



Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Θεσσαλονίκης
Σχολή Τεχνολογίας Τροφίμων και Διατροφής

Τμήμα Τεχνολογίας Τροφίμων

«ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ
ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ»

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΤΕΧΝΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΓΙΑ ΑΝΕΓΕΡΣΗ ΜΙΑΣ
ΠΑΓΚΥΠΡΙΑΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΑΠΟ ΟΡΟ ΓΑΛΑΚΤΟΣ

Ιωάννα Χριστοδουλίδου

ΕΠΙΒΛΕΨΗ

Δρ. Γκέκας Βασίλης

Δρ. Κουλούρης Αλέξανδρος

Θεσσαλονίκη, 2014

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τους υπεύθυνους της μεταπτυχιακής μου διατριβής, τον Κοσμήτορα Σχολής Γεωτεχνικών Επιστημών και Διαχείρισης Περιβάλλοντος του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου Κύπρου κο Βασίλη Γκέκα και τον Αναπληρωτή Καθηγητή του ΑΤΕΙ Θεσσαλονίκης κο Αλέξανδρο Κουλούρη και για την επίβλεψη, την καθοδήγηση και τη συμπαράσταση τους καθ' όλη τη διάρκεια συγγραφής της μεταπτυχιακής μου εργασίας.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον λέκτορα του ΤΕΠΑΚ κο Γιώργο Μπότσαρη για την πολύτιμη βοήθεια του σε σημαντικά σημεία της εργασίας μου.

Τέλος ευχαριστώ θερμά τους γονείς μου για τη στήριξη που μου έδωσαν καθ' όλη την διάρκεια του μεταπτυχιακού μου προγράμματος με τον κάθε δυνατό τρόπο.

ABSTRACT

Whey is produced as a byproduct following the halloumi cheese manufacturing process. Conversion of lactose, contained into the whey, to bioethanol would have a twofold benefit; (i) at getting rid of an environmental pollution problem and also (ii) producing a biofuel thus contributing to the renewable energy balance of Cyprus. SuperPro Designer®, process simulation software, was used to run the model simulations because it contains a set of unit procedures that can be customized to the specific modeling needs throughout the lactose-to-ethanol conversion processes. This paper will attempt to first discuss quantitative and qualitative data of lactose production from whey, followed by the application of ethanol-plant simulation models that will be applied in order to convert lactose into biofuel. Finally, an example of an economic analysis generated by SuperPro® Designer will be presented assessing the financial feasibility of the proposed operation. The optimal conditions which such a unit can operate are also demonstrated in an attempt in increase the efficiency and efficacy of the proposed operation.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο ορός γάλακτος είναι το υποπροϊόν που παράγεται κατά τη διαδικασία μέχρι και το τελικό στάδιο της παρασκευής χαλουμιού. Χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα SuperPro Designer® μέσω μίας σειράς διαδικασιών διαπιστώθηκε ότι μπορεί να πραγματοποιηθεί η μετατροπή της λακτόζης, η οποία περιέχεται μέσα στον ορό γάλακτος, σε βιοαιθανόλη. Η βιοαιθανόλη είναι ένα προϊόν με διπλό όφελος: (i) απαλλάσσει τους παραγωγούς παραγωγής χαλουμιού από το πρόβλημα της ρύπανσης του περιβάλλοντος λόγω του ορού γάλακτος, ενώ ταυτόχρονα (ii) επιτυγχάνεται η παραγωγή ενός βιοκαυσίμου συμβάλλοντας έτσι στο ενεργειακό ισοζύγιο της Κύπρου ως ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Το SuperPro Designer®, που χρησιμοποιήθηκε για να εκτελεστούν οι προσομοιώσεις, είναι ένα λογισμικό πρόγραμμα προσομοίωσης το οποίο περιέχει μια σειρά διαδικασιών βασισμένο στις υπάρχουσες βιομηχανίες και έτσι μπόρεσε να προσαρμοστεί και στις ανάγκες της προς μελέτη μονάδας για την μοντελοποίηση της μετατροπής της λακτόζης σε βιοαιθανόλης. Η παρούσα μελέτη θέτει ως στόχο να μελετήσει αρχικά ποσοτικά και ποιοτικά όλα τα στοιχεία που αφορούν την παραγωγή λακτόζης από τον ορό γάλακτος στο βιοκαύσιμο, μέσω της εφαρμογής των μοντέλων. Ακολούθως θα παρουσιαστεί η οικονομική αξιολόγηση μέσω ενός παραδείγματος μιας οικονομικής ανάλυσης που παράγεται από το λογισμικό SuperPro® Designer ως μια προτεινόμενη μέλλουσα επένδυση. Τέλος παρατίθενται και οι ιδανικές συνθήκες στις οποίες μπορεί να λειτουργήσει μια τέτοια μονάδα, όπως αποδείχτηκε σε μια προσπάθεια αύξησης της αποδοτικότητας και της αποτελεσματικότητας της προτεινόμενης επένδυσης.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	ii
ABSTRACT	iii
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	iv
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	viii
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ	ix
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	x
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
1.0 ΠΡΩΤΗ ΥΛΗ	1
1.1 ΓΆΛΛΑ	1
1.2 ΧΑΛΟΥΜΙ	4
1.2.1 ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΟΥ ΧΑΛΟΥΜΙΟΥ	4
1.2.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΧΑΛΟΥΜΙΟΥ.....	5
1.2.3 ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΧΑΛΟΥΜΙΟΥ	6
1.3 ΟΡΟΣ ΓΑΛΑΚΤΟΣ.....	9
1.3.1 ΣΥΣΤΑΣΗ ΟΡΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ	11
1.3.2 ΤΡΕΧΟΥΧΑ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΟΡΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ	13
1.4 ΛΑΚΤΟΖΗ	16
1.5 ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ ΓΙΑ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗΣ ΤΗΣ ΛΑΚΤΟΖΗΣ ΣΕ ΑΙΘΑΝΟΛΗ	16
1.5.1 Kluyveromyces marxianus και Kluyveromyces fragilis.....	18
1.6 ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗ	22
1.6.1 ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ	23
1.6.2 Η ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΑΠΟ ΑΜΥΛΟ Ή ΣΑΚΧΑΡΑ..	25
2.0 ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ.....	27
2.1 SUPERPRO DESIGNER	27
2.2 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	28
2.3 ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑ	29

2.4 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΘΕΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ	29
2.5 ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΠΡΟΣΩΜΟΙΩΣΗΣ	32
2.6 ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	34
2.6.1 ΔΙΑ-ΔΙΗΘΗΣΗ (ΥΠΕΡΔΙΗΘΗΣΗ ΜΕ ΤΟΝ ΤΡΟΠΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΗΣ ΑΡΑΙΩΣΗΣ)	35
2.6.2 ΥΠΕΡΔΙΗΘΗΣΗ	36
2.6.3 ΑΝΑΜΙΞΗ	38
2.6.4 ΖΥΜΩΤΗΡΑΣ	38
2.6.5 ΕΝΑΛΛΑΚΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	39
2.6.6 ΑΠΟΣΤΑΚΤΗΡΑΣ.....	40
2.6.7 ΨΥΚΤΗΡΑΣ	41
2.6.8 ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ	41
2.7 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	42
2.7.1 ΣΥΣΚΕΥΗ ΔΙΑ-ΔΙΗΘΗΣΗΣ P-1/ DF-101	42
2.7.2 ΣΥΣΚΕΥΗ ΥΠΕΡΔΙΗΘΗΣΗΣ P-2/ UF-101	44
2.7.3 ΣΥΣΚΕΥΗ ΑΝΑΜΙΞΗΣ P-3/ ΜΧ-101	46
2.7.4 ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΖΥΜΩΣΗΣ P-4/ FR-101	47
2.7.5 ΕΝΑΛΛΑΚΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ P-6/ ΗΧ-101	49
2.7.6 ΑΠΟΣΤΑΚΤΗΡΑΣ P-5/ C-101	52
2.7.7 ΨΥΚΤΗΡΑΣ P-8/ ΗΧ-101	53
2.7.8 ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ P-7/ V-101	55
3.0 ΑΠΟΤΕΛΣΜΑΤΑ - ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΑΠΟ ΤΟ SUPER PRO DESIGNER V. 8.0.	58
3.1 ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΟΣΤΟΥ ΑΓΟΡΑΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ	58
3.2 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ ΠΑΓΙΟΥ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ	59
3.3 ΚΟΣΤΟΣ ΕΡΓΑΤΙΚΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ	60
3.4 ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΕΤΗΣΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΕΞΟΔΑ	61
3.5 ΑΡΧΙΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	63
3.6 ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΠΡΩΤΩΝ ΥΛΩΝ	65

3.7 ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ ΑΠΟ ΤΟ Super Pro Designer.....	66
4.0 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ -ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	70
5.0 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	78
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι.....	82

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Τα συστατικά του αγελαδινού γάλακτος

Πίνακας 2: Σύσταση του γάλακτος μερικών γαλακτοπαραγωγικών θηλαστικών.

Πίνακας 3: Μέση σύσταση του γάλακτος αγελάδων διαφόρων φυλών.

Πίνακας 4: Κατανομή συστατικών γάλακτος, τυριού και ορού γάλακτος στο αγελαδινό γάλα.

Πίνακας 5: Σύνθεση του ορού γάλακτος.

Πίνακας 6: Ζύμες και βακτήρια που παράγουν αιθανόλη με τα αντίστοιχα υποστρώματα.

Πίνακας 7: Παγκόσμια Παραγωγή Βιοαιθανόλης ανά Χώρα για τα έτη 2007-2013.

Πίνακας 8: Ποσότητες εξαγωγών αιθανόλης συγκριτικά για τα έτη 2013 και 2014 εκφραζόμενο σε εκατομμύρια γαλόνια.

Πίνακας 9: Συνδυασμός παραμέτρων των συντελεστών του Super Pro Designer για την τελική μέγιστη τιμή παραγωγής βιοαιθανόλης.

Πίνακας 10: Πίνακας Κόστους Αγοράς Εξοπλισμού από την Αναφορά του Super Pro Designer V8.0.

Πίνακας 11: Πίνακας Κόστους Πάγιας Επένδυσης από την Αναφορά του Super Pro Designer V8.0.

Πίνακας 12: Πίνακας Συνολικού Λειτουργικού Κόστους από την Αναφορά του Super Pro Designer V8.0.

Πίνακας 13: Οικονομική Ανάλυση Δαπανών και Εσόδων για την Ανέγερση της Παγκύπριας Βιομηχανία Μετατροπής Ορού Γάλακτος σε Βιοαιθανόλη.

Πίνακας 14: Πίνακας Υπολογισμού Συνολικής Επένδυσης από την Αναφορά του Super Pro Designer V8.0.

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 1: Διάγραμμα Ροής Παραγωγής Χαλουμιού και Αναρής

Διάγραμμα 2: Διάγραμμα ροής παραγωγής βιοαιθανόλης από τον ορό γάλακτος με τη βοήθεια του λογισμικού προγράμματος Super Pro Designer.

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Επιστολή από Κτηνιατρικές Υπηρεσίες Κύπρου για την ποσότητα ορού γάλακτος που απορρίπτεται παγκύπρια.

Εικόνα 2: Γραφική Παράσταση παραγωγή Βιοαιθανόλης ανά χώρα ανά έτος.

Εικόνα 3 & 4: Διαδικασία Παραγωγής βιοαιθανόλης από άχυρο (Αριστερά εικόνα 3) και Μονάδα παραγωγής βιοαιθανόλης Αριστερά οι ζυμωτήρες - Δεξιά οι πύργοι απόσταξης (Δεξιά εικόνα 4) .

Εικόνα 5: Χάρτης της Κύπρου που παρουσιάζει την επιλογή τοποθεσίας ανέγερσης της Παγκύπριας Βιομηχανίας Παραγωγής Βιοαιθανόλης με βάση την τοποθεσία όπων των γαλακτοβιομηχανιών της Κύπρου.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

«Παράδειρα μαθές στην Αίγυπτο, **στην Κύπρο**, στη Φοινίκη·
και στους Αιθίοπες ..., κι εκεί που κέρατα στ' αρνιά μεμιάς φυτρώνουν,
στους Λίβυες- τρεις φορές τα πρόβατα γεννούν εδώ το χρόνο.
Απ' το βοσκό ποτέ δεν έλειψαν μηδέ κι απ' τον αφέντη.
τα κρέατα, το τυρί, δεν έλειψε και το γλυκό το γάλα,
μόνο τους δίνουν γάλα αδιάκοπα ν' αρμέγουν και να πίνουν.»

(Ομήρου Οδύσσεια 80-85, Μετάφραση Ν. Καζαντζάκη - Ι. Κακριδή, 1938)

1.0 ΠΡΩΤΗ ΥΛΗ

1.1 ΓΑΛΑ

Από τις αναφορές του Ομήρου στην Ομήρου Οδύσσεια στη Κύπρο από αρχαιοτάτων χρόνων ήταν διαδεδομένη η κτηνοτροφία όπως και η παραγωγή τυριού ένεκα της άφθονης παραγωγής γάλακτος που υπήρχε στο νησί.

Το γάλα είναι η κύρια τροφή που λαμβάνεται από τη φύση για την επιβίωση και την ανάπτυξη του νεογνού στα θηλαστικά είδη. Περιλαμβάνει μια μεγάλη ποικιλία συστατικών μερικά από τα οποία υπάρχουν σε επικρατές ποσότητες και χαρακτηρίζονται κύρια, ενώ άλλα που απαντούν σε μικρές έως πολύ μικρές ποσότητες αλλά υπερτερούν σε ποικιλία ονομάζονται δευτερεύοντα. Στον πιο κάτω πίνακα (Πίνακας 1) παρουσιάζονται επιμέρους τα κύρια και δευτερεύοντα συστατικά του αγελαδινού γάλακτος. (Ανυφαντάκης, 2004).

Πίνακας 1: Τα συστατικά του αγελαδινού γάλακτος (Ανυφαντάκης, 2004, σελ 81)

ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΑΓΕΛΑΔΙΝΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ	
ΚΥΡΙΑ	ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΝΤΑ
- Νερό 88%	<ul style="list-style-type: none"> • Αέρια (Οξυγόνο, Άζωτο, διοξείδιο του άνθρακα)
- Λίπος 3,7%	<ul style="list-style-type: none"> • Λιπίδια εκτός λίπους (φωσφολιπίδια, βιταμίνες D, E, K, A, στερόλες, καροτινοειδή, κερεβροσίτες)
- Πρωτεΐνες 3,2%	<ul style="list-style-type: none"> • Ένζυμα
α. Καζεΐνες	<ul style="list-style-type: none"> • Υδατοδιαλυτές Βιταμίνες
β. Πρωτεΐνες Ορού	<ul style="list-style-type: none"> • Μη πρωτεϊνικές αζωτούχες ουσίες
- Υδατάνθρακες 4,7%	<ul style="list-style-type: none"> • Ίχνη μετάλλων
ι. Λακτόζη	<ul style="list-style-type: none"> • Ορμόνες
- Άλατα	<ul style="list-style-type: none"> • Αντιβακτηριακές Ουσίες
1. Φωσφορικά	<ul style="list-style-type: none"> • Μικροοργανισμοί
2. Θειικά	<ul style="list-style-type: none"> • Σωματικά Κύτταρα
3. Χλωριούχα	
4. Κιτρικά	
5. Ανθρακικά	

Τα κύρια συστατικά του γάλακτος είναι νερό, λίπος, πρωτεΐνες, υδατάνθρακες και ανόργανα συστατικά. Ανάμεσα στα είδη θηλαστικών παρατηρούνται διαφορές στα ποσοστά των συστατικών όπως παρουσιάζεται στο (Πίνακα 2). Δεν υπάρχουν διαφορές μόνο ανάμεσα στα είδη, αλλά παρατηρούμε και εποχικές διαφορές στη σύσταση.

Πίνακας 2: Σύσταση του γάλακτος μερικών γαλακτοπαραγωγικών θηλαστικών. (Παπαδήμας και Μπίνζης, 2009).

(%)	Αγελαδινό	Πρόβειο	Κατσικίσιο	Βουβαλίσιο
Νερό	85-88	80-84	86-88	78-86
Λίπος	3,4-5	5-7	4-5	6-9
Πρωτεΐνες	2,9-3,5	5,6-6	3-4	4,7-4,9
Λακτόζη	4,4-4,8	4,5-5	4,5-5	4,6-4,9
Άλατα	0,9-1	1-1,2	0,9-1	0,8-0,9
ΣΥΑΛ*	8,2-9,3	11,1-12,2	8,4-10	10,1-10,7

*ΣΥΑΛ: Στερεό υπόλειμμα χωρίς λίπος (Ξηρή ουσία – λίπος).

Διακυμάνσεις ωστόσο στα συστατικά % φαίνεται να υπάρχουν και στις διαφορετικές φυλές του ίδιου είδους ζώα όπως στην αγελάδα (Πίνακας 3). Η κάθε φυλή παράγει διαφορετικές ποσότητες γαλακτοπαραγωγής ενώ σημαντικό είναι να σημειωθεί ότι κατά κανόνα οι φυλές με την μεγαλύτερη γαλακτοπαραγωγή αποδίδουν γάλα ασθενή σε στερεά συστατικά.

