκάρπου	36
2.1.2. Τροφοδοσία - αποφύλλωση	36
2.1.3. Πλύσιμο ελαιοκάρπου	37
2.1.4. Σπάσιμο - άλεση ελαιοκάρπου	37
2.1.5. Μάλαξη	38

2.1.6. Διαχωρισμός ελαιολάδου με φυγοκέντριση	38
2.1.6.1. Φυγοκεντρικό σύστημα τριών φάσεων	39
2.1.6.2. Φυγοκεντρικό σύστημα δύο φάσεων	40
2.1.7. Τελικός διαχωρισμός - καθαρισμός ελαιολάδου	41
2.1.8. Αποθήκευση	41
2.1.9. Η περίπτωση της κοινής άλεσης	42
2.2. Συγκριτική επισκόπηση του διφασικού και του τριφασικού συστήματος	44
2.2.1. Ισοζύγια μάζας	44
2.2.2. Ποιότητα παραγόμενου προϊόντος	45
2.2.3. Παραπροϊόντα.....	47
2.3. Άλλες τεχνολογίες παραγωγής ελαιολάδου	49
2.3.1. Διαχωρισμός ελαιολάδου με πίεση	49
2.3.2. Sinolea (συνάφεια).....	50
3. Η ΜΕΤΑΒΑΣΗ ΣΤΟ ΔΙΦΑΣΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ.....	51
3.1. Αιτίες μετάβασης στο διφασικό σύστημα ελαιοτρίβησης.....	51
3.1.1. Ποιοτικές παράμετροι.....	51
3.1.2. Οικονομικές παράμετροι	53
3.1.3. Περιβαλλοντικές παράμετροι	54
3.1.4. Νομοθετικό πλαίσιο	57
3.2. Διείσδυση διφασικού συστήματος στην Ελλάδα.....	58
3.2.1. Υφιστάμενη κατάσταση στην Ελλάδα.....	58
3.2.2. Διεθνές παράδειγμα	59
4. ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΔΙΦΑΣΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΡΙΦΑΣΙΚΗΣ ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΗΣΗΣ.....	60
4.1. Αναγνώριση και υπολογισμός των οικονομικών παραμέτρων της παραγωγικής διαδικασίας διφασικού και τριφασικού ελαιοτριβείου	60
4.1.1. Κόστος επένδυσης.....	61
4.1.2. Λειτουργικές δαπάνες.....	64
4.1.3. Έσοδα ελαιοτριβείου	68
4.2. Οικονομική αξιολόγηση επένδυσης διφασικού και τριφασικού ελαιοτριβείου.....	69
4.2.1. Αξιολόγηση επένδυσης διφασικού ελαιοτριβείου	71
4.2.2. Αξιολόγηση επένδυσης τριφασικού ελαιοτριβείου	73
4.2.3. Ανάλυση ευαισθησίας IRR για την επένδυση διφασικού ελαιοτριβείου.....	74

4.2.4. Αξιολόγηση επένδυσης διφασικού ελαιοτριβείου που εκτελεί και εμπορική δραστηριότητα	77
4.3. Συμπεράσματα	78
5. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΗ ΜΕΤΑΒΑΣΗ ΣΤΗΝ ΠΥΡΗΝΕΛΑΙΟΥΡΓΙΚΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ	80
5.1. Προϊόντα και παραγωγική διαδικασία πυρηνελαιουργείου	80
5.1.1. Προϊόντα	80
5.1.2. Παραγωγική διαδικασία	82
5.1.2.1. Επεξεργασία διφασικής ελαιοπυρήνας	83
5.1.2.2. Επεξεργασία τριφασικής ελαιοπυρήνας.....	86
5.2. Επισκόπηση της πυρηνελαιουργικής βιομηχανίας στην Ελλάδα	87
5.2.1. Υφιστάμενη κατάσταση στην Ελλάδα.....	87
5.2.2. Η περίπτωση της Ισπανίας	88
5.3. Οικονομική αξιολόγηση επένδυσης πυρηνελαιουργείου επεξεργασίας διφασικής ελαιοπυρήνας	89
5.3.1. Κόστος επένδυσης.....	90
5.3.2. Λειτουργικές δαπάνες.....	91
5.3.3. Έσοδα πυρηνελαιουργείου	94
5.3.4. Αξιολόγηση επένδυσης	95
5.4. Συμπεράσματα	100
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	102
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	106

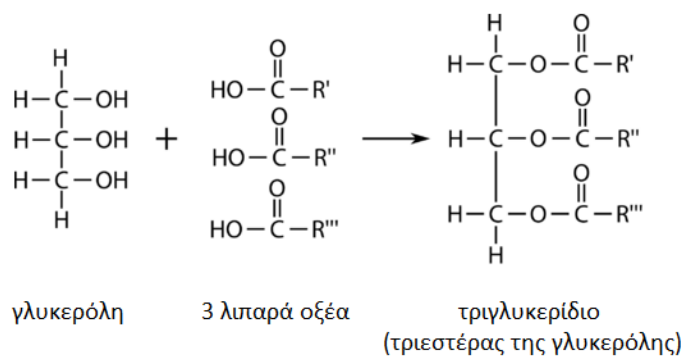
1. ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

1.1. Ποιοτικά χαρακτηριστικά και κατηγορίες ελαιολάδου

1.1.1. Χημική σύσταση ελαιολάδου

Το ελαιόλαδο, αποτελείται κυρίως από τριγλυκερίδια, δηλαδή τριεστέρες της γλυκερόλης με ανώτερα λιπαρά οξέα (Σχ. 1.1). Τα τριγλυκερίδια του ελαιολάδου περιέχουν κυρίως μονοακόρεστα λιπαρά οξέα, και συγκεκριμένα ελαϊκό οξύ που αποτελεί έως και το 80% του βάρους του, ενώ περιλαμβάνονται και άλλα λιπαρά οξέα, κορεσμένα και ακόρεστα, σε μικρότερες αναλογίες (Πίν. 1.1).

Σχήμα 1.1. Δομή Τριγλυκεριδίου



Πίνακας 1.1. Περιεκτικότητα ελαιολάδου σε λιπαρά οξέα [1]

Λιπαρά οξέα	Τύπος	Περιεκτικότητα
Ελαϊκό	Μονοακόρεστο	56-83%
Λινελαϊκό	Πολυακόρεστο	3,5-21%
Παλμιτικό	Κορεσμένο	7,5-20%
Στεατικό	Κορεσμένο	0,5-5%
Παλμιτελαϊκό	Μονοακόρεστο	0,3-3,5%
Λινολενικό	Πολυακόρεστο	ίχνη-1,5%

Εκτός από τα τριγλυκερίδια, το ελαιόλαδο περιέχει μικρές ποσότητες και από άλλα συστατικά, μεταξύ των οποίων:

- ελεύθερα λιπαρά οξέα (προϊόντα υδρόλυσης των τριγλυκεριδίων)
- φωσφατίδια (ή φωσφολιπίδια)
- στερόλες
- αλειφατικές αλκοόλες
- φαινόλες
- βιταμίνη E και άλλες τοκοφερόλες
- χρωστικές
- πτητικές οργανικές ενώσεις

Τα συστατικά του ελαιολάδου διακρίνονται σε σαπωνοποιήσιμα (τριγλυκερίδια, φωσφολιπίδια, ελεύθερα λιπαρά οξέα κ.α.) και μη σαπωνοποιήσιμα (υδρογονάνθρακες, αλειφατικές αλκοόλες, στερόλες, φαινόλες, κ.α.). Το 98-99,5% περίπου των συστατικών είναι σαπωνοποιήσιμα. Παρά το γεγονός ότι το μη σαπωνοποιήσιμο κλάσμα είναι ποσοτικά μικρό, τα συστατικά του διαδραματίζουν σημαντικό διατροφικό και βιολογικό ρόλο. [1]

1.1.2. Σημασία ελαιολάδου στη διατροφή

Η διατροφική αξία του ελαιολάδου και τα οφέλη του στην υγεία, αναγνωρίζονται σήμερα παγκοσμίως. Η μοναδικότητα του ελαιολάδου έγκειται στο γεγονός ότι δεν παράγεται από εκχύλιση με διαλύτη, αλλά από μηχανική διεργασία (παρθένο και εξαιρετικά παρθένο), που διατηρεί τα θρεπτικά συστατικά του και τη χημική του σύνθεση, καθώς και στην υψηλή περιεκτικότητά του σε μονοακόρεστα λιπαρά οξέα.

Αρκετές μελέτες σχετικά με την υγεία, έχουν αποκαλύψει ότι η μεσογειακή διατροφή, της οποίας κορμό αποτελεί το ελαιόλαδο, συνδέεται στενά με αύξηση του προσδόκιμου ζωής καθώς και με μειωμένες περιπτώσεις καρδιαγγειακών παθήσεων, παχυσαρκίας, ορισμένων ειδών καρκίνου και άνοιας.

Η διατροφική αξία του παρθένου ελαιολάδου και η θετική του επίδραση στην υγεία, αποδίδονται στην παρουσία μεγάλης ποσότητας μονοακόρεστων λιπαρών οξέων, όπως του ελαϊκού οξέος, καθώς και στην παρουσία πολύτιμων μικροσυστατικών, στα οποία περιλαμβάνονται πολυφαινόλες, αλειφατικές αλκοόλες, στερόλες (κυρίως β-σιτοστερόλη), υδρογονάνθρακες (σκουαλένιο), βιταμίνη Ε (α-τοκοφερόλη), χρωστικές (χλωροφύλλες) και καροτενοειδή (β-καροτένιο). [2]

1.1.3. Κατηγορίες ελαιολάδου

Το ελαιόλαδο με βάση την οξύτητα του (% περιεκτικότητα του ελαιολάδου σε ελεύθερα λιπαρά οξέα, εκφρασμένα σε ελαϊκό οξύ), τα οργανοληπτικά του χαρακτηριστικά και τα υπόλοιπα χημικά χαρακτηριστικά του που προβλέπονται από τον κανονισμό (ΕΟΚ) Νο 2568/91, κατατάσσεται στις παρακάτω κατηγορίες:

1. Εξαιρετικό παρθένο ελαιόλαδο. Για να χαρακτηριστεί ένα έλαιο ως εξαιρετικό παρθένο θα πρέπει η οξύτητά του να μην υπερβαίνει το 0,8%, τα υπόλοιπα χημικά χαρακτηριστικά του να είναι σύμφωνα με αυτά που προβλέπονται στον κανονισμό (ΕΟΚ) Νο 2568/91, ενώ δεν πρέπει να έχει κανένα οργανοληπτικό ελάττωμα.

Είναι η ανώτερη κατηγορία ελαιολάδου, το οποίο λαμβάνεται απευθείας από τον καρπό της ελιάς, με μηχανικές και μόνο μεθόδους, σε συνθήκες που δεν υποβαθμίζουν το προϊόν και το οποίο δεν έχει υποστεί καμία χημική επεξεργασία. Σε σχέση με τα υπόλοιπα ελαιόλαδα, παρουσιάζει τα καλύτερα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά και διατηρεί το υψηλότερο μη σαπωνοποιήσιμο κλάσμα και ως εκ τούτου τον μεγαλύτερο αριθμό αντιοξειδωτικών.

2. Παρθένο ελαιόλαδο. Για να χαρακτηριστεί ένα έλαιο ως παρθένο θα πρέπει η οξύτητά του να μην υπερβαίνει το 2%, τα υπόλοιπα χημικά χαρακτηριστικά του να είναι σύμφωνα με αυτά που προβλέπονται στον κανονισμό (ΕΟΚ) Νο 2568/91 και τα οργανοληπτικά ελαττώματά του να μην υπερβαίνουν σε ένταση τις 3,5 μονάδες.

Λαμβάνεται απευθείας από τον καρπό της ελιάς με μηχανικές και μόνο μεθόδους, ενώ δεν έχει υποστεί κάποια άλλη χημική επεξεργασία. Η βασική διαφορά του με το εξαιρετικό παρθένο είναι ότι παρουσιάζει οργανοληπτικά ελαττώματα, τα οποία είναι ικανά να το υποβαθμίσουν ποιοτικά.

3. Μειονεκτικό ελαιόλαδο ή λαμπάντε. Για να χαρακτηριστεί ένα έλαιο ως μειονεκτικό ή λαμπάντε ή βιομηχανικό θα πρέπει η οξύτητά του να υπερβαίνει το 2%, τα υπόλοιπα χημικά χαρακτηριστικά του να είναι σύμφωνα με αυτά που προβλέπονται στον κανονισμό (ΕΟΚ) Νο 2568/91 και τα οργανοληπτικά ελαττώματά του να υπερβαίνουν σε ένταση τις 3,5 μονάδες.

Το ελαιόλαδο λαμπάντε δεν είναι βρώσιμο είτε λόγω της υψηλής του οξύτητας, είτε λόγω των οργανοληπτικών ελαττωμάτων που το καθιστούν δυσάρεστο στην γεύση και στην όσφρηση. Για να καταστεί βρώσιμο θα πρέπει πρώτα να περάσει από τη διαδικασία του εξευγενισμού (ραφινάρισμα).

Τα βιομηχανικά έλαια με υψηλή οξύτητα χρησιμοποιούνται επίσης και στην σαπωνοποιία.

4. Εξευγενισμένο ή ραφινέ ελαιόλαδο. Το εξευγενισμένο ή ραφινέ ελαιόλαδο παραλαμβάνεται από την διαδικασία εξευγενισμού των μειονεκτικών ελαίων.
5. Ελαιόλαδο. Βάση της νομοθεσίας της ΕΕ, για να μπορέσει να κυκλοφορήσει στην αγορά ένα εξευγενισμένο ελαιόλαδο ως «ελαιόλαδο», θα πρέπει να προστεθεί σε αυτό ένα ποσοστό παρθένου ή εξαιρετικού παρθένου προκειμένου να αλλάξει/βελτιωθεί λίγο η γεύση, το χρώμα και το άρωμα του. Είναι υποδεέστερο σε ποιότητα από το παρθένο και εμφανίζει οργανοληπτικά ελαττώματα, είναι όμως ανώτερο από τα σπορέλαια που κυκλοφορούν καθώς διατηρεί τη χημική σύσταση σε μονοακόρεστα του ελαιολάδου.

Για να χαρακτηριστεί ένα έλαιο ως «ελαιόλαδο» θα πρέπει η οξύτητά του να μην υπερβαίνει το 1% και τα υπόλοιπα χημικά χαρακτηριστικά του να είναι σύμφωνα με αυτά που προβλέπονται στον κανονισμό (ΕΟΚ) Νο 2568/91.

6. Ακατέργαστο πυρηνέλαιο. Το ακατέργαστο πυρηνέλαιο είναι μια κατηγορία ελαίου που λαμβάνεται από την ελαιοπυρήνα κατόπιν χημικής επεξεργασίας και δεν είναι βρώσιμο. Για να καταστεί βρώσιμο θα πρέπει πρώτα να περάσει από τη διαδικασία του εξευγενισμού (ραφινάρισμα).
7. Εξευγενισμένο ή ραφινέ πυρηνέλαιο. Το εξευγενισμένο ή ραφινέ πυρηνέλαιο είναι μια κατηγορία ελαίου που εξακολουθεί να μην είναι βρώσιμο, ενώ λαμβάνεται από την επεξεργασία (ραφινάρισμα) των ακατέργαστων πυρηνελαίων.
8. Πυρηνέλαιο. Βάση της νομοθεσίας της ΕΕ, για να μπορέσει να κυκλοφορήσει στην αγορά ένα εξευγενισμένο πυρηνέλαιο, θα πρέπει να προστεθεί σε αυτό ένα μικρό ποσοστό παρθένου ή εξαιρετικού παρθένου προκειμένου να αλλάξει/βελτιωθεί λίγο η γεύση, το χρώμα και το άρωμα. Είναι υποδεέστερο σε ποιότητα από το «ελαιόλαδο» αλλά είναι καλύτερο από όλα τα σπορέλαια που κυκλοφορούν στην αγορά διότι διατηρεί τη βασική του σύσταση με κύριο δομικό χαρακτηριστικό του το μονοακόρεστο λιπαρό οξύ, το ελαϊκό οξύ.
Για να χαρακτηριστεί ένα έλαιο ως «πυρηνέλαιο» θα πρέπει η οξύτητά του να μην υπερβαίνει το 1%, τα υπόλοιπα χημικά χαρακτηριστικά του να είναι σύμφωνα με αυτά που προβλέπονται στον κανονισμό (ΕΟΚ) Νο 2568/91.

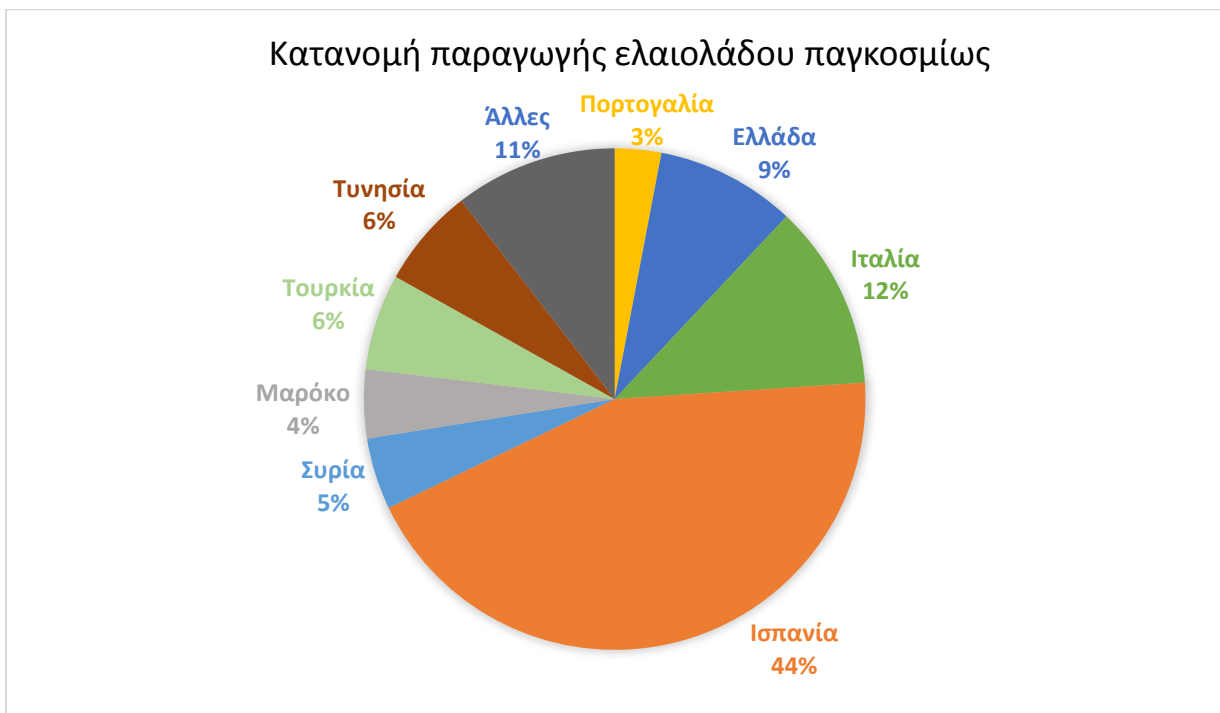
[3][20][21]

1.2. Διαχρονική αξία και στατιστικά παραγωγής ελαιολάδου

Το ελαιόλαδο αποτελεί για την Ελλάδα όχι μόνο πηγή εισοδήματος, αλλά και μία πολιτιστική αξία αιώνων που συνδέεται με την ιστορία, τον πολιτισμό, το περιβάλλον και την τοπική οικονομία.

Η Ελλάδα είναι η τρίτη μεγαλύτερη παραγωγός ελαιολάδου στον κόσμο, μετά την Ισπανία και την Ιταλία. Με βάση στοιχεία του Διεθνούς Συμβουλίου Ελαιολάδου (International Olive Council-IOC) για τα έτη 2010-2020, η Ελλάδα παράγει κατά μέσο όρο 270.000 τόνος ετησίως, η Ιταλία 350.000 τόνους και η Ισπανία 1.300.000 τόνους. Το 70% περίπου της παγκόσμιας παραγωγής ελαιολάδου παράγεται εντός της Ε.Ε. Στο Σχήμα 1.2. παρουσιάζεται η κατανομή ελαιολάδου παγκοσμίως, με βάση στοιχεία του IOC Ελαιολάδου για τα έτη 2010-2020.

Σχήμα 1.2. Κατανομή παραγωγής ελαιολάδου παγκοσμίως [22]-επεξεργασία ο συγγραφέας



Το ελαιόλαδο είναι από τα βασικά προϊόντα του αγροτικού τομέα και καλύπτει περίπου το 9% της αξίας της συνολικής αγροτικής παραγωγής. Από την ελαιοπαραγωγή εκτιμάται ότι έχουν εισόδημα εκατοντάδες χιλιάδες οικογένειες, ενώ καλλιεργούνται σε όλη την Ελλάδα περίπου δέκα εκατομμύρια στρέμματα ελιάς. Το ποσοστό της παραγωγής που είναι εξαιρετικό παρθένο ή παρθένο ελαιόλαδο αποτελεί περίπου το 80% της συνολικής παραγωγής. [23]

Στον Πίνακα 1.2. παρουσιάζεται η ετήσια παραγωγή ελαιολάδου στην Ελλάδα για την περίοδο 2010-2020 (ανά ελαιοκομικά έτη) με βάση στοιχεία του ΙΟΚ, καθώς και η αξία της παραγωγής για τους παραγωγούς (ανά ημερολογιακά έτη) με βάση στοιχεία της Eurostat.

Πίνακας 1.2. Ετήσια παραγωγή ελαιολάδου και αξία παραγωγής 2010-2020

[22][24] - Επεξεργασία ο συγγραφέας

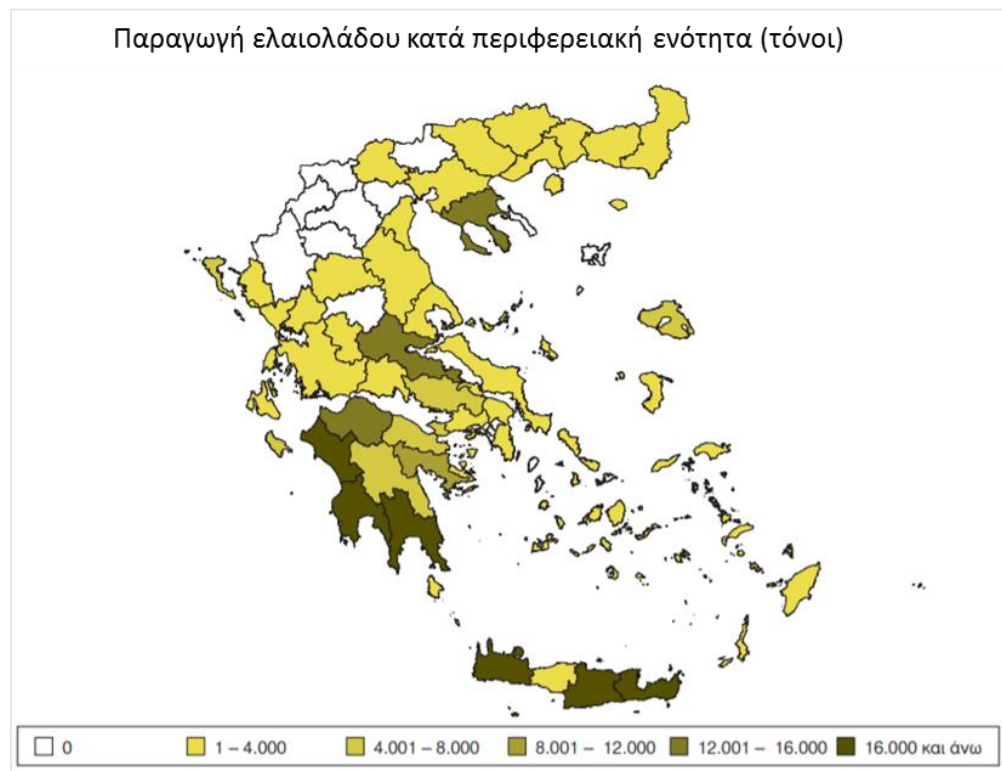
Παραγωγή ελαιολάδου		Αξία παραγωγής	
Ελαιοκομικό έτος	Παραγωγή (χιλ. τη)	Ημερολογιακό έτος	Αξία (εκατ. €)
2010-2011	301	2010	746
2011-2012	295	2011	669
2012-2013	358	2012	852
2013-2014	132	2013	539
2014-2015	300	2014	729
2015-2016	320	2015	1055
2016-2017	195	2016	804
2017-2018	346	2017	1200
2018-2019	185*	2018	860
2019-2020	265**	2019	800**
Μ.Ο	270		825
*Προσωρινά στοιχεία **Πρόβλεψη			

Από τα στοιχεία του Πίνακα 1.2 προκύπτει ότι ο μέσος όρος της παραγωγής ετησίως είναι 270.000 τόνοι και η μέση αξία της παραγωγής ετησίως είναι 825.000.000 €, περίπου το 0,4% του ΑΕΠ. Παράλληλα, παρατηρείται ότι τόσο η παραγωγή όσο και η αξία παρουσιάζουν αυξομειώσεις κάθε χρονιά. Αυτό δικαιολογείται από το γεγονός ότι η ελιά

παρενιαυτοφορεί, δηλαδή εμφανίζει πλήρη καρποφορία κάθε 2 χρόνια, ενώ υπάρχουν και σημαντικές διακυμάνσεις της τιμής του ελαιολάδου.

Οι μεγαλύτερες ελαιοκομικές περιφέρειες της Ελλάδας είναι η Πελοπόννησος και η Κρήτη με εκτιμώμενο ποσοστό της παραγωγής 40% και 35% αντίστοιχα. Στο Σχήμα 1.3 παρουσιάζεται η παραγωγή ελαιολάδου ανά περιφέρεια, με βάση στοιχεία της ΕΛΣΤΑΤ για την ελαιοκομική χρονιά 2011/2012.

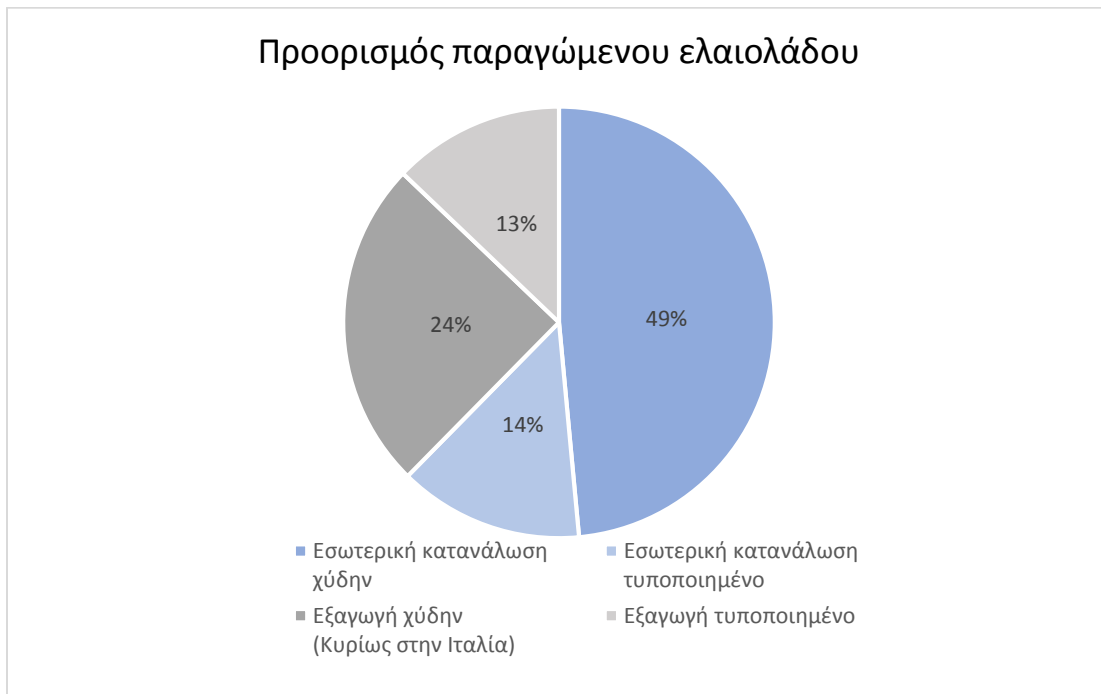
Σχήμα 1.3. Παραγωγή ελαιολάδου κατά περιφερειακή ενότητα (2011/2012) [25] - Επεξεργασία ο συγγραφέας



Από το σύνολο της παραγωγής στην Ελλάδα, περίπου το 65% προορίζεται για εσωτερική κατανάλωση, κυρίως σε χύδην μορφή. Το υπόλοιπο 35% εξάγεται, με το μεγαλύτερο ποσοστό να προορίζεται χύδην για την Ιταλία, όπου αναμιγνύεται με άλλα ελαιόλαδα και εξάγεται ξανά ως Ιταλικό ελαιόλαδο.

Στο Σχήμα 1.4 παρουσιάζεται η διάθεση του παραγόμενου ελαιολάδου.

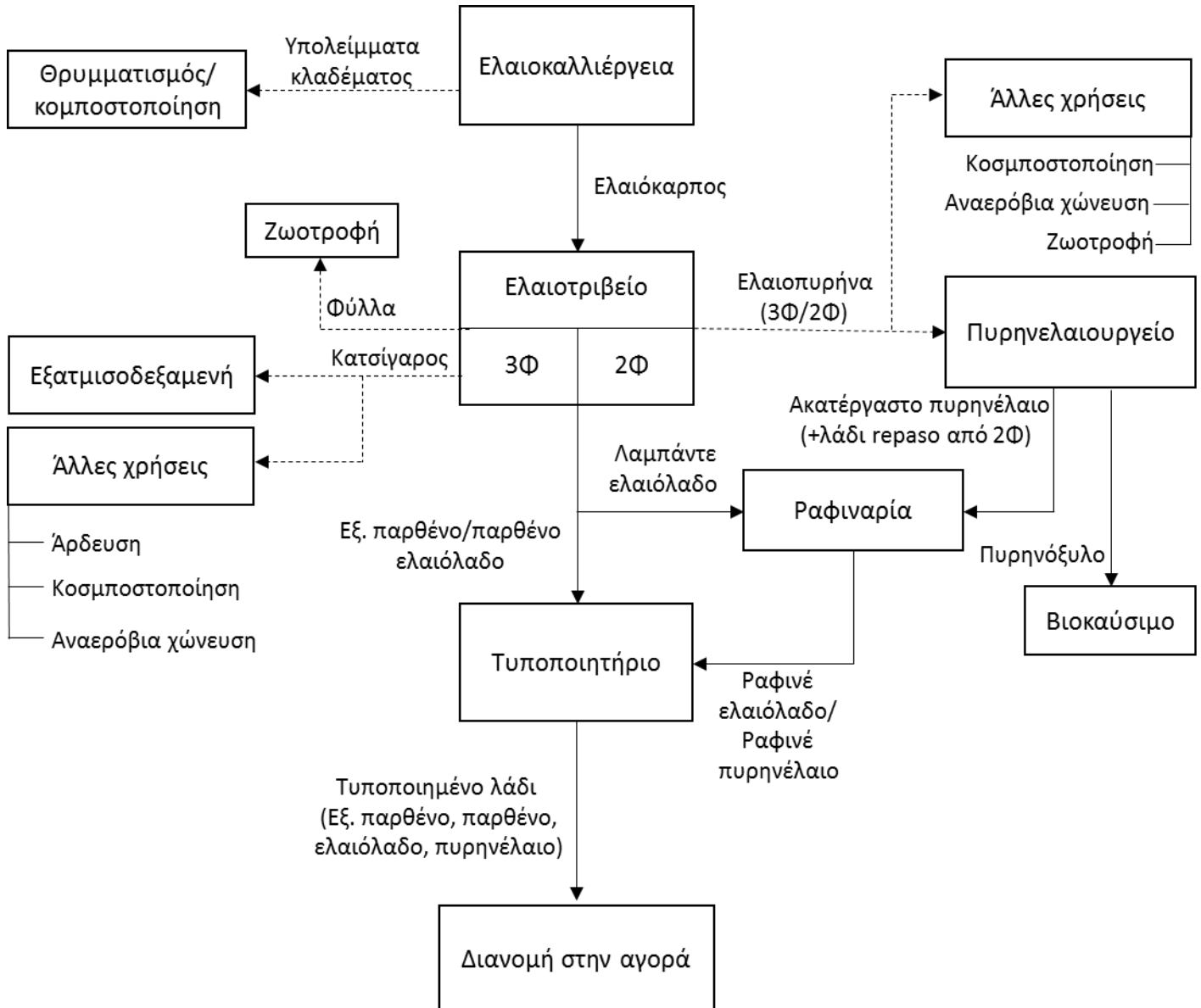
Σχήμα 1.4. Διάθεση παραγόμενου ελαιολάδου [4] - Επεξεργασία ο συγγραφέας



1.3. Αλυσίδα παραγωγής ελαιολάδου

Σε αυτήν την ενότητα παρουσιάζεται η αλυσίδα παραγωγής ελαιολάδου, από την καλλιέργεια της ελιάς και την συγκομιδή του καρπού, μέχρι την εξαγωγή του ελαιολάδου, την διαχείριση των παραπροϊόντων του και την τυποποίηση του.