Πίνακας 3: Μέση σύσταση του γάλακτος αγελάδων διαφόρων φυλών (Ανυφαντάκης, 2004, σελ. 102)

ΦΥΛΗ	ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ %					
	ΝΕΡΟ	ΣΤΕΡΕΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ	ΛΙΠΟΣ	ΠΡΩΤΕΙΝΗ	ΛΑΚΤΟΖΗ	ΤΕΦΡΑ
Guernsey	85,35	14,65	5,05	3,90	4,96	0,74
Jersey	85,47	14,53	5,05	3,78	5,00	0,70
Aryshire	86,97	13,03	4,03	3,51	4,91	0,68

Brow Swiss	86,87	13,13	3,85	3,48	5,08	0,72
Shorthon	87,43	12,57	3,63	3,32	4,89	0,73
Holstein	87,72	12,28	3,41	3,32	4,87	0,68

1.2 ΧΑΛΟΥΜΙ

1.2.1 ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΟΥ ΧΑΛΟΥΜΙΟΥ

Το χαλούμι είναι το παραδοσιακό Κυπριακό τυρί και το κύριο αγροτικό προϊόν του νησιού. Η πρώτη αναφορά που σύνδεσε το Χαλούμι με την Κύπρο ήταν το 1554, όταν ο Florio Bustron αναφέρθηκε στα πρόβατα και τις κασικές της Κύπρου, και σε ένα τυρί με το όνομα χαλούμι (στα ιταλικά ονομάζεται «calumi») που κατασκευάστηκε από ένα μείγμα πρόβειου και κατσικίσιου γάλακτος. Αργότερα το 1778, ο Άγιος Κυπριανός της Εκκλησίας της Κύπρου, στην ιστορική ανασκόπηση, περιγράφει το χαλούμι ως «νόστιμο» και ότι «πωλήθηκαν ποσότητες στο εξωτερικό» (Parademas, 2006).

Στην πραγματικότητα, η Κύπρος παράγει 10.000 τόνους Χαλούμι ετησίως εκ των οποίων οι 7.000 τόνοι εξάγονται (κυρίως στην Ευρώπη και τη Μέση Ανατολή), με αξία αγοράς τα 30-40 εκατομμύρια ευρώ ετησίως.

Το Χαλούμι κατασκευάζεται στο νησί με 2 διαφορετικούς τρόπους που είναι: το παραδοσιακό προϊόν (κατσικίσιο, πρόβειο ή μίγμα) και το βιομηχανοποιημένο προϊόν (κατσικίσιο, πρόβειο και αγελαδινό γάλα μίγμα). Τα 2 αυτά διαφέρουν κυρίως στα είδη γάλακτος και την σύσταση του μείγματος γάλακτος που χρησιμοποιείται.

1.2.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΧΑΛΟΥΜΙΟΥ

Το φρέσκο χαλούμι χαρακτηρίζεται ως το τυρί το οποίο πωλείται ανά κομμάτια σε συσκευασία υπό κενό λευκού έως ελαφρά κίτρινου χρώματος. Χαρακτηρίζεται ως ημίσκληρο, συμπαγές, ελαστικό, χωρίς κρούστα και χωρίς τρύπες τυρί, με ευκολία στο τεμαχισμό του σε φέτες. Έχει μια ευχάριστη γαλακτώδη και κρεμώδη γεύση, ενώ παράλληλα είναι ελαφρώς αλατισμένο. Καταναλώνεται είτε ωμό, είτε τηγανιτό, είτε στα κάρβουνα ψημένο είτε ως τρίμμα.

Καθώς ωριμάζει το τυρί αυτό, με ελάχιστη περίοδο ωρίμασης 40 ημερών σε 12% (NaCl) άλμη ορού γάλακτος, γίνεται σκληρό και εύθραυστο όπου πλέον μπορεί να χρησιμοποιηθεί και τριμμένο (ως τρίμμα). Το χρώμα του γίνεται κιτρινωπό, ενώ έχει μια αλμυρή και όξινη γεύση (λόγω της δραστηριότητας των βακτηρίων που μετατρέπουν την λακτόζη σε γαλακτικό οξύ στο τυρί).

Σημαντικό είναι και αξίζει να αναφερθεί το γεγονός ότι στην παραγωγή του υπάρχουν κάποιες ιδιαιτερότητες οι οποίες εμφανίζονται αποκλειστικά στο χαλούμι. Πρώτον το χαλούμι παράγεται χωρίς τη χρήση οποιασδήποτε καλλιέργειας, επομένως, το pH του νωπού τυριού είναι υψηλό (6,2-6,3) και ταυτόχρονα με υψηλή περιεκτικότητα σε λακτόζη. Κατά δεύτερον το τυρόπηγμα βράζεται σε αποπρωτεινομένο ορό γάλακτος σε θερμοκρασίες που φτάνουν τους 90 ° C για 30 λεπτά, καταστρέφοντας έτσι όλα τα υπολείμματα μικροχλωρίδας που θα μπορούσαν να ζυμώνουν τη λακτόζη του φρέσκου τυριού.

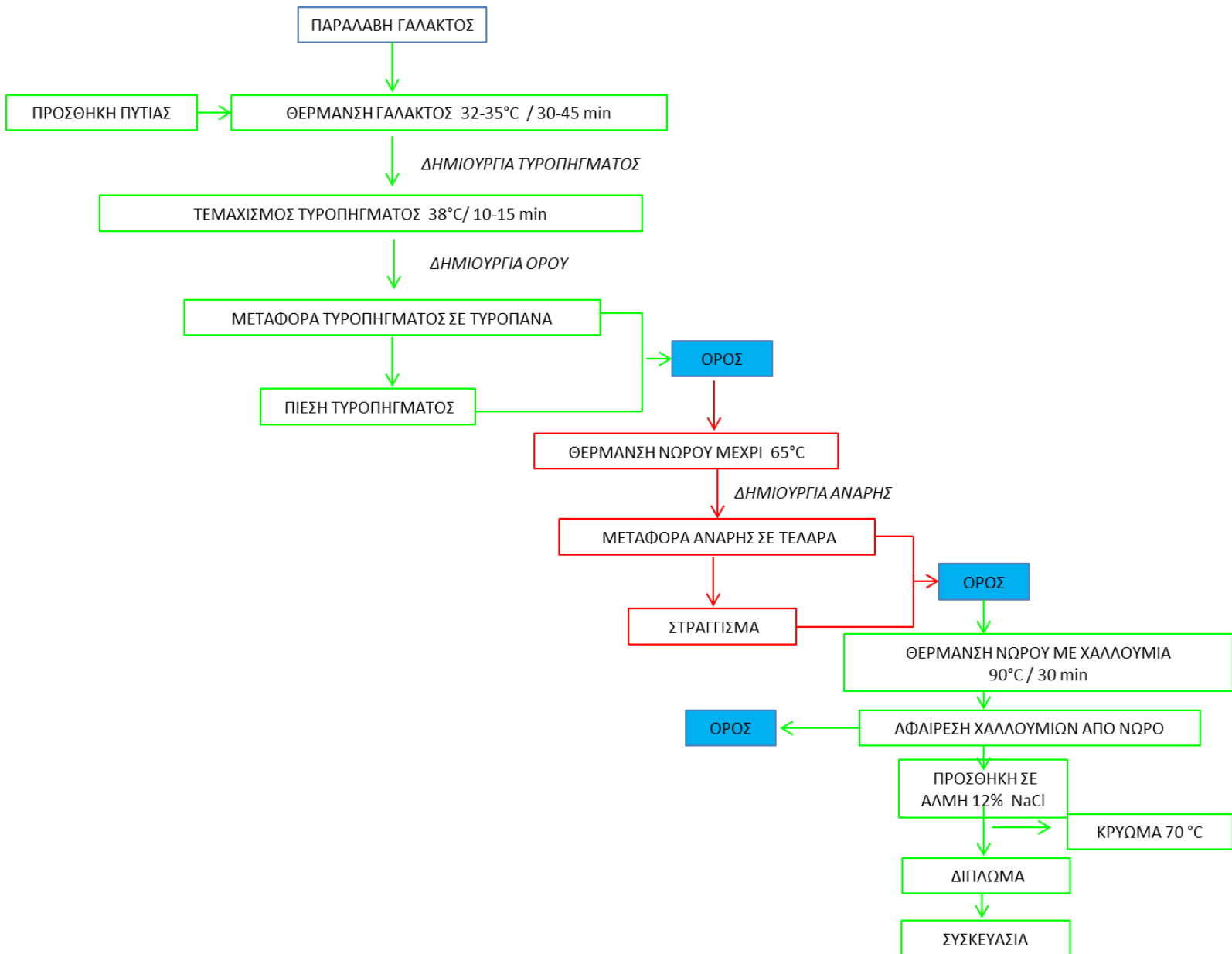
Σε γενικές γραμμές, το χαλούμι καθ' όλη τη διάρκεια και έπειτα της παραγωγής του προσφέρει ο ορός γάλακτος το οποίο είναι γλυκό και πλούσιο σε λακτόζη με περιεκτικότητα που αγγίζει σχεδόν το 70% της συνολικής περιεκτικότητας λακτόζης στο γάλα, καθιστώντας έτσι ο ορός γάλακτος του ως μια πολύτιμη βάση για περαιτέρω αξιοποίηση.

1.2.3 ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΧΑΛΟΥΜΙΟΥ

Πιο κάτω παρουσιάζεται αναλυτικά το διάγραμμα ροής παραγωγής του χαλουμιού και ταυτόχρονα της παραγωγής της αναρής (Διάγραμμα 1). Από το διάγραμμα διακρίνονται τα σημεία στα οποία υπάρχει η παραγωγή του ορού γάλακτος. Τα βήματα που ακολουθούνται αναλυτικά για την παρασκευή του είναι τα εξής:

- Θερμοκρασία πήξης: Το γάλα θερμαίνεται στη θερμοκρασία των 32°-35° Κελσίου (C) και προστίθεται σ' αυτό ποσότητα πυτιάς ώστε η πήξη να γίνει σε 30-45 λεπτά της ώρας. Η θερμοκρασία πήξης ποικίλλει ανάλογα με την εποχή (χαμηλότερη το καλοκαίρι και ψηλότερη το χειμώνα) και την ποιότητα του γάλακτος.
- Επεξεργασία του τυρόπηγματος: Μετά το πήξιμο, το τυρόπηγμα τεμαχίζεται σε κόκκους μεγέθους 5-10 χιλ. και αναθερμαίνεται σταδιακά, ανακατεύοντάς το ταυτόχρονα, μέχρι τους 38°C. Παραμένει στη θερμοκρασία αυτή για 10-15 λεπτά περίπου, ανακατεύοντας συνεχώς, μέχρι να αποκτήσουν οι κόκκοι την επιθυμητή σύσταση.
- Ακολούθως το τυρόπηγμα μεταφέρεται σε τσαντίλες (τυρόπανα) και πιέζεται σταδιακά ώστε να συνενωθούν οι κόκκοι και ταυτόχρονα να φύγει αρκετή ποσότητα ορού γάλακτος. Σχηματίζεται μάζα πάχους 2 - 4 εκ. Όταν το τυρόπηγμα στραγγίσει ικανοποιητικά κόβεται σε κομμάτια διαστάσεων 10x10 εκ. περίπου, ανάλογα με το μέγεθος του χαλουμιού που επιθυμούμε. Το τυρόπηγμα μπορεί, αντί σε τσαντίλες (τυρόπανα), να τοποθετηθεί σε «ταλάρια» μέχρι να στραγγίσει ικανοποιητικά. (Τα ταλάρια παλαιότερα ήταν κατασκευασμένα από «σκλινίτζια» (καλάμες από το φυτό *Juncus heldreichianus*) αλλά σταδιακά αντικαθίστανται με πλαστικά για λόγους υγιεινής και εύκολου καθαρισμού).

- Τοποθετούμε τα κομμάτια στο ζεστό νωρό από τον οποίο έχει αφαιρεθεί προηγουμένως η αναρή. Ο νωρός με τα χαλούμια θερμαίνεται σταδιακά μέχρι βρασμού, μέχρις ότου τα κομμάτια βγουν στην επιφάνεια του νωρού και επιπλέουν. Αφήνονται έτσι για 30 λεπτά για να ψηθούν και να αποκτήσουν την κατάλληλη ελαστικότητα. Τότε, τα χαλούμια αφαιρούνται από το νωρό και αλατίζονται επιφανειακά με 12% άλας. Αν είναι επιθυμητό, στο άλας προστίθενται και φύλλα δυόσμου για να δώσουν τη χαρακτηριστική μυρωδιά. Αφού επέλθει πτώση της θερμοκρασίας, περίπου στους 70° Κελσίου, τα κομμάτια του χαλουμιού διπλώνονται στα δυο και τοποθετούνται σε ειδικές θήκες ή το ένα κοντά στο άλλο, πάνω στην τυροτράπεζα, για να διατηρήσουν το σχήμα τους, μέχρι να κρυώσουν εντελώς.
- Συσκευασία: Όταν τα κομμάτια του χαλουμιού κρυώσουν, συσκευάζονται σε δοχεία χωρητικότητας 2-15 κιλών. Τα δοχεία ακολούθως γεμίζονται με άλμη νωρού πυκνότητας 12% περίπου ώστε να καλύπτει τα κομμάτια του χαλουμιού και κλείνονται καλά για να προφυλαχθούν από τις τυρόμυγες που δημιουργούν σκουλήκια.
- Το χαλούμι που πρόκειται να καταναλωθεί φρέσκο σκευάζεται σε συσκευασία υπό κενό 300g ενώ τα χαλούμια που προορίζονται για ωρίμανση μεταφέρονται σε πλαστικά δοχεία και τοποθετούνται σε δροσερό μέρος (15°-20°C) για να υποστεί το χαλούμι την κατάλληλη ζύμωση για 40-60 μέρες. (ΥΓΦΠΠ 2010, Παπαδήμας και Μπίνζης, 2009).



Διάγραμμα 1: Διάγραμμα Ροής Παραγωγής Χαλουμιού και Αναρής

1.3 ΟΡΟΣ ΓΑΛΑΚΤΟΣ

«Ορός γάλακτος ή τυρόγαλα (whey) είναι το υποπροϊόν που λαμβάνεται κατά την τυροκόμιση ή κατά την παραγωγή τυριού, με τη χρήση είτε οξέων, είτε πυτιάς καζεΐνης και/είτε φυσικοχημικών μεθόδων)» όπως αναφέρεται στον κανονισμό 625/30-3-1978 της Ευρωπαϊκής Ένωσης (<http://eur-lex.europa.eu/homepage.html>) .

Πιο συγκεκριμένα είναι το υδαρές τμήμα του γάλακτος που λαμβάνεται μετά τον τεμαχισμό του τυροπήγματος όπου στην περίπτωση τυροκόμισης αγελαδινού γάλακτος το 80-90% των συστατικών μεταφέρονται στο τυρόγαλα (Ανυφαντάκης, 2004).

Κύριο συστατικό του ορού γάλακτος είναι η λακτόζη που αποτελεί ένα από τα πιο άφθονα θρεπτικά συστατικά του γάλακτος(4-5 % βάρος/όγκο) και διασπάται σε γλυκόζη και γαλακτόζη εφοδιάζοντας τον οργανισμό με ενέργεια μέσα από τη διαδικασία της γλυκογονόλυσης. Άλλα συστατικά του ορού γάλακτος αποτελούν οι πρωτεΐνες (12-13 %), τα μεταλλικά άλατα (7-11 %), και το ασβέστιο, το οποίο είναι βασικό δομικό συστατικό των οστών και των δοντιών. Το τυρόγαλο περιέχει επίσης γαλακτικό οξύ σε μεταβλητή ποσότητα (0,5-10 %), κιτρικό οξύ (περίπου 1 %) και μη πρωτεϊνικό άζωτο (0.5-0.8 %) (Gonzalez, 1996).

Σύμφωνα με τις Κτηνιατρικές Υπηρεσίες Κύπρου, όπως φαίνεται στην πιο κάτω επιστολή Εικόνα 1, απορρίπτονται 97.000 τόνοι ορού γάλακτος ετησίως σε παγκύπριο επίπεδο. Η τιμή αυτή τείνει να μένει σταθερή χωρίς να σημειώνει σημαντική απόκλιση σε λίτρα κατά την τελευταία πενταετία. (Κτηνιατρικές Υπηρεσίες Κύπρου).

Εικόνα 1: Επιστολή από Κτηνιατρικές Υπηρεσίες Κύπρου για την ποσότητα ορού γάλακτος που απορρίπτεται παγκύπρια.



ΚΥΠΡΙΑΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ
ΓΕΩΡΓΙΑΣ, ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ
ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΚΤΗΝΙΑΤΡΙΚΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ
1417 ΛΕΥΚΩΣΙΑ

Αρ. Φακ. 35/92/S 71/90/44
Τηλ. 22 805 200 - 201
e.mail : director@vs.moa.gov.cy

2 Οκτωβρίου 2013

κ. Ιωάννα Χριστοδουλίδου
ioanna84847@hotmail.com

Θέμα: Στοιχεία που αφορούν τις ποσότητες του ορού γάλακτος που απορρίπτονται

Αναφορικά με το πιο πάνω θέμα θα θέλαμε να σας ενημερώσουμε ότι οι ποσότητες ορού γάλακτος που απορρίπτονται σε παγκύπριο επίπεδο ανέρχονται στις **97.000 τόνους συνολικά**. Από τα στοιχεία που έχουμε στην κατοχή μας δεν φαίνεται να είναι σημαντική η απόκλιση των λίτρων ανά έτος για την τελευταία πενταετία.

Δρ Ανδρέας Παπαευσταθίου
Αν. Διευθυντής

Κοιν.: Αν. Προϊστάμενο Τομέα Κτηνιατρικής Δημόσιας Υγείας

ΣΧ/ΜΘ/ 30/09/2013

Ο ορός γάλακτος προκαλεί έντονο ενδιαφέρον μελέτης και διαχείρισης του, λόγω του ότι αποτελεί ένα σημαντικό περιβαλλοντικό πρόβλημα ως απόβλητο των γαλακτοβιομηχανιών. Έχοντας υπόψη ότι σε αναλογία πληθυσμού αντιστοιχούν 200L αστικά υγρά απόβλητα ανά άτομο ημερήσια που ισοδυναμούν με BOD (Biochemical Oxygen Demand) 60mg (O₂/L) και για το τυρόγαλο το BOD είναι περίπου 60mg (O₂/L), θα μπορούσαμε να πούμε ότι 1L ορού γάλακτος αντιστοιχεί σε 1 άτομο. Όπως φαίνεται και στον Πίνακα 4 στο τυρόγαλο περιέχεται υψηλή συγκέντρωση σε λακτόζη που συνεπάγεται ότι προκύπτουν και υψηλές ποσότητες (BOD = 30.000 - 50.000 ppm) γεγονός το οποίο είναι ανεπιθύμητο (Μαλανδράκη, 2008, Jelen, 2002).