Σχήμα 1.5. Διάγραμμα ροής αλυσίδας παραγωγής ελαιολάδου



1.3.1. Πρωτογενής παραγωγή

Ποικιλίες ελιάς

Οι ποικιλίες της ελιάς, με βάση το μέγεθος τους διακρίνονται σε μικρόκαρπες, μεσόκαρπες και μεγαλόκαρπες. Οι μικρόκαρπες είναι κατάλληλες για ελαιοποίηση, ενώ οι μεσόκαρπες και οι μεγαλόκαρπες είναι κατάλληλες και για επιτραπέζιες και για ελαιοποίηση. Στην Ελλάδα, ανάλογα με τη γεωγραφία, εμφανίζονται πολλές ποικιλίες ελιάς. Η κυριότερη ποικιλία ελαιοποιήσιμης ελιάς είναι η Κορωνέικη, ενώ άλλες γνωστές ποικιλίες είναι η Μαστοειδής (Τσουνάτη), η Κωθρέικη (Μανάκι), η Μαυρολιά, η Λιανολιά κ.α. Από τις επιτραπέζιες, γνωστές ποικιλίες είναι η ελιές Καλαμών, Αμφίσσης, Χαλκιδικής, Θρούμπα κ.α.

Φύτευση

Στις μικρόκαρπες ποικιλίες η φύτευση συνήθως είναι 30 δέντρα ανά στρέμμα (εντατική καλλιέργεια) και στις μεγαλόκαρπες 20 δέντρα ανά στρέμμα (εκτατική καλλιέργεια). Στην Ελλάδα σχεδόν όλα τα είδη χώματος/εδάφους είναι κατάλληλα για την καλλιέργεια της ελιάς, με τα καλύτερα να θεωρούνται τα ασβεστολιθικά εδάφη.

Άρδευση

Οι εντατικές καλλιέργειες με πυκνή φύτευση (30 δέντρα/στρέμμα) απαιτούν άρδευση, ιδιαίτερα τους καλοκαιρινούς μήνες που δεν σημειώνονται βροχοπτώσεις. Όσο μειώνεται η πυκνότητα της φύτευσης, τόσο μειώνονται και οι ανάγκες για άρδευση. Στην Ελλάδα υπολογίζεται ότι το 70-80% των ελαιοκαλλιεργειών είναι ξηρικές, μη αρδευόμενες, που στηρίζονται στο νερό από τις βροχοπτώσεις και την υγρασία της ατμόσφαιρας και η πυκνότητα φύτευσης είναι μικρότερη των 20 δέντρων ανά στρέμμα. Οι ξηρικές καλλιέργειες ωστόσο απαιτούν άρδευση τα πρώτα δύο με τρία χρόνια από τη φύτευση.

Λίπανση

Η λίπανση της ελιάς γίνεται για τον εμπλουτισμό του δέντρου με απαραίτητα στοιχεία όπως άζωτο (N), φώσφορο (P) και κάλιο (K) και ιχνοστοιχεία σε ελάχιστες ποσότητες όπως βόριο (B), μαγνήσιο (Mg), θείο (S), ασβέστιο (Ca) και ψευδάργυρο (Zn). Στις συμβατικές καλλιέργειες η λίπανση γίνεται με κοκκώδη ανόργανα λιπάσματα ή και οργανικά λιπάσματα (π.χ. κοπριές). Στις βιολογικές καλλιέργειες απαγορεύονται τα ανόργανα λιπάσματα και χρησιμοποιούνται κυρίως οργανικά καθώς και φυσικά ορυκτά (π.χ. θειικό κάλιο) ή μελάσσες.

Κλάδεμα

Το κλάδεμα αποσκοπεί στην εξισορρόπηση μεταξύ ξύλου, καρποφορίας και βλάστησης του δέντρου. Το μέγεθος και το σχήμα του δέντρου ρυθμίζεται κατάλληλα ώστε να προσαρμόζεται στο περιβάλλον και στο κλίμα που καλλιεργείται. Επιπλέον οι βλαστοί έρχονται σε επαφή με περισσότερο ηλιακό φως και διευκολύνεται η καρποφορία. Παράλληλα, διευκολύνονται οι καλλιεργητικές εργασίες, μειώνονται οι προσβολές από μυκητολογικές ασθένειες και οι φωλιές αναπαραγωγής επιζήμιων εντόμων.

Το κλάδεμα πραγματοποιείται του μήνες Δεκέμβριο έως Μάρτιο, κάθε δύο έτη, την χρονιά που δεν αναμένεται μεγάλη παραγωγή (η ελιά παρενιαυτοφορεί, δηλαδή έχει πλήρη καρποφορία κάθε δύο χρόνια).

Τα υπολείμματα από το κλάδεμα μπορούν να αξιοποιηθούν με τον θρυμματισμό τους και την διάθεση τους είτε απευθείας στο χωράφι είτε για κομποστοποίηση.

Φυτοπροστασία

Το μεγαλύτερο πρόβλημα στις ελαιοκαλλιέργειες είναι η προσβολή από δάκο (μύγα που γεννά αυγά μέσα στον καρπό), με σοβαρές συνέπειες και στην ποιότητα και στην ποσότητα του παραγόμενου ελαιολάδου. Η καταπολέμηση του δάκου γίνεται συλλογικά με δολωματικούς ψεκασμός από τις περιφέρειες, τους μήνες Ιούνιο έως Οκτώβριο. Οι ελαιοπαραγωγοί πληρώνουν στα ελαιοτριβεία περίπου 0,03€/kg παραγόμενου ελαιολάδου για την συμμετοχή τους στη δακοπροστασία.

Επικουρικά με τους δολωματικούς ψεκασμούς των περιφερειών, οι περισσότεροι ελαιοπαραγωγοί χρησιμοποιούν φυτοφάρμακα, ενώ ορισμένοι χρησιμοποιούν καολινίτη το οποίο είναι φυσικό ορυκτό και είναι κατάλληλό και για βιολογικές καλλιέργειες.

Επιπλέον, τον φθινόπωρο και την άνοιξη χρησιμοποιούνται χαλκούχα σκευάσματα για την καταπολέμηση μυκητιάσεων.

Συγκομιδή

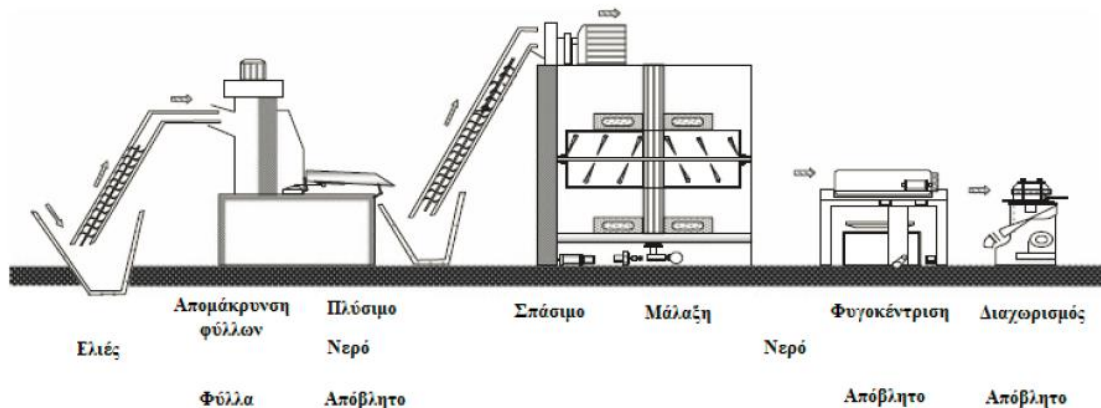
Η ανθοφορία της ελιάς πραγματοποιείται την άνοιξη, από τον Απρίλιο μέχρι τον Μάιο. Η καρπόδεση συμβαίνει τον Ιούνιο και η καρποφορία εξελίσσεται από τον Ιούνιο μέχρι τον Ιανουάριο όπου ο ελαιόκαρπος έχει φτάσει στην πλήρη ωρίμανση του.

Η συγκομιδή πραγματοποιείται συνήθως από τον Οκτώβριο μέχρι τον Ιανουάριο. Για τις μικρόκαρπες ελαιοποιήσιμες χρησιμοποιούνται κυρίως ραβδιστικά τα οποία ρίχνουν τις ελιές πάνω σε δίχτυα συγκομιδής. Οι μεγαλόκαρπες ελαιοποιήσιμες συνήθως πέφτουν με φυσική πτώση πάνω σε δίχτυα μόνιμης στρώσης, ωστόσο για ελαιόλαδο καλύτερης ποιότητας προτιμάται ο ραβδιμός. Η μεταφορά του καρπού στα ελαιοτριβεία συνήθως γίνεται εντός ελαιόσακων φυσικού υλικού (γιούτα) ή παλετοκιβωτίων και η άλεση πρέπει να πραγματοποιείται εντός το πολύ δύο ημερών για να διασφαλίζεται η ποιότητα του ελαιολάδου.

1.3.2. Ελαιοτρίβηση

Στην σημερινή εποχή, η κυριότερη μέθοδος εξαγωγής του ελαιολάδου από τον ελαιοκάρπο είναι η φυγοκέντρωση. Στο Σχήμα 1.6 παρουσιάζεται το διάγραμμα ροής ενός φυγοκεντρικού ελαιοτριβείου.

Σχήμα 1.6. Διάγραμμα ροής φυγοκεντρικού ελαιοτριβείου



Συνοπτικά, η διαδικασία της παραγωγής περιλαμβάνει τα παρακάτω στάδια:

1. Παραλαβή ελαιοκάρπου
2. Απομάκρυνση φύλλων
3. Πλύσιμο ελαιοκάρπου
4. Σπάσιμο-άλεση ελαιοκάρπου
5. Μάλαξη ελαιοζύμης
6. Διαχωρισμός ελαιολάδου με φυγοκέντρωση
7. Τελικός διαχωρισμός - Καθαρισμός ελαιολάδου
8. Αποθήκευση ελαιολάδου

Τα φυγοκεντρικά ελαιοτριβεία διακρίνονται σε διφασικά και τριφασικά ανάλογα με την λειτουργία της φυγόκεντρου (decanter). Η διαδικασία της παραγωγής και οι διαφορές των δύο μεθόδων περιγράφονται αναλυτικά στο Κεφάλαιο 2.

1.3.3. Εξευγενισμός ελαιολάδου (ραφινάρισμα)

Το ελαιολάδο που εξάγεται από το ελαιοτριβείο διακρίνεται κυρίως με βάση την οξύτητα του σε εξαιρετικό παρθένο, παρθένο και λαμπάντε (ή βιομηχανικό ή μειονεκτικό). Το εξαιρετικό παρθένο και το παρθένο είναι κατάλληλο για κατανάλωση κατευθείαν μετά την εξαγωγή, χωρίς περαιτέρω επεξεργασία. Ωστόσο το λαμπάντε (οξύτητα μεγαλύτερη του 2%), προκειμένου να καταστεί βρώσιμο πρέπει να περάσει από τη διαδικασία του εξευγενισμού (ραφινάρισμα). Το προϊόν της διαδικασίας είναι το ραφινέ ελαιολάδο, το οποίο αναμιγνύεται με μικρές ποσότητες παρθένου ή εξαιρετικά παρθένου και διακινείται στην αγορά ως «ελαιολάδο» (παλαιότερα «αγνό ελαιολάδο» ή «ελαιολάδο κουπέ»).

Η διαδικασία του εξευγενισμού περιλαμβάνει τα παρακάτω στάδια:

- Εξουδετέρωση. Το ελαιολάδο υφίσταται αρχικά τη διαδικασία της εξουδετέρωσης με αραιό διάλυμα καυστικού νατρίου.
- Αποχρωματισμός. Ο αποχρωματισμός του ελαιολάδου πραγματοποιείται με τη βοήθεια αποχρωστικών γαιών, όπως το SiO_2 και η διεργασία πραγματοποιείται σε υψηλή θερμοκρασία 90-120 °C. Οι χρωστικές ουσίες προσροφώνται στο μέσο αποχρωματισμού και με φιλτράρισμα (φίλτρα γη διατόμων) απομακρύνονται από το αποχρωματισμένο έλαιο.
- Απόσμηση. Πρόκειται ουσιαστικά για απόσταξη μεθ' υδρατμών υπό κενό, σε θερμοκρασία 190-230 °C και πίεση 0,5-10 mbar. Στο στάδιο αυτό απομακρύνονται τα πτητικά συστατικά μαζί με τις δυσάρεστες οσμοφόρες ουσίες που βρίσκονται στο λάδι.

Στο τέλος της διαδικασίας, το έλαιο που παράγεται είναι ουδέτερο από άποψη οξύτητας, έχει υποκίτρινο χρώμα και ασθενή οσμή.

1.3.4. Διαχείριση και επεξεργασία παραπροϊόντων ελαιοτριβείου

Από τη λειτουργία των ελαιοτριβείων προκύπτουν δύο κατηγορίες παραπροϊόντων:

- Υγρά απόβλητα ελαιοτριβείου (ΥΑΕ)
- Στερεά και ημιστερεά παραπροϊόντα ελαιοτριβείου

1.3.4.1. Υγρά απόβλητα ελαιοτριβείου

Τα υγρά απόβλητα (ή κασίγαρος) παράγονται, κατά κύριο λόγο, στα τριφασικά ελαιοτριβεία και προέρχονται από το νερό που χρησιμοποιείται κατά την φυγοκέντριση και το υδατικό κλάσμα του χυμού του ελαιοκάρπου. Λόγω της χημικής τους σύστασης και του υψηλού οργανικού τους φορτίου η διαχείριση τους αποτελεί σημαντικό πρόβλημα για τα τριφασικά ελαιοτριβεία.

Παρακάτω παρουσιάζονται συνοπτικά οι κύριες τεχνικές διαχείρισης και επεξεργασίας των ΥΑΕ.

Εξατμισοδεξαμενές

Η κύρια πρακτική διαχείρισης των ΥΑΕ στην Ελλάδα είναι η παροχέτευση τους σε ανοικτές αβαθείς δεξαμενές ώστε να εξατμιστούν δια λιμνάσεως (εξατμισοδεξαμενές). Ωστόσο αυτή η μέθοδος, αν και είναι η οικονομικότερη, παρουσιάζει σημαντικά προβλήματα όπως περιγράφεται στην ενότητα 3.1.3.

Άλλες μέθοδοι

Για την διαχείριση και την επεξεργασία των ΥΑΕ έχουν προταθεί και εφαρμοστεί αρκετές μέθοδοι, ωστόσο λίγες από αυτές έχουν βρει ευρεία εφαρμογή, κυρίως λόγω του υψηλού τους κόστους ή της πρακτικής δυσκολίας εφαρμογής τους. Μεταξύ αυτών είναι:

- Χρήση των ΥΑΕ στην άρδευση. Τα απόβλητα των ελαιοτριβείων είναι συνήθως πλούσια σε κάλιο και σε μικρότερο βαθμό, σε άλλα θρεπτικά συστατικά (άζωτο φώσφορο, ασβέστιο μαγνήσιο) και ως εκ τούτου θα μπορούσαν να ενισχύσουν με θρεπτικά στοιχεία το έδαφος. Ωστόσο η διασπορά των αποβλήτων μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα στο έδαφος λόγω της χημικής τους σύστασης και

κυρίως λόγω της υψηλής τους περιεκτικότητας σε πολυφαινόλες. Πριν την διασπορά πρέπει να πληρούνται αυστηρές προϋποθέσεις σχετικά με την σύσταση του εδάφους και των ΥΑΕ. Από την ΚΥΑ 14511/8-3-2011 ορίζεται ότι για την χρήση των αποβλήτων στην άρδευση η τιμή του BOD₅ πρέπει να είναι μικρότερη των 10 mg/L, τιμή πολύ χαμηλότερη από τον μέσο όρο των ΥΑΕ των τριφασικών ελαιοτριβείων. [5]

- Κομποστοποίηση. Η κομποστοποίηση είναι μία ελεγχόμενη αερόβια και θερμοφίλη αποικοδόμηση των οργανικών υπολειμμάτων, τα οποία μετατρέπονται σε βιολογικά σταθερές οργανικές ενώσεις. Από την διαδικασία παράγεται το κομπόστ το οποίο χρησιμοποιείται σαν εδαφοβελτιωτικό. Στην περίπτωση των αποβλήτων του ελαιοτριβείου, αυτά μπορούν να αναμιχθούν με κοπριά ή άλλη διαθέσιμη πηγή αζώτου, καθώς και με άλλα υλικά όπως φύλλα, κλαδέματα κ.α. [5]
- Αναερόβια χώνευση. Η αναερόβια διεργασία χρησιμοποιείται για την αφαίρεση οργανικής ύλης σε υψηλές συγκεντρώσεις, μετατρέποντας τις οργανικές ενώσεις σε μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα (βιοαέριο). Το βιοαέριο είναι ένα πολύτιμο προϊόν που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ενέργειας. [6]

1.3.4.2. Στερεά και ημιστερεά παραπροϊόντα ελαιοτριβείου

Στα παραπροϊόντα αυτά ανήκουν:

- Τα φύλλα που προέρχονται από το στάδιο της αποφύλλωσης
- Η τριφασική ελαιοπυρήνα που προέρχεται από την τριφασική φυγοκέντριση και έχει περιεκτικότητα σε υγρασία 45-55%
- Η διφασική ελαιοπυρήνα (υγρή ελαιοπυρήνα ή διφασική λάσπη) που προέρχεται από την διφασική φυγοκέντριση και έχει περιεκτικότητα σε υγρασία 65-75%

Τα φύλλα συνήθως διατίθενται σαν ζωοτροφή χωρίς κάποια χρέωση.

Η ελαιοπυρήνα επεξεργάζεται κυρίως στα πυρηνελαιουργεία. Από την επεξεργασία, ανάλογα με το είδος της ελαιοπυρήνας, προκύπτουν τα παρακάτω προϊόντα:

- Πυρηνέλαιο (από διφασική και τριφασική ελαιοπυρήνα)
- Πυρηνόξυλο (από διφασική και τριφασική ελαιοπυρήνα)
- Λάδι *geraso* (από διφασική ελαιοπυρήνα)
- Καθαρό πυρηνόξυλο ή ξυλώδες μέρος (από διφασική ελαιοπυρήνα)

Η διαδικασία της επεξεργασίας στα πυρηνελαιουργεία και τα προϊόντα, περιγράφονται αναλυτικά στην παράγραφο 5.3.

Εκτός από την επεξεργασία της στα πυρηνελαιουργεία, η ελαιοπυρήνα μπορεί να διατεθεί και για άλλους τρόπους διαχείρισης και επεξεργασίας όπως για κομποστοποίηση, αναερόβια χώνευση, ζωοτροφή ή και συνδυασμό όλων των παραπάνω.

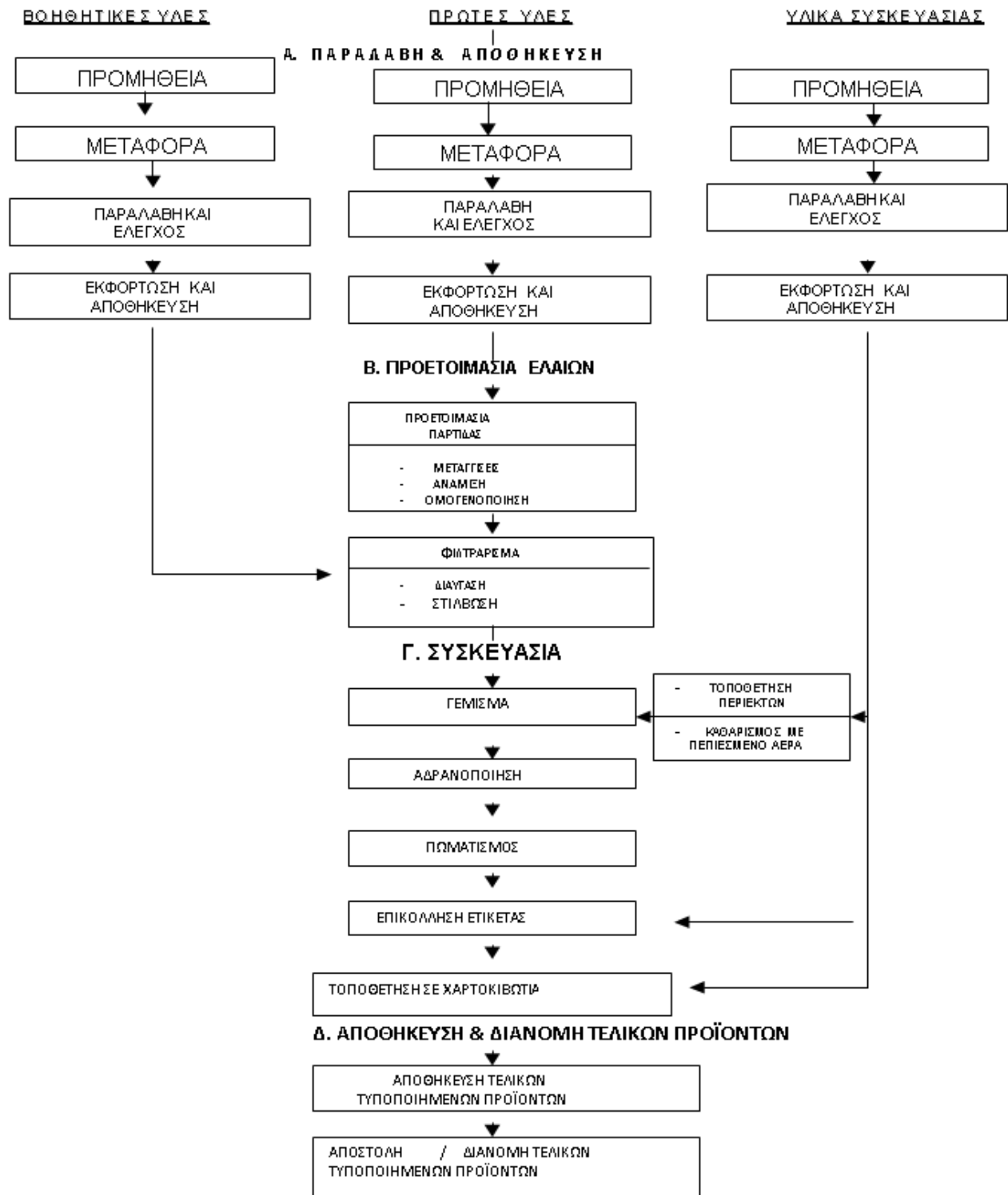
1.3.5. Τυποποίηση και εμπορία

Το ελαιόλαδο, μετά την παραγωγή του, διατίθεται σε μονάδες τυποποίησης όπου συσκευάζεται και προωθείται προς την καταναλωτική αγορά.

Συχνά, μεταξύ των ελαιοτριβείων και των τυποποιητηρίων ή των ραφιναρίων, ενεργούν ως μεσάζοντες έμποροι χύδην ελαιολάδου, οι οποίοι αμείβονται με προμήθεια, ανάλογα με την συνολική ποσότητα πώλησης.

Στο Σχήμα 1.7 παρουσιάζεται το διάγραμμα ροής της διαδικασίας τυποποίησης και διανομής.

Σχήμα 1.7. Διάγραμμα ροής τυποποίησης ελαιολάδου



1.4. Επισκόπηση παραγωγικού δυναμικού

1.4.1. Ελαιοπαραγωγικό δυναμικό

Στην Ελλάδα, η καλλιέργεια της ελιάς καλύπτει σχεδόν το 20% της συνολικής αγροτικής γης και το 80% των δενδρωδών καλλιεργειών. Συνολικά, καλλιεργούνται περίπου 9.500.000 στρέμματα ελιάς, εκ των οποίων το 90% αποτελείται από ελαιοποιήσιμες ελιές. Οι ελαιώνες κατανέμονται σε περίπου 500.000 εκμεταλλεύσεις, σύμφωνα με στοιχεία της Eurostat για το 2013, και η πιο διαδεδομένη ποικιλία ελαιοποιήσιμης ελιάς είναι η Κορωνέικη.

Στον Πίνακα 1.3 παρουσιάζονται οι συνολικές εκτάσεις των καλλιεργειών ελαιοποιήσιμης ελιάς για το διάστημα 2010-2018, με βάση στοιχεία του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων.

Πίνακας 1.3. Συνολική έκταση ελαιώνων [26] - Επεξεργασία ο συγγραφέας

Έτος	έκταση (χιλ. στρ.)
2018	8590
2017	8373
2016	8650
2015	8700
2014	8318
2013	8208
2012	8296
2011	8083
2010	7509

Στον Πίνακα 1.3 παρατηρείται ότι η συνολική έκταση των καλλιεργειών, από το 2010 έως το 2018, παρουσιάζει αυξητική τάση.

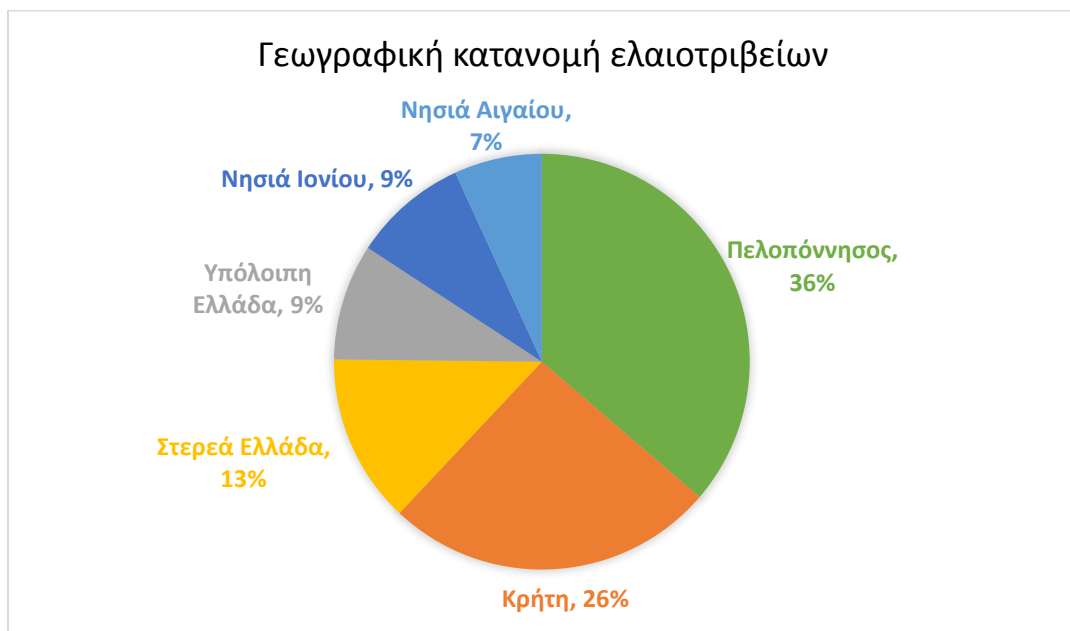
1.4.2. Μεταποιητικό δυναμικό

Ελαιοτριβεία

Σύμφωνα με στοιχεία του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, το 2009 στην Ελλάδα λειτουργούσαν 2.152 ελαιοτριβεία. Ωστόσο, ο αριθμός των ελαιοτριβείων παρουσιάζει πτωτική τάση την τελευταία δεκαετία και σήμερα εκτιμάται ότι λειτουργούν περίπου 1600 μονάδες, σύμφωνα με εκτιμήσεις της αγοράς. Η μέση παραγωγή των ελαιοτριβείων εκτιμάται σε 150-200 τόνους.

Στο Σχήμα 1.5 παρουσιάζεται η κατανομή των ελαιοτριβείων ανά περιοχή με βάση στοιχεία του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων (2009).

Σχήμα 1.5. Γεωγραφική κατανομή ελαιοτριβείων [7]- Επεξεργασία ο συγγραφέας



Πυρηνελαιουργεία και ραφιναρίες

Σύμφωνα με εκτιμήσεις τις αγοράς, στην Ελλάδα σήμερα δραστηριοποιούνται περίπου 35 πυρηνελαιουργεία. Η πλειοψηφία τους βρίσκεται σε περιοχές με μεγαλύτερη παραγωγή ελαιολάδου, κυρίως στην Πελοπόννησο και στην Κρήτη.

Στην χώρα λειτουργούν λιγότερες από 10 ραφιναρίες, οι οποίες κατανέμονται μεταξύ Αττικής, Πελοποννήσου και Κρήτης.

Τυποποιητήρια

Σύμφωνα με το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων , στην Ελλάδα σήμερα λειτουργούν 679 εγκεκριμένες τυποποιητικές μονάδες ελαιολάδου. Στο Σχήμα 1.6 παρουσιάζεται η κατανομή των τυποποιητηρίων ανά περιοχή.

Σχήμα 1.6. Γεωγραφική κατανομή τυποποιητηρίων [27] - Επεξεργασία ο συγγραφέας

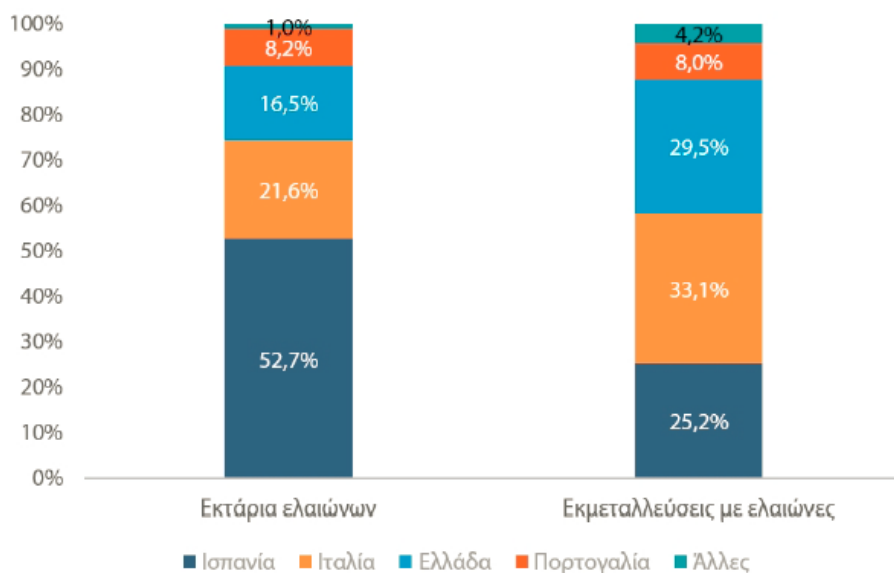


1.4.3. Κατακερματισμός παραγωγικής βάσης

Ελαιοκαλλιέργειες

Σύμφωνα με στοιχεία της Eurostat, η Ελλάδα το 2013, από τα συνολικά 5.000.000 περίπου εκτάρια ελαιώνων στην Ε.Ε., διέθετε το 16,5% και από τις 1.509.000 περίπου εκμεταλλεύσεις με ελαιώνες, διέθετε το 29,5% (Σχ. 1.7).

Σχήμα 1.7. Κατανομή ελαιώνων το 2013 [28]



Στο Σχήμα 1.7, παρατηρείται ότι ενώ η Ισπανία έχει το μεγαλύτερο ποσοστό ελαιώνων, πάνω από το 50%, έχει χαμηλότερο ποσοστό εκμεταλλεύσεων από την Ελλάδα και την Ιταλία. Οι Ισπανικές εκμεταλλεύσεις διαθέτουν το μεγαλύτερο μέσο μέγεθος ελαιώνων, το οποίο το 2013 ανερχόταν σε 5,8 εκτάρια ανά εκμετάλλευση, ενώ στην Ελλάδα και την Ιταλία ήταν μικρότερο από 2 εκτάρια ανά εκμετάλλευση. Παράλληλα, ενώ στην Ισπανία κυριαρχούν οι εντατικές καλλιέργειες, με πάνω από 200 δέντρα ανά εκτάριο, στην Ελλάδα εκτιμάται το 70-80% των καλλιεργειών έχουν χαμηλή πυκνότητα με λιγότερα από 200 δέντρα ανά εκτάριο. [28]

Ελαιοτριβεία

Στην Ελλάδα, τα περισσότερα ελαιοτριβεία είναι μικρές επιχειρήσεις και η μέση παραγωγή τους είναι χαμηλή, περίπου 150 τόνοι ετησίως. Συγκριτικά, στην Ισπανία που έχει τουλάχιστον τετραπλάσια παραγωγή ελαιολάδου, το 2008 λειτουργούσαν 1732 ελαιοτριβεία, λιγότερα σε σχέση με την Ελλάδα, μέσης παραγωγής περίπου 700 τόνων ετησίως. [29]

Στην Ιταλία ο κατακερματισμός των ελαιοτριβείων είναι μεγαλύτερος σε σχέση με την Ελλάδα και λειτουργούν περισσότερα ελαιοτριβεία, μέσης παραγωγής περίπου 100-150 τόνων. Ωστόσο η Ιταλία ακολουθεί ένα διαφορετικό μοντέλο σε σχέση με την Ελλάδα και την Ισπανία, όπου είναι συχνό καλλιεργητές να διαθέτουν μικρές μονάδες παραγωγής και τυποποίησης ελαιολάδου. [4]

Τυποποιητήρια

Από τις 679 εγκεκριμένες τυποποιητικές μονάδες ελαιολάδου, οι περισσότερες είναι μικρές επιχειρήσεις χαμηλής δυναμικότητας. Οι επιχειρήσεις που κατέχουν μερίδιο της αγοράς τυποποιημένου ελαιολάδου πάνω από 1%, εκτιμάται ότι αποτελούν λιγότερο από το 4% του συνόλου.

1.5. Αλυσίδα αξίας παραγωγής εξαιρετικού παρθένου ελαιολάδου

Στην ενότητα 1.3 παρουσιάστηκε η αλυσίδα παραγωγής του ελαιολάδου και περιγράφηκαν τα στάδια από την συγκομιδή του καρπού μέχρι την τυποποίηση και την διανομή του ελαιολάδου.

Στην παρούσα ενότητα παρουσιάζεται η αλυσίδα αξίας της παραγωγής εξαιρετικού παρθένου ελαιολάδου και η διαμόρφωση της λιανικής τιμής πώλησης (retail price) ανά στάδιο της αλυσίδας. Τα στοιχεία βασίζονται σε μελέτη του 2010 για το Υπουργείου Περιβάλλοντος, Αγροτικών και Θαλάσσιων Υποθέσεων της Ισπανίας. Αν και η διάρθρωση της βιομηχανίας ελαιολάδου είναι διαφορετική ανάμεσα στις δύο χώρες, εν τούτοις τα στοιχεία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να δώσουν μια τάξη μεγέθους της αλυσίδας αξίας, καθώς τα στάδια της παραγωγής, μεταποίησης και διανομής παρουσιάζουν αρκετές ομοιότητες ανάμεσα στις δύο χώρες.

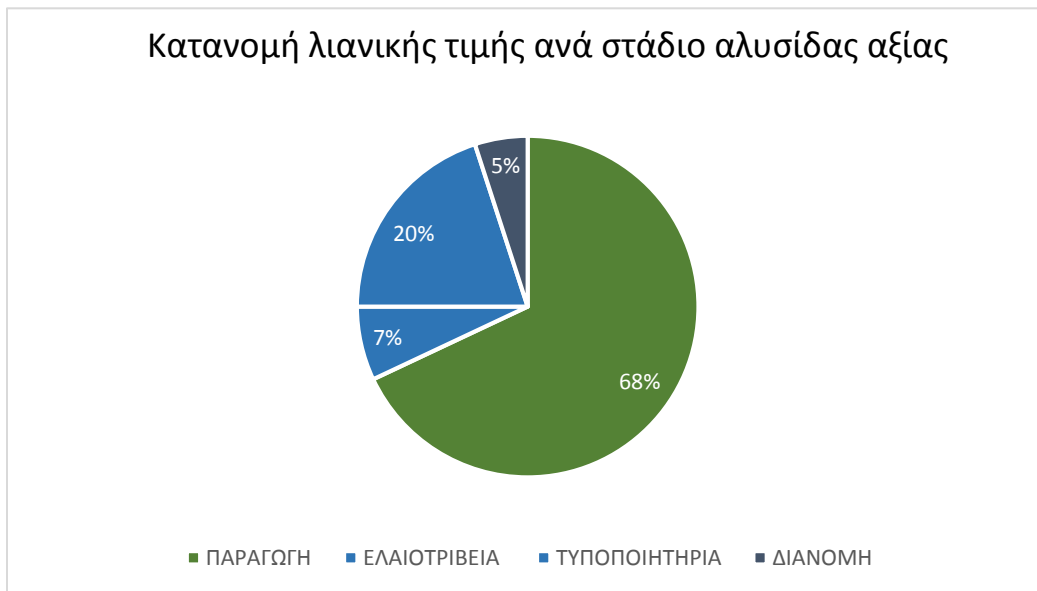
Στο Σχήμα 1.8 παρουσιάζεται η γενική δομή και η περιγραφή των ενεργειών της αλυσίδας αξίας εξαιρετικού παρθένου ελαιολάδου.

Σχήμα 1.8. Δομή και ενέργειες αλυσίδας αξίας εξαιρετικού παρθένου ελαιολάδου [29] - Επεξεργασία ο συγγραφέας



Με βάση τα στοιχεία της μελέτης, στο Σχήμα 1.9 παρουσιάζεται η κατανομή της τελικής τιμής λιανικής πώλησης, ανά στάδιο της αλυσίδας αξίας παραγωγής του εξαιρετικού παρθένου ελαιολάδου.

Σχήμα 1.9. Κατανομή της λιανικής τιμής εξαιρετικού παρθένου ελαιολάδου ανά στάδιο της αλυσίδας αξίας της παραγωγής [29] - Επεξεργασία ο Συγγραφέας



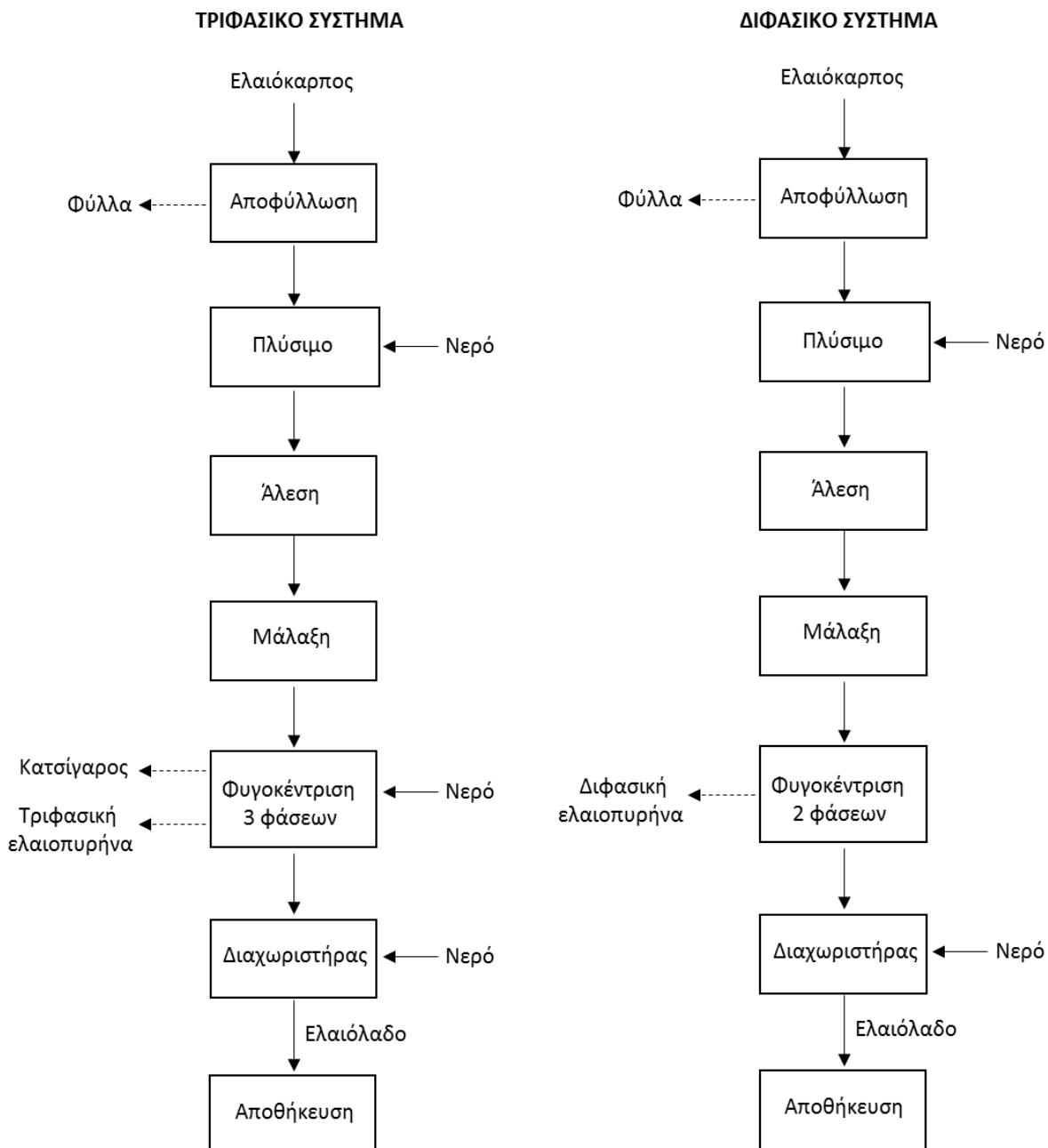
Σύμφωνα με το Σχήμα 1.9, το κόστος της ελαιοπαραγωγής έχει την πιο μεγάλη επίδραση στην διαμόρφωση της λιανικής τιμής, με ποσοστό 68%. Αυτό οφείλεται κυρίως στο αυξημένο κόστος εργατικών που απαιτείται για την συγκομιδή και το κλάδεμα. Το στάδιο της μεταποίησης καλύπτει το 27%, με το 7% να αντιστοιχεί στα ελαιοτριβεία και το 20% στα τυποποιητήρια. Το ποσοστό των ελαιοτριβείων αντιστοιχεί περίπου στο 10% του ποσοστού της ελαιοπαραγωγής, γεγονός που δικαιολογείται από το εκθλιπτικό δικαίωμα, περίπου 10%, που εισπράττουν τα ελαιοτριβεία για την άλεση του ελαιοκάρπου. Το στάδιο της διανομής καλύπτει μόλις το 5% της αξίας, ωστόσο στην πραγματικότητα εκτιμάται ότι το ποσοστό αυτό είναι μεγαλύτερο. Τέλος, στη συγκεκριμένη μελέτη σημειώνεται ότι τα περιθώρια κέρδους είναι χαμηλά, για όλα τα στάδια της αλυσίδα παραγωγής (χαμηλότερα του 4%). [29]

2. ΚΥΡΙΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ

2.1. Η παραγωγική διαδικασία της φυγοκεντρικής ελαιοτριβήσης

Η κυριότερη τεχνολογία εξαγωγής ελαιολάδου στις μέρες μας είναι η φυγοκέντριση. Στο Σχήμα 2.1 παρουσιάζεται το διάγραμμα ροής φυγοκεντρικού ελαιοτριβείου, τριφασικού και διφασικού συστήματος και παρακάτω περιγράφονται τα στάδια της επεξεργασίας.

Σχήμα 2.1. Διάγραμμα ροής τριφασικού και διφασικού ελαιοτριβείου



2.1.1. Παραλαβή ελαιόκαρπου

Μετά την συγκομιδή ο ελαιόκαρπος μεταφέρεται από τους ελαιώνες στα ελαιοτριβεία για επεξεργασία. Για την αποφυγή τυχόν αλλοιώσεων του ελαιόκαρπου θα πρέπει η παραμονή του στο ελαιοτριβείο πριν την επεξεργασία, να περιοριστεί στο ελάχιστο δυνατό.

Τα καλύτερα μέσα μεταφοράς είναι τα πλαστικά τελάρα χωρητικότητας 25-500 κιλών με ανοίγματα στον πυθμένα και στα τοιχώματα ώστε να είναι εξασφαλισμένος ο αερισμός. Στην περίπτωση χρήσης ελαιόσακων ενδείκνυται η χρήση σάκων από γιούτα, το οποίο είναι φυτικό προϊόν, ανθεκτικό και επιτρέπει τον αερισμό του καρπού μέσα στον σάκο. Οι πλαστικοί σάκοι πρέπει να αποφεύγονται καθώς μειώνουν δραματικά τη διατηρησιμότητα του ελαιόκαρπου και υποβαθμίζουν την ποιότητα του παραγόμενου ελαιολάδου. Η αποθήκευση του ελαιόκαρπου μέχρι την επεξεργασία του θα πρέπει να γίνει σε χώρο προστατευμένο, σκιερό και με καλό αερισμό. [1][8]

2.1.2. Τροφοδοσία - αποφύλλωση

Στην πρώτη φάση της επεξεργασίας ο ελαιόκαρπος τοποθετείτε στη χοάνη τροφοδοσίας του ελαιοτριβείου απ' όπου οδηγείται στο αποφυλλωτήριο με μεταφορική ταινία ή αναβατόριο με ατέρμονα κοχλία. Το αποφυλλωτήριο λειτουργεί με ρεύμα αέρα, το οποίο πρέπει να είναι μεταβαλλόμενης έντασης διαφορετικά η μεγάλη ένταση μπορεί εκτός από φύλλα να απομακρύνει και μεγάλο ποσοστό μικρών καρπών.

Το ποσοστό των φύλλων που αναλογεί σε κάθε παραλαβή μπορεί να φτάνει μέχρι και το 12% του βάρους των καρπών. Η αποφύλλωση αποτελεί επιβεβλημένη διαδικασία γιατί η παραμονή των φύλλων και η σύνθλιψη τους μαζί με τον ελαιόκαρπο έχει ως αποτέλεσμα το λάδι να αποκτά πικρίζουσα γεύση και να εμπλουτίζεται με μεγάλη ποσότητα χλωροφύλλης, η οποία κατά τη διάρκεια της διατήρησης του ελαιολάδου - παρουσία φωτός, επιδρά αρνητικά στην ποιότητα. Πάντως, σημειώνεται στη βιβλιογραφία ότι η ενσωμάτωση φύλλων σε μικρό ποσοστό εμπλουτίζει το λάδι σε αντιοξειδωτικά λόγω της παρουσίας φαινολών και τανινών στα φύλλα. [8]

2.1.3. Πλύσιμο ελαιοκάρπου

Μετά το αποφυλλωτήριο ο ελαιοκάρπος οδηγείται στο πλυντήριο. Το πλύσιμο του ελαιοκάρπου απομακρύνει τις ξένες ύλες που μεταφέρονται μαζί με τον καρπό από τον ελαιώνα, οι οποίες προκαλούν υποβάθμιση της ποιότητας του ελαιολάδου. Το νερό που χρησιμοποιείται για το πλύσιμο πρέπει να είναι πόσιμο και να έχει ελεγχθεί με τις απαραίτητες χημικές κι μικροβιολογικές αναλύσεις. Επιπλέον το νερό του πλυντηρίου πρέπει να αλλάζει τουλάχιστον μια φορά την ημέρα - ιδανικά κάθε ώρα, για να απομακρύνονται όλες οι ξένες ύλες και το πλυντήριο να ανανεώνεται με καθαρό νερό. Ο ιδανικός τρόπος πλυσίματος είναι η υδροεκτόξευση ώστε να απομακρύνονται όλες οι ξένες ύλες που περιέχει ο καρπός. [1][8]

2.1.4. Σπάσιμο - άλεση ελαιοκάρπου

Μετά το πλύσιμο ο ελαιοκάρπος μεταφέρεται στο σπαστήρα για άλεση. Η άλεση του ελαιοκάρπου αποτελεί μία φυσική διεργασία κατά την οποία σπάνε οι ιστοί των καρπών και απελευθερώνονται τα σταγονίδια ελαίου που περιέχονται στα φυτικά κύτταρα.

Στη φάση αυτή δημιουργείται η ελαιοπάστα (ή ελαιοζύμη), η ποιότητα της οποίας επηρεάζει όλα τα υπόλοιπα στάδια ελαιοποίησης. Στόχος κάθε διαχειριστή ελαιοτριβείου είναι να ανοίξουν όσο το δυνατόν περισσότερα ελαιοφόρα κύτταρα ώστε να αυξηθεί η απόδοση ελαιολάδου.

Στα παραδοσιακά ελαιοτριβεία χρησιμοποιούνται ελαιομυλοι με κυλινδρικές μυλόπετρες που αποτελούν ασυνεχή μέθοδο, ενώ στις σύγχρονες μονάδες χρησιμοποιούνται κυλινδροσπαστήρες και σφυρόμυλοι. Σήμερα πάνω από το 80% των ελαιοτριβείων χρησιμοποιούν σφυρόμυλους λόγω του μικρού όγκου τους, της συνεχούς λειτουργίας και του μικρού κόστους προμήθειας.

Η άλεση του ελαιοκάρπου είναι από τις πιο σημαντικές φάσεις ελαιοτρίβησης για το φαινολικό προφίλ του εξαιρετικού παρθένου ελαιολάδου. Μετά την σύνθλιψη του καρπού, ενεργοποιούνται πολλά ένζυμα τα οποία συμμετέχουν στη δημιουργία και στον μετασχηματισμό των φαινολικών ενώσεων. [8][9]

2.1.5. Μάλαξη

Η μάλαξη είναι ουσιαστικά η φάση του ελαιοτριβείου όπου απελευθερώνεται το ελαιόλαδο από τον καρπό. Το συνεχές αργό ανακάτεμα της ελαιοζύμης συμβάλει αφ' ενός στο να ενωθούν οι μικρές σταγόνες λαδιού σε μεγαλύτερες, οι οποίες στη συνέχεια μπορούν να διαχωριστούν με μηχανικά μέσα και αφετέρου στο να μειωθούν τα γαλακτώματα νερού/ λαδιού και τα κolloειδή, τα οποία σχηματίζονται κατά το σπάσιμο του ελαιόκαρπου.

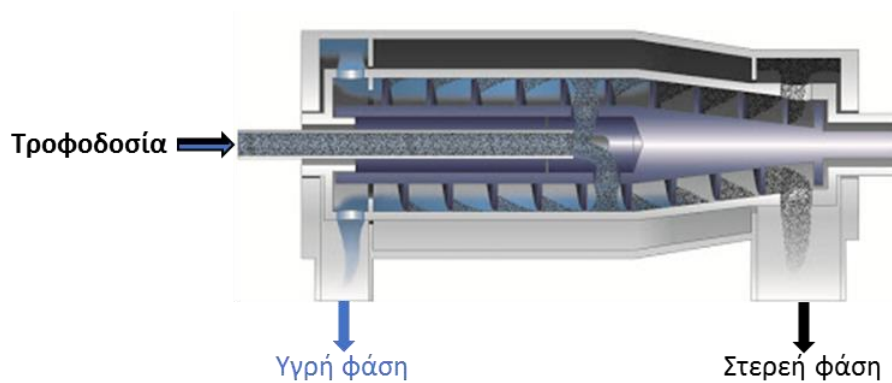
Για να αποφευχθεί η οξειδωση, οι μαλακτήρες είναι κατασκευασμένοι από ανοξείδωτο ατσάλι. Η βασική μονάδα αποτελείται από κυλινδρικούς κάδους με περιστρεφόμενες λεπίδες και διπλούς τοίχους για κυκλοφορία νερού θέρμανσης. Η θέρμανση της ελαιοζύμης κατά τη μάλαξη είναι απαραίτητη καθώς διευκολύνει την έξοδο του λαδιού από τα φυτικά κύτταρα, μειώνοντας το ιξώδες και επιτρέποντας στα ελαιοσταγονίδια να κινούνται και να ενώνονται γρηγορότερα, με αποτέλεσμα μεγαλύτερες αποδόσεις ελαιολάδου. Ωστόσο η θερμοκρασία του νερού δεν πρέπει να υπερβαίνει τους 30° C, καθώς αρχίζουν να καταστρέφονται τα πτητικά συστατικά του ελαιολάδου στα οποία οφείλεται το χαρακτηριστικό του άρωμα. Η υψηλότερη θερμοκρασία στον μαλακτήρα επιδρά δυσμενώς στο ελαιόλαδο με πολύ αρνητικά αποτελέσματα στην ποιότητα του. Ο μαλακτήρας πρέπει να δουλεύει πάντα σταθερά σε ένα ορισμένο αριθμό στροφών, ιδανικά μεταξύ 20-22 στροφές/λεπτό. Ο χρόνος μάλαξης πρέπει να κυμαίνεται στα 30 λεπτά. Αν η ρευστότητα της ελαιοζύμης δεν επιτρέπει ομοιόμορφη μάλαξη, πρέπει να προστίθεται νερό. [8][10]

2.1.6. Διαχωρισμός του ελαιολάδου με φυγοκέντριση

Η φυγοκέντριση αποτελεί μία τεχνική διαχωρισμού του ελαιολάδου από την ελαιοζύμη που βασίζεται στην διαφορά ειδικού βάρους, που παρουσιάζουν τα συστατικά της ελαιοζύμης (ελαιόλαδο, νερό και στερεά συστατικά). Ο διαχωρισμός επιτυγχάνεται μέσω μίας οριζόντιας φυγόκεντρου (decanter) (Σχ.2.2). Κατά τη φυγοκέντριση τα κύρια συστατικά της ελαιοζύμης εκτοξεύονται σε διαφορετικές αποστάσεις από τον άξονα

περιστροφής. Τα φυγοκεντρικά συστήματα διακρίνονται σε συστήματα δύο και τριών φάσεων. [1][8]

Σχήμα 2.2. Απεικόνιση εσωτερικού decanter



2.1.6.1. Φυγοκεντρικό σύστημα τριών φάσεων

Στο σύστημα τριών φάσεων προστίθεται νερό στην ελαιοζύμη πριν αυτή τροφοδοτηθεί στην οριζόντια φυγόκεντρο. Το μήκος και η διάμετρος του decanter ποικίλουν ανάλογα με τη δυναμικότητα του (τόνοι ανά ώρα). Σημειώνεται ότι τα περισσότερα decanter δίνουν τη μέγιστη βιομηχανική απόδοση στο 80% της ωριαίας δυναμικότητας.

Λόγω της φυγόκεντρης δύναμης που δημιουργείται από την περιστροφική κίνηση του decanter επιτυγχάνεται ο διαχωρισμός των φάσεων των συστατικών με διαφορετικά ειδικά βάρη. Το ελαιόλαδο (ελαιώδης φάση) που είναι η φάση με το μικρότερο ειδικό βάρος συγκεντρώνεται στο εσωτερικό του decanter ενώ ο ελαιοπυρήνας (στερεή φάση) και η υδατική φάση στην εξωτερική πλευρά. Η έξοδος του decanter αποτελείται από διαφράγματα από τα οποία εξέρχονται η ελαιώδης φάση, η υδατική φάση και η στερεή φάση (πυρήνας) μετά το διαχωρισμό τους. Στο εσωτερικό του decanter περιστρέφεται ένας ατέρμονας κοχλίας ο οποίος οδηγεί τη στερεή φάση έξω από το decanter συνήθως στην πλευρά από την οποία τροφοδοτείται η ελαιοζύμη. Στην άλλη πλευρά, από τα διαφράγματα, εξέρχονται οι δύο υγρές φάσεις, η ελαιώδης και η υδατική η οποία αποτελείται από το νερό που προστέθηκε στην έναρξη της διεργασίας και ένα ποσοστό νερού που προϋπήρχε στην ελαιοζύμη.

Ο διαχωρισμός των δύο αυτών φάσεων δεν είναι πλήρης καθώς ένα μικρό ποσοστό νερού παραμένει στην ελαιώδη φάση ενώ αντίστοιχα ένα μικρό ποσοστό ελαιολάδου μπορεί να ανακτηθεί από την υδατική φάση. Ο τελικός διαχωρισμός πραγματοποιείται σε κατακόρυφες φυγοκεντρικές συσκευές (διαχωριστήρες) που περιστρέφονται σε υψηλότερες ταχύτητες από τις οριζόντιες.

Η στερεή φάση (ελαιοπυρήνας) και η υδατική φάση (κατσίγαρος) αποτελούν τα παραπροϊόντα των ελαιοτριβείων τριών φάσεων. [8][11]

2.1.6.2. Φυγοκεντρικό σύστημα δύο φάσεων

Στο σύστημα δύο φάσεων δεν προστίθεται νερό κατά τη διαδικασία της οριζόντιας φυγοκέντρισης παρά μόνο κατά το ξεκίνημα της παραγωγικής διαδικασίας όπου και γεμίζεται με νερό το decanter περίπου κατά το ήμισυ περίπου του όγκου του.

Τα εξερχόμενα από το decanter είναι ελαιόλαδο και μία υδαρής λάσπη (διφασική πυρήνα) η οποία αποτελείται από τον πυρήνα και τα φυτικά υγρά που περιέχονται στην ελαιοζύμη και είναι το κύριο παραπροϊόν των διφασικών ελαιοτριβείων.

Ο τελικός διαχωρισμός του ελαιολάδου πραγματοποιείται σε κατακόρυφο φυγοκεντρικό διαχωριστήρα στον οποίο προστίθεται νερό ποσότητας περίπου ίσης με το μισό του παραγόμενου ελαιολάδου.

Η ποσότητα των παραγόμενων υδατικών αποβλήτων που εξέρχονται από τον διαχωριστήρα θεωρείται αμελητέα σε σχέση με την ποσότητα αυτών που παράγονται από τη διαδικασία τριών φάσεων (περίπου 8 με 10 φορές μικρότερη).

Σημειώνεται ότι πολλά decanter, κυρίως πρόσφατης τεχνολογίας, έχουν την δυνατότητα να δουλέψουν και σαν διφασικά και σαν τριφασικά, αφού πρώτα γίνουν οι απαραίτητες μετατροπές.[8][11]

2.1.7. Τελικός διαχωρισμός - καθαρισμός ελαιολάδου

Για τον τελικό καθαρισμό του ελαιολάδου αυτό πρέπει να περάσει από τον ελαιοδιαχωριστήρα του ελαιοτριβείου. Ο ελαιοδιαχωριστήρας είναι μία κατακόρυφη φυγόκεντρος που αποτελείται από τον σταθερό κορμό και το κινητό τύμπανο το οποίο περιστρέφεται με μεγάλο αριθμό στροφών (6000-7000 rpm). Ένας μεγάλος αριθμός κωνικών δίσκων (πιάτα) είναι κατάλληλα προσαρμοσμένος σε αυτό. Η υγρή φάση κατανέμεται σε λεπτά στρώματα πάνω στην περιμετρική επιφάνεια κάθε δίσκου και έτσι η επίδραση της φυγόκεντρικής δύναμης, με την οποία διαχωρίζεται τελικά το ελαιολάδο από τα απόνερα και τις ξένες ύλες, γίνεται πιο αποτελεσματική.

Για τον διαχωρισμό του ελαιολάδου πρέπει να γίνει προσθήκη ζεστού πόσιμου νερού (30° C). Η θερμοκρασία του νερού πρέπει να διατηρηθεί στο επίπεδο της θερμοκρασίας του ελαιολάδου για την αποφυγή σχηματισμού γαλακτωμάτων. Επίσης η θερμοκρασία δεν πρέπει να ξεπερνά τους 30° C για να μην καταστρέφονται τα αρωματικά συστατικά του ελαιολάδου. Η αναλογία νερού και ελαιολάδου εξαρτάται από την καθαρότητα του εισερχόμενου ελαιολάδου (50-100%). Η προσθήκη μεγαλύτερης ποσότητας νερού από την αναγκαία προκαλεί απώλεια πολυφαινόλων και ωφέλιμων συστατικών. Αντίστοιχα, η προσθήκη μικρότερης ποσότητας νερού μειώνει τη διαχωριστική ικανότητα του διαχωριστήρα και εμφανίζει αυξημένο ποσοστό φυτικών υγρών και μικροσωματιδίων.

[1][8]

2.1.8. Αποθήκευση

Μετά τον ελαιοδιαχωριστήρα το ελαιολάδο ζυγίζεται, οξυμετρείται και οδηγείται στις δεξαμενές του ελαιοτριβείου ενώ ένα μέρος του μπορεί να το παραλαμβάνουν απευθείας οι παραγωγοί. Κάθε κατηγορία ποιότητας ελαιολάδου (εξ. παρθένο, παρθένο, βιομηχανικό) οδηγείται σε συγκεκριμένη δεξαμενή, ενώ και τα βιολογικά ελαιολάδα αποθηκεύονται σε ξεχωριστές δεξαμενές.

Οι ελαιοδεξαμενές πρέπει να είναι κατασκευασμένες από αδρανές υλικό που δεν μεταναστεύει στο λάδι, με πιο διαδεδομένο τον ανοξείδωτο χάλυβα (inox 304 και 316). Κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης το ελαιολάδο πρέπει να διατηρείται σε σκιερά μέρη

σε θερμοκρασία μέχρι 25° C με άριστη αυτή των 15° C και να περιορίζεται η επαφή του με το οξυγόνο του αέρα, το οποίο αποτελεί τον μεγαλύτερο εχθρό της ποιότητας του ελαιολάδου κατά το στάδιο της αποθήκευσης. Επίσης, επειδή το ελαιόλαδο κατακρατά στη μάζα του εύκολα τις διάφορες πτητικές ουσίες, η αποθήκευση του θα πρέπει να γίνεται σε χώρους καθαρούς που αερίζονται, να μην περιέχουν δηλαδή δυσοσμίες, αέρια κάυσεως πετρελαίου, πυρηνόξυλου κλπ.

Το ελαιόλαδο περιέχει διάφορες ουσίες (ξένες ύλες και υγρασία) οι οποίες με τον καιρό κατακάθονται στις δεξαμενές αποθήκευσης. Το κατακάθι αυτό είναι γνωστό σαν μούργα. Το ελαιόλαδο πρέπει να απαλλαγεί από την μούργα γιατί γίνονται σε αυτή ζυμώσεις που μεταδίδουν άσχημη μυρωδιά στο ελαιόλαδο υποβαθμίζοντας το ποιοτικά. Κάθε τρεις μήνες περίπου το ελαιόλαδο πρέπει να διαχωρίζεται από τις μούργες με μετάγγιση ή φιλτράρισμα. Τέλος στο ξεκίνημα της νέας συγκομιδής οι δεξαμενές θα πρέπει να καθαρίζονται σχολαστικά πριν ξαναμπεί σε αυτές ελαιόλαδο νέας παραγωγής.

2.1.9. Η περίπτωση της κοινής άλεσης

Η κοινή άλεση είναι μία σχετικά καινούργια μέθοδος παραλαβής και επεξεργασίας ελαιόκαρπου η οποία αποτελεί κανόνα στη Ισπανία και κερδίζει όλο και περισσότερο έδαφος στην Ελλάδα.

Στο εν λόγω σύστημα αναμιγνύεται και αλέθεται ο ελαιόκαρπος από πολλές παρτίδες και διαφορετικούς παραγωγούς, αντί να αλέθεται κάθε παρτίδα, κάθε παραγωγού, ξεχωριστά. Η διαδικασία αρχίζει με την παραλαβή του ελαιόκαρπου σε ειδική σκάφη. Στη συνέχεια ο ελαιόκαρπος οδηγείται στο αποφυλλωτήριο, και από εκεί στο σιλό αποθήκευσης, αφού πρώτα ζυγιστεί. Από τον καρπό λαμβάνεται αντιπροσωπευτικό δείγμα το οποίο μετά από κατάλληλη προετοιμασία τοποθετείται στην συσκευή ελαιοπεριεκτικότητας για να προσδιοριστεί η περιεκτικότητα του καρπού σε λάδι και η οξύτητα. Στον παραγωγό προσδιορίζεται επί τόπου η ποσότητα ελαιολάδου που του αντιστοιχεί βάσει του βάρους του καρπού που παρέδωσε και της μέτρησης της ελαιοπεριεκτικότητας (κιλά καρπού x %ελαιολάδου).