Πίνακας 4: Κατανομή συστατικών γάλακτος, τυριού και ορού γάλακτος στο αγελαδινό γάλα (Ανυφαντάκης, 2004, σελ421).

Συστατικά	Γάλα %	Τυρί %	Τυρόγαλα %
Λίπος	3.75	3.40	0.30
Λακτόζη	4.70	0.30	4.40
Πρωτεΐνες	3.30	2.60	0.70
Τέφρα	0.75	0.15	0.60
Σύνολο	12.50	6.50	6.00

1.3.1 ΣΥΣΤΑΣΗ ΟΡΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ

Το τυρόγαλα αποτελείται κατά το μεγαλύτερο μέρος του από στερεά συστατικά και κυρίως λακτόζη. Η σύσταση του ορού γάλακτος διαφέρει ανάλογα με τον τύπο του τυριού, από το οποίο προέρχεται και κυρίως από το είδος του γάλακτος που χρησιμοποιήθηκε για την παρασκευή του. Ο ορός γάλακτος που προέρχεται

από πρόβειο γάλα είναι σημαντικά πιο πλούσιος σε λίπος και πρωτεΐνες από ότι του αγελαδινού.

Ωστόσο το τυρόγαλα ανάλογα με την μέθοδο παρασκευής του διακρίνεται σε "γλυκό τυρόγαλο" (pH 5.9-6.6) που προέρχεται μετά τη πήξη γάλακτος με τη χρήση πυτίας και σε "όξινο τυρόγαλο" (pH 4.3-4.6) που παράγεται μετά την οξίνιση του γάλακτος κατά την παρασκευή καζεΐνης με την χρήση οξέων.

Το τυρόγαλα μέσα από την διαδικασία ζυμώσεων παράγει γαλακτικό οξύ, αιθυλική αλκοόλη, βιταμίνες, αλκοολούχα ποτά και μη.

Η σύνθεση του ορού γάλακτος παρουσιάζεται στον Πίνακα 5. Εν συντομία ο ορός γάλακτος που προέρχεται από την παραγωγή χαλουμιού αποτελείται κυρίως από (w/w%) νερό (94%), λακτόζη (3,5%), λίπος (0,02%), πρωτεΐνες (2,4%) και τέφρα (0,08%). Το γεγονός ότι δεν χρησιμοποιείται καλλιέργεια για να πραγματοποιηθεί η ζύμωση έχει ως αποτέλεσμα ότι ο ορός γάλακτος είναι «γλυκός» και διατηρεί το μεγαλύτερο μέρος της λακτόζης που δεν μετατρέπεται σε γαλακτικό οξύ, όπως στην περίπτωση των τυριών που έχουν υποστεί ζύμωση .

Πίνακας 5: Σύνθεση του ορού γάλακτος

Συστατικό	Συγκέντρωση g/L	Ποσοτική Συγκέντρωση %
Τέφρα	0,81	0,08
Λίπη	0,20	0,02
Λακτόζη	35,30	3,5
Πρωτεΐνη	0,92	0,09
Νερό	962,77	96,31

1.3.2 ΤΡΕΧΟΥΧΑ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΟΡΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία (Kosseva, 2009), με βάση την κατανάλωση τυριού και τα στοιχεία παραγωγής, εκτιμάται ότι εντός της Ευρωπαϊκής Ένωσης παράγονται περίπου 9 εκατομμύρια τόνοι τυριού ετησίως, που οδηγούν σε μια ετήσια παραγωγή ορού γάλακτος της τάξης των 50 εκατομμυρίων m³. Σε παγκόσμιο επίπεδο, περίπου το 50% της συνολικής παραγωγής τυριού- ορού γάλακτος υπόκειται σε επεξεργασία και μετατρέπεται σε διάφορα προϊόντα διατροφής. Πιο συγκεκριμένα:

- το 45% του παραγόμενου ορού γάλακτος χρησιμοποιείται απευθείας στην υγρή του μορφή,
- το 30% σε μορφή σκόνης ορού γάλακτος,
- το 15% ως λακτόζη και παραπροϊόντων της, και
- το υπόλοιπο 10% ως συμπυκνωμένες πρωτεΐνες που περιέχουν ορό γάλακτος.

Στην Ελλάδα, την περίοδο από το 1990 έως το 1995, η εξαγωγή φέτας ήταν περίπου 7.000 τόνοι το χρόνο και των πρόβιων τυριών 10.000 τόνοι, ποσότητες που αντιστοιχούν στην παραγωγή 600.000 τόνων ορού γάλακτος το χρόνο. Εάν ληφθεί υπόψη ότι για την παρασκευή ενός κιλού τυριού, παράγονται 9 κιλά ορού γάλακτος και με δεδομένο ότι έχει πολύ μικρή περιεκτικότητα σε γάλα, γίνεται εύκολα κατανοητό το πρόβλημα διαχείρισης κυρίως που δημιουργείται από την παραγωγή τέτοιων ποσοτήτων του συγκεκριμένου αποβλήτου (Καραδήμα, 2009).

Η χρήση του ορού γάλακτος ως ζωοτροφή για βοοειδή ή χοίρους, αποτελεί μέχρι και σήμερα μια σημαντική εναλλακτική λύση. Σε εγχώριο επίπεδο, πρόκειται για την πιο συνήθη και εύκολη χρήση του ορού γάλακτος από τους τυροκόμους, και αναφέρεται σχεδόν σε όλες τις μελέτες επεξεργασίας και διάθεσης των αποβλήτων των τυροκομείων. Ωστόσο, στην πράξη όλο και λιγότερες

εγκαταστάσεις χοιροστασίων χρησιμοποιούν τον ορό γάλακτος ως τροφή, εξαιτίας των εντερικών διαταραχών που προκαλεί στα ζώα (Μαρκαντωνάτος, 1990).

Σε βιομηχανική κλίμακα για την αξιοποίηση και εκμετάλλευση του απορριπτόμενου ορού γάλακτος έχουν αναπτυχθεί διαφορετικοί τρόποι επεξεργασίας, όπως:

- η αερόβια επεξεργασία,
- αναερόβια επεξεργασία,
- η επεξεργασία με μεμβράνες,
- η κατασκευή κατάλληλων υγροτόπων,
- η πήξη/ ηλεκτροπήξη/ κροκίδωση/ καθίζηση
- βιοαποκατάσταση κ.α. (Arvanitoyannis and Kassaveti, 2008).

Κατά την αερόβια επεξεργασία, αναπτύσσονται μικροοργανισμοί σε περιβάλλον πλούσιο σε οξυγόνο, οι οποίοι θα μετατρέψουν τα οργανικά συστατικά του αποβλήτου σε διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), σε νερό (H_2O), σε αμμωνία (NH_3), σε μη διασπάσιμα οργανικά υλικά και σε υπολειμματικό οργανικό υλικό. Τα υγρά απόβλητα των γαλακτοβιομηχανιών δύναται να επεξεργαστούν με τη συμβατική αερόβια διαδικασία, δεδομένου ότι τα λίπη, η λακτόζη και οι πρωτεΐνες που περιέχουν, είναι εύκολα αποδομήσιμα από βακτηριακούς πληθυσμούς. Αν και πρόκειται για μέθοδο με υψηλή κατανάλωση ενέργειας, η οποία απαιτεί συνήθως μεγάλες εγκαταστάσεις υψηλού κόστους, έχει χαμηλότερο κόστος κεφαλαίου συγκριτικά με την αναερόβια διαδικασία (Arvanitoyannis and Kassaveti, 2008).

Η αναερόβια επεξεργασία τυροκομικών αποβλήτων, θεωρείται ως η πιο βασική διεργασία που εφαρμόζεται, λόγω της υψηλής περιεκτικότητας των συγκεκριμένων αποβλήτων σε οργανικό φορτίο. Παρ' όλα αυτά, η απόδοση των συμβατικών τεχνικών αναερόβιας επεξεργασίας μπορεί να επηρεαστεί αρνητικά,

από τις υψηλές συγκεντρώσεις αιωρούμενων στερεών και λιπιδίων που εμπεριέχονται στα απόβλητα (Καττή Π., 2010).

Μια από τις κύριες οδούς αξιοποίησης του ορού γάλακτος σχετίζεται με τη ζύμωση του προς παραγωγή προϊόντων υψηλής προστιθέμενης αξίας, όπως γαλακτικό οξύ, αιθυλική αλκοόλη, βιταμίνες, β-γαλακτοσιδάση, ξύδι και βιομάζα. Χωρίς καμία επεξεργασία μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ζωοτροφή για διάφορα ζώα λόγω της περιεκτικότητάς του σε πρωτεΐνη, λακτόζη, ασβέστιο, φωσφόρο, θείο και υδροδιαλυτές βιταμίνες. Ο ορός γάλακτος μπορεί επίσης να αποτελέσει γεωργικό λίπασμα με το μειονέκτημα ότι αυξάνει την αλατότητα του εδάφους (Gonzalez, 1996, Pedro *et al.*, 2010). Τα υψηλά όμως επίπεδα συγκέντρωσης λακτόζης και μετάλλων μπορεί να καταστήσουν τον ορό γάλακτος ακατάλληλο για ζωοτροφή (Sienkiewicz and Riedel, 1990).

Με τη διαδικασία της κρυσταλοποίησης μπορεί να αφαιρεθεί η λακτόζη από το ορό γάλακτος και να χρησιμοποιηθεί ως συμπλήρωμα σε παιδικά γάλατα και σε διάφορα φαρμακευτικά προϊόντα, λόγω πλαστικότητας ελαφριάς γεύσης και μειωμένης γλυκαντικής δύναμης (Yves, 1979).

Αξίζει να σημειωθεί ότι έχουν αναπτυχθεί τεχνολογίες αξιοποίησης της παραγόμενης λακτόζης, οι οποίες περιλαμβάνουν τη βιο-επεξεργασία του ορού γάλακτος και τη μετατροπή της λακτόζης σε αιθανόλη. Στην Ιρλανδία, τις Η.Π.Α και ιδιαίτερα στην Νέα Ζηλανδία, περίπου το 50 % του παραγόμενου ορού γάλακτος χρησιμοποιείται για την παραγωγή αιθανόλης (Mawson, 1994).

Επιπρόσθετα, ο ορός γάλακτος χρησιμοποιείται σε αρτοποιασκευάσματα, στη ζαχαροπλαστική-μαγειρική, στην παρασκευή τυριών ορού γάλακτος, για παραγωγή σκόνης ορού γάλακτος (30%), ασφαλωμένου ορού γάλακτος (45%), για την παραγωγή λακτόζης (15%) και το υπόλοιπο ως πρωτεϊνικό συμπύκνωμα. (Gonzalez 1996, Pedro *et al.*, 2010, Rojan *et al.*, 2007).

1.4 ΛΑΚΤΟΖΗ

Η λακτόζη αποτελεί τον χαρακτηριστικό υδατάνθρακα του γάλακτος των περισσότερων θηλαστικών και συχνά αναφέρεται ως γαλακτοσάκχαρο. Αποτελεί τον κύριο υδατάνθρακα του γάλακτος και απομονώνεται είτε από το γάλα είτε από παράγωγα αυτού, κυρίως στην κρυσταλλική μορφή. Η χρήση της είναι ως πρόσθετο των τροφίμων, επηρεάζοντας την γλυκύτητα είτε άλλες παραμέτρους όπως υγρασία, συγκράτηση αρωμάτων και χρωστικών, ροή κ.α.

Μέσω κατάλληλης επεξεργασίας η λακτόζη που βρίσκεται μέσα στον ορό γάλακτος μπορεί να μετατραπεί σε αιθανόλη.

Έτσι η επιλογή της λακτόζης ως πηγή αιθανόλης χαρακτηρίζεται από αρκετά επιμέρους πλεονεκτήματα:

- Ο Ορός γάλακτος, που θεωρείται ένα υποπροϊόν από την παραγωγή του τυριού, θα μπορούσε μέσω κατάλληλων διεργασιών να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή καθαρής ενέργειας.
- Δεν χρειάζεται η εξασφάλιση γης και αγροχημικών προϊόντων για την καλλιέργεια ενεργειακών φυτών.
- Σε σύγκριση με την κυτταρίνη, η λακτόζη είναι ένας απλός δισακχαρίτης και η βιομετατροπή της είναι απλή.

1.5 ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ ΓΙΑ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗΣ ΤΗΣ ΛΑΚΤΟΖΗΣ ΣΕ ΑΙΘΑΝΟΛΗ

Οι μικροοργανισμοί που χρησιμοποιούνται ευρύτερα και ειδικότερα στη βιομηχανία ποικίλουν και παρουσιάζονται στο παρακάτω πίνακα. Είναι κυρίως ζύμες και ορισμένα βακτήρια και παρόλο που μηχανισμός τους και τα τελικά προϊόντα τους είναι τα ίδια παρουσιάζουν διαφορές ως προς:

- Το χρόνο πραγματοποίησης της ζύμωσης,

- Την ικανότητα να ζυμώνουν σακχαρούχα διαλύματα αναλόγως της πυκνότητάς τους
- Το ποσοστό των υποπροϊόντων που παράγονται και
- Το υπόστρωμα το οποίο ζυμώνουν

Πίνακας 6: Ζύμες και βακτήρια που παράγουν αιθανόλη με τα αντίστοιχα υποστρώματα (Glazer *et al.*, 1995).

ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ	ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝ
Ζύμες	
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Γλυκόζη, Φρουκτόζη, Γαλακτόζη, Μαλτόζη, Μαλτοτριόζη, Ξυλουλόζη.
<i>Saccharomyces carlsbergensis</i>	Γλυκόζη, Φρουκτόζη, Γαλακτόζη, Μαλτόζη, Μαλτοτριόζη, Ξυλουλόζη.
<i>Saccharomyces rouxii</i>	Γλυκόζη, Φρουκτόζη, Μαλτόζη, Σακχαρόζη.
<i>Kluyveromyces fragilis</i>	Γλυκόζη, Γαλακτόζη, Λακτόζη.
<i>Kluyveromyces lactis</i>	Γλυκόζη, Γαλακτόζη, Λακτόζη.
<i>Candida pseudotropicalis</i>	Γλυκόζη, Γαλακτόζη, Λακτόζη.
<i>Candida tropicalis</i>	Γλυκόζη, Ξυλόζη, Ξυλουλόζη.
Βακτήρια	
<i>Zymomonas mobilis</i>	Γλυκόζη, Φρουκτόζη, Σακχαρόζη.
<i>Clostridium termocellum</i>	Γλυκόζη, Κελλοβιόζη, Κυτταρίνη
<i>Clostridium thermohydrosulfuricum</i>	Γλυκόζη, Κελλοβιόζη, Ξυλόζη, Σακχαρόζη, Αμυλο.
<i>Thermoanaerobium brockii</i>	Γλυκόζη, Σακχαρόζη, Κελλοβιόζη.
<i>Thermoanaerobium acetoethylicus</i>	Γλυκόζη, Σακχαρόζη, Κελλοβιόζη.

1.5.1 Kluyveromyces marxianus και Kluyveromyces fragilis

Έχουν δημοσιευθεί αρκετές μελέτες τα τελευταία 30 χρόνια σχετικά με την ικανότητα διαφόρων μικροοργανισμών να παράγουν αιθανόλη από λακτόζη. Από πρόσφατη έκδοση σχετικά με τους ζυμομήκυτες ο μύκητας *Kluyveromyces marxianus*, *Kluyveromyces fragilis* και *C. Pseudotropicalis* αναφέρονται ως συνώνυμοι. Για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα οι *Kluyveromyces marxianus*, *Kluyveromyces fragilis* θεωρούνταν ότι ανήκαν ταξινομικά ως ξεχωριστά είδη ενώ πλέον ο *Kluyveromyces fragilis* συμπεριλήφθηκε στο είδος του *Kluyveromyces marxianus* γι' αυτό και θεωρούνται συνώνυμοι (Pedro *et al.*, 2010). Για το λόγο αυτό άλλοτε αναφέρεται από τους ερευνητές ως *Kluyveromyces marxianus* και άλλοτε ως *Kluyveromyces fragilis* στις μελέτες που αφορούν κυρίως την παραγωγή αιθανόλης από ορό γάλακτος.

Πολλοί ερευνητές, κάνουν αναφορά στις παρεμποδιστικές επιδράσεις του μύκητα *Kluyveromyces marxianus*. Αυτές, εμφανίζονται στη ζύμωση ορού γάλακτος και ιδιαίτερα στις αργές ζυμώσεις με πολύ υψηλή περιεκτικότητα σε υπολειμματικά σάκχαρα, αλλά και όταν η αρχική συγκέντρωση της λακτόζης αυξάνεται πάνω από 100 έως 150 g L⁻¹, ή σε ορισμένες περιπτώσεις πάνω από 200 g L⁻¹. Αυτά τα προβλήματα αποδίδονται σε οσμωτική ευαισθησία (λόγω των υψηλών συγκεντρώσεων λακτόζης) και σε χαμηλή ανοχή σε αιθανόλη, καθώς και σε υψηλή συγκέντρωση αλάτων. Η έκταση των συνεπειών που επιφέρουν τα παραπάνω προβλήματα, φαίνεται να εξαρτάται από το στέλεχος και από τις συνθήκες ζύμωσης του, όπως η διαθεσιμότητα οξυγόνου και άλλων θρεπτικών συστατικών που μπορεί να επηρεάσουν σημαντικά το χρησιμοποιούμενο μικροοργανισμό. (Pedro *et al.*, 2010).