Η λειτουργία της κοινής άλεσης έχει απτά ποιοτικά αλλά και οικονομικά πλεονεκτήματα. Μέσω της κοινής άλεσης, η γραμμή παραγωγής δουλεύει συνεχόμενα, χωρίς διακοπές, με αποτέλεσμα να μειώνεται αισθητά ο χρόνος αναμονής του ελαιόκαρπου έως ότου ξεκινήσει η ελαιοτριβήση. Η αναμονή αυτή αποτελεί έναν από τους κύριους λόγους ποιοτικής υποβάθμισης του παραγόμενου ελαιολάδου και μέσω της κοινής άλεσης ο χρόνος αυτός ελαχιστοποιείται, ιδιαίτερη στις περιόδους παραγωγικής αιχμής. Παράλληλα, δίνει την δυνατότητα στους παραγωγούς να πηγαίνουν για άλεση μικρές ποσότητες καρπού που μάζεψαν από το χωράφι την ίδια μέρα, ακόμα και αν είναι μόνο λίγα σακιά, παρέχοντας έτσι στο ελαιοτριβείο φρέσκο καρπό.

Επίσης, μέσω της λειτουργίας της κοινής άλεσης βελτιστοποιείται η λειτουργία του ελαιοτριβείου τόσο σε επίπεδο του συντελεστή χρησιμοποίησης της γραμμής όσο και σε επίπεδο χρήσης λοιπών πόρων (π.χ. ανθρώπινο δυναμικό, κατανάλωση ενέργειας). Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την μείωση του κόστους ελαιοτριβήσης. Επιπλέον, γίνεται καλύτερο καλύτερος έλεγχος της γραμμής, όπως της θερμοκρασίας και του χρόνου μάλαξης, παράγοντες καθοριστικοί για την ποιότητα του παραγόμενου ελαιολάδου. Τέλος έχει παρατηρηθεί η μείωση του όγκου των υγρών αποβλήτων.

Όλα τα παραπάνω συντελούν στην παραγωγή ελαιολάδου καλύτερης ποιότητας και μεγαλύτερης προστιθέμενης αξίας προς όφελος του ελαιοτριβείου και του παραγωγού. Παράλληλα το ελαιοτριβείο μπορεί να ελέγχει καλύτερα την παραγωγή του και να παράγει ένα πιο σταθερό προϊόν, γεγονός που του δίνει τη δυνατότητα να μειώνει το δικαίωμα άλεσης, κάνοντας πιο ελκυστικό προς τους παραγωγούς το ελαιοτριβείο και την κοινή άλεση. [30][31]

2.2. Συγκριτική επισκόπηση του διφασικού και του τριφασικού συστήματος

Το διφασικό ελαιοτριβείο παρουσιάζει μία σειρά πλεονεκτημάτων, τα οποία συνοψίζονται στα ακόλουθα:

- Σχεδόν ολική μείωση της κατανάλωσης νερού καθότι δεν προστίθεται νερό στο decanter εκτός από την έναρξη της λειτουργίας του.
- Μείωση κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας λόγω μειωμένης ποσότητας νερού
- Η παραγωγή απόνερων ελαιολάδου είναι αμελητέα και με μειωμένο ρυπαντικό φορτίο σε σχέση με τα απόνερα του τριφασικού decanter.
- Παράγεται ελαιόλαδο καλύτερης ποιότητας, το οποίο περιέχει περισσότερες πολυφαινόλες κατά 40-50%. Το ελαιόλαδο των διφασικών ελαιοτριβείων λόγω των περισσότερων πολυφαινολών έχει μεγαλύτερη αντοχή στην οξείδωση.

Τα μειονεκτήματα του διφασικού ελαιοτριβείου εστιάζονται στο χειρισμό της παραγόμενης διφασικής πυρήνας. Το διφασικό ελαιοτριβείο παράγει περισσότερη πυρήνα (λόγω την ενσωμάτωσης των φυτικών υγρών) από ότι το τριφασικό. Η διφασική πυρήνα έχει υψηλότερη περιεκτικότητα σε υγρασία, γεγονός που καθιστά δύσκολη την αποθήκευση της (απαιτείται σιλό), τη μεταφορά της στο πυρηνελαιουργείο (έχει ρευστή μορφή) και λόγω της υψηλής υγρασίας και της σύστασής της, η επεξεργασία της είναι δυσκολότερη. [8][12]

2.2.1. Ισοζύγια μάζας

Στον Πίνακα 2.1 παρουσιάζονται τα ισοζύγια μάζας για κάθε σύστημα παραγωγής ελαιολάδου. Όπως φαίνεται στον Πίνακα τα υγρά απόβλητα στο διφασικό σύστημα, που προκύπτουν από το νερό πλύσης και καθαρισμού του ελαιολάδου, μειώνονται περίπου 10 φορές σε σχέση με το τριφασικό. Παράλληλα, παρατηρείται ότι η διφασική πυρήνα είναι περίπου 60% περισσότερη από τη τριφασική.

Πίνακας 2.1. Ισοζύγια μάζας ελαιοτριβείων δύο και τριών φάσεων [13]

- Επεξεργασία ο συγγραφέας

Σύστημα	Εισροή	Ποσότητα	Εκροή	Ποσότητα
3-Φάσεων	Ελαιόκαρπος	1000 kg	Ελαιόλαδο	200 kg
	Νερό πλύσης	100-120 L	Τριφασική ελαιοπυρήνα	500-600 kg
	Νερό στη φυγοκέντριση	700-1000 L	Υγρά απόβλητα	1000-1200 L
	Ενέργεια	90-117 kWh		
2-Φάσεων	Ελαιόκαρπος	1000 kg	Ελαιόλαδο	200 kg
	Νερό πλύσης	100-120 L	Διφασική ελαιοπυρήνα	800 kg
	Ενέργεια	<90-117 kWh	Υγρά απόβλητα	100-150 L

2.2.2. Ποιότητα παραγόμενου προϊόντος

Έχουν πραγματοποιηθεί πολλά πειράματα στο ΕΘΙΑΓΕ και ανάλογα ερευνητικά ιδρύματα στο εξωτερικό σχετικά με τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του ελαιολάδου που προέρχεται από κάθε συστήματα εξαγωγής. Τα χαρακτηριστικά που μελετώνται είναι:

- Οξύτητα. Η οξύτητα αναφέρεται ως η περιεκτικότητα του ελαιολάδου σε ελεύθερα λιπαρά οξέα, εκφραζόμενη σε ελαϊκό οξύ. Αποτελεί το βασικό κριτήριο ποιοτικής αξιολόγησης, όμως πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και τα υπόλοιπα ποιοτικά χαρακτηριστικά.
- Αριθμός Υπεροξειδίων. Ο αριθμός των υπεροξειδίων αποτελεί βασικό κριτήριο ελέγχου του βαθμού οξείδωσης του ελαιολάδου και μετά την πρώτη οξείδωση των ακόρεστων λιπαρών οξέων. Εξαρτώνται από τις καλλιεργητικές φροντίδες.
- Αντοχή στην οξείδωση. Η αντοχή στην οξείδωση είναι ανάλογη με τον αριθμό των φαινολών που περιέχει το ελαιόλαδο.
- K232/K270. Προσδιορίζει την απορρόφηση του ελαιολάδου σε διάφορα μήκη κύματος. Αποτελεί ένδειξη οξείδωσης ή νοθείας.

- Χλωροφύλλη. Η χλωροφύλλη είναι η χρωστική φυτικών ελαίων. Εξαρτάται από την ωριμότητα του καρπού, την περιεκτικότητα σε φύλλα και τις συνθήκες που εφαρμόστηκαν.
- Ολικές φαινόλες. Οι φαινόλες ανήκουν στο ασαπωνοποίητο κλάσμα του ελαιολάδου και έχουν έντονη αντιοξειδωτική δράση.
- Τοκοφερόλες: Οι τοκοφερόλες είναι φυσικά αντιοξειδωτικά και ταυτόχρονα και βιταμίνες. Διαφέρουν ως προς τη θέση που βρίσκονται οι μεθυλικές ομάδες και στο ελαιόλαδο απαντώνται οι α, β, γ, δ. Η αντιοξειδωτική τους δράση αυξάνει από την α στη δ και αντίστροφα η βιταμινική τους δράση από τη δ στην α.
- Οργανοληπτικά χαρακτηριστικά. Τα χαρακτηριστικά αφορούν την οσμή και γεύση ελαιολάδου όπως γίνονται αντιληπτές από ομάδες γευσιγνωστών. [8]

Στον Πίνακα 2.2. παρουσιάζονται συγκριτικά τα αποτελέσματα των ποιοτικών χαρακτηριστικών από δοκιμές που έγιναν σε ελαιόλαδα που παρήχθησαν από ελαιοτριβεία δύο και τριών φάσεων.

Πίνακας 2.2 Ποιοτικά χαρακτηριστικά ελαιολάδου διφασικού και τριφασικού ελαιοτριβείου [8]

- Επεξεργασία ο συγγραφέας

Σύστημα	Οξύτητα (% ελ. οξύ)	Αρ. Υπεροξειδίων (meq O ₂ /kg ελαιολ.)	Αντοχή στην οξείδωση (ώρες)	K232	K270	
2-Φάσεων	0,68	10,51	8,13	1,60	0,15	
3-Φάσεων	0,60	8,96	7,50	1,45	0,12	
Σύστημα	Ολικές Φαινόλες (mg/kg)	Τοκοφερόλες (mg/kg ελαιολ.)		Οργανοληπτικά Χαρακτηριστικά		
		α	β+γ	φρουτώδες	πικρό	πικάντικο
2-Φάσεων	158,03	168,79	4,37	2,70	1,70	2,10
3-Φάσεων	120,11	169,35	4,25	1,80	1,20	1,70

Από τα στοιχεία του Πίνακα 2.2. φαίνεται ότι το ελαιόλαδο που παραλήφθηκε από το διφασικό ελαιοτριβείο περιέχει μεγαλύτερο ποσοστό ολικών φαινολών και μεγαλύτερη αντοχή στην οξείδωση σε σχέση με το ελαιόλαδο του τριφασικού, καθώς επίσης και καλύτερα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά. Αυτό δικαιολογείται από το γεγονός ότι οι

φαινολικές ενώσεις είναι υδατοδιαλυτές και συνεπώς στο τριφασικό σύστημα ένα μεγάλο ποσοστό τους διαλύονται στο νερό που χρησιμοποιείται στο decanter και χάνονται με τα απόνερα.

2.2.3. Παραπροϊόντα

Από την λειτουργία των ελαιοτριβείων προκύπτουν μεγάλες ποσότητες παραπροϊόντων. Στα τριφασικά ελαιοτριβεία χρησιμοποιούνται μεγάλες ποσότητες νερού στο decanter για τον διαχωρισμό του ελαιολάδου. Από τη διαδικασία αυτή προκύπτουν δύο παραπροϊόντα, η ελαιοπυρήνα και ο κασίγαρος.

Η ελαιοπυρήνα αποτελείται από τα στερεά υπολείμματα της επεξεργασίας του ελαιόκαρπου, που περιέχουν την σάρκα, το κουκούτσι και το περίβλημα του καρπού και έχει ποσοστό υγρασίας 45-55 % και περιεκτικότητα σε λάδι 5-6.5 %. Η ελαιοπυρήνα έχει εμπορική αξία και μπορεί να επεξεργαστεί περαιτέρω, με κυριότερη την επεξεργασία της στα πυρηνελαιουργεία για την παραγωγή πυρηνελαίου και πυρηνόξυλου (καύσιμο).

Τα υδατικά απόβλητα του ελαιοτριβείου (ΥΑΕ), ή αλλιώς κασίγαρος, δημιουργούνται από το υδατικό κλάσμα του χυμού του ελαιόκαρπου και από το νερό που χρησιμοποιείται στο decanter για τον διαχωρισμό. Είναι σκουρόχρωμα, με χαρακτηριστική έντονη οσμή, το pH τους κυμαίνεται μεταξύ 4-6, αποτελούνται κυρίως από νερό (85-95 %) και περιλαμβάνουν ουσίες όπως σάκχαρα, πρωτεΐνες, οργανικά οξέα, φαινολικές ενώσεις και υπολείμματα λαδιού. Ο κασίγαρος των τριφασικών έχει υψηλό οργανικό φορτίο που συμβάλει στην ρύπανση του περιβάλλοντος και ιδιαίτερα των υδάτων, ενώ το κόστος της επεξεργασίας του είναι απαγορευτικό για τα ελαιοτριβεία, που είναι κατεξοχήν μικρές βιομηχανικές μονάδες.

Στα διφασικά ελαιοτριβεία δεν χρησιμοποιείται νερό στο decanter και τα απόνερα που παράγονται (προέρχονται από τον ελαιοδιαχωριστήρα) είναι αμελητέα σε σχέση με τα τριφασικά. Το κύριο παραπροϊόν είναι η υγρή ελαιοπυρήνα (διφασική πυρήνα), στην οποία περιέχονται τα στερεά συστατικά και τα φυτικά υγρά του καρπού, που στα τριφασικά φεύγουν με τον κασίγαρο. Για τον λόγω αυτό έχει υψηλότερη περιεκτικότητα σε υγρασία (65-75%) σε σχέση με την τριφασική πυρήνα και χαμηλότερη περιεκτικότητα

σε λάδι (3-3,5%) και παράγεται σε μεγαλύτερες ποσότητες λόγω της ενσωμάτωσης των φυτικών υγρών. Η υψηλή υγρασία και η σύσταση της ελαιοπυρήνας καθιστούν δύσκολη και πιο δαπανηρή την επεξεργασία της στα πυρηνελαιουργεία. [9][10][11]

Στον Πίνακα 2.3 παρουσιάζονται ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά των παραπροϊόντων των δύο συστημάτων.

Πίνακας 2.3. Ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά παραπροϊόντων διφασικού και τριφασικού ελαιοτριβείου [11][13][14] - Επεξεργασία ο συγγραφέας

Σύστημα	3-Φάσεων	2 -Φάσεων
Ελαιοπυρήνα (kg/tn καρπού)	500-600	800
Υγρασία (% επι της ελαιοπυρήνας)	45-55	65-75
Λάδι (% επι της ελαιοπυρήνας)	5-6.5	3-3.5
Στερεά (% επι της ελαιοπυρήνας)	40-56	24-28
Υγρά απόβλητα (L/tn καρπού)	1000-1200	100-150
Φυτικά υγρά (% επι των υγρών αποβλήτων)	90	99
BOD ₅ υγρών αποβλήτων (g/L)	80	10
COD υγρών αποβλήτων (g/L)	220	3.5
Πολυφαινόλες στα υγρά απόβλητα (g/L)	0,5-24	0,08

Σύμφωνα με τα στοιχεία του Πίνακα 2.3 και τις τιμές των BOD₅ (βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο πέντε ημερών) και COD (χημικά απαιτούμενο οξυγόνο) τα απόνερα του διφασικού ελαιοτριβείου έχουν χαμηλότερες τιμές ρυπαντικού φορτίου σε σχέση με αυτά του τριφασικού. Παράλληλα φαίνεται ότι η συγκέντρωση φαινολικών ενώσεων στα

τριφασικά υγρά απόβλητα είναι υψηλότερη σε σχέση με τα διφασικά, γεγονός που δείχνει ότι το ελαιόλαδο που παράγεται στο τριφασικό ελαιοτριβείο έχει απώλειες πολυφαινολών, οι οποίες χάνονται με τα απόνερα του.

2.3 Άλλες τεχνολογίες παραγωγής ελαιολάδου

2.3.1. Διαχωρισμός ελαιολάδου με πίεση

Στα παραδοσιακά ή κλασσικά ελαιοτριβεία ο διαχωρισμός του ελαιολάδου από τα υπόλοιπα συστατικά της ελαιοζύμης γίνεται με την εφαρμογή πίεσης. Η τεχνική αυτή είναι η παλιότερη και χρονολογείται από τότε που άρχισε η καλλιέργεια της ελιάς. Στις σύγχρονες μονάδες για τον διαχωρισμό του ελαιολάδου χρησιμοποιούνται υδραυλικά πιεστήρια (πρέσες).

Η ελαιοζύμη μετά την μάλαξη τοποθετείται ομοιόμορφα σε λεπτά στρώματα επάνω σε ελαιοδιαφράγματα. Στην συνέχεια αυτά στοιβάζονται πάνω σε κινητή λεκάνη φόρτωσης που φέρει στο μέσο έναν διάτρητο κύλινδρο ο οποίος αποτελεί οδηγό για την ομοιόμορφη τοποθέτηση των διαφραγμάτων. Πάνω από τα ελαιοδιαφράγματα τοποθετείται συνήθως ένα καινού ελαιοδιάφραγμα και ένας μεταλλικός δίσκος ώστε να εξασφαλίζεται η ομοιόμορφη κατανομή της ασκούμενης υδραυλικής πίεσης. Η κινητή λεκάνη με το φορτίο μεταφέρεται και τοποθετείται στο πιεστήριο όπου με την εφαρμογή υδραυλικής πίεσης πραγματοποιείται ο διαχωρισμός του ελαιολάδου. Τα παραπροϊόντα της διαδικασίας είναι τα απόνερα (κατσίγαρος) και η ελαιοπυρήνα.

Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι η χαμηλή κατανάλωση ενέργειας, τα χαμηλά ποσοστά υγρασίας και λαδιού στην ελαιοπυρήνα και τα λιγυστά απόνερα. Τα μειονεκτήματα της μεθόδου είναι ότι αποτελεί ασυνεχή διαδικασία και απαιτεί υψηλό εργατικό κόστος, που είναι και ο βασικοί λόγοι που εγκαταλείπεται από την σύγχρονη βιομηχανία. [1]

2.3.2. Sinolea (συνάφεια)

Εκτός από την πίεση και την φυγοκέντριση, για την παραλαβή του ελαιολάδου από την ελαιοζύμη χρησιμοποιείται και η συνάφεια.

Το μηχάνημα στο οποίο εφαρμόζεται η συνάφεια είναι γνωστό ως Sinolea. Βασικά εξαρτήματα της Sinolea αποτελούν 6.000 περίπου μεταλλικά ελάσματα από ειδικό κράμα μετάλλου που παρουσιάζει μεγάλη εκλεκτική συνάφεια με το ελαιόλαδο. Όταν τα μεταλλικά ελάσματα έρχονται σε επαφή με την ελαιοζύμη, λόγω της μεγάλης συνάφειας ελαιολάδου-μετάλλου, συγκρατούν μικρές ποσότητες ελαιολάδου, το οποίο στη συνέχεια απομακρύνεται με μορφή σταγόνων και συγκεντρώνεται σε ειδική λεκάνη. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται πολλές φορές μέχρι να απομακρυνθεί το μεγαλύτερο μέρος του ελαιολάδου. Το ποσοστό διαχωρισμού επηρεάζεται από τα χαρακτηριστικά της ελαιοζύμης και κυμαίνεται μεταξύ 40-70%. Η μέθοδος μπορεί να συνδυαστεί με φυγοκέντριση προκειμένου να ανακτηθεί το υπολειπόμενο ελαιόλαδο.

Το ελαιόλαδο που παραλαμβάνεται με τη μέθοδο της συνάφειας θεωρείται εξαιρετικής ποιότητας και παρουσιάζει αυξημένη περιεκτικότητα σε πολυφαινόλες, καλύτερα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά, χαμηλότερη οξύτητα και χαμηλότερο αριθμό υπεροξειδίων. Η μέθοδος Sinolea εφαρμόζεται κυρίως στην Ιταλία, ενώ στην Ελλάδα δεν βρήκε εφαρμογή και δεν προωθήθηκε. [1][8]

3. Η ΜΕΤΑΒΑΣΗ ΣΤΟ ΔΙΦΑΣΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

3.1 Αιτίες μετάβασης στο διφασικό σύστημα ελαιοτριβής

3.1.1. Ποιοτικές παράμετροι

Όπως φάνηκε στην ενότητα 2.2.2, το ελαιόλαδο που παράγεται στα διφασικά ελαιοτριβεία έχει καλύτερα ποιοτικά χαρακτηριστικά σε σχέση με τα τριφασικά, ιδιαίτερα όσον αφορά την περιεκτικότητα σε πολυφαινόλες και τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά.

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται ολοένα και μεγαλύτερη ζήτηση από τους καταναλωτές για εξαιρετικό παρθένο ελαιόλαδο υψηλής ποιότητας. Στην εποχή μας το ελαιόλαδο προωθείται σαν προϊόν υψηλής διατροφικής αξίας καθώς αποτελεί πολύτιμη πηγή απαραίτητων λιπαρών οξέων (υψηλή περιεκτικότητα σε ελαϊκό οξύ και χαμηλή κορεσμένα) αλλά και θρεπτικών συστατικών όπως οι πολυφαινόλες και οι βιταμίνες (τοκοφερόλες).

Τις τελευταίες δύο δεκαετίες, το ελαιόλαδο έχει συγκεντρώσει την επιστημονική προσοχή παγκοσμίως λόγω των ευεργετικών του επιπτώσεων στην ανθρώπινη υγεία. Αυτή η τάση οφείλεται κυρίως στο περιεχόμενο του σε πολυφαινόλες. Από το 2012, το ελαιόλαδο μπορεί να επισημανθεί με health claim (ισχυρισμός υγείας) με την έγκριση της Ευρωπαϊκής Αρχής Ασφάλειας των Τροφίμων (EFSA) και ορίζεται αυστηρά από τον κανονισμό 432/2012 της ΕΕ ως εξής: «Οι πολυφαινόλες του ελαιολάδου συμβάλλουν στην προστασία των λιπιδίων του αίματος από οξειδωτικό στρες». Ο ισχυρισμός αυτός μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο αν το ελαιόλαδο περιέχει τουλάχιστον 5 mg υδροξυτυροσόλης και παράγωγά της ανά 20 g ελαιολάδου.

Στο ελαιόλαδο έχουν εντοπιστεί περισσότερες από 36 φαινολικές ενώσεις, κάποιες υδρόφιλες (φαινολικά οξέα, φαινολικές αλκοόλες, φλαβονοειδή και σεκοϊριδοειδή) και άλλες λιπόφιλες (κρεσόλες). Οι αντιμικροβιακές, αντιοξειδωτικές και αντιφλεγμονώδεις δράσεις τους έχουν αποδειχθεί σε πολλές μελέτες. Οι κύριες φαινολικές ενώσεις, υδροξυτυροσόλη και η ελευρωπαΐνη, παρέχουν στο εξαιρετικό παρθένο ελαιόλαδο την

πικρή και πικάντικη γεύση του και έχουν ισχυρή αντιοξειδωτική δράση. Μελέτες (in vivo και in vitro) έχουν δείξει ότι οι φαινόλες του ελαιολάδου επιδρούν θετικά σε ορισμένες φυσιολογικές παραμέτρους, μειώνοντας πιθανώς τον κίνδυνο χρόνιων παθήσεων που μπορεί να σχετίζονται σε οξειδωτικές βλάβες (στεφανιαία νόσο, εγκεφαλικό επεισόδιο και καρκίνος) . [15]

Παράλληλα, η υψηλή περιεκτικότητα σε πολυφαινόλες και η αντιοξειδωτική τους δράση επιδρούν θετικά στην διατηρησιμότητα του ελαιολάδου και στην προστασία του από την οξείδωση, που είναι η κύρια αλλοίωση και ποιοτική υποβάθμιση που υφίσταται κατά την παραμονή του στα ράφια. Ένα ελαιόλαδο με υψηλή περιεκτικότητα σε πολυφαινόλες αποτελεί ιδανικό προϊόν για εμπορία και τυποποίηση καθώς από την στιγμή της τυποποίησης μέχρι την κατανάλωση του μπορεί να περάσει μεγάλο χρονικό διάστημα και συνεπώς η αντοχή του στην οξείδωση αποτελεί πολύ σημαντικό χαρακτηριστικό.

Αναλύσεις σε ελαιόλαδα από όλη την Ελλάδα δείχνουν ότι σε μεγάλο ποσοστό τα Ελληνικά ελαιόλαδα είναι ιδιαίτερα πλούσια σε πολυφαινόλες, ενώ αρκετά από αυτά καλύπτουν της προϋποθέσεις για το health claim της EFSA και της ΕΕ. Το γεγονός αυτό δίνει στα Ελληνικά ελαιόλαδα μια νέα θέση στις διεθνείς αγορές. Στο πλαίσιο αυτό, η μετάβαση ενός ελαιοτριβείου στο διφασικό σύστημα παραγωγής, που αποδεδειγμένα οδηγεί στην παραγωγή ελαιόλαδου με υψηλότερη περιεκτικότητα σε πολυφαινόλες, αποτελεί μία ενδεδειγμένη επιλογή που εναρμονίζεται πλήρως με τις απαιτήσεις της εποχής για αυξημένη ποιότητα. [16]

3.1.2. Οικονομικές παράμετροι

Στην βιβλιογραφία θεωρείται ότι το λειτουργικό κόστος της παραγωγής ελαιολάδου στο διφασικό σύστημα είναι χαμηλότερο σε σχέση με αυτό του τριφασικού. Το γεγονός αυτό αποδίδεται κυρίως στην λειτουργία του διφασικού decanter το οποίο κατά την φυγοκέντριση επεξεργάζεται την ίδια ποσότητα ελαιοζύμης χωρίς την προσθήκη νερού. Σαν αποτέλεσμα το διφασικό ελαιοτριβείο παρουσιάζει αφενός χαμηλότερη κατανάλωση νερού και αφετέρου χαμηλότερη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. [12]

Παράλληλα, το παραγόμενο ελαιολάδο στο διφασικό σύστημα παρουσιάζει καλύτερα ποιοτικά χαρακτηριστικά σε σχέση με το τριφασικό, κυρίως λόγω της μεγαλύτερης περιεκτικότητας σε πολυφαινόλες που επιδρούν θετικά στην ανθρώπινη υγεία και στην διατηρησιμότητα του ελαιολάδου, όπως αναπτύχθηκε στην προηγούμενη ενότητα. Το γεγονός αυτό δίνει την δυνατότητα στους ελαιοτριβείς να εμπορεύονται ένα ποιοτικότερο και σταθερότερο προϊόν.

Στο Κεφάλαιο 4 θα μελετηθεί αναλυτικά η οικονομική λειτουργία και η απόδοση διφασικού και τριφασικού ελαιοτριβείου, και για κάθε σύστημα θα εξεταστούν:

- Το κόστος επένδυσης
- Οι λειτουργικές δαπάνες
- Τα έσοδα
- Οι χρηματοροές και οι δείκτες ΚΠΑ, IRR της επένδυσης

Από τους υπολογισμούς των παραπάνω παραμέτρων θα εξαχθούν συμπεράσματα σχετικά με την οικονομική απόδοση κάθε συστήματος και τις οικονομικές επιπτώσεις της μετάβασης.

3.1.3. Περιβαλλοντικές παράμετροι

Το μεγαλύτερο μειονέκτημα της λειτουργίας των τριφασικών ελαιοτριβείων είναι ότι δεν αποτελούν ένα αειφόρο σύστημα παραγωγής. Το γεγονός αυτό οφείλεται στη μεγάλη ποσότητα υδατικών αποβλήτων (κατσίγαρος) που παράγονται, η διαχείριση των οποίων αποτελεί μεγάλο οικολογικό πρόβλημα. Όπως φαίνεται από τα ισοζύγια μάζας στον Πίνακα 2.1. , για κάθε κιλό ελαιολάδου στο τριφασικό σύστημα παράγονται 5 λίτρα υδατικών αποβλήτων. Η ποσότητα των υδατικών αποβλήτων που παράγονται ετησίως στην Ελλάδα φτάνει έως και $1,0 \times 10^6 \text{ m}^3$ και σε διάστημα μόλις λίγων μηνών καθώς η λειτουργία των ελαιοτριβείων είναι εποχική (3-5 μήνες). Τα υδατικά απόβλητα έχουν υψηλό οργανικό φορτίο, όπως φαίνεται και στον Πίνακα 2.3, γεγονός που καθιστά δύσκολή και μη βιώσιμη την επεξεργασία τους.

Ο κατσίγαρος αποτελείται κυρίως νερό που περιέχει πολυσακχαρίτες, σάκχαρα, πολυφαινόλες, πολυαλκοόλες, πρωτεΐνες, οργανικά οξέα και λάδι. Εκτός από τον μεγάλο όγκο και την υψηλή συγκέντρωση οργανικής ύλης, ο κύριος παράγοντας των περιβαλλοντικών προβλημάτων που προκαλούν τα τριφασικά υδατικά απόβλητα είναι η υψηλή συγκέντρωση σε πολυφαινόλες. Όπως έχει ήδη αναφερθεί, ένα μεγάλο ποσοστό από τις πολυφαινόλες του ελαιοκάρπου διαλύεται στο νερό που χρησιμοποιείται στο τριφασικό decanter και καταλήγει στα απόνερα. Ενώ στο ελαιόλαδο η παρουσία των πολυφαινολών αποτελεί ένας από τους σπουδαιότερους παράγοντες ποιότητας, η εμφάνισή τους στα υδατικά απόβλητα δημιουργεί πρόβλημα καθώς αποσυντίθενται με πιο αργούς ρυθμούς σε σχέση με τα άλλα συστατικά όπως τα σάκχαρα.

Η αντίσταση στην βιοαποικοδόμηση σε συνδυασμό με την υψηλή περιεκτικότητα σε οργανικά έχουν σαν αποτέλεσμα τα υδατικά απόβλητα να προκαλούν σοβαρές περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Οι επιπτώσεις αυτές περιλαμβάνουν:

- Απειλή για την υδρόβια ζωή. Ο κατσίγαρος έχει εκατό φορές μεγαλύτερη συγκέντρωση οργανικού φορτίου σε σχέση με τα αστικά λύματα. Όταν απορρίπτεται σε γλυκό νερό, η διαθεσιμότητα του οξυγόνου μπορεί να μειωθεί, διαταράσσοντας την ισορροπία ολόκληρου του οικοσυστήματος. Επιπλέον, το

μεγάλο θρεπτικό φορτίο του συμβάλει στην ανάπτυξη άλγης με συνέπεια τον ευτροφισμό.

- Δυσοσμία. Όταν ο κατσίγαρος αποθηκεύεται σε ανοιχτές δεξαμενές ή/και απορρίπτεται στην ξηρά ή σε φυσικά νερά πραγματοποιούνται φαινόμενα ζύμωσης. Σαν αποτέλεσμα, εκπέμπεται μεθάνιο και άλλα αέρια με δυσάρεστη οσμή (υδρόθειο κλπ.). Αυτό οδηγεί σε σημαντική ρύπανση από οσμές, ακόμα και σε μεγάλες αποστάσεις, ειδικά κατά της περιόδους παραγωγής ελαιολάδου.
- Λιπιδική στιβάδα. Τα λιπίδια του κατσίγαρου σχηματίζουν μία αδιαπέραστη στοιβάδα στην επιφάνεια του νερού, η οποία αποκλείει το ηλιακό φως και το οξυγόνο από τους μικροοργανισμούς προκαλώντας μείωση της βλάστησης και διάβρωση.
- Χρωματισμός φυσικών υδάτων. Η αλλαγή στο χρώμα των φυσικών υδάτων αποδίδεται στην οξείδωση και στον πολυμερισμό των τανίνων που παράγουν σκουρόχρωμες πολυφαινόλες.
- Φυτοτοξικότητα. Ο κατσίγαρος προκαλεί προβλήματα στις αγροτικές καλλιέργειες και στην χλωρίδα καθώς περιλαμβάνει αρκετά φυτοτοξικά πτητικά οξέα και φαινολικές ενώσεις. [10][17]

Για την διαχείριση του κατσίγαρου δεν υπάρχει κάποια οργανωμένη και βιώσιμη πρακτική και η αντιμετώπιση του προβλήματος γίνεται ασυντόνιστα με αποτέλεσμα τα υδατικά απόβλητα να καταλήγουν συχνά σε υδάτινους αποδέκτες δημιουργώντας τα προβλήματα ρύπανσης που αναφέρθηκαν. Στην Ελλάδα, η πιο διαδεδομένη πρακτική διαχείρισης του τριφασικών υδατικών αποβλήτων είναι η εξουδετέρωση τους με ασβέστη και η παροχέτευση τους σε ανοικτές αβαθείς δεξαμενές ώστε να εξατμιστούν δια λιμνάσεως (εξατμισοδεξαμενές), ενώ τα εναπομείναντα στερεά διατίθενται στις χλωματερές. Η εφαρμογή αυτής της τεχνικής καθορίστηκε από την Διεύθυνση Περιβάλλοντος του Υπουργείου υγείας.

Ωστόσο μετά από χρόνια εφαρμογής της συγκεκριμένης τεχνικής έχουν εντοπιστεί αρκετά προβλήματα που τη συνοδεύουν. Ένα ελαιοτριβείο μπορεί να παράγει

χιλιάδες κυβικά μέτρα υδατικών αποβλήτων και συνεπώς η διάθεση τους απαιτεί τεράστιες εκτάσεις. Παράλληλα, ο χρόνος αναμονής τους δεν είναι επαρκής για την εξάτμισή τους. Τα υγρά απόβλητα δεν είναι βιοαποικοδόμησιμα λόγω της τοξικότητάς τους, γεγονός που οδηγεί στην δυσκολία καθαρισμού και απομάκρυνσής τους. Οι παραπάνω λόγοι συντελούν στην δημιουργία αναερόβιων διεργασιών με αποτέλεσμα την παραγωγή αερίων με δυσάρεστη οσμή και την αισθητική υποβάθμιση των γύρω περιοχών. Επιπλέον, συχνά οι δεξαμενές αυτές δεν είναι κατάλληλα στεγανοποιημένες, λόγω του υψηλού κόστους που απαιτείται, με αποτέλεσμα την εμφάνιση ρωγμών και την ρύπανση του υδροφόρου ορίζοντα. [18]

Όλα τα παραπάνω δημιουργούν σοβαρά προβλήματα βιωσιμότητας στα ελαιοτριβεία τριών φάσεων. Λόγω του περιβαλλοντικών ζητημάτων της διαχείρισης των υγρών αποβλήτων, οι ιδιοκτήτες των ελαιοτριβείων έρχονται συχνά αντιμέτωποι με σοβαρές επιπτώσεις, όπως η μη ανανέωση της άδεια λειτουργίας, καθώς και με υψηλά περιβαλλοντικά πρόστιμα. Το γεγονός αυτό στρέφει τους ελαιοτριβείς προς το διφασικό σύστημα παραγωγής, η λειτουργία του οποίου είναι πιο οικολογική, δεδομένης της ελάχιστης ποσότητας υγρών αποβλήτων που παράγονται σε σχέση με το τριφασικό.

3.1.4. Νομοθετικό πλαίσιο

Στην Ελλάδα δεν υπάρχει ειδική νομοθεσία για τη διάθεση των αποβλήτων των ελαιοτριβείων. Ως βάση για τη διαχείριση τους χρησιμοποιείται ο 1650/ 86 «Για την προστασία του περιβάλλοντος» σύμφωνα με τον οποίο, οι ιδιοκτήτες ελαιοτριβείων είναι υποχρεωμένοι να εκπονήσουν μελέτη εκτίμησης περιβαλλοντικού κινδύνου για τις περιοχές που προβλέπεται να γίνει διάθεση των αποβλήτων. Η επικαιροποιημένη εγκύκλιος 5784/ 23-1-1992 (No 4419/23-10-1992) αναφέρεται στα προβλήματα που προκαλούνται από τη διάθεση των αποβλήτων στο έδαφος, την ανάγκη για αποτελεσματική κατεργασία τους, καθώς και την ιδιαίτερη προσοχή που απαιτείται για την αποφυγή διάθεσης σε υδάτινους πόρους. Το ισχύον νομικό καθεστώς στην Ελλάδα (νόμοι 1650/86 και 3010/2002) δεν επιτρέπει τη διάθεση ανεπεξέργαστων αποβλήτων στο έδαφος, ενώ η πιο πρόσφατη ΚΥΑ 14511/8-3-2011 προβλέπει ότι για χρήση των αποβλήτων στην άρδευση η τιμή του BOD5 πρέπει να είναι μικρότερη των 10mg/L. [5]

Η ΚΥΑ 14511/8-3-2011 παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον καθώς το ανώτατο όριο BOD5 των 10 mg/L που προβλέπει, είναι πολύ χαμηλότερο από τις συνήθεις τιμές BOD5 των τριφασικών ελαιοτριβείων. Γενικότερα, ενώ δεν υπάρχει κάποιος συγκεκριμένος νόμος, είτε σε εθνικό είτε σε ευρωπαϊκό επίπεδο, που να υποχρεώνει την μετατροπή των ελαιοτριβείων σε διφασικά, το υπάρχον νομικό πλαίσιο σε συνδυασμό με περιβαλλοντικούς κανόνες δυσκολεύουν πολύ τη λειτουργία των τριφασικών ελαιοτριβείων, ενώ τα περισσότερα από αυτά λειτουργούν σε μία “γκρίζα” ζώνη νομιμοφάνειας. Παράλληλα οι ιδιοκτήτες των τριφασικών ελαιοτριβείων έρχονται συχνά αντιμέτωποι με προβλήματα όπως η μη ανανέωση της περιβαλλοντικής άδειας, και κατ’ επέκταση της άδεια λειτουργίας, και ο αποκλεισμός από χρηματοδότηση από εθνικούς ή κοινοτικούς πόρους. Από την άλλη, η μετατροπή ενός τριφασικού ελαιοτριβείου σε διφασικό υποστηρίζεται με επιδοτήσεις όπως επίσης και οι επενδύσεις σε πυρηνελαιουργία για την επεξεργασία διφασικής πυρήνας. [32][33]

3.2. Διείσδυση διφασικού συστήματος στην Ελλάδα

3.2.1. Υφιστάμενη κατάσταση στην Ελλάδα

Το ποσοστό διείσδυσης της διφασικής τεχνολογίας έχει αυξηθεί σημαντικά την τελευταία δεκαετία. Στην Ελλάδα σήμερα δραστηριοποιούνται περίπου 1600 ελαιοτριβεία από τα οποία ένα ποσοστό κοντά στο 55% λειτουργούν διφασικά, σύμφωνα με εκτιμήσεις της αγοράς. Τα τριφασικά ελαιοτριβεία αποτελούν περίπου το 45% του συνόλου, ενώ ένα 5% εκτιμάται ότι λειτουργούν με το παραδοσιακό σύστημα πίεσης. Παράλληλα, με βάσει στοιχεία από εταιρείες παραγωγής και προμήθειας ελαιουργικού μηχανολογικού εξοπλισμού, προκύπτει ότι την τελευταία πενταετία οι επενδύσεις σε μηχανολογικό εξοπλισμό αφορούν αποκλειστικά την διφασική τεχνολογία. Συνεπώς, η τάση είναι το ποσοστό των διφασικών ελαιοτριβείων να αυξηθεί στο μέλλον.

Στις δύο μεγαλύτερες ελαιοκομικές περιφέρειες της χώρας, την Πελοπόννησο και την Κρήτη, η κατανομή των διφασικών ελαιοτριβείων (επί του συνόλου των ελαιοτριβείων σε κάθε περιφέρεια) εκτιμάται σε 65% στην Πελοπόννησο και 25% στην Κρήτη.

Στο Σχήμα 3.1 παρουσιάζεται η κατανομή των ελαιοτριβείων ανά τεχνολογία παραγωγής

Σχήμα 3.1. Κατανομή ελαιοτριβείων στην Ελλάδα ανά τεχνολογία



3.2.2. Διεθνές παράδειγμα

Ισπανία

Η Ισπανία ήταν η πρώτη χώρα που χρησιμοποίησε διφασικό σύστημα παραγωγής, ως απάντηση στο πρόβλημα διαχείρισης των υδατικών αποβλήτων των ελαιοτριβείων. Κατά τη διάρκεια των τελευταίων 20 ετών, η Ισπανία έχει επένδυση στον εκσυγχρονισμό των ελαιοτριβείων και πλέον πάνω από το 90% της παραγωγής γίνεται από διφασικά ελαιοτριβεία. [10][12]

Ιταλία

Η Ιταλία ακολουθεί ένα διαφορετικό μοντέλο σε σχέση με την Ελλάδα και την Ισπανία. Ένα μεγάλο ποσοστό των ελαιοτριβείων, της τάξεως του 40% λειτουργεί με το παραδοσιακό σύστημα της πίεσης (πρέσας). Αυτό εν μέρει, οφείλεται στο γεγονός ότι στην Ιταλία είναι μεγάλος ο κατακερματισμός των ελαιοτριβείων και είναι συχνό καλλιεργητές να διαθέτουν μικρές μονάδες παραγωγής (με πίεση) και τυποποίησης ελαιολάδου, ώστε να εμπορεύονται και να προωθούν το λάδι τους ως εγγυημένης προέλευσης και υψηλής ποιότητας. Το υπόλοιπο ποσοστό των ελαιοτριβείων και η ιδιαίτερα στην νότια Ιταλία που συγκεντρώνεται η μεγαλύτερη παραγωγή, λειτουργεί κυρίως με φυγοκέντριση, όπου το διφασικό σύστημα αποτελεί λιγότερο από το 10%. [4][10][11]

4. ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΔΙΦΑΣΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΡΙΦΑΣΙΚΗΣ ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΗΣΗΣ

4.1. Αναγνώριση και υπολογισμός των οικονομικών παραμέτρων της παραγωγικής διαδικασίας διφασικού και τριφασικού ελαιοτριβείου

Για την οικονομική ανάλυση και αξιολόγηση ενός διφασικού και ενός τριφασικού ελαιοτριβείου, εξετάζεται ελαιουργική μονάδα μέσης δυναμικότητας με τα ακόλουθα δεδομένα:

- Δυναμικότητα επεξεργασίας ελαιοκάρπου του ελαιοτριβείου: 4 tn/h
- Ετήσια παραγωγή ελαιολάδου: 300 tn
- Το σύνολο της παραγωγής είναι εξαιρετικό παρθένο ελαιόλαδο

Με βάση τα παραπάνω δεδομένα, θα υπολογιστεί το κόστος επένδυσης του ελαιοτριβείου, οι λειτουργικές δαπάνες και τα έσοδα ετησίως. Οι υπολογισμοί θα γίνουν ξεχωριστά για την περίπτωση διφασικής και τριφασικής λειτουργίας.

Οι υπολογισμοί των λειτουργικών δαπανών γίνονται με βάση μοντέλα που στηρίζονται στα ισοζύγια μάζας των ελαιοτριβείων, σε συνδυασμό με αναλυτικά κόστη που ελήφθησαν από δύο ελαιοτριβεία μέσης δυναμικότητας του νομού Χανίων, το ένα διφασικό και το άλλο τριφασικό. Το κόστος του μηχανολογικού εξοπλισμού του ελαιοτριβείου λαμβάνεται έπειτα από συνεντεύξεις με εταιρίες κατασκευής και προμήθειας ελαιουργικών μηχανημάτων.

Ο υπολογισμός των εσόδων γίνεται με βάση την ετήσια παραγωγή ελαιολάδου, το εκθλιπτικό δικαίωμα, και την τιμή του εξαιρετικού παρθένου ελαιόλαδο ανά κιλό. Επιπλέον, υπολογίζονται και τα έσοδα από την πώληση της ελαιοπυρήνας με βάση τα ισοζύγια μάζας και την τιμή πώλησης της πυρήνας ανά τόνο.

4.1.1. Κόστος επένδυσης

Το κόστος της επένδυσης του ελαιοτριβείου αφορά την κατασκευή βιομηχανικού κτηρίου 500 m², την εγκατάσταση γραμμής παραγωγής ελαιολάδου δυναμικότητας 4 tn/h, την κατασκευή δεξαμενών αποθήκευσης ελαιολάδου και την προμήθεια ηλεκτροκίνητου κλαρκ.

Το κόστος του κτηρίου και της γραμμής παραγωγής θα θεωρεί ίδιο για την διφασική και την τριφασική λειτουργία, καθώς πέρα από τον τρόπο λειτουργίας του decanter δεν σημειώνονται άλλες διαφορές στην γραμμή παραγωγής ή στις κτηριακές απαιτήσεις. Στο κόστος επένδυσης στην τριφασική λειτουργία θα προστεθεί επιπλέον το κόστος για την κατασκευή εξατμισοδεξαμενής για την εναπόθεση του κασίγαρου του ελαιοτριβείου.

Στο κόστος δεν θα συμπεριληφθεί το κόστος αγοράς του οικοπέδου, καθώς θεωρείται ότι η μονάδα θα γίνει σε ήδη ιδιόκτητο οικόπεδο, σε επαρχιακή αγροτική περιοχή χαμηλού κόστους γης.

Κατασκευή βιομηχανικού κτηρίου

Το κτήριο έκτασης 500 m² θα στεγάζει την γραμμή παραγωγής, τα γραφεία του ελαιοτριβείου, και τις δεξαμενές αποθήκευσης ελαιολάδου. Στα 300 m² θα στεγάζεται η γραμμή παραγωγής και τα γραφεία, ενώ στα 200 m² οι δεξαμενές. Θα κτιστεί σε ιδιόκτητο οικόπεδο έκτασης 2000 m², εκ των οποίων τα 1500 m² θα αποτελούν την αυλή του ελαιοτριβείου στην οποία θα γίνεται η εκφόρτωση του ελαιοκάρπου των παραγωγών.

Η κατασκευή του κτηρίου θα είναι μεταλλική και το κόστος, ύστερα από συνεντεύξεις με ελαιοτριβεία που έχουν ανάλογη κατασκευή, εκτιμάται στα 250.000 €.

Μηχανολογικός εξοπλισμός

Η γραμμή παραγωγής του ελαιοτριβείου θα έχει δυναμικότητα επεξεργασίας ελαιοκάρπου 4 tn/h. Στον Πίνακα 4.1 παρουσιάζεται αναλυτικά ο μηχανολογικός εξοπλισμός που θα περιλαμβάνει η γραμμή παραγωγής.

Πίνακας 4.1. Μηχανολογικός εξοπλισμός γραμμής παραγωγής

α/α	Εξοπλισμός	Τεμ.
1	Χοάνη παραλαβής ελαιοκάρπου	1
2	Μεταφορική ταινία ελαιοκάρπου	1
3	Αποφυλλωτήριο ελαιοκάρπου	1
4	Πλυντήριο ελαιοκάρπου	1
5	Ζυγός ελαιοκάρπου	1
6	Σπαστήρας ελαιοκάρπου	1
7	Μαλακτήρες ελαιοζύμης	4
8	Αντλία ελαιοζύμης	1
9	Φυγοκεντρικός διαχωριστήρας 2 ή 3 φάσεων (Decanter)	1
10	Αναβατόρια τριφασικής πυρήνας	1
11	Αντλία μεταφοράς διφασικής πυρήνας	1
12	Σιλό αποθήκευσης διφασικής πυρήνας	1
13	Ελαιοδιαχωριστήρας	1
14	Ικρίωμα διαχωριστήρων	1
15	Λέβητας θερμού ύδατος	1
16	Ηλεκτρικός Πίνακας ελέγχου της λειτουργείας	1

Η εγκατεστημένη ισχύς της μονάδας θα κυμαίνεται από 90-117 KW και η κατανάλωση της ισχύος θα εξαρτάται από τον τρόπο λειτουργείας. Το κόστος του μηχανολογικού εξοπλισμού προκύπτει ύστερα από συνέντευξη με εταιρεία κατασκευής και προμήθειας εξοπλισμού ελαιοτριβείου και εκτιμάται στα 400.000 €.

Ελαιοδεξαμενές

Με την παραδοχή της ετήσιας παραγωγής ελαιολάδου 300 τόνων, απαιτείται η κατασκευή δεξαμενών συνολικής χωρητικότητας 300 τόνων. Συνεπώς θα κατασκευαστούν 6 δεξαμενές από ανοξείδωτο χάλυβα 304, χωρητικότητας 50 τόνων η κάθε μία. Το κόστος, με βάση τιμοκατάλογο από κατασκευαστή δεξαμενών, ανέρχεται στα 10.000 € για κάθε δεξαμενή και συνολικά 60.000 € για όλες τις δεξαμενές.

Κλάρκ

Για την διαχείριση των παλετοκιβωτίων ελαιοκάρπου είναι απαραίτητη η αγορά ηλεκτροκίνητου (απαίτηση HACCP) κλαρκ προκειμένου να ενδοδιακινούνται στην μονάδα και να αδειάζονται στην χοάνη παραλαβής ελαιοκάρπου της γραμμής

ελαιοτίβησης. Το κόστος αγοράς υπολογίζεται, σύμφωνα με τιμοκατάλογο προμηθευτή, στα 18.000 €.

Εξατμισοδεξαμενή

Στην περίπτωση της τριφασικής λειτουργίας απαιτείται η κατασκευή εξατμισοδεξαμενής για την εναπόθεση των υδατικών αποβλήτων (κασίγαρος) του ελαιοτριβείου. Σύμφωνα με τα ισοζύγια μάζας του Πίνακα 2.1 η παραγωγή 300 tn ελαιολάδου ισοδυναμεί με την παραγωγή με 1800 m³ κασίγαρου. Εκτιμάται ότι για την δεδομένη παραγωγή, η απαιτούμενη έκταση της εξατμισοδεξαμενής πρέπει να είναι περίπου 1500 m². Το κόστος κατασκευής ανά m² βρίσκεται βιβλιογραφικά ίσο με 10 €/m². Συνεπώς, το συνολικό κόστος που προκύπτει είναι 15.000 €. [19]

Στον Πίνακα 4.2 παρουσιάζεται συγκεντρωτικά το συνολικό κόστος που προκύπτει για την δημιουργία ελαιοτριβείου δυναμικότητας 4 tn/h, διφασικής και τριφασικής λειτουργίας.

Πίνακας 4.2. Συνολικός κόστος επένδυσης για την δημιουργία ελαιοτριβείου διφασικής και τριφασικής λειτουργία.

Έξοδα	Αξία (€)
Βιομηχανικό κτήριο 500 m ²	250.000
Μηχανολογικός εξοπλισμός γραμμής παραγωγής δυναμικότητας 4 tn/h	400.000
Ελαιοδεξαμενές συνολικής χωρητικότητας 300 tn	60.000
Ηλεκτροκίνητο κλαρκ	18.000
Συνολικό κόστος διφασικού ελαιοτριβείου	728.000
Εξατμισοδεξαμενή 1.500 m ²	15.000
Συνολικό κόστος τριφασικού ελαιοτριβείου	743.000

4.1.2. Λειτουργικές δαπάνες

Για τις ετήσιες λειτουργικές δαπάνες της παραγωγικής διαδικασίας του ελαιοτριβείου λαμβάνονται υπόψη οι εξής παράμετροι:

- Κόστος εργασίας προσωπικού
- Κόστος ηλεκτρικής ενέργειας
- Κόστος νερού
- Κόστος συντήρησης εξοπλισμού
- Λοιπά κόστη

Στους υπολογισμούς δεν λαμβάνεται υπόψη το κόστος του καυσίμου για την θέρμανση του νερού που χρησιμοποιείται στους μαλακτήρες και στους διαχωριστήρες, καθώς τα ελαιοτριβεία χρησιμοποιούν σαν καύσιμο πυρηνόξυλο, το οποίο τα περισσότερα προμηθεύονται χωρίς χρέωση από τα πυρηνελαιουργεία στα οποία πουλάνε την ελαιοπυρήνα τους.

Οι υπολογισμοί γίνονται με βάση μοντέλα που στηρίζονται στα ισοζύγια μάζας και ενέργειας για κάθε σύστημα παραγωγής και τιμές της αγοράς. Τα αποτελέσματα συγκρίνονται με πραγματικά αναλυτικά κόστη που ελήφθησαν από δύο ελαιοτριβεία μέσης δυναμικότητας του νομού Χανίων, ένα διφασικό και ένα τριφασικό, ώστε να βεβαιώνεται ότι δεν υπάρχουν σημαντικές αποκλίσεις με τα πραγματικά λειτουργικά κόστη ενός ελαιοτριβείου.

Κόστος εργασίας προσωπικού

Για τον υπολογισμό του εργατικού κόστους θεωρείται ότι το ελαιοτριβείο θα λειτουργεί ετησίως 90 ημέρες, κατά μέσο όρο 10 ώρες την ημέρα, από τον Νοέμβριο μέχρι τον Απρίλιο. Στο διάστημά αυτό θα απασχολούνται 3 εργάτες και ο υπεύθυνος παραγωγής (διαχειριστής ελαιοτριβείου).

Θεωρείται ότι οι εργάτες αμείβονται με 7 €/h, άρα η ετήσια αμοιβή για κάθε εργάτη θα είναι 6.300 € και συνεισώς 18.900 € και για τους 3 εργάτες.

Ο υπεύθυνος παραγωγής θεωρείται ότι αμείβεται μηνιαίως καθώς έχει τη συνολική ευθύνη της λειτουργίας του ελαιοτριβείου και της παραγωγικής διαδικασίας. Παράλληλα, οι αρμοδιότητες του μπορεί να απαιτούν να εργαστεί και ημέρες που δεν λειτουργεί το ελαιοτριβείο. Επιπλέον, συνήθως οι υπεύθυνοι παραγωγής έχουν μόνιμη σχέση εργασίας και δουλεύουν στο ελαιοτριβείο σε κάθε ελαιοκομική σεζόν, ενώ οι εργάτες είναι εποχικοί και μπορεί να αλλάζουν κάθε χρονιά. Η μηνιαία αμοιβή του εκτιμάται στα 1.700 € και συνεπώς 10.200 € για το διάστημα Νοέμβριος-Απρίλιος.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται το συνολικό ετήσιο κόστος εργασίας προσωπικού.

Πίνακας 4.3. Ετήσιο κόστος εργασίας προσωπικού

Προσωπικό	Αξία(€)
Εργάτες (3)	18.900
Υπεύθυνος ελαιοτριβείου (διαχειριστής)	10.200
Σύνολο	29.100

Κόστος ηλεκτρικής ενέργειας

Με βάση τα ισοζύγια μάζας και ενέργειας (Πίνακας 2.1) της διφασικής και τριφασικής λειτουργίας προκύπτει ότι η κατανάλωση ισχύος στην διφασική λειτουργία είναι μικρότερη. Το γεγονός αυτό δικαιολογείται από τη διαφορά λειτουργίας των δύο decanter. Στην διφασική λειτουργία, στο decanter δεν προστίθεται νερό, ενώ στην τριφασική λειτουργία για κάθε 1000 kg ελαιοκάρπου προστίθενται περίπου 1000 L νερού, γεγονός που απαιτεί αυξημένη κατανάλωση ενέργειας σε σχέση με τα διφασικά συστήματα. Συνεπώς, για τον υπολογισμό του κόστους ηλεκτρικής ενέργειας γίνεται η παραδοχή ότι στη διφασική λειτουργία καταναλώνονται 90 KW και στην τριφασική λειτουργία 100 KW.

Επιπλέον, θεωρείται ότι η ο συντελεστής χρησιμοποίησης της γραμμής είναι στο 60%, καθώς στα ελαιοτριβεία συχνά, και ιδιαίτερα τις τελευταίες εβδομάδες λειτουργίας που οι ποσότητες ελαιοκάρπου είναι μικρές, δεν λειτουργούν στην πλήρη δυναμικότητα των μαλακτήρων και του decanter. Συνεπώς αν το ελαιοτριβείο λειτουργεί 90 ημέρες

ετησίως, 10 ώρες την ημέρα και ληφθεί σαν κόστος ηλεκτρικού ρεύματος βιομηχανικής χρήσης τα 0,15 €/kWh, το ετήσιο κόστος ηλεκτρικής ενέργειας που προκύπτει είναι 8.100 € για την τριφασική λειτουργία και 7.290 € για την διφασική λειτουργία.

Κόστος νερού

Το ετήσιο κόστος του νερού υπολογίζεται με βάση τα ισοζύγια μάζας και το κόστος του νερού, που σύμφωνα με τις ισχύουσες τιμές είναι 0,83 €/m³ για κατανάλωση μέχρι 1000 m³ και 0,98 €/m³ για κατανάλωση άνω των 1000 m³. Με βάση τα δεδομένα αυτά προκύπτει:

- Στη διφασική λειτουργία καταναλώνονται περίπου 120 L νερού για την παραγωγή 200 kg ελαιολάδου. Άρα είναι (0,6 kg νερού/ kg ελαιολάδου) x 300 tn ελαιολάδου = 180 tn νερού ή 180 m³ νερού x 0,83 €/m³ ≈ 150 €.
- Στη τριφασική λειτουργία καταναλώνονται 1120 L νερού για την παραγωγή 200 kg ελαιολάδου. Τα 120 L καταναλώνονται στο πλυντήριο για την πλύση του ελαιοκάρπου (120 L νερό/1000 kg ελαιοκάρπου) και τα 1000 L καταναλώνονται στο decanter για τον διαχωρισμό του ελαιολάδου (1000 L νερό/1000 kg ελαιοκάρπου). Άρα είναι (5,6 kg νερού/ kg ελαιολάδου) x 300 tn ελαιολάδου = 1680 tn νερού και το συνολικό κόστος που προκύπτει είναι 1000 m³ νερού x 0,83 €/m³ + 680 m³ νερού x 0,98 €/m³ ≈ 1496 €.

Κόστος συντήρησης εξοπλισμού

Το κόστος συντήρησης του εξοπλισμού λαμβάνεται ίσο με 3.000 € ετησίως. Το κόστος αυτό προκύπτει ύστερα από ανάλυση του κόστους που λήφθηκε από δύο ελαιοτριβεία μέσης δυναμικότητας του νομού Χανίων και το οποίο συγκλίνει σε αυτό το νούμερο.

Λοιπά κόστη

Στα λοιπά κόστη συγκαταλέγονται τα έξοδα που παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.4.

Πίνακας 4.4. Λοιπά κόστη ελαιотριβείου

Έξοδα	Αξία (€)
Πιστοποίηση	1000
Τηλεπικοινωνίες	350
Απεντώμωση-Μυοκτονία	150
Μεταφορικά	800
Διάφορα	3000
Σύνολο	5300

Τα κόστη αυτά υπολογίζονται με βάση τα αναλυτικά κόστη που ελήφθησαν από τα δύο ελαιотριβεία.

Με βάση όλα τα παραπάνω στοιχεία, στον Πίνακα 4.5 παρουσιάζεται συγκεντρωτικά το σύνολο των ετήσιων λειτουργικών δαπανών διφασικών και τριφασικών ελαιотριβείων και το κόστος ανά κιλό ελαιολάδου που προκύπτει από τις δαπάνες αυτές και την ετήσια πρόβλεψη παραγωγής ελαιολάδου, για κάθε σύστημα παραγωγής ξεχωριστά.

Πίνακας 4.5. Συνολικές λειτουργικές δαπάνες ετησίως για διφασικό και τριφασικό σύστημα παραγωγής και κόστος ανά κιλό ελαιολάδου.

Έξοδα	Κόστος διφασικού συστήματος (€)	Κόστος τριφασικού συστήματος (€)
Εργατικά	29.100	29.100
Ρεύμα	7.290	8.100
Νερό	150	1.496
Συντήρηση	3.000	3.000
Λοιπά κόστη	5.300	5.300
Σύνολο	44.840	46.996
Παραγωγή (tn)	300	300
Κόστος €/kg	0,15	0,16

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 4.5, το συνολικό κόστος των λειτουργικών δαπανών, παρουσιάζει μικρές διαφορές ανάμεσα στα δύο συστήματα παραγωγής ελαιολάδου. Στο διφασικό σύστημα το κόστος που προκύπτει ανά κιλό ελαιολάδου είναι 0,15 €/kg ενώ στο τριφασικό 0,16 €/kg.

4.1.3. Έσοδα ελαιοτριβείου

Τα ετήσια έσοδα ενός ελαιοτριβείου προέρχονται από δύο πηγές. Η κύρια πηγή εσόδων είναι η αμοιβή του ελαιοτριβείου από τους ελαιοπαραγωγούς η οποία αντιστοιχεί περίπου σε 10% (εκθλιπτικό δικαίωμα) του παραγόμενου ελαιολάδου, το οποίο στην συνέχεια το ελαιοτριβείο εμπορεύεται. Η δεύτερη πηγή εσόδων είναι η πώληση του συνόλου της παραγόμενης ελαιοπυρήνας στα πυρηνελαιουργεία.

Σύμφωνα με στοιχεία της ΕΕ, ο μέσος όρος της τιμής του εξαιρετικού παρθένου ελαιολάδου την τελευταία δεκαετία (2010-2020) είναι 2,7 €/kg. Με βάση αυτή την τιμή, την πρόβλεψη ετήσιας παραγωγής 300 tn και το εκθλιπτικό δικαίωμα 10% του ελαιοτριβείου τα ετησία έσοδα εκτιμώνται στα 81.000 €.

Ο υπολογισμός των εσόδων από την πώληση της ελαιοπυρήνας γίνεται με βάση τα ισοζύγια μάζας και την τιμή πώλησης της ελαιοπυρήνας ανά τόνο. Στην τριφασική λειτουργία παράγονται 2,5 kg πυρήνα/kg ελαιολάδου, άρα ετησίως για παραγωγή 300 tn ελαιολάδου παράγονται 750 tn τριφασική πυρήνα. Η σημερινή τιμή της τριφασικής ελαιοπυρήνας, σύμφωνα με εκτιμήσεις της αγοράς είναι 15€/tn, ωστόσο το ελαιοτριβείο πληρώνει τα έξοδα μεταφοράς που είναι περίπου 7 €/tn, συνεπώς η τιμή της πυρήνας διαμορφώνεται στα 8 €/tn για το ελαιοτριβείο και ετησίως 6.000 €.

Στην διφασική λειτουργία παράγονται 4 kg πυρήνα/kg ελαιολάδου, άρα ετησίως 1200 tn διφασικής ελαιοπυρήνας. Ο μέσο όρος της τιμής της την τελευταία πενταετία είναι 9€/tn και η σημερινή τιμή της 7 €/tn, χαμηλότερη σε σχέση με της τριφασικής λόγω της σύστασης της και της υψηλής περιεκτικότητας της σε υγρασία, τα οποία δυσκολεύουν την επεξεργασία της. Έτσι, το κόστος μεταφοράς της στα πυρηνελαιουργεία, υπερκαλύπτει την τιμή της. Συνεπώς, στην περίπτωση της διφασικής λειτουργίας, δεν υπολογίζεται στα έσοδα η πώληση της ελαιοπυρήνας.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται συγκεντρωτικά τα ετήσια έσοδα για κάθε ελαιοτριβείο.

Πίνακας 4.6. Ετήσια έσοδα διφασικού και τριφασικού ελαιοτριβείου.

Έσοδα	Διφασικό σύστημα (€)	Τριφασικό σύστημα (€)
Πώληση ελαιολάδου	81.000	81.000
Πώληση ελαιοπυρήνας	-	6.000
Σύνολο	81.000	87.000

Όπως φαίνεται στο Πίνακα 4.6 τα ετήσια έσοδα στην τριφασική λειτουργία είναι υψηλότερα κατά 7,4 % σε σχέση με την διφασική λειτουργία γεγονός που αποδίδεται στην πώληση της τριφασικής ελαιοπυρήνας.

4.2 Οικονομική αξιολόγηση επένδυσης διφασικού και τριφασικού ελαιοτριβείου

Για την αξιολόγηση της επένδυσης θα χρησιμοποιηθούν τα παρακάτω κριτήρια οικονομικής αποδοτικότητας:

- Καθαρή Παρούσα Αξία (Net Present Value, NPV/ ΚΠΑ)
- Εσωτερικός Συντελεστής Απόδοσης (Internal Rate of Return, IRR)

Η Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ) είναι το άθροισμα των ετήσιων καθαρών χρηματοροών της επένδυσης σε όλο τον χρονικό ορίζοντα λειτουργίας της μονάδας, προεξοφλημένων στο παρόν. Δίνεται από τον ακόλουθο τύπο:

$$ΚΠΑ = \sum_{j=0}^t C_j (1+i)^{-j}$$

Όπου:

C_j , η ετήσια καθαρή χρηματοροή της επένδυσης

C_0 , η δαπάνη που καταβάλλεται το χρόνο 0 (στο παρόν) για την υλοποίηση της επένδυσης (αρνητική χρηματοροή)

i , το επιτόκιο προεξόφλησης

Το επιτόκιο προεξόφλησης, i , είναι καθοριστικό για την τιμή της ΚΠΑ και όσο υψηλότερο είναι, τόσο μεγαλύτερη είναι η χρονική αξία του χρήματος και τόσο μικρότερη η σημερινή αξία μελλοντικών κερδών (μικρότερη ΚΠΑ). Επιλέγεται με βάση την προσδοκώμενη απόδοση της επένδυσης, τη σχέση με τις τρέχουσες αποδόσεις συμβατικών επενδύσεων (τραπεζικά επιτόκια) και συνυπολογίζοντας το ρίσκο του εγχειρήματος.