Η περιορισμένη περιεκτικότητα του ορού γάλακτος σε θρεπτικά στοιχεία μπορεί να περιορίσει τη ζύμωση υψηλών συγκεντρώσεων λακτόζης. Οι Janssens *et al.* (1983) ανέφεραν σημαντική βελτίωση στην ικανότητα της ζύμωσης του *Kluyveromyces marxianus*, όταν ο συμπυκνωμένος ορός γάλακτος, που περιείχε περίπου 200 g L^{-1} λακτόζη, έχει ήδη συμπληρωθεί με 0.5 % πεπτόνη, καθώς και με εργοστερόλη και λινολεϊκό οξύ. Η παροχή των συγκεκριμένων λιπιδίων οδήγησε σε μείωση του χρόνου ζύμωσης από 90 σε 60 ώρες. (Pedro *et al.*, 2010). Η διαθεσιμότητα οξυγόνου είναι ένας άλλος βασικός παράγοντας που επηρεάζει την επίδοση του στελέχους κατά τη διάρκεια της ζύμωσης. Η διαθεσιμότητα οξυγόνου πρέπει να είναι επαρκής, χωρίς να προκαλείται υπερβολική ανάπτυξη της ζύμης και να επηρεάζεται η απόδοση σε αιθανόλη. Τα χαμηλά επίπεδα οξυγόνου ευνοούν τη ζύμωση καθώς αρχικά παράγεται υψηλός όγκος αιθανόλης σε ανοξικές συνθήκες η παραγωγή του οποίου συνεχίζεται μετέπειτα σε αερόβιες συνθήκες. (Pedro *et al.*, 2010, Maria *et al.*, 2009).

Οι Salman *et al.*, (2006), αναφέρουν ότι το στέλεχος *Kluyveromyces marxianus* παρουσιάζει μεγάλο βιοτεχνολογικό ενδιαφέρον, λόγω της ιδιότητας του να αναπτύσσεται και να ζυμώνεται σε υψηλές θερμοκρασίες (40°C). Το πλεονέκτημα αυτό, έχει ως αποτέλεσμα την εξοικονόμηση κόστους αφού δε χρειάζεται ψύξη στις βιο-διεργασίες παραγωγής αιθανόλης. Οι Banat *et al.* (1992) περιέγραψαν ότι το θερμοανεκτικό στέλεχος *Kluyveromyces marxianus*, μπορεί να αναπτυχθεί αερόβια στους 52°C σε λακτόζη και ορό γάλακτος. Το κόστος μπορεί να μειωθεί περαιτέρω με την αύξηση της συγκέντρωσης της λακτόζης πάνω από $100 - 120 \text{ g L}^{-1}$. Πρόσφατα οι Nonklang *et al.* (2008), ανέφεραν ότι το στέλεχος *Kluyveromyces marxianus* παράγει σημαντικές ποσότητες αιθανόλης στους 45°C από τη γλυκόζη, αλλά όχι από τη λακτόζη. Σε αντιδραστικές ζύμωσης, ο *Kluyveromyces marxianus* αξιοποιεί πάνω από το 95 % της λακτόζης του ορού γάλακτος, με αποτελεσματικότητα μετατροπής 80 – 85 % της μέγιστης

θεωρητικής δυνατής μετατροπής (0,538 Kg αιθανόλης / Kg λακτόζης) (Mawson, 1994).

Από την έρευνα των *Christensen et al, 2010* αναφέρεται ότι εξετάστηκε η παραγωγή αιθανόλης με τον μύκητα *Kluyveromyces marxianus* από ορό γάλακτος που εξάχθηκε κατά την παραγωγή βιολογικού τυριού τόσο σε ροή συνεχής όσο και σε ροή ανά παρτίδες. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι δεν είναι απαραίτητο να πραγματοποιηθεί παστερίωση ή κατάψυξη του ορού για να δράσει ο *K. marxianus* αφού ήταν σε θέση να ανταγωνιστεί τα βακτήρια του γαλακτικού οξέως που προστίθεται κατά τη διάρκεια της παραγωγής του τυριού. Τα αποτελέσματα επίσης έδειξαν ότι, ακόμη και αν πραγματοποιείτε σε κάποιο βαθμό ζύμωση του γαλακτικού οξέος πριν αρχίσει η διαδικασία ζύμωσης για την παραγωγή αιθανόλης ο έδρασε *K marxianus* μετατρέποντας την υπολειπόμενη λακτόζη σε αιθανόλη προϋποθέτοντας ότι δεν παρήχθηκε μια σημαντική ποσότητα του γαλακτικού οξέος (1-2 g / l).

Όσο αφορά τις ζυμώσεις που πραγματοποιούνται ανά παρτίδα έδειξαν υψηλή απόδοση σε αιθανόλης (* 0,50 g αιθανόλης / g λακτόζης) τόσο στους 30°C όσο και στους 40°C χρησιμοποιώντας χαμηλό pH (4.5) ή καθόλου έλεγχο του pH.

Ωστόσο όσο φορά τις ζυμώσεις συνεχούς ροής μη παστεριωμένου ορού πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας *Ca-alginate-immobilized K. marxianus*. Η υψηλής παραγωγικότητα σε αιθανόλη (2.5 έως 4.5 g / l / h) επιτεύχθηκε με αραιώση σε ρυθμό 0,2 / h, εξάγοντας έτσι το συμπέρασμα ότι ο *K marxianus* θεωρείτε κατάλληλος για βιομηχανική παραγωγή αιθανόλης από ορό γάλακτος.

Σε αντιδράσεις ζύμωσης ο *K. fragilis* εκμεταλλεύεται τη συνολική λακτόζη του ορού γάλακτος σε ποσοστό μεγαλύτερο του 95 %, με απόδοση μετατροπής της σε αιθανόλη 80 – 85 % (0,538 Kg αιθανόλης / Kg λακτόζης) (Mawson, 1994).

Σε μία άλλη παλαιότερη έρευνα των Sanchez και Castillo, 1980 μελετήθηκε ο *Kluyveromyces fragilis* NCYC 587 όπου αναπτύχθηκε σε 2% (w / v) αποπρωτεϊνωμένο ορό γάλακτος συμπληρωμένο με 0,1% εκχύλισμα ζύμης και 0.2% $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ σε ένα εύρος pH 3,5-6,0. Σε ένα ζυμωτήρα τύπου Bioflo χωρητικότητας 750 ml με αρχικό pH 5.0 παρουσιάστηκε υψηλότερη παραγωγή κυττάρων (5.03 mg / ml), ζύμωση της λακτόζης κατά 87,4% και απόδοση (0,4 mg κύτταρα / mg ζυμωμένης λακτόζης). Ωστόσο τα αποτελέσματα που εξάχθηκαν ήταν συναφή όταν ο *K. fragilis* αναπτύχθηκε σε φιάλες ανακίνησης-(45 ml ορού γάλακτος επώαστηκαν σε φιάλες 300 ml 30°C σε λουτρό νερού και αναδεύτηκαν με ταχύτητα 120 κτυπήματα το λεπτό). Ανεξάρτητα από την αρχική τιμή, το pH αυξήθηκε κατά τη διάρκεια των αρχικών 5-10 ωρών της ανάπτυξης και στη συνέχεια σημείωσε πτώση μικρότερη της αρχικής τιμής. Η αρχική αύξηση του pH, οφείλεται στη χρησιμοποίηση του γαλακτικού οξέος και η επακόλουθη μείωση του δείχνει να λαμβάνει χώρα κατά την χρησιμοποίηση της NH_3 . Στη περίπτωση όπου το pH διατηρήθηκε σταθερό στη τιμή 5,0 δεν σημειώθηκε αύξηση της παραγωγής κυττάρων, της ζύμωσης της λακτόζης και της απόδοσης του *Kluyveromyces fragilis*. Δεδομένου ότι ο έλεγχος του pH είναι περιττός, θα μπορούσε να χρησιμοποιείται ένας απλός εξοπλισμός για την παραγωγή ζυμομύκητα πρωτεΐνης χαμηλού κόστους. Παρόλα αυτά η πτώση του pH κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης έχει το πλεονέκτημα της μείωσης επιμολύνσεων.

Οι F. Fatichenti και E. Berardi στην έρευνα τους το 1987, αναφέρονται στην απόδοση της χρησιμοποίησης της λακτόζης από τον *Kluyveromyces fragilis* SS-437 σε διαφορετικές θερμοκρασίες. Το εύρος των θερμοκρασιών το οποίο μελετήθηκε αρχίζει από τους 3°C όπου διαπιστώνεται η μικρότερη ανάπτυξη, στους 41.5°C η καλύτερη ανάπτυξη, στους 44.5°C η τελική μέγιστη θερμοκρασία (όπου ο ρυθμός ανάπτυξης και θανάτωσης είναι σταθερός διατηρώντας ισορροπία) και τέλος στους 46.1°C η αρχική μέγιστη θερμοκρασία που είναι το μέγιστο όριο ανάπτυξης.

1.6 ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗ

Όπως ορίζεται από την νομοθεσία της Ευρωπαϊκής Ένωσης στην Οδηγία 2003/30 ΕΚ σχετικά με την προώθηση της χρήσης βιοκαυσίμων ή άλλων ανανεώσιμων καυσίμων για τις μεταφορές ως «βιοαιθανόλη»: ορίζεται η αιθανόλη η οποία παράγεται από βιομάζα ή/και από το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα αποβλήτων, για χρήση ως βιοκαύσιμο (<http://eur-lex.europa.eu/homepage.html>) .

Η ιστορία της βιοαιθανόλης ως καυσίμου κίνησης ξεκινά το 1908 όταν ο Χένρυ Φορντ κατασκεύασε το πρώτο αυτοκίνητο, το αλκοολοκίνητο μοντέλο Ford T, δηλώνοντας ότι τα καύσιμα του μέλλοντος θα προέρχονται από μήλα, ζιζάνια ή ροκανίδια.

Σήμερα, όλα τα αυτοκίνητα μπορούν να χρησιμοποιήσουν E5 ή E10, δηλαδή μείγμα βενζίνης με 5 ή 10% αιθανόλη, **χωρίς καμία μετατροπή**. Η αιθανόλη έχει 113 οκτάνια και χρησιμοποιείται για την αύξηση του αριθμού οκτανίων της βενζίνης και για τη βελτίωση της ποιότητάς της δηλαδή ως βελτιωτικό καυσίμου (πχ ETBE, METBE). Συνήθως πωλείται στα πρατήρια ως μείγμα E10 (10% αιθανόλη + 90% βενζίνης). Η αυτοκινητοβιομηχανία πλέον διαθέτει στο εμπόριο μοντέλα (FFV, Flexible Fuel Vehicle) που χρησιμοποιούν μείγμα E85 (85% αιθανόλη + 15% βενζίνης) ή οποιοδήποτε άλλο μείγμα αιθανόλης-βενζίνης (πχ Ford Focus ή Saab BioPower). Το μίγμα E85 έχει αριθμό οκτανίου περίπου 105 (<http://bioenergynews.blogspot.com/>) .

1.6.1 ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ

Σύμφωνα με τα στατιστικά στοιχεία του Συλλόγου ανανεώσιμων καυσίμων κατά τα έτη 2007-2013 πρώτη στην παγκόσμια κατάταξη σε παραγωγή αιθανόλης βρίσκονται οι Ηνωμένες Πολιτείες. Ακολουθεί η Βραζιλία , η Ευρώπη, η Κίνα, ο Καναδάς και ο Υπόλοιπος κόσμος (<http://www.ethanolrfa.org>) .

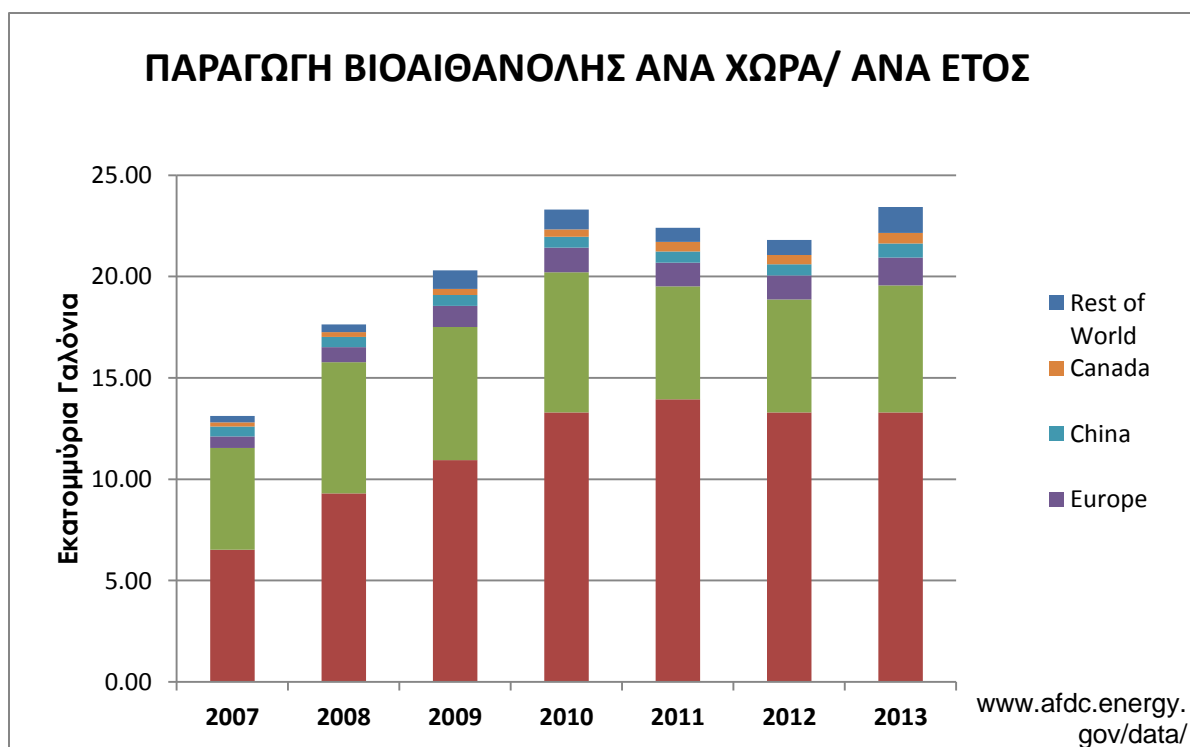
Πίνακας 7: Παγκόσμια Παραγωγή Βιοαιθανόλης ανά Χώρα για τα έτη 2007-2013.

ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΑΝΑ ΧΩΡΑ 2007-2013							
(ΟΙ ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ ΕΚΦΡΑΖΟΝΤΑΙ ΣΕ ΕΚΑΤΟΜΜΥΡΙΑ ΓΑΛΟΝΙΑ)							
ΧΩΡΑ	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Ηνωμένες Πολιτείες	6521.00	9309.00	10938.00	13298.00	13948.00	13300.00	13300.00
Βραζιλία	5019.20	6472.20	6578.00	6921.54	5573.24	5577.00	6267.00
Ευρώπη	570.30	733.60	1040.00	1208.58	1167.64	1179.00	1371.00
Κίνα	486.00	501.90	542.00	541.55	554.76	555.00	696.00
Καναδάς	211.30	237.70	291.00	356.63	462.30	449.00	523.00
Υπόλοιπος Κόσμος	315.30	389.40	914.00	984.61	698.15	752.00	1272.00
Παγκόσμια	13123.10	17643.80	20303.00	23310.91	22404.09	21812.00	23429.00

Από στοιχεία του Πίνακα 7 και το αντίστοιχο γράφημα της Εικόνας 2 συνεπάγεται ότι το έτος 2010 υπήρχε παγκόσμια συνολική άνοδος της παραγωγής βιοαιθανόλης που ακολουθήθηκε με σταδιακή πτώση τα έτη 2011 και 2012. Ωστόσο το 2013 η άνοδος αυτή επανέρχεται και ξεπερνά όλα τα προηγούμενα

έτη. Οι Ηνωμένες Πολιτείες είναι η μεγαλύτερη χώρα παραγωγής αιθανόλης στον κόσμο, με παραγωγή πάνω από 13 δισεκατομμύρια γαλόνια κατά το έτος 2013 μόνο. Μαζί , οι ΗΠΑ και η Βραζιλία παράγουν το μεγαλύτερο ποσοστό παγκόσμιας παραγωγής αιθανόλης που αγγίζει το 84 % της παγκόσμιας παραγωγής. Η συντριπτική πλειοψηφία της Αμερικάνικης παραγωγής αιθανόλης παράγεται από το καλαμπόκι , ενώ η Βραζιλία χρησιμοποιεί ως κυρία ύλη για την παραγωγή της τη ζάχαρη (<http://www.afdc.energy.gov/data/>).

Εικόνα 2: Γραφική Παράσταση παραγωγή Βιοαιθανόλης ανά χώρα ανά έτος.



Κατά το έτος 2014 η Βραζιλία προηγήθηκε στις εξαγωγές αιθανόλης έναντι των Ηνωμένων Πολιτειών. Από το 2013 οι εξαγωγές από τη Βραζιλία σε σχέση με το 2014 μειώθηκαν κατά 83%. Οι επικρατέστεροι προμηθευτές καύσιμου αιθανόλης της Αμερικής παραπέμπονται στον Πίνακα 8 (<http://www.ethanolrfa.org>).

Πίνακας 8: Ποσότητες εξαγωγών αιθανόλης συγκριτικά για τα έτη 2013 και 2014 εκφραζόμενο σε εκατομμύρια γαλόνια (<http://www.ethanolrfa.org>).

ΧΩΡΑ	ΣΥΝΟΛΟ 2014	ΣΥΝΟΛΟ 2013
Βραζιλία	60,8	348,2
Γουατεμάλα	10,1	0
Ολλανδία	6,0	0
Ισπανία	2,2	0
Παραγουάη	1,3	0
Σιγκαπούρη	1,0	0
Τζαμάικα	0	22,6
Ελ Σαλβαδόρ	0	15,3
Κόστα Ρίκα	0	13,8
Υπόλοιπες Χώρες	2,6	0,1

1.6.2 Η ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΑΠΟ ΑΜΥΛΟ Ή ΣΑΚΧΑΡΑ

Η παραγωγή αιθανόλης από άμυλο (δημητριακά, καλαμπόκι) ή σάκχαρα (ζαχαροκάλαμο, ζαχαρότευτλα, γλυκό σόργο) είναι απλή και γίνεται μέσω αλκοολικής ζύμωσης.