Για να είναι το σχέδιο της επένδυσης αποδεκτό και βιώσιμο θα πρέπει $ΚΠΑ > 0$. Σε περίπτωση που $ΚΠΑ < 0$ το σχέδιο της επένδυσης απορρίπτεται, ενώ σε περίπτωση που $ΚΠΑ = 0$ το σχέδιο της επένδυσης έχει οριακή απόδοση.

Ο Εσωτερικός Συντελεστής Απόδοσης είναι το επιτόκιο στο οποίο η Καθαρή Παρούσα Αξία μηδενίζεται, δηλαδή η παρούσα αξία των θετικών χρηματοροών εξισώνεται με την παρούσα αξία των αρνητικών χρηματοροών, δηλαδή επιστρέφεται το ποσό που επενδύθηκε. Για τον υπολογισμό του επιλύεται η εξίσωση της ΚΠΑ ($=0$) ως προς $i = IRR$.

Για την αξιολόγηση της επένδυσης, το IRR συγκρίνεται με ένα επιτόκιο αναφοράς i_R το οποίο είναι ανάλογο με τις τρέχουσες αποδόσεις συμβατικών επενδύσεων (τραπεζικά επιτόκια) ή είναι το επιτόκιο προεξόφλησης που χρησιμοποιείται στον υπολογισμό της ΚΠΑ. Αν $IRR > i_R$ τότε το σχέδιο της επένδυσης είναι αποδεκτό, αν $IRR < i_R$ το σχέδιο της επένδυσης απορρίπτεται και αν $IRR = i_R$ το σχέδιο της επένδυσης έχει οριακή απόδοση.

Η αξιολόγηση της επένδυσης ελαιτριβείου θα εξεταστεί ξεχωριστά για διφασικό και τριφασικό σύστημα. Για τον υπολογισμό των κριτηρίων ΚΠΑ και IRR, επιλέγεται χρονικός ορίζοντας λειτουργίας 10 ετών και επιτόκιο προεξόφλησης 8%. Θεωρείται, επίσης, ότι η επένδυση υπάγεται στον Νέο Αναπτυξιακό Νόμο και επιδοτείται το 35% του συνολικού κόστους. Το υπόλοιπο κόστος της επένδυσης καλύπτεται κατά 45% από ίδια κεφάλαια και κατά 20% από δάνειο με επιτόκιο 6%.

4.2.1. Αξιολόγηση επένδυσης διφασικού ελαιοτριβείου

Στον Πίνακα 4.7 παρουσιάζονται συγκεντρωτικά όλα τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται για τους υπολογισμούς των ετήσιων καθαρών χρηματοροών, της Καθαρής Παρούσας αξίας (ΚΠΑ) και του Εσωτερικού Συντελεστή Απόδοσης (IRR). Τα αποτελέσματα των υπολογισμών παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.8.

Πίνακας 4.7. Δεδομένα για υπολογισμό χρηματοροών, ΚΠΑ, IRR - διφασικό ελαιοτριβείο

1) Κόστος πάγιας επένδυσης	χιλ.€	Αποσβέσεις*		
		Συντελεστής απόσβεσης	Ετήσια απόσβεση	Χρόνια απόσβεσης
Κτηριακά	250	5%	8,13	20
Εξοπλισμός	460	10%	29,9	10
Κλαρκ	18	20%	2,34	5
Συνολικό κόστος	728			
2) Χρηματοδοτικό σχήμα		Ποσοστό	χιλ. €	
Ιδία κεφάλαια		45%	327,6	
Επιδότηση		30%	254,8	
Δάνειο: 10ετές, επιτόκιο 6%		20%	145,6	
3) Στοιχεία παραγωγικής λειτουργίας της επένδυσης				
Ύψος παραγωγής (tn/έτος)			300	
Δικαίωμα Ελαιοτριβείου			10%	
Τιμή ελαιολάδου (€/kg)			2,7	
Παραγωγή ελαιοπυρήνας (tn)			1200	
Τιμή ελαιοπυρήνα (€/kg)			-	
Λειτουργικές δαπάνες (χιλ€/έτος)			44,84	
4) Λοιπές πληροφορίες				
Φορολογικός συντελεστής			24%	
Υπολειμματική Αξία: 10ο έτος, χιλ€ (25% του κόστους επένδυσης)			182	
Επιτόκιο προεξόφλησης			8%	
*Στις αποσβέσεις υπολογίζεται και το ποσοστό της επιδότησης				

Πίνακας 4.8. Ετήσιες χρηματοροές, ΚΠΑ και IRR επένδυσης - διφασικό ελαιολιβερό

Έτος	Έσοδα Ελαιολάδου (χιλ. €)	Έσοδα Ελαιοπυρήνα (χιλ. €)	Λειτουργικές Δαπάνες (χιλ. €)	Αποσβέσεις (χιλ. €)	Τόκοι (χιλ. €)	Κέρδη προ Φόρων (χιλ. €)	Κέρδη μέτα Φόρων (χιλ. €)	Καθαρές Χρηματοροές (χιλ. €)	
0								-327,60	
1	81	0	44,84	40,37	8,74	-12,94	-12,94	16,38	
2	81	0	44,84	40,37	8,07	-12,28	-12,28	16,38	
3	81	0	44,84	40,37	7,37	-11,58	-11,58	16,38	
4	81	0	44,84	40,37	6,63	-10,83	-10,83	16,38	
5	81	0	44,84	40,37	5,84	-10,04	-10,04	16,38	
6	81	0	44,84	38,03	5,00	-6,86	-6,86	16,38	
7	81	0	44,84	38,03	4,11	-5,98	-5,98	16,38	
8	81	0	44,84	38,03	3,17	-5,04	-5,04	16,38	
9	81	0	44,84	38,03	2,18	-4,04	-4,04	16,38	
10	81	0	44,84	38,03	1,12	-2,98	-2,98	198,38	
								ΚΠΑ	-133,40
								IRR	0,69%

Από την ανάλυση των χρηματοροών παρατηρείται ότι η τιμή της ΚΠΑ είναι αρνητική και ο IRR είναι μικρότερος του επιτοκίου προεξόφλησης, άρα δεν επιστρέφονται τα κεφάλαια που επενδύθηκαν. Συνεπώς, το σχέδιο της επένδυσης με τα επιλεγμένα δεδομένα παραγωγής και κόστους, δεν είναι αποδεκτό.

4.2.2. Αξιολόγηση επένδυσης τριφασικού ελαιοτριβείου

Αντίστοιχα, για την επένδυση σε τριφασικό ελαιοτριβείο, στον Πίνακα 4.9 παρουσιάζονται συγκεντρωτικά τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται για τους υπολογισμούς χρηματορρών, ΚΠΑ και IRR. Τα αποτελέσματα των υπολογισμών παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.10.

Πίνακας 4.9. Δεδομένα για υπολογισμό χρηματορρών, ΚΠΑ, IRR - τριφασικό ελαιοτριβείο

1) Κόστος πάγιας επένδυσης	χιλ.€	Αποσβέσεις*		
		Συντελεστής απόσβεσης	Ετήσια απόσβεση	Χρόνια απόσβεσης
Κτηριακά	250	5%	8,13	20
Εξοπλισμός	460	10%	29,90	10
Κλαρκ	18	20%	2,34	5
Εξατμισοδεξαμενή	15	6%	0,59	17
Συνολικό κόστος	743			
2) Χρηματοδοτικό σχήμα	Ποσοστό		χιλ. €	
Ιδία κεφάλαια	45%		334,35	
Επιδότηση	35%		260,05	
Δάνειο: 10ετές, επιτόκιο 6%	20%		148,6	
3) Στοιχεία παραγωγικής λειτουργίας της επένδυσης				
Υψος παραγωγής (tn/έτος)	300			
Δικαίωμα Ελαιοτριβείου	10%			
Τιμή ελαιολάδου (€/kg)	2,7			
Παραγωγή ελαιοπυρήνας (tn)	750			
Τιμή ελαιοπυρήνα (€/kg)	8			
Λειτουργικές δαπάνες (χιλ€/έτος)	47,15			
4) Λοιπές πληροφορίες				
Φορολογικός συντελεστής	24%			
Υπολειμματική Αξία: 10ο έτος, χιλ€ (25% του κόστους επένδυσης)	186			
Επιτόκιο προεξόφλησης	8%			
*Στις αποσβέσεις υπολογίζεται και το ποσοστό της επιδότησης				

Πίνακας 4.10. Ετήσιες χρηματοροές, ΚΠΑ και IRR επένδυσης - τριφασικό ελαιοτριβείο

Έτος	Έσοδα Ελαιολάδου (χιλ. €)	Έσοδα Ελαιοπυρήνα (χιλ. €)	Λειτουργικές Δαπάνες (χιλ. €)	Αποσβέσεις (χιλ. €)	Τόκοι (χιλ. €)	Κέρδη προ Φόρων (χιλ. €)	Κέρδη μέτα Φόρων (χιλ. €)	Κέρδη μέτα Φόρων (χιλ. €)	
0								-334,35	
1	81	6	46,99	40,95	8,92	-9,86	-9,86	19,82	
2	81	6	46,99	40,95	8,24	-9,18	-9,18	19,82	
3	81	6	46,99	40,95	7,52	-8,46	-8,46	19,82	
4	81	6	46,99	40,95	6,76	-7,70	-7,70	19,82	
5	81	6	46,99	40,95	5,96	-6,90	-6,90	19,82	
6	81	6	46,99	38,61	5,10	-3,70	-3,70	19,82	
7	81	6	46,99	38,61	4,20	-2,80	-2,80	19,82	
8	81	6	46,99	38,61	3,24	-1,84	-1,84	19,82	
9	81	6	46,99	38,61	2,22	-0,82	-0,82	19,82	
10	81	6	46,99	38,61	1,14	0,26	0,20	205,51	
								ΚΠΑ	-115,35
								IRR	1,8%

Όπως και στην περίπτωση του διφασικού, η επένδυση σε τριφασικό ελαιοτριβείο παρουσιάζει αρνητική ΚΠΑ και IRR μικρότερο του επιτοκίου προεξόφλησης. Συνεπώς, το επενδυτικό σχήμα δεν είναι αποδεκτό. Παράλληλα, παρατηρείται ότι οι τιμές των IRR και ΚΠΑ είναι μεγαλύτερες στην περίπτωση του τριφασικού ελαιοτριβείου παρόλο το υψηλότερο κόστος επένδυσης και τις υψηλότερες λειτουργικές δαπάνες, γεγονός που δικαιολογείται από τα πρόσθετα έσοδα από την ελαιοπυρήνα που εισπράττει το τριφασικό ελαιοτριβείο σε σχέση με το διφασικό.

4.2.3. Ανάλυση ευαισθησίας IRR για την επένδυση διφασικού ελαιοτριβείου

Όπως φάνηκε στην παράγραφο 4.2.1. από την ανάλυση των ετήσιων χρηματοροών, οι τιμές των ΚΠΑ και IRR καθιστούν μη αποδεκτό το επενδυτικό σχήμα για την δημιουργία διφασικού ελαιοτριβείου. Στην παράγραφο αυτή, θα γίνει ανάλυση ευαισθησίας του δείκτη IRR ως προς τα δεδομένα παραγωγής, δικαιώματος ελαιοτριβείου και τιμής ελαιολάδου, για να προσδιοριστούν τα μεγέθη στα οποία η επένδυση αρχίζει να γίνεται βιώσιμη.

Η ανάλυση πραγματοποιείται μόνο για την περίπτωση διφασικού ελαιοτριβείου καθώς όπως έχει ήδη αναφερθεί στην παράγραφο 3.2, η τάση στην αγορά τα τελευταία, τουλάχιστον, πέντε χρόνια είναι η επένδυση μόνο σε διφασικά συστήματα.

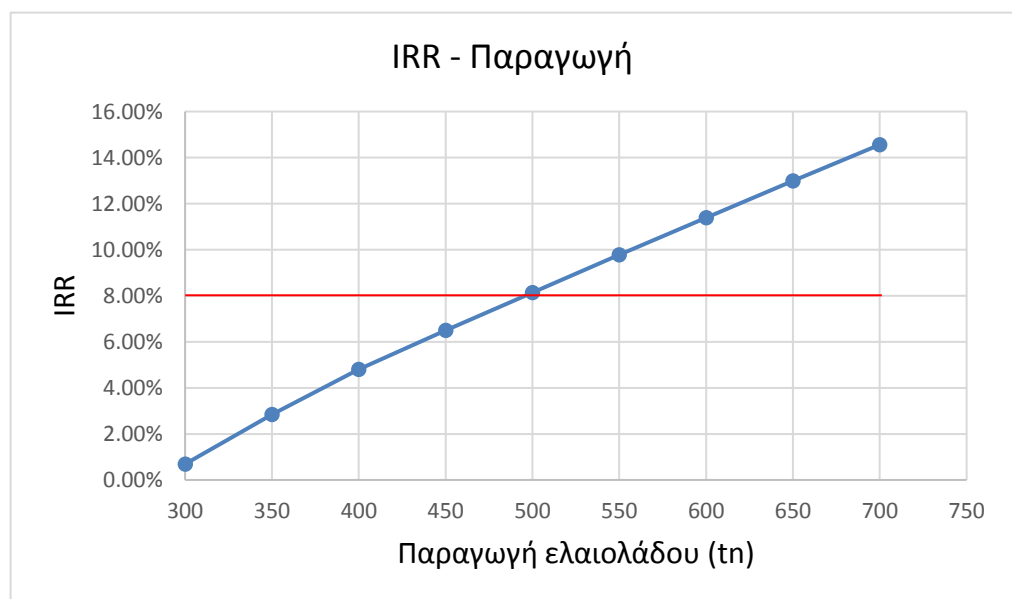
Ευαισθησία IRR ως προς το μέγεθος της παραγωγής

Στους υπολογισμούς που γίνονται στην παράγραφο 4.2.1, η ετήσια παραγωγή λαμβάνεται στους 300 tn. Θεωρείται, ότι με τον ίδιο εξοπλισμό και την γραμμή παραγωγής δυναμικότητας 4 tn ελαιοκάρπου/hr, ένα ελαιοτριβείο μέσης δυναμικότητας μπορεί να φτάσει την παραγωγή ετησίως έως και 700 tn. Συνεπώς στο μοντέλο ανάλυσης των χρηματοροών επιλέγεται ύψος παραγωγής από 300 tn έως 700 tn και σημειώνεται η μεταβολή του δείκτη IRR. Σε κάθε αύξηση του ύψους παραγωγής προσαρμόζονται ανάλογα και οι λειτουργικές δαπάνες με βάση την τιμή 0,15 €/kg ελαιολάδου που υπολογίστηκε στην παράγραφο 4.1.2. Το εκθλιπτικό δικαίωμα του ελαιοτριβείου (10%) και η τιμή του ελαιολάδου (2,7 €/kg) παραμένουν σταθερά και δεν μεταβάλλονται. Ο Εσωτερικό Συντελεστής Απόδοσης (IRR) συγκρίνεται με το επιτόκιο προεξόφλησης $i=8\%$.

Στο Σχήμα 4.1 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα και το διάγραμμα της ανάλυσης ευαισθησίας.

Σχήμα 4.1. Ευαισθησία IRR στη μεταβολή της παραγωγής ελαιολάδου

Παραγωγή ελαιολάδου (tn)	IRR
300	0,69%
350	2,84%
400	4,81%
450	6,49%
500	8,14%
550	9,77%
600	11,39%
650	12,98%
700	14,56%



Όπως φαίνεται στο Σχήμα 4.1, ο IRR αυξάνεται γραμμικά με την αύξηση της παραγωγής ελαιολάδου. Συγκρίνοντας τον IRR με το επιτόκιο προεξόφλησης που έχει ληφθεί 8%, παρατηρείται ότι μέχρι περίπου 460 τόνους παραγωγής η επένδυση δεν είναι αποδεκτή καθώς ο IRR είναι χαμηλότερος του 7%. Για 470-520 τόνους η απόδοση της επένδυσης είναι οριακή καθώς ο IRR είναι κοντά στο 8%, ενώ για παραγωγή πάνω από 530 τόνους ο IRR υπερβαίνει το 9% και συνεπώς η επένδυση είναι αποδεκτή. Συμπερασματικά, όσο αυξάνεται το ύψος της παραγωγής της μονάδας, τόσο αυξάνεται και η απόδοση της επένδυσης.

Ευαισθησία IRR ως προς δικαίωμα ελαιοτριβείου και τιμή ελαιολάδου

Σε αυτή την ανάλυση διατηρείται σταθερή η παραγωγή ελαιολάδου στους 300 tn και μεταβάλλεται το εκθλιπτικό δικαίωμα του ελαιοτριβείου από 10% έως 15% και η τιμή του ελαιολάδου από 2,7 €/kg, που είναι ο μέσος όρος της δεκαετία 2010-2020, μέχρι 3,5 €/kg που είναι η υψηλότερη τιμή που σημειώθηκε στην Ελλάδα την δεκαετία αυτή, με βάση στοιχεία της ΕΕ. Στον παρακάτω Πίνακα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης ευαισθησίας.

Πίνακας 4.11. Ευαισθησία IRR στις μεταβολές του εκθλιπτικού δικαιώματος και της τιμής ελαιολάδου

Τιμή (€/kg) \ Δικαίωμα (%)	2,7	2,8	2,9	3	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5
10	0,69%	1,82%	2,90%	3,90%	4,85%	5,70%	6,54%	7,37%	8,19%
11	3,60%	4,67%	5,62%	6,54%	7,45%	8,35%	9,25%	10,14%	11,03%
12	6,04%	7,03%	8,02%	9,00%	9,98%	10,95%	11,91%	12,86%	13,81%
13	8,27%	9,33%	10,38%	11,43%	12,47%	13,50%	14,52%	15,54%	16,56%
14	10,46%	11,59%	12,71%	13,81%	14,92%	16,01%	17,10%	18,18%	19,26%
15	12,63%	13,81%	15,00%	16,17%	17,33%	18,49%	19,64%	20,79%	21,93%

Όπως φαίνεται στο Πίνακα 4.11, ο δείκτης IRR αυξάνεται γραμμικά με την αύξηση του δικαιώματος και της τιμής ελαιολάδου. Για δικαίωμα 10% ο δείκτης IRR παραμένει μικρότερος του 8% (επιτόκιο προεξόφλησης), για όλες τις τιμές ελαιολάδου, και συνεπώς η επένδυση δεν είναι αποδεκτή, εκτός από την τιμή 3,5 €/kg όπου η επένδυση είναι οριακή. Για τιμή ελαιολάδου 2,7 €/kg η επένδυση αρχίζει να γίνεται αποδεκτή για

δικαίωμα πάνω από 12%. Τέλος για δικαίωμα 13% και πάνω η επένδυση αποδίδει για όλες τις τιμές ελαιολάδου. Από το γεγονός αυτό, προκύπτει το συμπέρασμα ότι ο IRR, για το εύρος των πιθανών διακυμάνσεων, έχει μεγαλύτερη ευαισθησία στη μεταβολή του δικαιώματος του ελαιοτριβείου, από ότι στη μεταβολή της τιμής ελαιολάδου.

4.2.4. Αξιολόγηση επένδυσης διφασικού ελαιοτριβείου που εκτελεί και εμπορική δραστηριότητα

Στην Ελλάδα, τα περισσότερα ελαιοτριβεία, πέρα από την βιομηχανική τους δραστηριότητα που είναι η έκθλιψη του ελαιοκάρπου από την οποία αμείβονται με δικαίωμα έναντι του παραγόμενου ελαιολάδου, εκτελούν και εμπορική δραστηριότητα πουλώντας ένα μεγάλο ποσοστό του συνολικού παραγόμενου ελαιολάδου, με περιθώριο κέρδους περίπου 5%, σύμφωνα με εκτιμήσεις της αγοράς.

Στο πλαίσιο αυτό, εξετάζεται ξεχωριστά η περίπτωση κατά την οποία το ελαιοτριβείο, πέρα από τα έσοδα από την πώληση του ελαιολάδου που προέρχεται από το εκθλιπτικό δικαίωμα του 10%, εμπορεύεται και το 50% της συνολικής παραγωγής ελαιολάδου, ήτοι 150 τόνους, με κέρδος 0,15€/kg, άρα 22.500 € ετησίως.

Αναλύοντας τις ετήσιες χρηματοροές, χρησιμοποιώντας τα ίδια δεδομένα με τον Πίνακα 4.7, η ΚΠΑ προκύπτει -4,97 χιλ. € και ο IRR 7,73% καθιστώντας την επένδυση οριακή. Πραγματοποιώντας ανάλυση ευαισθησίας του δείκτη IRR ως προς τη μεταβολή του ύψους παραγωγής από 300 έως 700 τόνους, προκύπτει ότι για παραγωγή 330 τόνων και πάνω, ο IRR είναι μεγαλύτερος του 9% και συνεπώς η επένδυση είναι αποδεκτή, με την απόδοση να αυξάνεται γραμμικά με την αύξηση της παραγωγής. Τέλος, πραγματοποιώντας ανάλυση ευαισθησίας ως προς την μεταβολή του εκθλιπτικού δικαιώματος από 10 έως 15%, προκύπτει ότι για δικαίωμα 11% και πάνω ο IRR είναι μεγαλύτερος του 9% και συνεπώς η επένδυση είναι αποδεκτή, με την απόδοση να αυξάνεται γραμμικά με την αύξηση του δικαιώματος.

4.3 Συμπεράσματα

Από την αναγνώριση και τον υπολογισμό των οικονομικών παραμέτρων της διφασικής και της τριφασικής ελαιοτρίβησης προέκυψαν συμπεράσματα σχετικά με τις λειτουργικές δαπάνες και τα έσοδα των δύο τεχνολογιών.

Οι λειτουργικές δαπάνες υπολογίστηκαν 0,15 €/kg για το διφασικό σύστημα και 0,16 €/kg για το τριφασικό σύστημα. Στο διφασικό σύστημα εμφανίζονται οριακά χαμηλότερες γεγονός που οφείλεται στη λειτουργία του διφασικού decanter το οποίο καταναλώνει λιγότερο νερό και ενέργεια από το τριφασικό.

Από την παραγωγή 300 τόνων ελαιολάδου, με εκθλιπτικό δικαίωμα 10% και τιμή 2,7 €/kg προκύπτουν έσοδα 81.000 € για το διφασικό ελαιοτριβείο και 87.000 € στο τριφασικό. Τα έσοδα στο τριφασικό σύστημα είναι αυξημένα κατά 7% γεγονός που οφείλεται στην τιμή πώλησης της τριφασικής ελαιοπυρήνας στα πυρηνελαιουργεία. Η διφασική ελαιοπυρήνα λόγω της υψηλής περιεκτικότητας σε υγρασία και της σύστασης της επεξεργάζεται δυσκολότερα και με υψηλότερο κόστος στα πυρηνελαιουργεία, τα οποία μέχρι στιγμής, στην πλειοψηφία τους, δεν διαθέτουν την κατάλληλη τεχνολογία για να την επεξεργαστούν αποδοτικά. Έτσι, η τιμή πώλησης της είναι χαμηλή και δεν καλύπτει το κόστος μεταφοράς της, που επιβαρύνεται το ελαιοτριβείο και συνεπώς δεν αποτελεί έσοδο για τα διφασικά ελαιοτριβεία.

Η αξιολόγηση της επένδυσης για κάθε σύστημα έγινε με την ανάλυση των ετήσιων χρηματοροών και την μέτρηση των δεικτών ΚΠΑ και IRR. Και στις δύο περιπτώσεις η τιμή της ΚΠΑ βγήκε αρνητική και ο IRR μικρότερος του επιτοκίου προεξόφλησης, καθιστώντας την επένδυση μη αποδεκτή. Οι δείκτες ΚΠΑ και IRR του τριφασικού συστήματος είχαν καλύτερες τιμές από το διφασικό, παρόλο το υψηλότερο κόστος επένδυσης και τις υψηλότερες λειτουργικές δαπάνες, λόγω των υψηλότερων εσόδων του τριφασικού από την ελαιοπυρήνα.

Πραγματοποιήθηκε ανάλυση ευαισθησίας του δείκτη IRR στη μεταβολή της ετήσιας παραγωγής ελαιολάδου, του εκθλιπτικού δικαιώματος και της τιμής ελαιολάδου για το διφασικό σύστημα. Τα συμπεράσματα που προέκυψαν είναι ότι η επένδυση αποκτά οριακή απόδοση για 470-520 τόνους παραγωγής, ενώ για παραγωγή 530 τόνους και πάνω η επένδυση αποδίδει τα επενδυμένα κεφάλαια. Συνεπώς όσο μεγαλύτερη είναι η ετήσια παραγωγή τόσο αποδοτικότερη γίνεται η επένδυση.

Παράλληλα, όσο αυξάνεται το ποσοστό του εκθλιπτικού δικαιώματος και η τιμή του ελαιολάδου τόσο αυξάνεται και η απόδοση της επένδυσης. Παρατηρήθηκε ότι ο IRR, για το εύρος των πιθανών διακυμάνσεων, είχε μεγαλύτερη ευαισθησία στη μεταβολή του δικαιώματος καθώς για δικαίωμα από 13 % και πάνω η επένδυση είναι αποδεκτή για όλες τις τιμές ελαιολάδου. Με βάση το γεγονός αυτό προκύπτει το συμπέρασμα ότι για να γίνει βιώσιμη η επένδυση σε μία μονάδα που παράγει λιγότερο από 500 τόνους το χρόνο, το κύριο εργαλείο είναι η αύξηση του εκθλιπτικού δικαιώματος καθώς η τιμή του ελαιολάδου καθορίζεται από την διεθνή αγορά και έχει πτωτική τάση τα τελευταία τέσσερα χρόνια στην Ελλάδα, με χαρακτηριστικό παράδειγμα την ελαιοκομική χρονιά 2019-2020 που η τιμή έφτασε χαμηλότερα από 2,50 €/kg ελαιολάδου.

Τέλος, πραγματοποιήθηκε αξιολόγηση της επένδυσης σε περίπτωση που το ελαιοτριβείο εμπορεύεται και το 50% της συνολικής παραγωγής ελαιολάδου, ήτοι 150 τόνους, με κέρδος 0,15 €/kg. Υπολογίζοντας τους δείκτες ΚΠΑ (-4,97 χιλ.€) και IRR (7,73%) η επένδυση κρίνεται οριακή, ωστόσο πραγματοποιώντας ανάλυση ευαισθησίας του δείκτη IRR προκύπτει ότι για ετήσια παραγωγή από 330 τόνους και πάνω η επένδυση γίνεται αποδεκτή με $IRR > 9\%$ καθώς και για εκθλιπτικό δικαίωμα μεγαλύτερο του 10% η επένδυση γίνεται αποδεκτή με $IRR > 9\%$.

5. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΗ ΜΕΤΑΒΑΣΗ ΣΤΗΝ ΠΥΡΗΝΕΛΑΙΟΥΡΓΙΚΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ

5.1 Προϊόντα και παραγωγική διαδικασία πυρηνελαιουργείου

5.1.1 Προϊόντα

Τα πυρηνελαιουργεία αποτελούν βιομηχανικές μονάδες μεταποίησης με εξειδίκευση στην επεξεργασία της ελαιοπυρήνας. Αποτελούν χαρακτηριστικό παράδειγμα κυκλικής οικονομίας καθώς επεξεργάζονται το κύριο παραπροϊόν των ελαιοτριβείων, την ελαιοπυρήνα, η οποία υπό άλλες συνθήκες θα αποτελούσε απόβλητο, όπως ο κασίγαρος, και σημαντικό πρόβλημα περιβαλλοντικής διαχείρισης. Παράλληλα, με το πέρας της παραγωγικής διαδικασίας του πυρηνελαιουργείου έχει αξιοποιηθεί σχεδόν το 100% του ελαιοκάρπου. Με την κατάλληλη επεξεργασία της ελαιοπυρήνας τα πυρηνελαιουργεία παράγουν πυρηνέλαιο (ακατέργαστο), πυρηνόξυλο (βιοκαύσιμο) και λάδι repaso.

Πυρηνέλαιο

Το πυρηνέλαιο είναι το λάδι που λαμβάνεται μετά την επεξεργασία της ελαιοπυρήνας. Η επεξεργασία περιλαμβάνει την ξήρανση της ελαιοπυρήνας, την εκχύλιση, με συχνότερο διαλύτη το εξάνιο και την απόσταξη της υγρής φάσης για την παραλαβή του πυρηνελαίου. Το προϊόν αυτό είναι το ακατέργαστο πυρηνέλαιο το οποίο δεν είναι βρώσιμο και χαρακτηρίζεται από σκούρο πράσινο χρώμα, έντονη οσμή, υψηλή οξύτητα και υψηλή περιεκτικότητα σε ξένες ύλες. Το ακατέργαστο πυρηνέλαιο στην συνέχεια, οδηγείται σε ραφίναριες για εξευγενισμό. Το εξευγενισμένο πυρηνέλαιο αναμιγνύεται με μικρό ποσοστό παρθένου ή εξαιρετικά παρθένου ελαιολάδου για τη βελτίωση της γεύσης, του χρώματος και του αρώματος και διατίθεται ως «πυρηνέλαιο» στην αγορά για κατανάλωση. Είναι υποδεέστερο σε ποιότητα από το ελαιόλαδο αλλά είναι καλύτερο από όλα τα σπορέλαια που κυκλοφορούν στην αγορά διότι διατηρεί τη βασική σύσταση του ελαιολάδου με κύριο δομικό χαρακτηριστικό του το μονοακόρεστο λιπαρό οξύ, το ελαϊκό οξύ. Είναι κατάλληλο για όλα τα είδη μαγειρέματος, ιδιαίτερα για τηγάνισμα [20]

Πυρηνόξυλο

Μετά την εξαγωγή του πυρηνελαίου από την ελαιοπυρήνα απομένει ένα στερεό υπόλειμμα που είναι γνωστό σαν πυρηνόξυλο. Το πυρηνόξυλο χρησιμοποιείται σαν καύσιμο και αποτελείται από τον πυρήνα της ελιάς που είναι ξυλώδης και κατακερματισμένος, από την ψίχα της ελιάς που είναι αποξηραμένη υπό μορφή σκόνης και από την φλούδα του καρπού που είναι επίσης υπό μορφή σκόνης. Η υγρασία του κυμαίνεται από 12-15% ενώ περιέχει και υπολείμματα λαδιού της τάξης του 0,5-1,2%. Έχει υψηλή θερμογόνο δύναμη που κυμαίνεται από 3.000 - 5.000 kcal/kg, ανάλογα με τις συνθήκες καύσης. Από περιβαλλοντικής άποψης, είναι σημαντική η πολύ χαμηλή έως αμελητέα περιεκτικότητα του καυσίμου σε θείο καθώς και η απουσία τοξικών ενώσεων και βαρέων μετάλλων. Χρησιμοποιείται σαν καύσιμο στα ελαιοτριβεία και στα πυρηνελαιουργεία, αλλά και σε κατοικίες και άλλες βιομηχανίες, ιδιαιτέρως σε περιφέρειες με μεγάλη παραγωγή ελαιολάδου όπως η Πελοπόννησος και η Κρήτη. [34]

Στην περίπτωση της διφασικής ελαιοπυρήνας, η ελαιοπυρήνα, πριν την επεξεργασίας της, περνάει από μία φυγόκεντρο (εκπυρηνωτής), από την οποία εξάγεται ένα ποσοστό καθαρού πυρηνόξυλου, το οποίο ουσιαστικά είναι το ξυλώδες μέρος (κουκούτσι) της ελαιοπυρήνας, ενώ το υπόλοιπο εξάγεται κανονικά με την διαδικασία της εκχύλισης. Σαν προϊόν έχει μεγαλύτερη αξία, καθώς έχει καλύτερη απόδοση και είναι άοσμο κατά την καύση.

Λάδι Repaso

Στην περίπτωση της διφασικής ελαιοπυρήνας, ένα ποσοστό ελαιολάδου ανακτάται με δεύτερη φυγοκέντριση της διφασικής πυρήνας. Η δεύτερη φυγοκέντριση ή φυγοκέντριση repaso, γίνεται με την ίδια διαδικασία του ελαιοτριβείου σε decanter 2 φάσεων. Το λάδι repaso που παράγεται, κατατάσσεται στην κατηγορία των ακατέργαστων πυρηνελαίων αν και ποιοτικά είναι ανώτερο με καλύτερα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά από το ακατέργαστο πυρηνέλαιο καθώς εξάγεται μηχανικά, χωρίς εκχύλιση, και η τιμή πώλησης του είναι υψηλότερη.

5.1.2 Παραγωγική διαδικασία

Η παραγωγική διαδικασία του πυρηνελαιουργείου διαφέρει στην περίπτωση επεξεργασίας διφασικής και τριφασικής ελαιοπυρήνας. Η επεξεργασία της τριφασικής, περιλαμβάνει την ξήρανση της πυρήνας, την εκχύλιση της με διαλύτη, την απόσταξη της υγρής φάσης και την παραλαβή τελικά ακατέργαστου πυρηνελαίου και πυρηνόξυλου. Στην περίπτωση της διφασικής ελαιοπυρήνας, πριν την ξήρανση, η πυρήνα διέρχεται από εκπυρηνωτή που διαχωρίζει το ξυλώδες μέρος (καθαρό πυρηνόξυλο) και στη συνέχεια από decanter για την εξαγωγή του λαδιού *peraso*. Επιπλέον, απαιτείται διαφορετικός τύπος ξηραντήρα, λόγω του μεγάλου ποσοστού υγρασίας της διφασικής πυρήνας καθώς και λόγω της παρουσίας μεγάλου ποσοστού πολυσακχαριτών που συσσωματώνονται κατά την ξήρανση και δημιουργούν το φαινόμενο της καραμελοποίησης, προκαλώντας προβλήματα στην λειτουργία του ξηραντήρα. Στον Πίνακα 5.1 παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά της ελαιοπυρήνας για κάθε σύστημα παραγωγής.

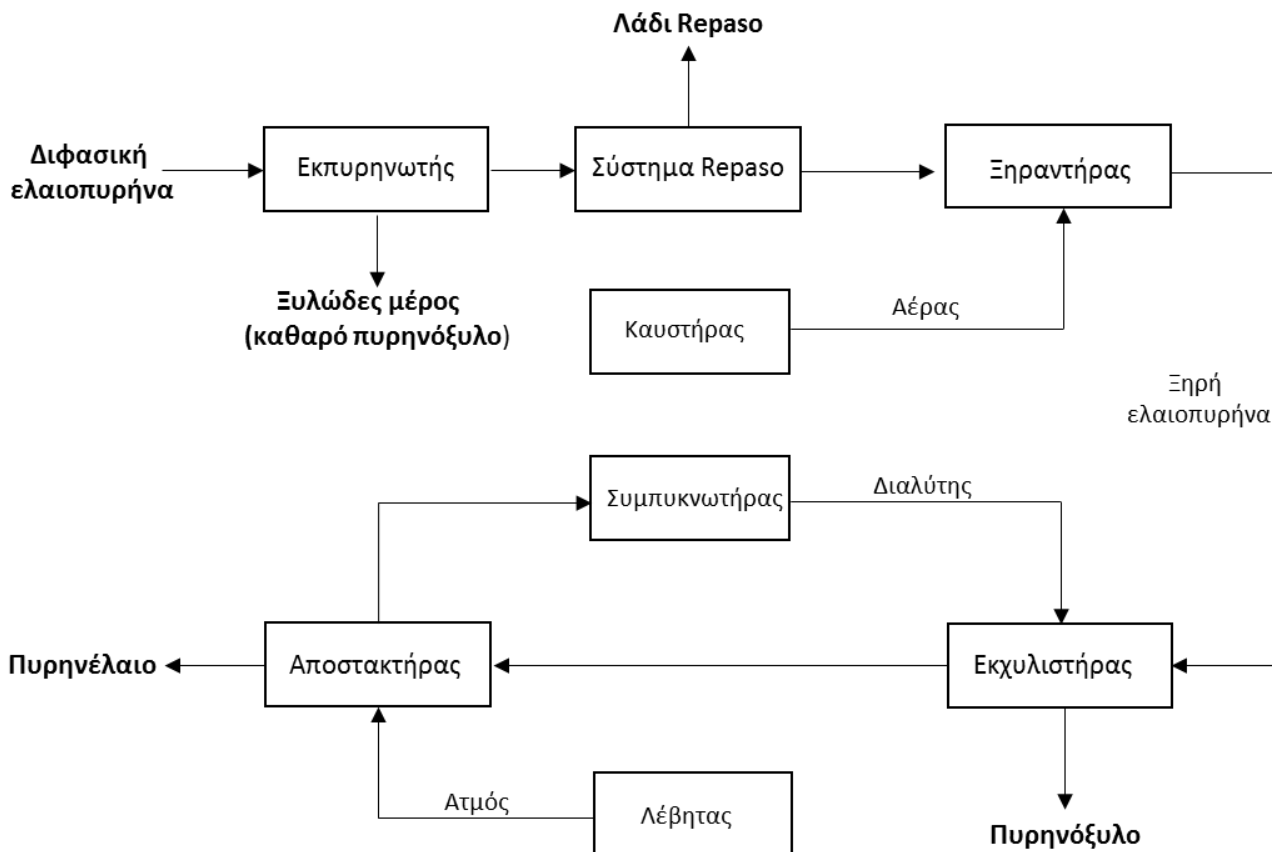
Πίνακας 5.1. Χαρακτηριστικά τριφασικής και διφασικής ελαιοπυρήνας

Σύσταση Ελαιοπυρήνας	3-Φάσεων	2- Φάσεων
Υγρασία (% επι της ελαιοπυρήνας)	45-55	65-75
Λάδι (% επι της ελαιοπυρήνας)	5-6.5	3-3.5
Στερεά (% επι της ελαιοπυρήνας)	40-56	24-28

5.1.2.1 Επεξεργασία διφασικής ελαιοπυρήνας

Στο Σχήμα 5.1 παρουσιάζεται το διάγραμμα ροής με τα κύρια στάδια επεξεργασία της διφασικής ελαιοπυρήνας, τα οποία περιγράφονται παρακάτω.

Σχήμα 5.1. Διάγραμμα ροής επεξεργασίας διφασικής ελαιοπυρήνας



Παραλαβή και εναποθήκευση διφασικής ελαιοπυρήνας

Η ελαιοπυρήνα μεταφέρεται από τα ελαιουργεία στα πυρηνελαιουργεία με φορτηγά κλειστού τύπου και το κόστος καλύπτεται από τα ελαιουργεία. Κατά την παραλαβή της πυρήνας ζυγίζεται η ποσότητα σε γεφυροπλάστιγγα και λαμβάνεται δείγμα για τον προσδιορισμό της ελαιοπεριεκτικότητας και της υγρασίας κάθε παρτίδας. Η αποθήκευση της γίνεται σε υπαίθριες δεξαμενές (lagoons) οι οποίες είναι επενδυμένες με κατάλληλο υλικό ώστε να αποφεύγεται η διείδυση στο έδαφος και κατά συνέπεια η

ρύπανση του υδροφόρου ορίζοντα. Ένα τυπικό μέγεθος χωρητικότητας μια τέτοιας δεξαμενής είναι μεταξύ 30.000 - 100.000 τόνων ελαιοπυρήνας.

Εκπυρήνωση

Στη συνέχεια η πυρήνα διέρχεται από έναν φυγόκεντρο διαχωριστή, τον εκπυρηνωτή, ή μία συστοιχία διαχωριστήρων, από όπου εξάγεται ένα ποσοστό καθαρού πυρηνόξυλου, το οποίο ουσιαστικά είναι το ξυλώδες μέρος (κουκούτσι) της ελαιοπυρήνας. Το ξυλώδες αυτό μέρος, περιέχει υγρασία 15-20 %, έχει θερμογόνο δύναμη περίπου 4.200 kcal/kg και η αξία του είναι υψηλότερη από του πυρηνόξυλου που παράγεται κατά την εκχύλιση, καθώς έχει καλύτερη ποιότητα καύσης.

Απόληψη ελαιολάδου με σύστημα Repaso

Η διφασική ελαιοπυρήνα περιέχει ένα ποσοστό ελαιολάδου που κυμαίνεται από 3%-3.5% επί υγρής βάσης. Ένα ποσοστό του ελαιολάδου αυτού ανακτάται με δεύτερη φυγοκέντριση της λάσπης που εξέρχεται από τον εκπυρηνωτή. Η φυγοκέντριση γίνεται με την μέθοδο των δύο φάσεων και είναι η ίδια διαδικασία που ακολουθείται σε ένα ελαιοτριβείο δύο φάσεων εκτός από το στάδιο άλεσης του καρπού. Το ελαιολάδο που ανακτάται με την δεύτερη φυγοκέντριση ανέρχεται σε ποσοστό 1%-2,5% της ποσότητας της ελαιοπυρήνας. Για το σύστημα repaso χρησιμοποιούνται μία ή περισσότερες γραμμές παραγωγής, κάθε μία από τις οποίες απαρτίζεται από συστοιχίες μαλακτήρων και ένα decanter που η δυναμικότητα του κυμαίνεται από 0,5-30 tn ελαιοπυρήνας/hr. Η μάλαξη γίνεται σε υψηλή θερμοκρασία, μεγαλύτερη των 30 °C ώστε να επιτυγχάνεται η μέγιστη απόληψη του ελαιολάδου. Όλες οι γραμμές παραγωγής εξυπηρετούνται από κοινό σύστημα διαχωριστήρων (κάθετων φυγόκεντρων) για τον τελικό διαχωρισμό του ελαιολάδου. Το ελαιολάδο repaso που προκύπτει αποθηκεύεται σε ανοξειδωτες δεξαμενές, η χωρητικότητα των οποίων ποικίλει ανάλογα με το μέγεθος της μονάδας επεξεργασίας.

Ξήρανση

Για την ξήρανση της λάσπης χρησιμοποιούνται ξηραντήρια περιστροφικού τύπου. Εσωτερικά το ξηραντήριο περιλαμβάνει πτερύγια διαχωρισμού τα οποία αναδεύουν τη λάσπη (πυρήνα). Η ξήρανση πραγματοποιείται σε ένα ή δύο στάδια ανάλογα με τις προδιαγραφές των ξηραντήρων που χρησιμοποιούνται. Το μήκος των ξηραντήρων κυμαίνεται από 15 - 17m και η διάμετρος τους από 2,5-3m. Η πυρήνα εισέρχεται στον ξηραντήρα με υγρασία περίπου 70%. Η υγρασία της εξερχόμενης πυρήνας (ξηρή πυρήνα) κυμαίνεται σε ποσοστό περίπου 10% ενώ η θερμοκρασία της είναι γύρω στους 50 °C. Οι θερμοκρασίες των αερίων που δημιουργούνται στον φούρνο και χρησιμοποιούνται για την ξήρανση είναι περίπου 600 °C στην είσοδο και 100 °C στην έξοδο. Οι καυστήρες που χρησιμοποιούνται είναι σταθερής κλίνης και καταναλώνουν σαν καύσιμο ένα μέρος του πυρηνόξυλου που προκύπτει από την εκχύλιση της ξηρής πυρήνας. Είναι επενδυμένοι με πυρότουβλα και διαθέτουν θυρίδες για την εισαγωγή αέρα και την εξαγωγή της τέφρας.

Εκχύλιση και απόσταξη

Μετά την ξήρανση η πυρήνα τροφοδοτείται σε συστοιχία εκχυλιστήρων όπου εκχυλίζεται με εξάνιο. Από τη διεργασία αυτή λαμβάνεται πυρηνόξυλο και μίγμα εξανίου - ελαίου - υγρασίας το οποίο οδηγείται σε σύστημα απόσταξης όπου με τη βοήθεια ατμού αποστάζονται ως προϊόντα κορυφής το εξάνιο και το νερό, ενώ το λάδι (πυρηνέλαιο) παραλαμβάνεται από τον πυθμένα των αποστακτήρων. Ο ατμός μετά τους αποστακτήρες διέρχεται από εναλλάκτη θερμότητας όπου προθερμαίνει το μίγμα και ακολούθως ανακυκλοφορεί προς τον ατμολέβητα.

Το μίγμα των ατμών εξανίου-νερού συμπυκνώνεται διερχόμενο από σερπαντίνες οι οποίες είναι βυθισμένες σε δεξαμενές όπου κυκλοφορεί κρύο νερό (ψύκτης εξανίου). Ο διαχωρισμός του μίγματος εξανίου-νερού γίνεται σε δοχεία και στηρίζεται στην αμελητέα διαλυτότητα του εξανίου στο νερό. Από την κορυφή του δοχείου παραλαμβάνεται το εξάνιο το οποίο οδηγείται στις δεξαμενές αποθήκευσης του, ενώ

από τον πυθμένα το νερό το οποίο χρησιμοποιείται για την τροφοδοσία του ψύκτη εξανίου.

Το πυρηνέλαιο αποθηκεύεται σε δεξαμενές ενώ το πυρηνόξυλο αποθηκεύεται χύδην σε ειδικά στεγασμένους χώρους στον περίβολο των πυρηνελαιουργείων. Το πυρηνόξυλο περιέχει περίπου 14% υγρασία και κατώτερη θερμογόνο δύναμη 3.000 kcal/kg. Από την ποσότητα που παράγεται ένα ποσοστό μεταξύ του 45 - 55% ιδιοκαταναλώνεται από τα πυρηνελαιουργεία σαν καύσιμη ύλη στους φούρνους των ξηραντήρων καθώς και στο λέβητα παραγωγής ατμού για την απόσταξη του μίγματος εξανίου - ελαίου - νερού.

Στο Σχήμα 5.2 παρουσιάζεται το ισοζύγιο μάζας της παραγωγικής διαδικασίας. Η α' ύλη είναι διφασική ελαιοπυρήνα με περιεκτικότητα:

- 70% υγρασία
- 3% λάδι
- 27% στερεά

Πίνακας 5.2. Ισοζύγια μάζας επεξεργασίας διφασικής ελαιοπυρήνας

Εισροές	Ποσότητα	Υγρασία	Εκροές	Ποσότητα	Υγρασία
Διφασική ελαιοπυρήνα	1.000 kg	70%	Λάδι Repaso	15 kg	
			Πυρηνέλαιο	12 kg	
			Καθαρό πυρηνόξυλο	100 kg	17%
			Πυρηνόξυλο	200 kg	14%

5.1.2.2 Επεξεργασία τριφασικής ελαιοπυρήνας

Στην περίπτωση της επεξεργασίας τριφασικής ελαιοπυρήνας, ο ελαιοπυρήνας οδηγείται κατευθείαν για ξήρανση-εκχύλιση-απόσταξη, χωρίς να περνάει από τα στάδια της εκπυρήνωσης και του συστήματος repaso.

Η τριφασική πυρήνα μεταφέρεται στο πυρηνελαιουργείο με φορτηγά και εναποτίθεται σε ανοιχτό χώρο με υπόστεγα. Από εκεί μεταφέρεται με μεταφορικούς κοχλίες σε περιστροφικά ξηραντήρια συμβατικού τύπου. Η τριφασική πυρήνα εισέρχεται στα

ξηραντήρια με υγρασία περίπου 45-55% και εξέρχεται με υγρασία περίπου 10%. Οι θερμοκρασίες στα ξηραντήρια κυμαίνεται στους 250°C στην είσοδο και 100°C στην έξοδο. Στη συνέχεια ακολουθούν τα στάδια της εκχύλισης και της απόσταξης, όπως περιγράφηκαν στην παράγραφο 5.1.2.1, για τη εξαγωγή ακατέργαστου πυρηνελαίου και πυρηνόξυλου.

5.2 Επισκόπηση της πυρηνελαιουργικής βιομηχανίας στην Ελλάδα

5.2.1 Υφιστάμενη κατάσταση στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα σήμερα, λειτουργούν περίπου 35 πυρηνελαιουργεία. Τα πυρηνελαιουργεία αυτά είναι εξοπλισμένα για την επεξεργασία τριφασικής πυρήνας που αποτελούσε την κύριο όγκο στερεών παραπροϊόντων των ελαιοτριβείων τις τελευταίες δεκαετίες.

Ωστόσο, όπως φάνηκε και στην παράγραφο 3.2, πλέον σχεδόν το 55% των ελαιοτριβείων λειτουργούν με διφασικό σύστημα και η τάση είναι το ποσοστό αυτό να αυξάνεται. Έτσι, αν στην Ελλάδα παράγονται ετησίως 300.000 τόνοι ελαιολάδου, τότε με βάση τα ισοζύγια μάζας παράγονται πάνω από 600.000 τόνοι διφασικής ελαιοπυρήνας και περισσότεροι από 300.000 τόνοι τριφασικής. Συνεπώς τα πυρηνελαιουργεία πλέον καλούνται να επεξεργάζονται μεγαλύτερες ποσότητες διφασικής πυρήνας.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, η επεξεργασία της διφασικής ελαιοπυρήνας είναι δυσκολότερη από την επεξεργασία της τριφασικής, λόγω της υψηλής περιεκτικότητας σε υγρασία αλλά κυρίως λόγω της παρουσίας μεγάλου ποσοστού πολυσακχαριτών οι οποίοι κατά την ξήρανση συσσωματώνονται και δημιουργούν το φαινόμενο της καραμελοποίησης. Η ορθή επεξεργασία της διφασικής πυρήνας αποτυπώνεται στην παράγραφο 5.1.2.1 και περιλαμβάνει ανάκτηση μέρος του λαδιού με το σύστημα δεύτερης φυγοκέντρισης *geraso*, καθώς και την ξήρανση σε κατάλληλα ξηραντήρια τα οποία είναι κατασκευασμένα έτσι ώστε να αντιμετωπίζουν το πρόβλημα της καραμελοποίησης.

Στην Ελλάδα, η πλειοψηφία των πυρηνελαιουργείων λειτουργεί με κοινά ξηραντήρια που δεν είναι κατάλληλα για την ξήρανση της διφασικής πυρήνας. Για την αντιμετώπιση του προβλήματος αυτού, οι πιο διαδεδομένες πρακτικές είναι είτε η ανάμιξη διφασικής με τριφασική πυρήνα πριν την είσοδο στον ξηραντήρα, είτε η ανάμιξη της διφασικής πυρήνας με ξηρή πυρήνα σε ποσοστό 30%. Οι πρακτικές αυτές ωστόσο δεν αποτελούν πάγια λύση, καθώς αφενός μειώνεται η αποδοτικότητα της μονάδας όταν η ελαιοπυρήνα περνάει δύο φορές από το ξηραντήριο και αφετέρου όσο μειώνεται η παραγωγή τριφασικής ελαιοπυρήνας και επικρατεί η διφασική, τόσο θα οξύνεται το πρόβλημα της ξήρανσης.

5.2.2 Η περίπτωση της Ισπανίας

Στην Ισπανία, όπου σχεδόν όλη η παραγωγή ελαιολάδου γίνεται σε διφασικά ελαιοτριβεία, η παραγωγική διαδικασία για την επεξεργασία της διφασικής ελαιοπυρήνας που περιγράφεται στην παράγραφο 5.1.2.1, αποτελεί τον κανόνα. Τα πυρηνελαιουργεία είναι μεγάλες βιομηχανικές μονάδες που λειτουργούν με στόχο την βέλτιστη απόδοση της παραγωγής και την μέγιστη οικονομική αξιοποίηση της ελαιοπυρήνας.

Οι μεγάλες μονάδες έχουν εξελίξει την παραγωγική διαδικασία και περιλαμβάνουν στο σύστημα παραγωγής αναερόβιο χωνευτή και μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Στην περίπτωση που σε μία ελαιοκομική χρονιά προβλέπεται η τιμή του πυρηνελαίου να κυμαίνεται σε χαμηλά επίπεδα, τα πυρηνελαιουργεία έχουν τη δυνατότητα να διοχετεύσουν την υγρή ελαιοπυρήνα που εξέρχεται από το σύστημα *geraso* σε αναερόβιους χωνευτήρες για την παραγωγή βιοαερίου. Παράλληλα, η παραγωγή θερμότητας για την ξήρανση της ελαιοπυρήνας βελτιστοποιείται με την συμπαραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε μονάδες που καταναλώνουν φυσικό αέριο και τα απαέρια της διαδικασίας χρησιμοποιούνται για την ξήρανση της ελαιοπυρήνας. Η χρήση του φυσικού αερίου επιδοτείται, καθώς αποτελεί το καύσιμο με το μικρότερο περιβαλλοντικό αποτύπωμα.

5.3 Οικονομική αξιολόγηση επένδυσης πυρηνελαιουργείου επεξεργασίας διφασικής ελαιοπυρήνας

Στο τρίτο κεφάλαιο αναπτύχθηκαν οι αιτίες μετάβασης από το τριφασικό, στο διφασικό σύστημα παραγωγής ελαιολάδου και η διείσδυση των διφασικών ελαιοτριβείων στην Ελλάδα, που πλέον αποτελούν πάνω από το 50% του συνόλου. Παράλληλα, σημειώθηκε ότι η τάση τα τελευταία πέντε χρόνια, είναι οι επενδύσεις των ελαιοτριβείων να αφορούν αποκλειστικά διφασικά συστήματα και συνεπώς αναμένεται το ποσοστό αυτό να αυξηθεί τα επόμενα χρόνια.

Η μετάβαση αυτή, επηρεάζει άμεσα την πυρηνελαιουργική βιομηχανία, η οποία στην πλειοψηφία της αποτελείται από μονάδες που είναι εξοπλισμένες για την επεξεργασία τριφασικής ελαιοπυρήνας, ενώ παράλληλα καλούνται να επεξεργαστούν όλο και μεγαλύτερες ποσότητες διφασικής.

Στο πλαίσιο αυτό, στη συγκεκριμένη ενότητα, πραγματοποιείται οικονομική αξιολόγηση επένδυσης και λειτουργίας πυρηνελαιουργικής μονάδας επεξεργασίας διφασικής ελαιοπυρήνας.

Εξετάζεται πυρηνελαιουργείο επεξεργασίας ετησίως 100.000 τόνων διφασικής ελαιοπυρήνας, προερχόμενη από 50 ελαιοτριβεία της ευρύτερης περιοχής δραστηριοποίησης της μονάδας. Η διαδικασία θα περιλαμβάνει τρεις γραμμές παραγωγής:

- Διαχωρισμό ξυλώδους μέρους (εκπυρήνωση) και απόλειψη ελαιολάδου με σύστημα *geraso*
- Ξήρανση ελαιοπυρήνας
- Εκχύλιση - απόσταξη

5.3.1. Κόστος επένδυσης

Στο συνολικό κόστος της επένδυσης περιλαμβάνονται τα παρακάτω:

- Δημιουργία υπαίθριας δεξαμενής (lagoon) για την συλλογή της διφασικής ελαιοπυρήνας
- Κατασκευή κτηριακών εγκαταστάσεων για την στέγαση των γραμμών παραγωγής
- Αγορά μηχανολογικού εξοπλισμού για τις τρεις γραμμές παραγωγής
- Λοιπά πάγια

Οι τιμές λαμβάνονται με βάση εκτιμήσεις της αγοράς.

Δημιουργία υπαίθριας δεξαμενής (lagoon)

Για την συλλογή και την αποθήκευση της υγρής διφασικής ελαιοπυρήνας, απαιτείται υπαίθρια δεξαμενή χωρητικότητας 100.000 τόνων. Η κατασκευή θα περιλαμβάνει οπλισμένο σκυρόδεμα και μεμβράνες στεγανοποίησης και το κόστος εκτιμάται στα 900.000 €.

Κατασκευή κτηριακών εγκαταστάσεων

Οι κτηριακές απαιτήσεις της μονάδας υπολογίζονται σε 1.000 m² για τη γραμμή repaso, 1.500 m² για τη γραμμή ξήρανσης και 1.000 m² για τη γραμμή εκχύλισης - απόσταξης, σύνολο 3.500 m². Η κατασκευή θα είναι μεταλλική και λαμβάνοντας τιμή 400 €/m², το τελικό κόστος εκτιμάται στα 1.400.000 €.

Αγορά εξοπλισμού

Το κόστος του εξοπλισμού για κάθε γραμμή εκτιμάται με βάση την ετήσια δυναμικότητα επεξεργασίας της μονάδας και στοιχεία προμηθευτή πυρηνελαιουργικών μηχανημάτων:

- Γραμμή συστήματος repaso, 1.000.000 €
- Γραμμή ξήρανσης, 1.400.000 €
- Γραμμή εκχύλισης, 600.000 €

Το συνολικό κόστος του εξοπλισμού ανέρχεται στα 3.000.000 €.

Λοιπά πάγια

Στα λοιπά πάγια περιλαμβάνονται τα οχήματα και άλλος βοηθητικός εξοπλισμός της μονάδας καθώς και άλλες απρόβλεπτες δαπάνες και το κόστος εκτιμάται στα 200.000 €.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται το συνολικό κόστος της επένδυσης:

Πίνακας 5.3. Συνολικό κόστος επένδυσης πυρηνελαιουργείου

ΕΞΟΔΑ	ΑΞΙΑ (€)
Δεξαμενή διφασικής ελαιοπυρήνας χωρητικότητας 100.000 tn	900.000
Κτηριακές εγκαταστάσεις 3.500 m ²	1.400.000
Μηχανολογικός εξοπλισμός (γραμμή repaso, γραμμή ξήρανσης, γραμμή εκχύλισης)	3.000.000
Λοιπά πάγια	200.000
Συνολικό κόστος	5.500.000

5.3.2. Λειτουργικές δαπάνες

Το λειτουργικό κόστος της μονάδας διαμορφώνεται από τους παρακάτω παράγοντες:

- Κόστος εργασίας προσωπικού
- Κόστος αγοράς α' ύλης (διφασική ελαιοπυρήνα και εξάνιο)
- Κόστος ηλεκτρικής ενέργειας
- Κόστος συντήρησης
- Λοιπές δαπάνες
- Έξοδα διοικήσεως και πωλήσεων

Στις δαπάνες δεν περιλαμβάνονται τα έξοδα καυσίμων καθώς θεωρείται ότι η μονάδα καταναλώνει το 55% του συνολικού πυρηνόξυλου το οποίο παράγει.

Τα έξοδα υπολογίζονται με βάση εκτιμήσεις της αγοράς.

Κόστος εργασίας προσωπικού

Για τον υπολογισμό του εργατικού κόστους θεωρείται ότι στη μονάδα εργάζονται:

- 24 εργάτες, 8 σε κάθε μία από τις τρεις βάρδιες. Σε κάθε βάρδια εργάζονται 3 εργάτες στην γραμμή περαιο, 3 εργάτες στη γραμμή ξήρανσης και 2 εργάτες στην γραμμή εκχύλισης. Οι 24 εργάτες είναι εποχικοί και εργάζονται 6 μήνες, κυρίως το διάστημα Οκτώβριος-Μάρτιος που είναι η παραγωγική περίοδος του πυρηνελαιουργείου
- 3 υπάλληλοι σε διοικητικές και οικονομικές θέσεις, οι οποίοι έχουν σχέση μόνιμης απασχόλησης

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται το συνολικό κόστος εργασίας του προσωπικού. Στις αποδοχές περιλαμβάνονται τα δώρα και τα ασφάλιστρα.

Πίνακας 5.4. Κόστος εργασίας προσωπικού

	Αριθμός Απασχολούμενων	Μήνες Απασχόλησης	Μηνιαίες Αποδοχές (€)	Αξία (€)
Εργάτες	24	6	2.000	288.000
Υπάλληλοι	3	12	2.500	136.500
Σύνολο	27			424.500

Κόστος αγοράς πρώτων υλών

Η δυναμικότητα επεξεργασίας του πυρηνελαιουργείου είναι 100.000 tn διφασικής ελαιοπυρήνας ετησίως. Το κόστος της ελαιοπυρήνας λαμβάνεται στα 9 €/tn, που αποτελεί τον μέσο όρο των τελευταίων πέντε ετών. Επιπλέον, θεωρείται ότι μια μονάδα εξειδικευμένη στην επεξεργασία διφασικής πυρήνας μπορεί να δώσει καλύτερες τιμές αγοράς στα ελαιοτριβεία, σε σχέση με την σημερινή των 7 €/tn. Συνεπώς, το κόστος αγοράς που προκύπτει ετησίως είναι 900.000 €.

Επιπλέον, η ποσότητα εξανίου που απαιτείται για την εκχύλιση του πυρηνελαίου υπολογίζεται σε 7,5 kg εξανίου ανά 100 kg πυρηνελαίου, με κόστος 0,8 €/kg εξανίου. Με βάση τα ισοζύγια του σχήματος 5.2 από την επεξεργασία 100.000 tn πυρήνας

παράγονται 1200 tn πυρηνέλαιου. Συνεπώς το κόστος του εξανίου υπολογίζεται στα 72.000 € ετησίως.

Κόστος ηλεκτρικής ενέργειας

Το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας παραγωγής υπολογίζεται με την παραδοχή ότι για την για την επεξεργασία ενός τόνου πρώτης ύλης απαιτούνται 70 kWh. Λαμβάνοντας τιμή 0,09 €/ kWh (λαμβάνεται χαμηλότερη τιμή σε σχέση με τα ελαιοτριβεία καθώς η μονάδα εντάσσεται στα τιμολόγια μέσης τάσης) το συνολικό κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας υπολογίζεται στα 630.000 € ετησίως.

Κόστος συντήρησης

Το κόστος συντήρησης ετησίως υπολογίζεται σε 2% του αρχικού κόστους του μηχανολογικού εξοπλισμού και 0.5% των υπόλοιπων παγίων, συνεπώς λαμβάνεται 72.500 € ετησίως.

Λοιπές δαπάνες

Οι λοιπές δαπάνες υπολογίζονται συνολικά ετησίως 120.000 € και περιλαμβάνουν:

- Καύσιμα οχημάτων μονάδας, 50.000 €
- Ασφάλιστρα παγίων, 20.000 €
- Δαπάνες φύλαξης, 20.000 €
- Άλλα έξοδα, 50.000 €

Έξοδα διοικήσεως και πωλήσεων

Τα έξοδα διοικήσεως και πωλήσεων υπολογίζονται σε 10% των ετήσιων πωλήσεων. Με βάση τον Πίνακα 5.6 και τα εκτιμώμενα έσοδα, τα έξοδα υπολογίζονται σε 406.000 € ετησίως.

Με βάση τους παραπάνω υπολογισμούς, στον Πίνακα 5.5 παρουσιάζεται συγκεντρωτικά το συνολικό κόστος των λειτουργικών δαπανών ετησίως.

Πίνακας 5.5. Ετήσιες λειτουργικές δαπάνες πυρηνελαιουργείου

Δαπάνες	Αξία (€)
Κόστος εργασίας προσωπικού	425.000
Αγορά α' υλών	972.000
Κόστος ηλεκτρικής ενέργειας	630.000
Συντήρηση εξοπλισμού	73.000
Λοιπές δαπάνες	140.000
Έξοδα διοικήσεως και πωλήσεων	406.000
Συνολικό κόστος	2.646.000

5.3.3. Έσοδα πυρηνελαιουργείου

Τα έσοδα του πυρηνελαιουργείου προέρχονται από τις παρακάτω πηγές:

- Την πώληση του ξυλώδους μέρους (καθαρό πυρηνόξυλο)
- Την πώληση του ελαιολάδου Repaso
- Την πώληση του πυρηνόξυλου
- Την πώληση του ακατέργαστου πυρηνελαίου

Με βάση τα ισοζύγια μάζας του Πίνακα 5.2 και τις τιμές του κάθε προϊόντος, στον Πίνακα 5.6 παρουσιάζονται οι παραγόμενες ποσότητες και τα έσοδα του πυρηνελαιουργείου ετησίως. Για τις ενεργειακές απαιτήσεις του πυρηνελαιουργείου στην παραγωγή, απαιτείται η κατανάλωση του 55% του συνολικού πυρηνόξυλου (κοινό και καθαρό). Στους υπολογισμούς θεωρείται ότι οι συνολικές απαιτήσεις καλύπτονται μόνο από το κοινό πυρηνόξυλο, ενώ όλη η ποσότητα του καθαρού πυρηνόξυλου διατίθεται προς πώληση καθώς έχει υψηλότερη τιμή. Συνεπώς, το 55% του συνόλου ανάγεται σε 85%, περίπου, του κοινού πυρηνόξυλου και άρα το 15% αυτού διατίθεται προς πώληση.