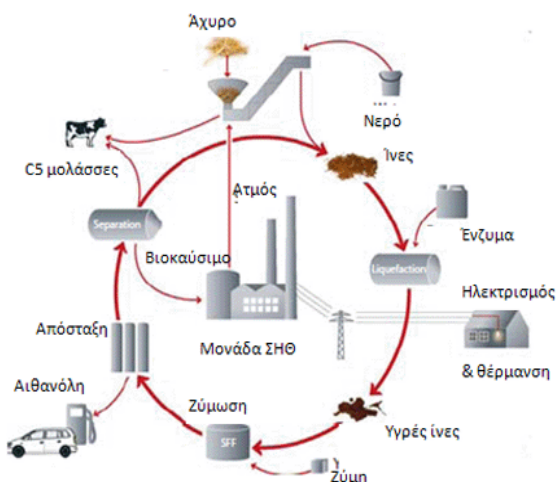
Τα εργοστάσια παραγωγής βιοαιθανόλης είναι ουσιαστικά τεράστια αποστακτήρια. Στην περίπτωση που πρώτη ύλη είναι το ζαχαροκάλαμο ή το γλυκό σόργο, τα στελέχη τους (καλάμια) θρυμματίζονται και στο αλεσμένο προϊόν γίνεται αποχύμωση (μηχανικά με πίεση) και με την προσθήκη ζεστού νερού γίνεται εκχύλιση και συλλογή του υδατικού σακχαρούχου διαλύματος. Σε αντίθεση με το ζαχαροκάλαμο και το σόργο που λαμβάνεται απευθείας ο σακχαρούχος χυμός των βλαστών, στα σιτηρά (σιτάρι, κριθάρι, καλαμπόκι) απαιτείται προσθήκη ακριβών ενζύμων (αμυλάσες) για τη διάσπαση (υδρόλυση)

του αμύλου σε σάκχαρα. Οι σπόροι των σιτηρών αλέθονται, αναμιγνύονται με νερό και ακολουθεί θέρμανση και ζύμωση σε αλκοόλη.

Η ζύμωση του σακχαρούχου διαλύματος γίνεται σταδιακά σε τεράστιες δεξαμενές (ζυμωτήρες) με την προσθήκη κατάλληλων σακχαρομυκήτων, συνήθως στελέχη του *Saccharomyces cerevisiae*. Στο τελικό προϊόν της ζύμωσης γίνεται καθαρισμός με φυγοκέντριση ή διήθηση και το υγρό οδηγείται στην τελική δεξαμενή όπου γίνεται διαχωρισμός και ανάκτηση της καθαρής αιθανόλης (Εικόνα 4). Ανάλογα με το σκοπό, η αιθανόλη ως τελικό προϊόν μπορεί να είναι ένυδρη (95% v/v) ή άνυδρη (99,5% v/v).

Η διαδικασία παραλαβής της αιθανόλης είναι το τελευταίο στάδιο παραγωγής και περιλαμβάνει απόσταξη και αφυδάτωση με θέρμανση. Το τελευταίο αυτό στάδιο είναι από τα πλέον ενεργοβόρα άρα και πιο δαπανηρά στάδια της παραγωγικής διαδικασίας και αποτελεί κρίσιμο παράγοντα της βιομηχανικής παραγωγής βιοαιθανόλης (<http://bioenergynews.blogspot.com/>) .

Εικόνα 3 & 4: Διαδικασία Παραγωγής βιοαιθανόλης από άχυρο (Αριστερά εικόνα 3) (<http://bisyplan.bioenarea.eu/>) και Μονάδα παραγωγής βιοαιθανόλης Αριστερά οι ζυμωτήρες - Δεξιά οι πύργοι απόσταξης (Δεξιά εικόνα 4) (www.nrel.gov).



2.0 ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

2.1 SUPERPRO DESIGNER

Βάσει βιβλιογραφικών αναφορών έχουν ήδη γίνει προηγούμενες προσομοιώσεις για τον σχεδιασμό παραγωγής αιθανόλης από καλαμπόκι και σιτάρι χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα SuperPro Designer® που χρησιμοποιείται ως λογισμικό σχεδιασμού από χημικούς μηχανικούς (Parademas, P, 2006 και Kwiatkowski, 2006).

Έχουν αναπτυχθεί για την προσομοίωση διεργασιών κυρίως δυο λογισμικά Χημικής Μηχανικής το Aspen Plus που προηγήθηκε και το SuperPro® Designer το οποίο και επιλέξαμε. Αν και το μοντέλο αρχικά σχεδιάστηκε με στόχο το καλαμπόκι, στη πορεία αποδείχτηκε ότι μπορούσε να εφαρμοστεί και σε άλλα είδη δημητριακών. Το πλεονέκτημα που εντοπίστηκε από την εκτεταμένη χρήση του SuperPro® Designer ήταν ότι θα μπορούσε να σχεδιάσει και να αναλύσει τη διαδικασία χωρίς την ανάγκη χρήσης άλλου λογισμικού προγράμματος.

Όπως αναφέρεται και από το America's Energy Future Panel on Alternative Transportation Fuels στο βιβλίο Liquid Transportation Fuels from Coal and Biomass, 2009 επιλέχθηκε το SuperPro® Designer για το λόγο ότι έχει σχεδιαστεί ιδικά για διεργασίες οι οποίες περιλαμβάνουν βιολογικά συστατικά όπως επίσης και διεργασίες ειδικές για βιολογικές λειτουργίες όπως οι ζυμωτήρες.

Παρόλα αυτά όμως, οι ερευνητές εντόπισαν ότι το SuperPro® Designer υπολείπεται σε υποστήριξη προχωρημένων θερμοδυναμικών μοντέλων όπως επίσης είναι ελλιπείς και οι πληροφορίες σχετικά με τα στοιχεία στις βάσεις δεδομένων. Το γεγονός αυτό αναγκάζει συχνά τον χρήστη να εκτείνει την έρευνα του πέραν του προγράμματος, προκειμένου να συγκεντρώσει αρκετές πληροφορίες για μια ολοκληρωμένη και ορθή προσομοίωση. Αν-τ' αυτού το

SuperPro® Designer είναι ένα πολύ πιο απλό στη χρήση πρόγραμμα από το Aspen Plus με αποτέλεσμα να μπορούν με μεγαλύτερη ευχέρεια οι χρήστες να το μαθαίνουν και να χρησιμοποιούν. Ωστόσο, απαιτείται μεγαλύτερη προσοχή από τον χρήστη όταν θα τρέξει την προσομοίωση με επιτυχία για να μην οδηγηθεί σε ανακριβή αποτελέσματα.

Όπως προαναφέρθηκε το SuperPro® Designer περιλαμβάνει την δυνατότητα κοστολόγησης την οποία δεν διαθέτουν ορισμένες εκδόσεις του προγράμματος Aspen Plus κομμάτι το οποίο είναι πολύ χρήσιμο για να δώσει την ολοκληρωμένη εικόνα μιας μελέτης συμπεριλαμβάνοντας τα κατά προσέγγιση κόστη του εξοπλισμού, λειτουργίας και εγκαταστάσεων.

Συνοψίζοντας και με βάση τα πιο παραπάνω, στην παρούσα μελέτη επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθεί το πρόγραμμα SuperPro® Designer για την προσομοίωση της διαδικασίας μετατροπής της λακτόζης σε βιοαιθανόλη.

2.2 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Στην συγκεκριμένη μελέτη η προσομοίωση χρησιμοποιήθηκε σε μια προσπάθεια να αξιολογηθεί η σκοπιμότητα της κατασκευής εργοστασίου παραγωγής βιοκαυσίμων από τον ορό γάλακτος που παράγεται ως υποπροϊόν στις Κυπριακές γαλακτοβιομηχανίες. Επί του παρόντος, αυτές οι ποσότητες του ορού γάλακτος χρησιμοποιούνται ως συμπλήρωμα ζωοτροφών στη βιομηχανία χοιροτροφίας.

Με την βοήθεια του λογισμικού SuperPro® Designer σχεδιάστηκε το διάγραμμα ροή που ακολουθείται για την υλοποίηση αυτής της διαδικασίας και εισάχθηκαν στο πρόγραμμα όλα τα δεδομένα που αντιπροσωπεύουν την Κυπριακή Βιομηχανία έτσι ώστε τα ποσοτικά και οικονομικά αποτελέσματα που θα εξαχθούν να είναι ρεαλιστικά και έγκυρα.

2.3 ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑ

Με βάση την ετήσια παγκύπρια παραγωγή και προκειμένου να καλύψει τις ανάγκες της με βάση το συνολικό ποσό του ορού γάλακτος που παράγεται από το χαλούμι, η προτεινόμενη μονάδα θα πρέπει να έχει δυναμικότητα 10.000 kg εισαγωγής ορού γάλακτος προς αξιοποίηση ανά ώρα. Το εργοστάσιο θα πρέπει λειτουργεί δυνητικά 24 ώρες καθημερινά και 7 ημέρες την εβδομάδα. Με τον τρόπο αυτό η συνολική δυναμικότητα του εργοστασίου θα αγγίζει περίπου τους 87.000 τόνους ετησίως και η οποία είναι επαρκής για να καλύψει τις τρέχουσες ανάγκες της παραγωγής.

2.4 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΘΕΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ

Η τοποθεσία της προτεινόμενης μονάδας επιλέχθηκε προσεκτικά λαμβάνοντας υπόψη τη γεωγραφική κατανομή των μονάδων γαλακτοπαραγωγής της Κύπρου. Οι περισσότερες μονάδες γαλακτοπαραγωγής μεγάλης δυναμικότητας βρίσκονται στις περιοχές Λευκωσίας, Λάρνακας και Λεμεσού και ένα μικρό ποσοστό στο δυτικό τμήμα του νησιού, στην Πάφο. Ως εκ τούτου, η ιδανική τοποθεσία εγκατάστασης της μονάδας θα ήταν σε ένα σχετικά κεντρικό σημείο του νησιού, έτσι ώστε να έχει την ευχέρεια να καλύψει τις ανάγκες όλων των γαλακτοβιομηχανιών ελαχιστοποιώντας το κόστος μεταφοράς και κερδίζοντας χρόνο εργασίας. Η τοποθεσία που έχει επιλεγεί παρουσιάζεται στην Εικόνα 5 και είναι κοντά στο χωριό Κοφίνου. Από την προτεινόμενη θέση σε διάστημα 45-50 λεπτά κατά μέσο όρο θα μπορεί να συλλέγεται η πρώτη ύλη στο εργοστάσιο επεξεργασίας ορού γάλακτος.

Αρχικά για την επιλογή της τοποθεσίας σχεδιάστηκε ο χάρτης της Κύπρου ο οποίος περιέχει όλες τις γαλακτοβιομηχανίες της ελεύθερης Κύπρου ανεξαρτήτου δυναμικότητας. Ο κατάλογος των γαλακτοβιομηχανιών πάρθηκε από τις

Κτηνιατρικές Υπηρεσίες και με βάση αυτόν έγινε ο σχεδιασμός του χάρτη. Στο χάρτη φαίνεται και η δυναμικότητα της κάθε βιομηχανίας ως εξής:

- Οι γαλακτοβιομηχανίες με υψηλή δυναμικότητα σημειώθηκαν με μπλε χρώμα (εκμεταλλεύονται > 2 000 000 λίτρα αγελαδινού γάλακτος ετησίως)
- Οι γαλακτοβιομηχανίες με μεσαία δυναμικότητα σημειώθηκαν με λιλά χρώμα (εκμεταλλεύονται ανάμεσα στα 2 000 000-500 000 λίτρα αγελαδινού γάλακτος ετησίως).
- Οι γαλακτοβιομηχανίες με χαμηλή δυναμικότητα σημειώθηκαν με μπλε χρώμα (εκμεταλλεύονται <500 000 λίτρα αγελαδινού γάλακτος ετησίως)

Η αρίθμηση στο χάρτη είναι αντίστοιχη με τον κατάλογο των Κτηνιατρικών Υπηρεσιών (Παράρτημα Ι).

Ακολουθώντας μετά την ολοκλήρωση του χάρτη θα έπρεπε να επιλεγεί όσο το δυνατό ένα κεντρικό σημείο κυρίως ανάμεσα στις περιοχές όπου υπάρχει μεγαλύτερη συσσώρευση γαλακτοβιομηχανιών. Σαφώς η περιοχή ανέγερσης της Βιομηχανίας θα πρέπει να βρίσκεται σε βιομηχανική περιοχή.

Ως κατάλληλο σημείο εγκατάστασης της Βιομηχανίας παραγωγής βιοαιθανόλης από τον ορρό αγελαδινού γάλακτος, επιλέχθηκε η Κοφίνου. Μπορεί να εντοπιστεί στο χάρτη στο σημείο που βρίσκεται και η γαλακτοβιομηχανία με το κίτρινο αστεράκι.

Γενικότερα η εγκατάσταση μιας μονάδας σε Βιομηχανική Περιοχή εξασφαλίζει βιομηχανικά οικόπεδα με ευνοϊκούς όρους δόμησης, πλήρεις υποδομές σε δίκτυα ύδρευσης, αποχέτευσης και ακάθαρτων υδάτων, οδικά δίκτυα, υποδομές ηλεκτροδότησης κλπ.

Το σημείο επιλογής που θα εδρεύει η βιομηχανία βρίσκεται σε κεντρικό σημείο στον αυτοκινητόδρομο σχεδόν κεντρικά των πόλεων Λευκωσίας, Λεμεσού και

Λάρνακας. Το σημείο παρέχει ευκολία διακίνησης του δικτύου διανομής των βυτιοφόρων για την μεταφορά της πρώτης ύλης από τις γαλακτοβιομηχανίες στην κεντρική βιομηχανία παραγωγής βιοιθανόλης.

Αυτό έχει ως συνέπεια την εύκολη πρόσβαση για την πρώτη ύλη αλλά και την διανομή των τελικών προϊόντων που θα είναι η βιοιθανόλη και το συμπύκνωμα λίπους. Το μεταφορικό κόστος άλλωστε σε κάποιες περιπτώσεις επιβαρύνει αρκετά το συνολικό κόστος και υπολογίζεται ότι με τρόπο αυτό μειώνεται σημαντικά.

Εικόνα 5: Χάρτης της Κύπρου που παρουσιάζει την επιλογή τοποθεσίας ανέγερσης της Παγκύπριας Βιομηχανίας Παραγωγής Βιοιθανόλης με βάση την τοποθεσία όπων των γαλακτοβιομηχανιών της Κύπρου.



2.5 ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΠΡΟΣΩΜΟΙΩΣΗΣ

Το μοντέλο προσομοίωσης που χρησιμοποιήθηκε για την μονάδα μετατροπής της λακτόζη σε αιθανόλη αναπτύχθηκε στο SuperPro Designer TM Έκδοση 8 (από την Intelligen Inc., www.intelligen.com) . Το SuperPro Designer είναι ένα MS-Windows εμπορικό λογισμικό προσομοίωσης για την μοντελοποίηση βιοχημικών διεργασιών, διεργασιών τροφίμων, φαρμάκων, περιβαλλοντικών διεργασιών κ.λπ. και εφαρμόζεται τόσο σε μονάδες με διαδικασίες που λειτουργούν ανά παρτίδα όσο και σε διαδικασίες συνεχούς ροής. Στις αναφορές των Kwiatkowski, 2006 και Bowen et al, 2010 παρουσιάζονται τα παραδείγματα της εφαρμογής του μοντέλου SuperPro στην παραγωγή βιοαιθανόλης από πολλαπλές πρώτες ύλες.

Η προσομοιωμένη ανάλυση της διαδικασίας με τη χρήση του SuperPro Designer περιλαμβάνει τα υλικά και τα ενεργειακά ισοζύγια, το μέγεθος του εξοπλισμού, τον προγραμματισμό και την ανάλυση του χρόνου-κύκλου, την ανάλυση του κόστους, την οικονομική αξιολόγηση όπως επίσης και την εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων (http://www.intelligen.com/superpro_overview.html , Intelligen Inc., SuperPro Designer User's Guide, 2014).

Το λογισμικό παρέχει μια εκτεταμένη βιβλιοθήκη με ομάδες διαδικασιών της μονάδας οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να σχεδιαστεί το διάγραμμα ροής των διαδικασιών. Κάθε ομάδα διαδικασιών αντιπροσωπεύει το σύνολο των εργασιών που πραγματοποιούνται σε ένα συγκεκριμένο κομμάτι του εξοπλισμού. Σε ένα διάγραμμα συνεχούς ροής, οι έννοιες των διαδικασιών και των λειτουργιών της μονάδας συμπίπτουν. Ωστόσο με την ρύθμιση λειτουργίας της μονάδας ανά παρτίδες, μια διαδικασία θα περιλαμβάνει όλες τις λειτουργίες που εκτελούνται μαζί με τις πληροφορίες που αφορούν τη διάρκεια και την τάξη

προγραμματισμού τους. Τα μαθηματικά μοντέλα των προσομοιωμένων λειτουργιών πιθανόν να είναι είτε σε σταθερή κατάσταση (αλγεβρικό) ή σε δυναμική και επιλύονται με ένα διαδοχικό αρθρωτό τρόπο.

Η λύση του μοντέλου παρέχει πληροφορίες σχετικά με τα υλικά και την ενεργειακή ισορροπία των ροών των διεργασιών, καθώς και πληροφορίες σχετικά με την εκτέλεση κάθε λειτουργίας. Με τη βοήθεια των υλικών και των αποτελεσμάτων της ενεργειακής ισορροπίας, μπορούν να υπολογιστούν οι απαιτήσεις της όλης διαδικασίας σε πρώτες ύλες, αναλώσιμα, πόρους (ατμού, ισχύς, κλπ), καθώς και η απόδοση της μεθόδου για το τελικό προϊόν (ντα).

Για μια διαδικασία που λειτουργεί ανά παρτίδα, μπορεί να απεικονιστεί η εκτέλεση των παρτίδων στο χρόνο μέσω της εκμετάλλευσης του εξοπλισμού και από τα διαγράμματα που παρουσιάζουν την κατανάλωση των πόρων. Μπορεί επιπλέον να πραγματοποιηθεί η ανάλυση του χρόνου κύκλου με στόχο τον εντοπισμό και την εξάλειψη των σημείων συμφόρησης έτσι ώστε να αξιολογηθεί το αντίκτυπο του μεγέθους της παρτίδας σε μια προσπάθεια να μεγιστοποιηθεί η συνολική ετήσια δυναμικότητα.

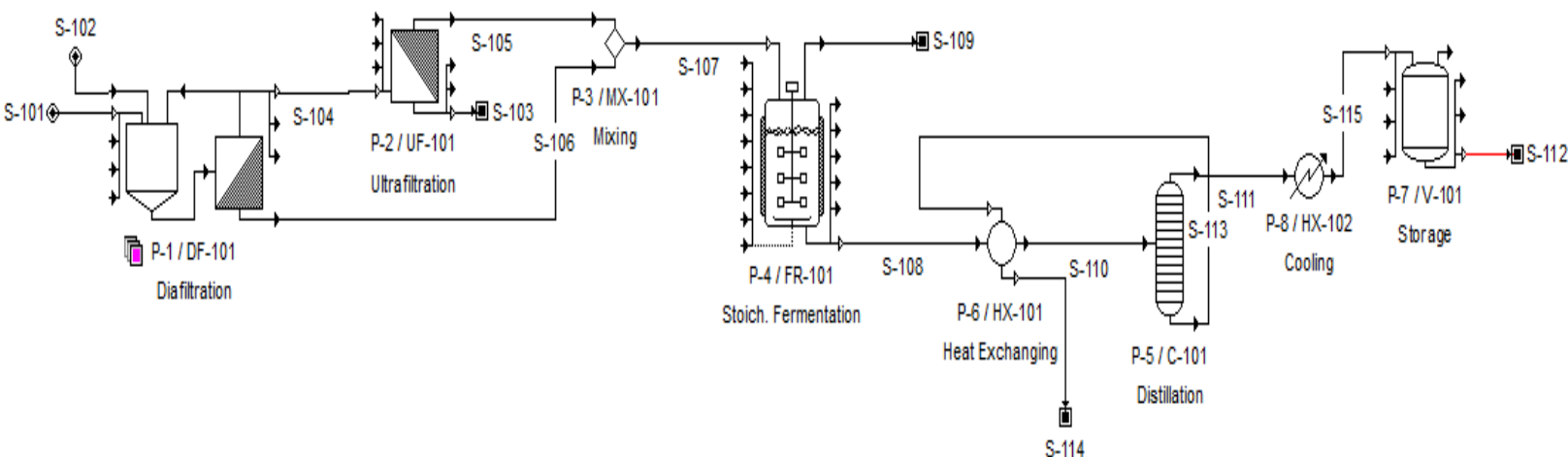
Το μέγεθος του εξοπλισμού στο διάγραμμα ροής ορίζεται από τις διαδικασίες που πρόκειται να τον χρησιμοποιούν και κοστολογείται ανάλογα. Με τα δεδομένα αυτά μπορεί να πραγματοποιηθεί μια εμπειριστατωμένη οικονομική με βάση την οποία να υπολογιστούν η επένδυση του κεφαλαίου, τα λειτουργικά έξοδα και τα αναμενόμενα έσοδα. Επιπρόσθετοι υπολογίσιμοι είναι και οι οικονομικοί δείκτες (ROI, IRR, NPV, κλπ) που παρουσιάζουν την αξιολόγηση της οικονομικής βιωσιμότητας του εργοστασίου. Επίσης υπολογίσιμες είναι και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την διαδικασία μέσω του υπολογισμού των εκπομπών και των ρύπων προσδιορίζοντας και τις βασικές παραμέτρους περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος (όπως το BOD, TS κλπ) σχετικά με τις εκροές της διαδικασίας.

Μέσα από αναφορές που δημιουργούνται από το λογισμικό μπορούν να δοθούν λεπτομερείς αναλύσεις για τα υλικά, το εργατικό δυναμικό, τον εξοπλισμό, τα αναλώσιμα, τις δαπάνες, καθώς και για τους περιβαλλοντικούς δείκτες. Με τη χρήση της τεχνολογίας OLE (Object Linking and Embedding), τα μοντέλα του SuperPro Designer μπορούν να συνδεθούν και να τρέξουν μέσα από άλλες εφαρμογές των Windows όπως το Excel επιτρέποντας, με τον τρόπο αυτό, την εκτέλεση των αναλύσεων ευαισθησίας ή τις προσομοιώσεις τύπου Monte-Carlo. Για παράδειγμα, οι τιμές των βασικών οικονομικών παραμέτρων (όπως το κόστος των υλικών ή τις τιμές του προϊόντος) μπορούν να αλλάξουν μέσω μιας ρύθμιση του Excel ενώ το SuperPro Designer θα υπολογίζει για κάθε σύνολο τιμών τα οικονομικά αποτελέσματα τα οποία και θα απεικονιστούν στο Excel. Με την ρύθμιση αυτή θα είναι εφικτό να αξιολογηθεί ο αντίκτυπος των βασικών οικονομικών ή περιβαλλοντικών παραμέτρων και παράλληλα, θα βελτιστοποιηθεί η πρότυπη διαδικασία (http://www.intelligen.com/superpro_overview.html, Intelligen Inc., SuperPro Designer User's Guide, 2014).

2.6 ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

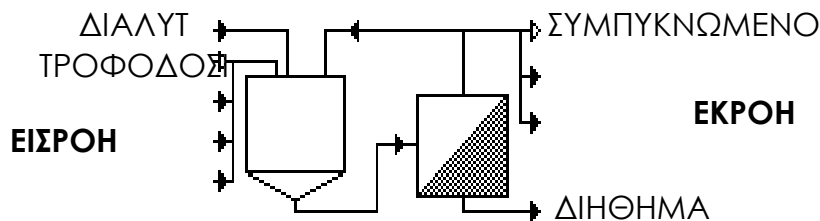
Η τροφοδοσία της πρώτης ύλης εισέρχεται στη μονάδα με βάση την ορισθείσα δυναμικότητα και ακολουθούν τα διάφορα στάδια επεξεργασίας, όπως παρουσιάζονται στο ακόλουθο διάγραμμα ροής του SuperPro Designer.

Διάγραμμα 2: Διάγραμμα ροής παραγωγής βιοαιθανόλης από τον ορό γάλακτος με τη βοήθεια του λογισμικού προγράμματος Super Pro Designer.



Ο πρώτος στόχος είναι να διαχωριστεί η λακτόζη από τα διάφορα μακρομοριακά συστατικά όπως οι πρωτεΐνες. Η ιδανική διαδικασία που πρέπει να εφαρμοστεί στη μονάδα για να επιτευχθεί ο διαχωρισμός αυτός είναι με την συνήθης διαδικασία της υπερδιήθησης. Στην παρούσα μελέτη η διαδικασία της Υπερδιήθησης έχει εφαρμοστεί τόσο στη λειτουργία της αραιώσης (DF) όσο και στη συγκεντρωτική λειτουργία (UF). Πρωτίστως εφαρμόζεται η διαδικασία κατά την οποία αναμιγνύονται τα δύο ρεύματα που εξέρχονται από τις δύο μονάδες μεμβρανών. Ακολούθως πραγματοποιείται η ζύμωση, κατά την οποία η λακτόζη μετατρέπεται σε αιθανόλη. Στη συνέχεια με την προσθήκη ενός εναλλάκτη θερμότητας αυξάνεται η θερμοκρασία του μίγματος της αντίδρασης που είναι απαραίτητη προϋπόθεση για την διαδικασία της απόσταξης. Ως επόμενο στάδιο η αιθανόλη διαπερνά στην ελαφριά φάση μέσα στις στήλες απόσταξης, ενώ η βαρεια φάση ανακυκλώνεται στον εναλλάκτη θερμότητας. Στο τελικό στάδιο πραγματοποιείται η αναγκαία ψύξη της αιθανόλης και ακολούθως αποθηκεύεται.

2.6.1 ΔΙΑ-ΔΙΗΘΗΣΗ (ΥΠΕΡΔΙΗΘΗΣΗ ΜΕ ΤΟΝ ΤΡΟΠΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΗΣ ΑΡΑΙΩΣΗΣ)

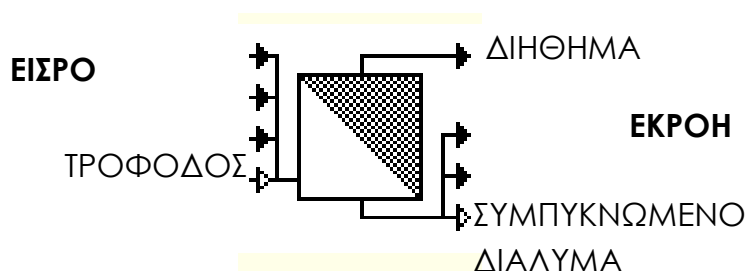


Διαδιήθηση είναι μια τεχνική που χρησιμοποιεί μεμβράνες υπερδιήθησης για να απομακρυνθεί εντελώς ή να μειώσει τη συγκέντρωση των αλάτων ή διαλυτών από διαλύματα που περιέχουν πρωτεΐνες, πεππίδια, νουκλεϊκά οξέα, και άλλα βιομόρια. Η μέθοδος χρησιμοποιεί επιλεκτικά διαπερατά (πορώδη) φίλτρα μεμβράνης για τον διαχωρισμό των συστατικών των διαλυμάτων και εναιωρημάτων με βάση το μοριακό τους μέγεθος. Μια μεμβράνη υπερδιήθησης

συγκρατεί τα μόρια που είναι μεγαλύτερα από τους πόρους της μεμβράνης ενώ τα μικρότερα μόρια όπως άλατα, διαλύτες και νερό, τα οποία είναι 100% διαπερατά, περνούν ελεύθερα διαμέσου της μεμβράνης (Larry Schwartz, 2003).

Το συγκεκριμένο μηχάνημα είναι προσομοίωση της διαδικασίας της δια-διήθησης με την χρήση μεμβρανών υπερδιήθησης (Intelligen Inc., SuperPro Designer User's Guide, 2014). Κατά την διαδικασία της δια-διήθησης, προστίθεται στην τροφοδοσία ποσότητα νερού ή άλλου διαλύτη, ίση με την ποσότητα του εξερχομένου διηθήματος. Με αυτόν τον τρόπο λειτουργίας ο οποίος ονομάζεται Diafiltration ή Dilution mode of operation διευκολύνονται οι ουσίες, στο προκείμενο η λακτόζη, με μέγεθος μικρότερο του μεγέθους πόρων της μεμβράνης να περάσουν στο διήθημα (Intelligen Inc., SuperPro Designer User's Guide, 2014) επιτυγχάνοντας έτσι ένα σημαντικό εμπλουτισμό της λακτόζης στο διήθημα (European Society of Membrane Science and Technology, 1986). Αυτό επιτυγχάνεται με προσθήκη νερού στις εισροές ποσότητας ίσης με την ποσότητα του διηθήματος το οποίο εκρέει από την μεμβράνη, ενώ το συμπύκνωμα ανακυκλοφορεί. Έτσι παρέχεται χρόνος στα μικρότερα μόρια, στο προκείμενο η λακτόζη που μας ενδιαφέρει να οδεύσει προς το διήθημα.

2.6.2 ΥΠΕΡΔΙΗΘΗΣΗ



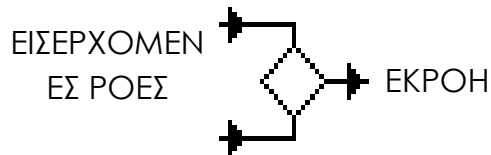
Το μηχάνημα της υπερδιήθησης χρησιμοποιείται για την απομάκρυνση διαλυμένων ουσιών μεγάλου μοριακού βάρους και τον διαχωρισμό συστατικών

από το νερό και άλλων διαλυτών. Στην βιοτεχνία και στην βιομηχανία τροφίμων χρησιμοποιείται για την συγκέντρωση πρωτεϊνικών διαλυμάτων και για των διαχωρισμό πρωτεϊνών από διαλυτές ουσίες μικρού μοριακού βάρους. Για τον καθαρισμό του νερού χρησιμοποιείται π.χ. για την απομάκρυνση κολλοειδών σωματιδίων. Οι μεμβράνες της υπερδιήθησης κατηγοριοποιούνται με βάση το μοριακό βάρος των ουσιών που τις διαπερνούν. Οι μεμβράνες αυτές είναι διαθέσιμες για εύρος ουσιών μοριακού βάρους 2,000-1,000,000 Daltons (Intelligen Inc., SuperPro Designer User's Guide, 2014).

Τόσο στη διαδικασία της δια-διήθησης όσο και της υπερδιήθησης οι μεμβράνες που χρησιμοποιούνται είναι οι μεμβράνες της υπερδιήθησης τα μόρια της πρωτεΐνης του ορού γάλακτος διαχωρίζονται με τον μηχανισμό "κοσκινίσματος" (διαχωρίζει τα μικρότερα μόρια από τα μεγαλύτερα αφήνοντας τα να διαπεράσουν τη μεμβράνη (Gekas Et al, 1993). Εφόσον είναι γνωστό ότι οι πρωτεΐνες που βρίσκονται σε αφθονία μέσα στον ορό γάλακτος έχουν μοριακά βάρη τα οποία κυμαίνονται από 14-18 kDa (η α-λακτοβουλίνη= 14kDa μοριακό βάρος, η β- λακτοβουλίνη =18kDa μοριακό βάρος και οι άλλες πρωτεΐνες που βρίσκονται σε μικρότερα ποσοστά έχουν μεγαλύτερα μοριακά βάρη από τις α και β πρωτεΐνες) το μέγεθος των πόρων στις μεμβράνες της υπερδιήθησης θα πρέπει να είναι 10kDa κατακρατώντας έτσι τα μόρια που έχουν μοριακό βάρος μεγαλύτερο από 10kDa. Μια μεμβράνη με διάμετρο πόρων μοριακού βάρους 5kDa έχει το πλεονέκτημα να αποδίδει υψηλότερη κατακράτηση του συντελεστή πρωτεϊνών γεγονός το οποίο αντισταθμίζεται από τη μειωμένη ροή στις μεμβράνες, που οφείλεται στην αλληλεπίδραση της κατακράτησης του συντελεστή ροής των μεμβρανών (Gekas V. Et al, 1993). Οι μεμβράνες της υπερδιήθησης θεωρούμε ότι αποδίδουν ως συντελεστή κατακράτησης για τα λίπη το 1 και για τις πρωτεΐνες το 0,98 ενώ παράλληλα αναμένεται το προϊόν που διαπέρνα τις μεμβράνες να είναι μέτριας ροής με τιμή 40 L/h.m². Τονίζεται ότι σε

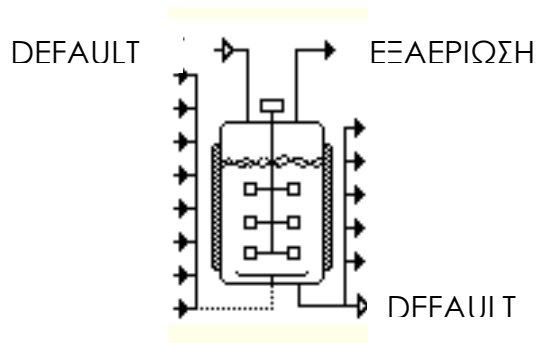
τέτοιου τύπου μονάδες το στάδιο της δια-διήθησης είναι τόσο απαραίτητο όσο και το στάδιο της υπερδιήθησης.

2.6.3 ΑΝΑΜΙΞΗ



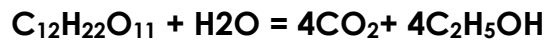
Μέσω του αναμικτήρα αναμιγνύονται δύο ουσίες που προέρχονται από δύο εισερχόμενες ροές. Αναλυτικότερα τα διηθήματα από τα στάδια της δια-διήθησης και της υπερδιήθησης που προαναφέρθηκαν, συγχωνεύονται και αποδίδουν την ανάκτηση της λακτόζης με ροή 344.2 kg/h από τα 350kg/h λακτόζης που περιείχε το προϊόν της αρχικής τροφοδοσίας (ορός γάλακτος). Το ρεύμα από την ανάμιξη που θα εισέλθει στο ζυμωτήρα έχει ροή 11407.16 kg/h με συγκέντρωση λακτόζης 30.34 g/L.

2.6.4 ΖΥΜΩΤΗΡΑΣ



Ο Ζυμωτήρας είναι ένας Βιοαντιδραστήρας εις τον οποίο λαμβάνει χώρα η ζύμωση μιας ουσίας προς ένα προϊόν που μας ενδιαφέρει, στην προκειμένη περίπτωση η μετατροπή της λακτόζης σε αιθανόλη μέσω μιας στοιχειομετρικής αντίδρασης. Στη δεξαμενή ζύμωσης με μέγεθος 50 m³ η στοιχειομετρική αντίδραση που λαμβάνει χώρα με απόδοση 95% είναι η ακόλουθη:

1 mole Λακτόζης +1 mole Νερού= 4 moles Διοξειδίου του Άνθρακα + 4 moles αιθανόλης



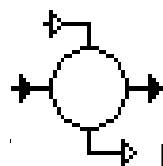
Στην αλκοολική ζύμωση το προτιμώμενο υπόστρωμα είναι η γλυκόζη και το προϊόν είναι η αιθανόλη. Τα κύτταρα του *Saccharomyces cerevisiae*, προτιμούν να ζυμώνουν ακόμα και παρουσία μοριακού οξυγόνου, αν και έχουν την ικανότητα να αναπνέουν. Οι περισσότεροι μικροοργανισμοί έχουν την ικανότητα να ζυμώνουν σάκχαρα αλλά καταφεύγουν σ' αυτήν μόνο απουσία οξυγόνου κυρίως λόγω της τοξικής δράσης της αιθανόλης και του γαλακτικού οξέος (Glazer *et al.*, 1995).

Ωστόσο από πρόσφατες μελέτες έχει δοθεί έμφαση στην εφαρμογή της συνκαλλιέργειας του *Kluyveromyces marxianus* και του *Saccharomyces cerevisiae* για την παραγωγή της αιθανόλης από αποπρωτεϊομένο ορό γάλακτος σε βιομηχανική κλίμακα (Magalhães-Guedes K.T., *et al*, 2013).

Το ρεύμα ροής που θα εξέλθει από τον αντιδραστήρα για να εισέρθει στον εναλλάκτη θερμότητας περιέχει 183.4 kg/h αιθανόλης με συγκέντρωση 16.11 g/L , μικρές ποσότητες λακτόζης που δεν έχει μετατραπεί σε αιθανόλη , τέφρα και πρωτεΐνες.

2.6.5 ΕΝΑΛΛΑΚΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

ΕΙΣΡΟΗ ΑΠΟ
ΖΥΜΩΤΗΡΑ



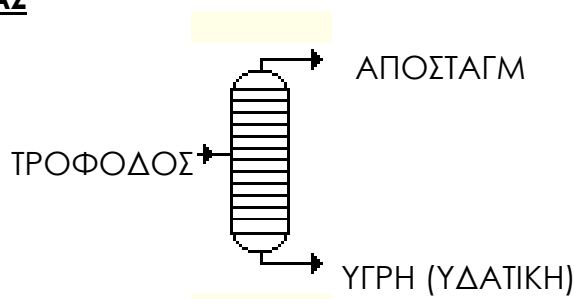
ΕΚΡΟΗ ΣΤΟΝ
ΑΠΟΣΤΑΚΤΗΡΑ
ΕΚΡΟΗ

Ο εναλλάκτης θερμότητας ανταλλάσει την θερμότητα μεταξύ ενός θερμού ρεύματος και ενός ψυχρού. Στην προκειμένη περίπτωση πρέπει να θερμανθεί η εκροή του ζυμωτήρα για την επόμενη διεργασία η οποία είναι η απόσταξη. Το θερμαίνον ρεύμα προέρχεται από ανακύκλωση της υδατικής φάσης του αποστακτήρα.

Το μείγμα της αιθανόλης που εξέρχεται από τον βιοαντιδραστήρα σε θερμοκρασία 37°C έχει ως στόχο η θερμοκρασία του να αυξηθεί στους 90° μέσα στον εναλλάκτη θερμότητας, πριν να εισέρθει στο μηχάνημα απόσταξης. Ο εναλλάκτης θερμότητας τύπου πλάκας και διαφράγματος και η επιφάνεια που απαιτεί είναι γύρω στα 72 m². Ο τρόπος που λειτουργεί ο εναλλάκτης είναι κατά αντιροή και η τιμή του συντελεστή συνολικής μεταφοράς θερμότητας (U) ισούται με 1500 W/m²K.

Για λόγους ανακύκλωσης και οικονομίας θερμού μέσου στον εναλλάκτη χρησιμοποιείται το ρεύμα της υδατικής φάσης που προκύπτει από την απόσταξη (Υγρή Υδατική Φάση).

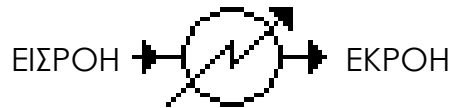
2.6.6 ΑΠΟΣΤΑΚΤΗΡΑΣ



Μέσω του αποστακτήρα επιτυγχάνεται ο διαχωρισμός των πτητικών ουσιών με την διαδικασία της απόσταξης. Η διαδικασία της απόσταξης αποτελείται από 31 στάδια. Οι στήλες απόσταξης είναι σχεδιασμένες με ύψος που αγγίζει τα 12.40 m, με διάμετρο στηλών 1.624 m και πίεση 1.5 bar. Η ελαφριά φάση μέσα στις στήλες απόσταξης αποτελείται από το αζεοτροπικό μείγμα νερού και αιθανόλης

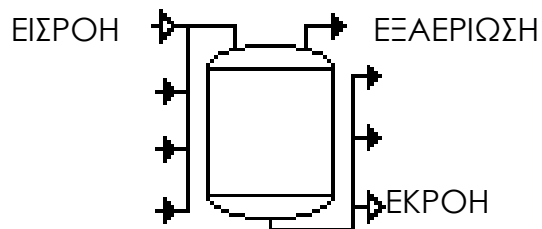
(αιθανόλη 176.49 kg/h και νερό 33.25 kg/h) και είναι ουσιαστικά η αλκοολική φάση που θα προχωρήσει στον ψυκτήρα.

2.6.7 ΨΥΚΤΗΡΑΣ



Ο Ψυκτήρας είναι ένας εναλλάκτης θερμότητας τον οποίο χρησιμοποιούμε για την ψύξη του ρεύματος που μας ενδιαφέρει. Στην προκείμενη περίπτωση μειώνει την θερμοκρασία της αλκοολικής φάσης μετά την απόσταξη έτσι ώστε να καταστεί δυνατή η αποθήκευση της υπό υγρή μορφή. Η ψύξη της αλκοολικής φάσης επιτυγχάνεται με ψυχρό νερό και μειώνει την θερμοκρασία στους 25°C στο εσωτερικό του εναλλάκτη θερμότητας τύπου πλάκας και διαφράγματος με την τιμή του (U) ίσο με 1500 W/m²K. Η απαιτούμενη θερμαντική επιφάνεια εκτιμάται στα 0.78 m².

2.6.8 ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ

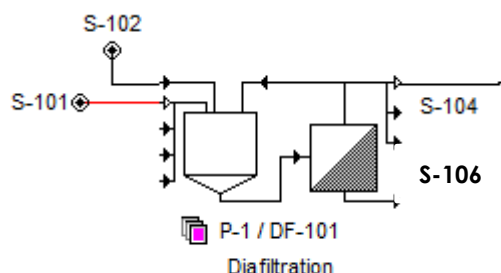


Στη δεξαμενή αυτή αποθηκεύεται το τελικό προϊόν μετά την απόσταξη και την ψύξη. Η δεξαμενή αποθήκευσης έχει χωρητικότητα μεγίστη 50.000 L με λόγο ύψους προς διάμετρο 3:1.

2.7 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Πιο κάτω αναλύονται οι επιμέρους διαδικασίες σε ότι αφορά τα ρεύματα εισόδου και εξόδου και οι παράμετροι που τελικά ορίστηκαν για κάθε μια ξεχωριστά .

2.7.1 ΣΥΣΚΕΥΗ ΔΙΑ-ΔΙΗΘΗΣΗΣ P-1/ DF-101



Στο πρώτο στάδιο της δια- διήθησης εισέρχονται 2 ρεύματα το S-101 και S-102 και εξέρχονται 2 ρεύματα S-104 και S-106.

- **Ρεύμα S-101:** είναι το ρεύμα εισόδου της πρώτης ύλης δηλαδή του ορού γάλακτος. Στο ρεύμα S-101 η ροή είναι 10,000kg/h ορού γάλακτος με θερμοκρασία 25°C και πίεση 1,013 bar. Το ρεύμα S-101 είναι μείγμα (Stock Mixture) και αποτελείτε από διάφορα συστατικά.
 1. Τέφρα (Ash): 0,08%
 2. Λίπη (Fats): 0,02%
 3. Λακτόζη (Lactose): 3,5%
 4. Πρωτεΐνες (Proteins): 0,9%
 5. Νερό (Water): 95,5%
- **Ρεύμα S-102:** είναι το ρεύμα εισόδου του νερού με ροή 1795,01643 kg/h (100%) με θερμοκρασία 25°C και πίεση 1,013 bar.

- **Συνθήκες Λειτουργίας:**

- Μέγιστη Συγκέντρωση Στερεών στο Κατακράτημα (maximum solids concentration in retentate) : 600,000 g/L
- Ποσοστό Μετουσίωσης (Denaturation): 0,5%
- Ενεργό Προϊόν (Active Product): Λακτόζη
- Προϊόν Κατακράτησης (Denatured Product): Πρωτεΐνες
- Ροή Φιλτραρίσματος (Filtrate Flux) : 40,000 L / m²h
- Χρόνος Φιλτραρίσματος (Filtration Time): 240 λεπτά

- **Εξοπλισμός:**

- Τύπος (Type) : Diafiltration
- Αριθμός Μονάδων (Number of Units): 4
- Επιφάνεια Μεμβράνης (Membrane Area) : 62,032 m²
- Μέγιστη Επιφάνεια Μεμβράνης (Max Membrane Area) : 80,000 m²

- **Εκτίμηση Κόστους :**

- €93,000 (default)
- Για το Έτος Αναφοράς (For Reference Year): 2014
- Υλικό (Material): SS 316
- Κόστος Εγκατάστασης (Installation Cost): 0.50 PC
- Ετήσιο Κόστος Συντήρησης (Annual Maintenance Cost): 0.10 PC

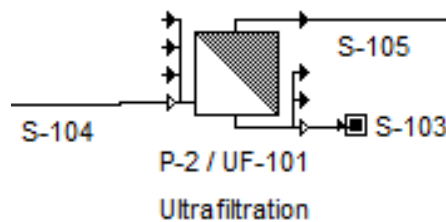
- **Ρεύμα S-104:** Είναι το ρεύμα που κατακρατήθηκε από της μεμβράνες διαδιήθησης και εξέρχεται για να περάσει στην υπερδιήθηση έτσι ώστε να γίνει επιπλέον απομάκρυνση των πρωτεϊνών από το μείγμα και να προχωρήσει η λακτόζη στο επόμενο στάδιο. Το μερικώς αποπρωτεϊνομένο ρεύμα εξέρχεται από τη συσκευή με παροχή 1807.226 kg/h, θερμοκρασία 25,37°C και πίεση 1,013 bar το οποίο αποτελείται από:

1. Τέφρα (Ash): 0.51402 kg/h – 0.0284%
2. Λίπη (Fats): 2.0 kg/h- 0.1107%
3. Λακτόζη (Lactose): 22.37614 kg/h- 1.2381%
4. Πρωτεΐνες (Proteins): 86,91864 kg/h- 4.8005%
5. Νερό (Water): 1695.41704 kg/h- 93.8132%

- **Ρεύμα S-106:** Είναι το αποπρωτεϊνωμένο ρεύμα που θα περάσει κατευθείαν στον αναμικτήρα και θα ενωθεί με το ρεύμα το οποίο θα εξέλθει από την υπερδιήθηση. Το ρεύμα εξέρχεται με παροχή 9987.791 kg/h, θερμοκρασία 25,37°C και πίεση 1,013 bar το οποίο αποτελείται από:

1. Τέφρα (Ash): 7.48598 kg/h- 0.0750%
2. Λακτόζη (Lactose): 325.87386 kg/h- 3.2627%
3. Πρωτεΐνες (Proteins): 4.83136 kg/h- 0.0484%
4. Νερό (Water): 9649.59938 kg/h- 96.6140%

2.7.2 ΣΥΣΚΕΥΗ ΥΠΕΡΔΙΗΘΗΣΗΣ P-2/ UF-101



Στο στάδιο της υπερδιήθησης εισέρχεται μόνο ένα ρεύμα το S-104 που αναφέρεται πιο πάνω και εξέρχονται 2 ρεύματα, το S-105 και το S-103.

Το ρεύμα S-104 εισέρχεται στη συσκευή με παροχή 1807.226 kg/h, θερμοκρασία 25,37°C και πίεση 1,013 bar.

- **Συνθήκες Λειτουργίας:**

- Μέγιστη Συγκέντρωση Στερεών στο Κατακράτημα (maximum solids concentration in retentate) : 600,000 g/L
- Ποσοστό Μετουσίωσης (Denaturation): 0,5%
- Ενεργό Προϊόν (Active Product): Λακτόζη
- Προϊόν Κατακράτησης (Denatured Product): Πρωτεΐνες
- Ροή Φιλτραρίσματος (Filtrate Flux) : 40,000 L / m²h
- Χρόνος Φιλτραρίσματος (Filtration Time): 240 λεπτά
- Ανάκτηση Διαπερασθέντος / Τροφοδοσία (Recovery Permeate / Feed) :80.00%
- Συντελεστής Συγκέντρωσης (Concentration Factor): 5.50

- **Εξοπλισμός:**

- Τύπος (Type) : Ultrafilter
- Αριθμός Μονάδων (Number of Units): 1
- Επιφάνεια Μεμβράνης (Membrane Area) : 36,917 m²
- Μέγιστη Επιφάνεια Μεμβράνης (Max Membrane Area) : 80,000 m²

- **Εκτίμηση Κόστους :**

- €71,000 (default)
- Για το Έτος Αναφοράς (For Reference Year): 2014
- Υλικό (Material): SS 316
- Κόστος Εγκατάστασης (Installation Cost): 0.50 PC
- Ετήσιο Κόστος Συντήρησης (Annual Maintenance Cost): 0.10 PC

- **Ρεύμα S-105:** Είναι ουσιαστικά το ρεύμα S-104 που πέρασε για υπερδιήθηση με στόχο να αποπρωτεΐνωποιηθεί και θα περάσει στον αναμικτήρα για να ενωθεί με το ρεύμα S-106 το οποίο εξήλθε από την υπερδιήθηση. Το ρεύμα

εξέρχεται με παροχή 1475.553 kg/h, θερμοκρασία 25,74°C και πίεση 1,013 bar το οποίο αποτελείται από:

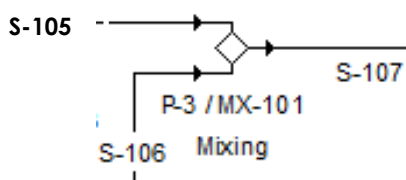
1. Τέφρα (Ash): 0.044056 kg/h- 0.0299%
2. Λακτόζη (Lactose): 19.08231 kg/h- 1.2932%
3. Πρωτεΐνες (Proteins): 2.91729 kg/h- 0.1977%
4. Νερό (Water): 1453.11263 kg/h- 98.4792%

- **Ρεύμα S-103:** Είναι το προϊόν κατακράτησης των μεμβρανών με το μεγαλύτερο ποσοστό σε πρωτεΐνες. Πιο συγκεκριμένα εξέρχεται από την συσκευή υπερδιήθησης με ροή 331.673 kg/h θερμοκρασία 25,74°C και πίεση 1,013 bar το οποίο αποτελείται από:

1. Τέφρα (Ash): 0.07346 kg/h- 0.0221%
2. Λίπη (Fats): 2.0 kg/h-0.6030%
3. Λακτόζη (Lactose): 3.18195 kg/h- 0.9594%
4. Πρωτεΐνες (Proteins): 84.11323 kg/h- 25.3603%
5. Νερό (Water): 242.30442 kg/h- 73.0552%

Είναι υποπροϊόν το οποίο με τις κατάλληλες διεργασίες θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ως πρωτεϊνικό συμπύκνωμα.

2.7.3 ΣΥΣΚΕΥΗ ΑΝΑΜΙΞΗΣ P-3/ MX-101



Είναι μια συσκευή ανάμιξης των ρευμάτων S-105 ροή 1475.553 kg/h που έρχεται από την υπερδιήθηση και του ρεύματος S-106 με ροή 9987.791 kg/h που έρχεται κατευθείαν από την δια-διήθηση. Τα δύο αυτά ρεύματα περιέχουν κυρίως λακτόζη η οποία θα προχωρήσει στο επόμενο στάδιο της ζύμωσης της σε αιθανόλη.

- **Εξοπλισμός:**

- Τύπος (Type) : Mixer
- Αριθμός Μονάδων (Number of Units): 1
- Απόδοση (Rated Throughput) : 11463.34 kg/h
- Μέγιστη Απόδοση (Maximum Throughput) : 720000.00 kg/h

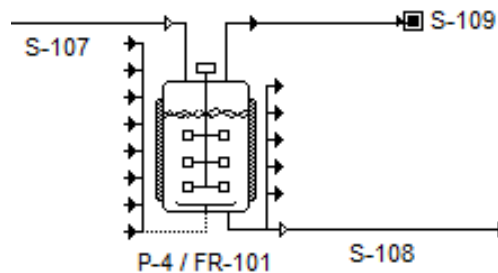
- **Εκτίμηση Κόστους :**

- €0 (default)
- Για το Έτος Αναφοράς (For Reference Year): 2014
- Υλικό (Material): CS
- Κόστος Εγκατάστασης (Installation Cost): 0.50 PC
- Ετήσιο Κόστος Συντήρησης (Annual Maintenance Cost): 0.10 PC

- **Ρεύμα S-107:** Εξέρχεται από τον αναμικτήρα για να εισέλθει στη δεξαμενή ζύμωσης με ροή 11463.34 kg/h, θερμοκρασία 25,42°C και πίεση 1,013 bar το οποίο αποτελείται από:

1. Τέφρα (Ash): 7.92654 kg/h- 0.0691%
2. Λακτόζη (Lactose): 344.95617 kg/h- 3.0092%
3. Πρωτεΐνες (Proteins): 7.74865 kg/h- 0.0676%
4. Νερό (Water): 11102.71201 kg/h- 96.8540%

2.7.4 ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΖΥΜΩΣΗΣ P-4/ FR-101



Το ρεύμα S-107 εισέρχεται στη δεξαμενή ζύμωσης για να μετατραπεί με την βοήθεια των μικροοργανισμών σε αιθυλική αλκοόλη- αιθανόλη. Από τη δεξαμενή

θα βγουν 2 ρεύματα το S-109 και S-108. Από το ρεύμα S-109 εξέρχεται το διοξείδιο του άνθρακα που δημιουργείτε κατά την αντίδραση ζύμωσης της λακτόζης σε αιθανόλη και το ρεύμα S-108 το προϊόν που θα συνεχίσει τη ροή του για το επόμενο στάδιο.

- **Συνθήκες Λειτουργίας:**

- Διάρκεια Αντίδρασης(Residence Reaction): 4 Ώρες
- Όγκος Δεξαμενής που γίνεται η ζύμωση (Working/Vessel Volume): 90.00%
- Όγκος ζύμωσης Προϊόν (Working Volume): 45313.57 L
- Ελάχιστος Επιτρεπόμενος Όγκος Δεξαμενής Ζύμωσης (Min Allowed Working/Vessel Volume): 15.00%
- Μέγιστος Επιτρεπόμενος Όγκος Δεξαμενής Ζύμωσης (Max Allowed Working/Vessel Volume): 90.00%
- Ποσοστό Επιτυχίας της Αντίδρασης (Extent Achieved): 99.00%
- Θερμοκρασία Αντίδρασης (Reaction Heat): 25°C
- Τελική Θερμοκρασία Προϊόντος (Set Final Temperature): 37°C

- **Εξοπλισμός:**

- Τύπος (Type) : Fermentor
- Αριθμός Μονάδων (Number of Units): 1
- Όγκος (Volume): 5681.74 L
- Μέγιστος Όγκος (Max Volume): 350000.00 L
- Λόγος Μέγιστου Χρησιμοποιούμενο Όγκου / Όγκο Δεξαμενής (Max Allowable Working / Vessel Volume): 90% (default)
- Λόγος Ύψους / Διαμέτρου (Height / Diameter): 3 (default)
- Ύψος (Height) : 8.343 m
- Διάμετρος (Diameter) : 2.781 m
- Πίεση Σχεδιασμού (Design Pressure) : 1.52 bar

Η δεξαμενή τύπου ASME δεν ενεργοποιήθηκε καθώς δεν υπάρχει η απαίτηση η δεξαμενή να πληροί τις προϋποθέσεις του συγκεκριμένου τύπου δεξαμενής.