Πίνακας 5.6. Ετήσια έσοδα πυρηνελαιουργείου

Προϊόν	Ποσότητα (tn)	Τιμή (€/tn)	Αξία (€)
Καθαρό πυρηνόξυλο (ξυλώδες μέρος)	10.000	100	1.000.000
Πυρηνόξυλο (διατίθεται το 15%)	20.000	60	180.000
Ελαιόλαδο gepaso	1.500	1200	1.800.000
Πυρηνέλαιο (ακατέργαστο)	1.200	900	1.080.000
Σύνολο εσόδων			4.060.000

5.3.4. Αξιολόγηση επένδυσης

Η αξιολόγηση της επένδυσης θα γίνει με βάση τους δείκτες οικονομικής αποδοτικότητας της Καθαρής Παρούσας Αξία (ΚΠΑ) και του Εσωτερικού Συντελεστή Απόδοσης (IRR), οι οποίοι αναλύθηκαν στην ενότητα 4.2.

Η επένδυση αξιολογείται σε χρονικό ορίζοντα 10 ετών και το επιτόκιο προεξόφλησης θεωρείται 8%. Επιπλέον, θεωρείται ότι η επένδυση υπάγεται στον Νέο Αναπτυξιακό Νόμο και επιδοτείται το 30% του συνολικού κόστους επένδυσης. Το υπόλοιπο κόστος καλύπτεται κατά 45% από ίδια κεφάλαια και κατά 20% από δάνειο.

Στον Πίνακα 5.7 παρουσιάζονται συγκεντρωτικά τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται για τους υπολογισμούς των ετήσιων καθαρών χρηματοροών, της Καθαρής Παρούσας αξίας (ΚΠΑ) και του Εσωτερικού Συντελεστή Απόδοσης (IRR). Τα αποτελέσματα των υπολογισμών παρουσιάζονται στον Πίνακα 5.8.

Πίνακας 5.7. Δεδομένα για τον υπολογισμό χρηματοροών, ΚΠΑ, IRR - πυρηνελαιουργείο

1) Κόστος πάγιας επένδυσης	χιλ.€	Αποσβέσεις*		
		Συντελεστής απόσβεσης	Ετήσια απόσβεση	Χρόνια απόσβεσης
Κτηριακά	1400	5%	49	20
Εξοπλισμός	3000	10%	210	10
Δεξαμενή πυρήνας	900	5%	31,5	20
Λοιπά πάγια	200	20%	28	5
Συνολικό κόστος	5500			
2) Χρηματοδοτικό σχήμα	Ποσοστό		χιλ. €	
Ιδια κεφάλαια	50%		2750	
Επιχορήγηση	30%		1650	
Δάνειο: 10ετές, επιτόκιο 6%	20%		1100	
3) Στοιχεία παραγωγικής λειτουργίας της επένδυσης				
Παραγωγή ελαιολάδου repaso (χιλ tn)			1,5	
Τιμή ελαιολάδου repaso (€/tn)			1200	
Παραγωγή πυρηνελαίου (χιλ tn)			1,2	
Τιμή πυρηνελαίου(€/tn)			900	
Παραγωγή καθαρού πυρηνόξυλου (χιλ tn)			10	
Τιμή καθαρού πυρηνόξυλου (€/tn)			100	
Παραγωγή πυρηνόξυλου (χιλ tn)			20	
Διαθέσιμη ποσότητα πυρηνόξυλου προς πώληση			15%	
Τιμή πυρηνόξυλου (€/tn)			60	
Λειτουργικές δαπάνες (χιλ€/έτος)			2646	
4) Λοιπές πληροφορίες				
Φορολογικός συντελεστής			24%	
Υπολειμματική Αξία: 10ο έτος, χιλ€ (25% του κόστους επένδυσης)			2646	
Επιτόκιο προεξόφλησης			8%	
*Στις αποσβέσεις υπολογίζεται και το ποσοστό της επιδότησης				

Πίνακας 5.8. Ετήσιες χρηματοροές, ΚΠΑ και IRR επένδυσης - πυρηνελαιουργείο

Έτος	Έσοδα (χιλ. €)	Λειτουργικές Δαπάνες (χιλ. €)	Αποσβέσεις (χιλ. €)	Τόκοι (χιλ. €)	Κέρδη προ Φόρων (χιλ. €)	Κέρδη μέτα Φόρων (χιλ. €)	Καθαρές Χρηματοροές (χιλ. €)
0							-2750
1	4060	2646	318,50	66,00	1029,50	782,42	1017,47
2	4060	2646	318,50	60,99	1034,51	786,23	1016,26
3	4060	2646	318,50	55,68	1039,82	790,26	1014,99
4	4060	2646	318,50	50,06	1045,44	794,54	1013,64
5	4060	2646	318,50	44,10	1051,40	799,07	1012,21
6	4060	2646	290,50	37,77	1085,73	825,15	1003,97
7	4060	2646	290,50	31,07	1092,43	830,24	1002,36
8	4060	2646	290,50	23,97	1099,53	835,64	1000,66
9	4060	2646	290,50	16,44	1107,06	841,37	998,85
10	4060	2646	290,50	8,46	1115,04	847,43	2371,94
						ΚΠΑ	4656,56
						IRR	35,97%

Παρατηρείται ότι η ΚΠΑ είναι θετική (4.656.560 €) και ο IRR ιδιαίτερα υψηλός (35,97%), πολύ μεγαλύτερος του 8%, που σημαίνει ότι η επένδυση κρίνεται πολύ ικανοποιητική και έχει μεγάλη απόδοση. Παράλληλα, παρατηρείται ότι και τα περιθώρια κέρδους είναι υψηλά της τάξης του 20%.

Οι υψηλές τιμές των δεικτών αποδίδονται κυρίως σε δύο λόγους:

- Η επένδυση επιδοτείται κατά 30%
- Θεωρείται ότι η μονάδα λειτουργεί στην πλήρη δυναμικότητά της και επεξεργάζεται ετησίως 100.000 tn

Ενδεικτικά, αν η επένδυση δεν λάμβανε επιδότηση και το σχήμα χρηματοδότησης ήταν 80% ίδια κεφάλαια και 20% δάνειο, τότε η ΚΠΑ θα μειωνόταν στα 3.221.560 €, ο IRR στο 21,22% και τα περιθώρια κέρδους στο 17,5%, τα οποία βέβαια και πάλι αποτελούν υψηλούς δείκτες και καθιστούν την επένδυση αποδοτική.

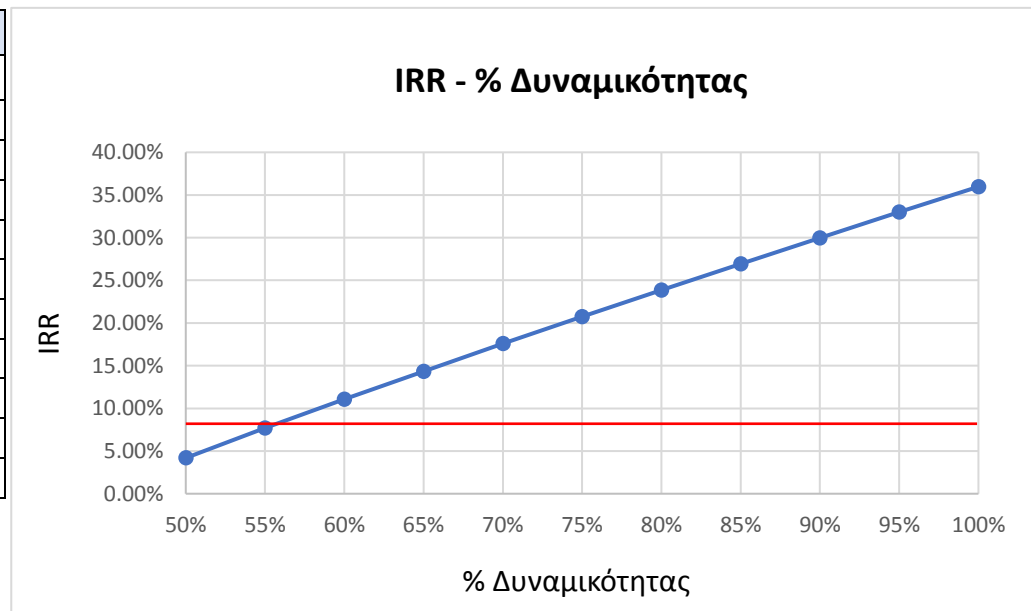
Παράλληλα, η λειτουργία της μονάδας σε πλήρη δυναμικότητα (100%) και η ετήσια επεξεργασία 100.000 τόνων, που εκτιμάται ότι προέρχεται από 50 ελαιοτριβεία της ευρύτερης περιοχής δραστηριοποίησης, προϋποθέτει ότι το σύνολο των ελαιοτριβείων λειτουργεί διφασικά. Ωστόσο, αυτό απέχει από τη σημερινή πραγματικότητα, όπου το ποσοστό των διφασικών ελαιοτριβείων στην Ελλάδα, είναι κοντά στο 50%. Για αυτόν το λόγο πραγματοποιείται ανάλυση ευαισθησίας του δείκτη IRR ως προς τη μεταβολή του ποσοστού της δυναμικότητας επεξεργασίας του πυρηνελαιουργείου από 50% έως 100%.

Οι λειτουργικές δαπάνες προσαρμόζονται ανάλογα σε κάθε μεταβολή του ποσοστού δυναμικότητας και διακρίνονται σε σταθερές (εργασία, συντήρηση, λοιπές δαπάνες) και μεταβλητές (α' ύλες, ηλεκτρική ενέργεια, έξοδα διοικήσεως και πωλήσεων). Το χρηματοδοτικό σχήμα παραμένει ίδιο και περιλαμβάνει επιδότηση της επένδυσης κατά 30%.

Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα και το διάγραμμα της ανάλυσης ευαισθησίας.

Σχήμα 5.2. Ευαισθησία IRR στη μεταβολή του ποσοστού δυναμικότητας

% Δυναμικότητας	IRR
50%	4,19%
55%	7,68%
60%	11,06%
65%	14,35%
70%	17,58%
75%	20,74%
80%	23,86%
85%	26,94%
90%	29,98%
95%	32,99%
100%	35,97%



Όπως φαίνεται στο Σχήμα 5.2, ο IRR αυξάνεται γραμμικά με την αύξηση του ποσοστού δυναμικότητας και η επένδυση γίνεται αποδεκτή για ποσοστό μεγαλύτερο του 57% όπου ο IRR είναι μεγαλύτερος του επιτοκίου προεξόφλησης 8%. Πιο συγκεκριμένα από τη μελέτη του διαγράμματος προκύπτουν τα εξής στοιχεία:

- Για ποσοστό (δυναμικότητας) μέχρι 54% ο δείκτης IRR είναι μικρότερος του επιτοκίου προεξόφλησης 8% και συνεπώς η επένδυση δεν αποδίδει τα επενδυμένα κεφάλαια
- Για ποσοστό μεταξύ 55-57% η επένδυση είναι οριακή.
- Για ποσοστό μεταξύ 58-74% ο IRR είναι κυμαίνεται μεταξύ 10-20%
- Για ποσοστό μεταξύ 75-90% ο IRR είναι κυμαίνεται μεταξύ 20-30%
- Για ποσοστό μεγαλύτερο του 90% ο IRR είναι μεγαλύτερος του 30%

Με βάση τα παραπάνω στοιχεία προκύπτει το συμπέρασμα ότι αν η επένδυση πραγματοποιούταν σήμερα, όπου η κατανομή των διφασικών ελαιοτριβείων είναι κοντά στο 50% του συνόλου και συνεπώς η μονάδα θα λειτουργούσε κοντά στο 50% της δυναμικότητας επεξεργασίας (ήτοι 50.000 τόνοι διφασικής ελαιοπυρήνας), τότε η επένδυση θα ήταν μη αποδεκτή ή οριακή. Ωστόσο με την αύξηση λίγων ποσοστιαίων μονάδων, το σχέδιο της επένδυσης γίνεται αποδεκτό, με την απόδοση να αυξάνεται όλο και περισσότερο με την αύξηση του ποσοστού της δυναμικότητας.

5.4 Συμπεράσματα

Στην Ελλάδα, η πλειοψηφία των πυρηνελαιουργείων είναι εξοπλισμένη για την επεξεργασία τριφασικής ελαιοπυρήνας που μέχρι πρόσφατα αποτελούσε την κύρια τεχνολογία παραγωγής ελαιολάδου. Ωστόσο, πλέον περισσότερο από το 50% των ελαιοτριβείων λειτουργεί διφασικά και συνεπώς τα πυρηνελαιουργεία απαιτείται να επεξεργαστούν μεγάλες ποσότητες διφασικής ελαιοπυρήνας, δίχως την κατάλληλη υποδομή. Η κυρία πρακτική διαχείρισης της είναι η ανάμιξη της με τριφασική ή ξηρή πυρήνα πριν οδηγηθεί στα ξηραντήρια. Ωστόσο, προκειμένου η επεξεργασία να είναι αποδοτική και βιώσιμη, ιδιαίτερα με την προοπτική ότι το ποσοστό των διφασικών ελαιοτριβείων θα αυξηθεί τα επόμενα χρόνια, απαιτούνται επενδύσεις σε υποδομές και εξοπλισμό.

Στο πλαίσιο αυτό, πραγματοποιήθηκε ανάλυση και αξιολόγηση επένδυσης για την δημιουργία πυρηνελαιουργείου δυναμικότητας επεξεργασίας 100.000 τόνων διφασικής ελαιοπυρήνας ετησίως, το οποίο θα φέρει την κατάλληλη τεχνολογία για την επεξεργασία και μεταποίηση της, όπως σύστημα φυγοκέντρισης *peraso* και κατάλληλο ξηραντήριο.

Τα κεφάλαια που απαιτούνται για μία τέτοια επένδυση είναι υψηλά, εκτιμώμενου συνολικού μεγέθους 5.500.000 €. Ωστόσο το ποσοστό των ιδίων κεφαλαίων μπορεί να μειωθεί με την λήψη δανείου και την συμμετοχή σε προγράμματα επιδότησης όπως ο Νέος Αναπτυξιακός Νόμος.

Από την ανάλυση των ετήσιων χρηματοροών σε ορίζοντα δέκα ετών και με επιτόκιο προεξόφλησης 8%, μετρήθηκαν οι δείκτες ΚΠΑ και IRR και υπολογίστηκαν 4.659.560 € και 35,96% αντίστοιχα. Οι δείκτες είναι ιδιαίτερα υψηλοί, γεγονός που σημαίνει ότι επένδυση κρίνεται πολύ ικανοποιητική και έχει μεγάλη απόδοση.

Ωστόσο, επειδή η επεξεργασία 100.000 τόνων διφασικής ελαιοπυρήνας αφορά κυρίως ένα μελλοντικό σενάριο όπου το σύνολο της παραγωγής θα γίνεται από διφασικά ελαιοτριβεία, και συνεπώς θα παράγονται ανάλογες ποσότητες ελαιοπυρήνας,

πραγματοποιήθηκε ανάλυση ευαισθησίας του δείκτη IRR στην μεταβολή του ποσοστού της δυναμικότητας επεξεργασίας από 50 έως 100%. ο IRR αυξάνεται γραμμικά με την αύξηση του ποσοστού της δυναμικότητας και η επένδυση γίνεται αποδεκτή για ποσοστό μεγαλύτερο του 57%. Συνεπώς, το συγκεκριμένο επενδυτικό σχέδιο αποδίδει και σε επεξεργασία χαμηλότερη των 100.000 tn ετησίως, σε μεγέθη που είναι πιο αντιπροσωπευτικά της παραγωγής διφασικής ελαιοπυρήνας σήμερα.

Τέλος, από την επένδυση μπορούν να επωφεληθούν και τα διφασικά ελαιοτριβεία που διαθέτουν προς πώληση την ελαιοπυρήνα τους, καθώς αν το πυρηνελαιουργείο απαιτεί μεγαλύτερες ποσότητες ελαιοπυρήνας για αύξηση του ποσοστού δυναμικότητας και συνεπώς αύξηση της απόδοσης και της κερδοφορίας, θα μπορεί να προσφέρει καλύτερες τιμές αγοράς στα ελαιοτριβεία, σε σχέση με σήμερα, όπου η τιμή της είναι πολύ χαμηλή, υπερκαλύπτεται από τα έξοδα μεταφοράς, και δεν αποτελεί έσοδο για αυτά.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το ελαιόλαδο αποτελεί ένα από τα βασικά προϊόντα του πρωτογενή τομέα της Ελλάδας, η οποία κατέχει παγκοσμίως την τρίτη θέση στην παραγωγή του.

Στα ελαιοτριβεία, η κυριότερη τεχνολογία εξαγωγής ελαιολάδου σήμερα, είναι η φυγοκέντριση. Οι φυγόκεντροι διαχωριστήρες ή decanter, διακρίνονται σε διφασικούς και τριφασικούς ανάλογα με τον τρόπο λειτουργείας τους. Μέχρι πρότινος, το κυριότερο σύστημα στην Ελλάδα ήταν το τριφασικό, ωστόσο τα τελευταία χρόνια η διείσδυση του διφασικού έχει προχωρήσει και πλέον αποτελεί σχεδόν το 55% του συνόλου, σύμφωνα με εκτιμήσεις τις αγοράς.

Ο κυριότερος λόγος της μετάβασης είναι το περιβαλλοντικό πρόβλημα που προκύπτει από την διαχείριση των υδατικών αποβλήτων των τριφασικών ελαιοτριβείων. Σε αντίθεση με τα διφασικά, τα τριφασικά decanter χρησιμοποιούν νερό για τον διαχωρισμό του ελαιολάδου, με αποτέλεσμα την δημιουργία υδατικών αποβλήτων, τα οποία λόγω της υψηλής τους σύστασης σε οργανικές ενώσεις, δημιουργούν φαινόμενα ρύπανσης.

Ένας ακόμα σημαντικός λόγος για την μετάβαση είναι η ποιότητα του παραγόμενου ελαιολάδου. Στο τριφασικό σύστημα μαζί με τα υδατικά απόβλητα απομακρύνεται και ένα ποσοστό των πολυφαινολών του ελαιοκάρπου, οι οποίες είναι υδατοδιαλυτές. Συνεπώς, το ελαιόλαδο που εξάγεται με διφασικό σύστημα, στο οποίο δεν χρησιμοποιείται νερό, είναι πλουσιότερο σε πολυφαινόλες οι οποίες συγκεντρώνουν μεγάλη προσοχή διεθνώς λόγω κυρίως της αντιοξειδωτικής τους δράσεις και της θετικής τους επίδρασης στην ανθρώπινη υγεία και στην διατηρησιμότητα του ελαιολάδου.

Πραγματοποιήθηκε οικονομική ανάλυση και αξιολόγηση επένδυσης διφασικού και τριφασικού ελαιοτριβείου, ετήσιας παραγωγής 300 τόνων. Βάσει της ανάλυσης εξήχθησαν τα ακόλουθα συμπεράσματα.

Το λειτουργικό κόστος εμφανίζεται οριακά χαμηλότερο στο διφασικό σύστημα (0,15€/kg), χωρίς ωστόσο η διαφορά να είναι σημαντική σε σχέση με το τριφασικό (0,16€/kg). Παράλληλα η επένδυση για το τριφασικό σύστημα εμφανίζει οριακά καλύτερη απόδοση σε σχέση με το διφασικό και αυτό οφείλεται στην τιμή πώλησης της ελαιοπυρήνας στα πυρηνελαιουργεία. Η διφασική ελαιοπυρήνα έχει χαμηλότερη τιμή πώλησης λόγω της σύστασης και της υψηλής περιεκτικότητας της σε υγρασία και συνεπώς η τιμή της δεν καλύπτει τα έξοδα μεταφοράς της και τελικώς δεν αποτελεί έσοδο για τα διφασικά ελαιοτριβεία.

Από ανάλυση ευαισθησίας ως προς το ύψος της παραγωγής για το διφασικό σύστημα προέκυψε ότι η επένδυση γίνεται αποδεκτή (θετική ΚΠΑ για επιτόκιο προεξόφλησης 8%) για ετήσια παραγωγή μεγαλύτερη των 500 τόνων. Γενικά, όσο ελαττώνεται το ύψος της ετήσιας παραγωγής ενός ελαιοτριβείου τόσο μειώνεται και η οικονομική του απόδοση και οι μεγάλες μονάδες είναι οικονομικά πιο βιώσιμες από τις μικρές. Στην Ελλάδα, η μέση παραγωγή των ελαιοτριβείων είναι μεταξύ 150-200 τόνων.

Επιπλέον, πραγματοποιήθηκε ανάλυση ευαισθησίας ως προς το εκθλιπτικό δικαίωμα του ελαιοτριβείου (σενάριο βάσης 10%), με το ύψος της ετήσιας παραγωγής να παραμένει σταθερό στους 300 τόνους. Με βάση τα αποτελέσματα της ανάλυσης, η επένδυση γίνεται αποδεκτή για εκθλιπτικό δικαίωμα μεγαλύτερο του 12%. Σημειώνεται ότι το εκθλιπτικό δικαίωμα μπορεί να διαφέρει μεταξύ ελαιοτριβείων και περιοχών.

Επίσης, αποτελεί συνήθη πρακτική τα ελαιοτριβεία να εμπορεύονται ένα ποσοστό του παραγόμενου ελαιολάδου. Συνεπώς, εξετάστηκε και η περίπτωση που το ελαιοτριβείο πέραν από το εκθλιπτικό δικαίωμα, εμπορεύεται και το 50% του παραγόμενου ελαιολάδου. Βάση της οικονομικής ανάλυσης, η επένδυση είναι οριακή για ύψος παραγωγής 300 τόνων ετησίως, ενώ για μεγαλύτερη παραγωγή είναι αποδεκτή. Αν η

παραγωγή παραμένει σταθερή στους 300 τόνους, η επένδυση γίνεται αποδεκτή για εκθλιπτικό δικαίωμα 11% και πάνω.

Τα πυρηνελαιουργεία αποτελούν χαρακτηριστικό παράδειγμα κυκλικής οικονομίας καθώς αξιοποιούν το κύριο παραπροϊόν των ελαιοτριβείων, την ελαιοπυρήνα, και παράγουν χρήσιμα προϊόντα όπως πυρηνέλαιο και πυρηνόξυλο (βιοκαύσιμο).

Η μετάβαση στο διφασικό σύστημα παραγωγής ελαιολάδου επηρεάζει άμεσα τα πυρηνελαιουργεία καθώς η επεξεργασία της διφασικής ελαιοπυρήνας απαιτεί πιο εξειδικευμένο εξοπλισμό. Στην Ελλάδα, η πλειονότητα των πυρηνελαιουργείων είναι εξοπλισμένη για την επεξεργασία τριφασικής ελαιοπυρήνας και οι κύριες πρακτικές διαχείρισης της διφασικής είναι η ανάμειξη της με τριφασική ή ξηρή ελαιοπυρήνα.

Ωστόσο εκτιμάται ότι στο μέλλον η διείσδυση του διφασικού συστήματος θα προχωρήσει περαιτέρω και το ποσοστό των διφασικών ελαιοτριβείων θα αυξηθεί. Συνεπώς, για την αποδοτική επεξεργασία της διφασικής ελαιοπυρήνας θα χρειαστεί να γίνουν επενδύσεις σε εξειδικευμένο εξοπλισμό.

Στο πλαίσιο αυτό πραγματοποιήθηκε οικονομική αξιολόγηση επένδυσης πυρηνελαιουργείου δυναμικότητας επεξεργασίας 100.000 τόνων διφασικής ελαιοπυρήνας ετησίως. Η επένδυση περιλαμβάνει γραμμή *geraso*, γραμμή με κατάλληλό ξηραντήρα που εμποδίζει το φαινόμενο της καραμελοποίησης και γραμμή εκχύλισης. Το κόστος της επένδυσης εκτιμήθηκε, στα 5.500.000 €. Από την οικονομική ανάλυση, οι δείκτες αξιολόγησης της επένδυσης υπολογίστηκαν πολύ υψηλοί καθιστώντας την επένδυση πολύ αποδοτική.

Ωστόσο, επειδή η επεξεργασία 100.000 τόνων διφασικής ελαιοπυρήνας (100% δυναμικότητα) αφορά κυρίως ένα μελλοντικό σενάριο όπου σχεδόν το σύνολο της παραγωγής θα γίνεται από διφασικά ελαιοτριβεία, πραγματοποιήθηκε ανάλυση ευαισθησίας ως προς το ποσοστό της δυναμικότητας επεξεργασίας του πυρηνελαιουργείου. Υπολογίστηκε ότι από 60% της δυναμικότητας και πάνω η επένδυση είναι αποδεκτή.

Τέλος εκτιμάται ότι από μία τέτοια επένδυση μπορούν να επωφεληθούν και τα διφασικά ελαιοτριβεία καθώς η αύξηση της ζήτησης για διφασική ελαιοπυρήνα από εξειδικευμένες μονάδες επεξεργασίας, μπορεί να οδηγήσει και στην αύξηση της τιμής της, η οποία σήμερα κινείται σε πολύ χαμηλά επίπεδα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Κυριτσάκης, Α. (2007). Ελαιόλαδο Συμβατικό & Βιολογικό, Βρώσιμη Ελιά - Πάστα Ελιάς, Θεσσαλονίκη.
- [2] Kiritsakis, A., Turkan, K. M., & Kiritsakis, K. (2020). Olive Oil. *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*, 1–38.
- [3] La Lastra, C., Barranco, M. D., Motilva, V., & Herrerias, J. M. (2001). Mediterranean diet and health biological importance of olive oil. *Current pharmaceutical design*, 7(10), 933-950.
- [4] Mylonas, P., Voumvaki, J., & Koutouzou, A. (2015). Olive oil: Establishing the Greek brand. National Bank of Greece: Athens, Greece.
- [5] Ντούλα, Μ.Κ., Tinivella, F., Moreno-Ortego, J.L., Καββαδίας, Β.Α., Σαρρής, Α., Θεοχαρόπουλος, Σ., Sanchez–Monedero, M.A. (2012). Ορθές Πρακτικές Διαχείρισης Αποβλήτων Ελαιοτριβείων: Οδηγός Εφαρμογής. Πρόγραμμα: «Στρατηγικές για την προστασία και βελτίωση της ποιότητας του εδάφους από τη διάθεση αποβλήτων ελαιοτριβείων στις Μεσογειακές χώρες». PROSODOL.
- [6] Χρυσάγη, Ε. (2019). Παραγοντικός σχεδιασμός και βελτιστοποίηση εξαγωγής υπολειμματικού ελαίου από διφασικά απόβλητα ελαιοτριβείων. Σχολή Χημικών Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.
- [7] Δαγκαλίδης, Α. (2011). Παραγωγή Ελαιολάδου. Τράπεζα Πειραιώς
- [8] Κουτσαυτάκης, Α. (2008). Θέματα Ορθής Παραλαβής σε Τριφασικό και Διφασικό Ελαιοτριβείο. Συνεταιριστική Ελαιουργική Α.Ε.
- [9] 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(22), 5179–5188.
- [10] Kapellakis, I. E., Tsagarakis, K. P., & Crowther, J. C. (2007). Olive oil history, production and by-product management. *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology*, 7(1), 1–26.

- [11] Μελέτη για τις Δυνατότητες Διάθεσης/Αξιοποίησης των Αποβλήτων των Ελαιοτριβείων Δύο Φάσεων. Συνεταιριστική Ελαιουργική Α.Ε.
- [12] Borja, R., Rincón, B., & Raposo, F. (2006). Anaerobic biodegradation of two-phase olive mill solid wastes and liquid effluents: kinetic studies and process performance. *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*, 81(9), 1450–1462.
- [13] Φωτεινόπουλος, Ι., Νταρακάς, Ε. (2018). Διαχείριση Αποβλήτων Ελαιοτριβείων - Η Περίπτωση του Νομού Μεσσηνίας. Εργαστήριο Τεχνικής και Σχεδιασμού Περιβάλλοντος, Τομέας Υδραυλικής και Τεχνικής Περιβάλλοντος, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πολυτεχνική Σχολή Α.Π.Θ.
- [14] Μπλίκια, Π. (2009). Βιοτεχνολογικές Μέθοδοι Επεξεργασίας Υγρών Απόβλητων Ελαιοτριβείου (Doctoral Dissertation). Τμήμα Χημικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Πατρών.
- [15] Seçmeler, Ö., & Galanakis, C. M. (2019). Olive Fruit and Olive Oil. *Innovations in Traditional Foods*, 193–220.
- [16] Nikou, T., Liaki, V., Stathopoulos, P., Sklirou, A. D., Tsakiri, E. N., Jakschitz, T., Skaltsounis, L. A. (2019). Comparison survey of EVOO polyphenols and exploration of healthy aging-promoting properties of oleocanthal and oleacein. *Food and Chemical Toxicology*.
- [17] Agalias, A., Magiatis, P., Skaltsounis, A.-L., Mikros, E., Tsarboroulos, A., Gikas, E., Manios, T. (2007). A New Process for the Management of Olive Oil Mill Waste Water and Recovery of Natural Antioxidants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(7), 2671–2676.
- [18] Ρούσση, Ε. (2016). Παραμετρική Εξέλιξη Κομποστοποίησης Πυρήνα Τριφασικού Ελαιοτριβείου. Σχολή Χημικών Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο πολυτεχνείο.
- [19] Διαμαντής, Β. Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Υγρών Αποβλήτων Ελαιοτριβείων σε ΧΥΤΑ. Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης.
- [20] Κατηγορίες Ελαιολάδου. Ανακτήθηκε από:
<https://www.olivepitome.com/katigories-elaioladwn/>

- [21] Κανονισμός (ΕΟΚ) Νο 2568/81. Ανακτήθηκε από:
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:01991R2568-20161011&from=EN>
- [22] Διεθνές Συμβούλιο Ελαιολάδου. Ανακτήθηκε από:
<https://www.internationaloliveoil.org/>
- [23] <https://www.cnn.gr/oikonomia/insights/story/66491/elaiolado-to-ethniko-mas-proion>
- [24] Eurostat. Ανακτήθηκε από:
https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-datasets/-/aact_eaa01
- [25] ΕΛΣΤΑΤ. Ανακτήθηκε από:
<https://www.statistics.gr/documents/20181/1800d348-ef0f-45da-9816-d187b54c387c>
- [26] Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης. Ανακτήθηκε από:
<http://www.minagric.gr/index.php/el/the-ministry-2/statistikes-tekmhrioshs/8510-statistika-ekt-parag-fytikonproionton>
- [27] Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης. Ανακτήθηκε από:
<http://www.minagric.gr/index.php/el/for-farmer-2/egkatakastaseis/egkatakastaseis>
- [28] Ο τομέας ελιάς και ελαιολάδου της ΕΕ. Κύρια χαρακτηριστικά, προκλήσεις και προοπτικές. Ανακτήθηκε από:
[https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2017/608690/EPRS_BRI\(2017\)608690_EL.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2017/608690/EPRS_BRI(2017)608690_EL.pdf)
- [29] The Value Chain and Price Formation in the Spanish Olive Oil Industry.
Ανακτήθηκε από:
<https://www.internationaloliveoil.org/wp-content/uploads/2019/12/CADENAEVALOR-ENG.pdf>
- [30] Γιακουμάκη, Γ. (2014, Νοέμβριος 24). Η κοινή άλεση στα ελαιουργεία ΕΑΣ Πεζών. Ανακτήθηκε από: <https://www.olivenews.gr/el/5528/elaiotriveio/h-koinh-alesh-sta-elaiourgeia-eas-pezw/>
- [31] Κουφάκης, Σ. (2015, Ιανουάριος 22). Η κοινή άλεση δεν είναι δίλημμα είναι μονόδρομος. Ανακτήθηκε από: <https://www.olivenews.gr/el/alla-proionta/h-koinh-alesh-den-einai-dilhma-einai-monodromos/>
- [32] https://www.ypaidhros.gr/nea-proseggisi-adeiodotisi-elaiotriveio-prooptikes/?cli_action=1596904079.916
- [33] <https://www.pasel.gr/images/24073ac5aa9653baed6c88c9f6f43f89201701050815.pdf>
- [34] Στροφύλας, Α. Το πυρηνόξυλο σαν στερεό καύσιμο. Ανακτήθηκε από:
<https://sites.google.com/site/pyrhnoxylo/pyrenelaiourgeia-1/to-pyrenoxylo-san-kausimo>