- **Εκτίμηση Κόστους :**

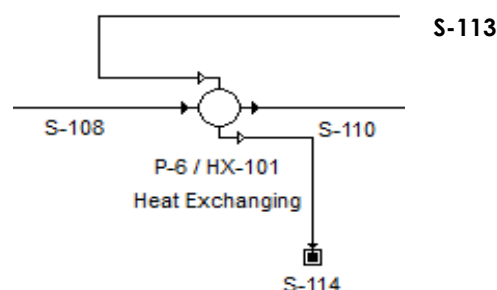
- €1.004,000 (default)
- Για το Έτος Αναφοράς (For Reference Year): 2014
- Υλικό (Material): SS 316
- Κόστος Εγκατάστασης (Installation Cost): 0.30 PC
- Ετήσιο Κόστος Συντήρησης (Annual Maintenance Cost): 0.10 PC

- **Ρεύμα S-109:** Είναι η εξαερίωση του CO₂ που παράγεται από την αντίδραση και εξέρχεται από τη δεξαμενή ζύμωσης με ροή 175.6348 kg/h- 100%, θερμοκρασία 37°C και πίεση 1,013 bar.

- **Ρεύμα S-108:** Είναι το προϊόν της ζύμωσης το οποίο έχει θερμοκρασία 37°C και η διαδικασία που το ακολουθεί είναι ο εναλλάκτης θερμότητας για αύξηση της θερμοκρασίας έτσι ώστε να μπορέσει να πραγματοποιηθεί η απόσταξης. Εξέρχεται με ροή 11287.713 kg/h και πίεση 1,013 bar και αποτελείται από:

1. Τέφρα (Ash): 7.92654 kg/h- 0.0702%
2. Αιθυλική Αλκοόλη (Ethyl Alcohol): 183.84942 kg/h- 1.6288%
3. Λακτόζη (Lactose): 3.44956 kg/h- 0.0306%
4. Πρωτεΐνες (Proteins): 7.74865 kg/h- 0.0686%
5. Νερό (Water): 11084.73871 kg/h- 98.2018%

2.7.5 ΕΝΑΛΛΑΚΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ P-6/ HX-101



Χρησιμοποιείται για την επίτευξη της επιθυμητής θερμοκρασίας που είναι απαραίτητη στην επόμενη διεργασία. Από τον εναλλάκτη εξέρχεται το ρεύμα S-110.

- **Συνθήκες Λειτουργίας:**

Προδιαγραφές Θέρμανσης (Heating Specification)

- Συντελεστής Μετάδοσης Θερμότητας (Heat Transfer Coeff.) : 1500.00 Watt/m²K
- Φορτίο Μεταφοράς Θερμότητας (Heat Transfer Load) : 640258.40 kcal / h

- **Εξοπλισμός:**

- Τύπος (Type) : Heat Exchanger
- Αριθμός Μονάδων (Number of Units): 1
- Επιφάνεια Μετάδοσης Θερμότητας (Heat Transfer Area) : 72.356 m²
- Τύπος Εναλλάκτη (Exchanger Type): Πλάκας & Πλαισίου (Plate & Frame)

- **Εκτίμηση Κόστους :**

- €17.000 (default)
- Για το Έτος Αναφοράς (For Reference Year): 2014
- Υλικό (Material): CS
- Κόστος Εγκατάστασης (Installation Cost): 0.50 PC
- Ετήσιο Κόστος Συντήρησης (Annual Maintenance Cost): 0.10 PC

- **Ρεύμα S-108:** Το ρεύμα S-108 με παροχή 11287.713 kg/h εισέρχεται στον εναλλάκτη πλακών και θερμοκρασία 37°C.

- Ρεύμα S-110:** Εξέρχεται από τον εναλλάκτη θερμότητας για να εισέρθει στον αποστακτήρα με 11287.713 kg/h , θερμοκρασία 90.88°C, πίεση 1,013 bar και αποτελείται από:

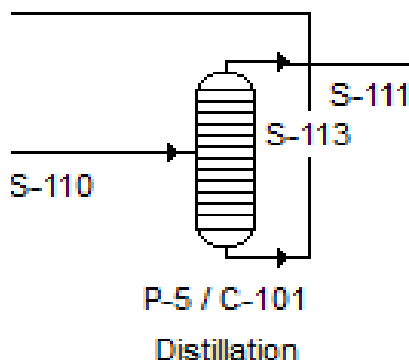
 1. Τέφρα (Ash): 7.92654 kg/h- 0.0702%
 2. Αιθυλική Αλκοόλη (Ethyl Alcohol): 183.84942 kg/h- 1.6288%
 3. Λακτόζη (Lactose): 3.44956 kg/h- 0.0306%
 4. Πρωτεΐνες (Proteins): 7.74865 kg/h- 0.0686%
 5. Νερό (Water): 11084.73871 kg/h- 98.2018%

- Ρεύμα S-113:** Είναι το ρεύμα το οποίο εξέρχεται από τον αποστακτήρα ως υποπροϊόν και είναι κυρίως νερό, και επανεισάγεται στον εναλλάκτη θερμότητας για να χρησιμοποιηθεί ως μέσο για αύξηση της θερμοκρασίας του προϊόντος. Με τον τρόπο αυτό εξοικονομούνται μεγάλες ποσότητες νερού τις οποίες χρησιμοποιεί ο εναλλάκτης θερμότητα. Εισέρχεται από τον αποστακτήρα με ροή 11077.963 kg/h σε θερμοκρασία 100°C και αποτελείται από:

 1. Τέφρα (Ash): 7.92654 kg/h- 0.0716%
 2. Αιθυλική Αλκοόλη (Ethyl Alcohol): 7.35398 kg/h- 0.0664%
 3. Λακτόζη (Lactose): 3.44956 kg/h- 0.0311%
 4. Πρωτεΐνες (Proteins): 7.74865 kg/h- 0.0699%
 5. Νερό (Water): 11051.48450 kg/h- 99.7610%

- Ρεύμα S-114:** Είναι το ρεύμα S-113 που αφού χρησιμοποιηθεί στον εναλλάκτη θερμότητας για να αυξήσει τη θερμοκρασία του προϊόντος στη συνέχεια απορρίπτεται για να εισαχθεί το επόμενο που θα έρθει από τον αποστακτήρα.

2.7.6 ΑΠΟΣΤΑΚΤΗΡΑΣ P-5/ C-101



Στον αποστακτήρα εισέρχεται το ρεύμα S-110 από τον εναλλάκτη θερμότητας με παροχή 11287.713 kg/h και θερμοκρασία 90.88°C όπως αναλύεται πιο πάνω.

Εξέρχονται 2 ρεύματα το S-113 που επίσης αναλύεται στο παραπάνω στάδιο και θα επιστρέψει ως ανακυκλώσιμο μέσο στον εναλλάκτη θερμότητας για αύξηση της θερμοκρασίας του προϊόντος, και το S-111.

Κατά την διαδικασία της απόσταξης δημιουργείτε αζεοτροπικό μείγμα νερού-αιθανόλης με ελαφριά φάση την αλκοόλη και βαριά φάση το νερό.

- **Συνθήκες Λειτουργίας:**

- Ποιότητα Τροφοδοσίας (Feed Quality): 100%
- Πίεση Στήλης (Column Pressure) : 1.013 bar
- Αποτελεσματικότητα Φάσης (Stage Efficiency): 80%
- Θερμοκρασία Λειτουργίας (Operating Temp): 100°C

Θερμαντικό Μέσο: Ατμός (Steam)

- Ρυθμός Ατμού (Rate): 15466.6 kg/h
- Θερμοκρασία Εισόδου (In Temp.): 152°C
- Θερμοκρασία Εξόδου (Out Temp.): 152°C

- **Εξοπλισμός:**

- Τύπος (Type) : Distillation Column
- Αριθμός Μονάδων (Number of Units): 1
- Όγκος (Volume): 25849.928 L
- Ενεργές Φάσεις (Active Stages):31
- Μέγιστη Διάμετρος (Max Volume): 2.0 m
- Ύψος Φάσεων (Stage Height): 0.4 m
- Ύψος Στηλών (Column Height) : 12.4 m
- Διάμετρος Στηλών (Column Diameter) : 1.629 m
- Πίεση Σχεδιασμού (Design Pressure) : 1.5 bar

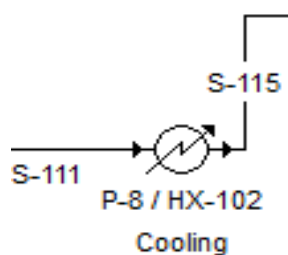
- **Εκτίμηση Κόστους :**

- €77.000 (default)
- Για το Έτος Αναφοράς (For Reference Year): 2014
- Υλικό (Material): CS
- Κόστος Εγκατάστασης (Installation Cost): 0.00 PC
- Ετήσιο Κόστος Συντήρησης (Annual Maintenance Cost): 0.10 PC

- **Ρεύμα S-111:** Είναι το απόσταγμα που εξέρχεται από τον αποστακτήρα για να περάσει στον ψυκτήρα για να μειωθεί η θερμοκρασία του και περιέχει πλέον μόνο νερό και αλκοόλη. Εισέρχεται από τον αποστακτήρα με ροή 209.750 kg/h, σε θερμοκρασία 90°C, πίεση 1.013 bar και αποτελείται από:

1. Αιθυλική Αλκοόλη (Ethyl Alcohol): 176.49544 kg/h- 84.1458%
2. Νερό (Water): 33.25442 kg/h- 15.8542%

2.7.7 ΨΥΚΤΗΡΑΣ P-8/ HX-101



Στον ψυκτήρα εισέρχεται το ρεύμα S-111 του οποίου θα ψυχθεί για να μειωθεί η θερμοκρασία του και να εξέλθει ως ρεύμα S-115 που θα περάσει στο τελικό στάδιο της αποθήκευσης.

- **Συνθήκες Λειτουργίας:**

Προδιαγραφές Ψύξης (Cooling Specification)

- Θερμοκρασία Εξόδου (Set Exit Temperature) : 25 °C
- Ψυχρή Ισχύς (Cooling Duty) : 43704.70 kcal / h

Ψυκτικό Μέσο (Cooling Agent): Ψυχρό Νερό (Chilled Water)

- Θερμοκρασία Εισόδου (In Temp.): 5°C
- Θερμοκρασία Εξόδου (Out Temp.): 10°C
- Ρυθμός (Rate) : 8702.28 kg / h
- Συντελεστής Μετάδοσης Θερμότητας (Heat Transfer Coeff.) : 1500.00 Watt/m²K
- Απόδοση Μετάδοσης Θερμότητας (Heat Transfer Effic.) : 100%

- **Εξοπλισμός:**

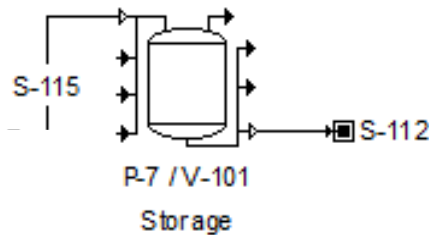
- Τύπος (Type) : Heat Exchanger
- Αριθμός Μονάδων (Number of Units): 1
- Επιφάνεια Μετάδοσης Θερμότητας (Heat Transfer Area) : 0.782 m²
- Τύπος Εναλλάκτη (Exchanger Type): Πλάκας & Πλαισίου (Plate & Frame)

- **Εκτίμηση Κόστους :**

- €500.00 (default)
- Για το Έτος Αναφοράς (For Reference Year): 2014
- Υλικό (Material): CS
- Κόστος Εγκατάστασης (Installation Cost): 0.50 PC

- Ετήσιο Κόστος Συντήρησης (Annual Maintenance Cost): 0.10 PC
- **Ρεύμα S-115:** Είναι ουσιαστικά το ρεύμα S-111 το οποίο έχει υποστεί ψύξη και θα εισέλθει στην δεξαμενή αποθήκευσης.

2.7.8 ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ P-7/ V-101



Η δεξαμενή αποθήκευσης αποτελεί το τελικό στάδιο του διαγράμματος ροής όπου το ρεύμα το οποίο εισέρχεται S-115 είναι το όμοιο με το ρεύμα που εξέρχεται S-112 εφόσον δεν γίνεται καμία επεξεργασία αλλά μόνο η αποθήκευση του.

- **Συνθήκες Λειτουργίας:**

- Όγκος Αποθήκευσης στη Δεξαμενή (Working/Vessel Volume): 90.00%
- Όγκος ζύμωσης Προϊόν (Working Volume): 258.01 L
- Ελάχιστος Επιτρεπόμενος Όγκος Δεξαμενής Ζύμωσης (Min Allowed Volume): 15.00%
- Μέγιστος Επιτρεπόμενος Όγκος Δεξαμενής Ζύμωσης (Max Allowed Volume): 90.00%
- Τελική Θερμοκρασία Προϊόντος (Set Final Temperature): 25°C

- **Εξοπλισμός:**

- Τύπος (Type) : Receiver Tank
- Αριθμός Μονάδων (Number of Units): 1

- Όγκος (Volume): 286.68 L
- Μέγιστος Όγκος (Max Volume): 50000.00 L
- Λόγος Μέγιστου Χρησιμοποιούμενο Όγκου / Όγκο Δεξαμενής (Max Allowable Working / Vessel Volume): 90% (default)
- Λόγος Ύψους / Διαμέτρου (Height / Diameter): 3 (default)
- Ύψος (Height) : 1.487 m
- Διάμετρος (Diameter) : 0.496 m

- **Εκτίμηση Κόστους :**

- €38.000 (default)
- Για το Έτος Αναφοράς (For Reference Year): 2014
- Υλικό (Material): SS 316
- Κόστος Εγκατάστασης (Installation Cost): 0.30 PC
- Ετήσιο Κόστος Συντήρησης (Annual Maintenance Cost): 0.10 PC

- **Ρεύμα S-112:** Είναι το τελικό προϊόν που είναι ένυδρη βιοαιθανόλη, περιέχει δηλαδή και μικρή ποσότητα νερού. Ποσοτικά είναι όμοια με τις ροές S-111 και S-115. Ειξέρχεται από τον αποστακτήρα με ροή 209.750 kg/h, σε θερμοκρασία 25°C, πίεση 1.013 bar και αποτελείται από:

1. Αιθυλική Αλκοόλη (Ethyl Alcohol): 176.49544 kg/h- 84.1458%
2. Νερό (Water): 33.25442 kg/h- 15.8542%

Σύμφωνα με το διάγραμμα ροής που σχεδιάστηκε στο πρόγραμμα Super Pro Designer η παραγωγή άνυδρης βιοαιθανόλης ανέρχεται στα 209,750 kg/h. Στον πιο κάτω πίνακα αναλύονται όλοι οι συνδυασμοί παραμέτρων που πραγματοποιήθηκαν στο Super Pro Designer για να επιτευχθεί η μέγιστη παραγωγή αιθανόλης 176,495 kg/h στο διάλυμα. Για την οικονομική ανάλυση η ημερήσια παραγωγή στρογγυλοποιήθηκε στα 176 kg/h.

Πίνακας 9: Συνδυασμός παραμέτρων των συντελεστών του Super Pro Designer για την τελική μέγιστη τιμή παραγωγής βιοαιθανόλης.

DENATURATION OF DIAFILTRATION	DENATURATION OF ULTRAFILTRATION	CONCENTRATION FACTOR OF DIAFILTRATION	CONCENTRATION FACTOR OF ULTRAFILTRATION	FERMENTATION REACTION	ΤΕΛΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΣΕ ΑΙΘΑΝΟΛΗ (kg/h)
ΜΕΤΟΥΣΙΩΣΗ ΣΤΗΝ ΔΙΑ- ΔΙΗΘΗΣΗ	ΜΕΤΟΥΣΙΩΣΗ ΣΤΗΝ ΥΠΕΡΔΙΗΘΗΣΗ	ΣΥΝΤΕΛΗΣΤΗΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ ΔΙΑ- ΔΙΗΘΗΣΗΣ	ΣΥΝΤΕΛΗΣΤΗΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ ΥΠΕΡΔΙΗΘΗΣΗΣ	ΑΠΟΔΟΣΗ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ ΖΥΜΩΣΗΣ	ΤΕΛΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΣΕ ΑΙΘΑΝΟΛΗ (kg/h)
5.00%	5.00%	0	2.5	90%	130.999
2.00%	5.00%	0	2.5	90%	135.103
2.00%	2.00%	0	2.5	90%	136.172
2.00%	2.00%	2	2.5	90%	148.536
2.00%	2.00%	3	2.5	90%	152.652
2.00%	2.00%	4	2.5	90%	154.707
2.00%	2.00%	4	3.5	90%	156.379
2.00%	2.00%	4	4.5	90%	157.307
2.00%	2.00%	4.5	4.5	90%	157.7
1.00%	2.00%	4.5	4.5	90%	159.291
1.00%	1.00%	4.5	4.5	90%	159.394
1.00%	1.00%	4.5	4.5	95%	168.249
1.00%	1.00%	5.5	4.5	99%	175.093
1.00%	1.00%	5.5	4.793	99%	175.254
1.00%	1.00%	5.5	4.800	99%	175.355
1.00%	1.00%	5.5	5.500	99%	175.570
0,5%	1.00%	5.5	5.500	99%	176.446

0,5%	0,5%	5.5	5.500	99%	176.495
------	------	-----	-------	-----	---------

3.0 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΑΠΟ ΤΟ SUPER PRO DESIGNER V. 8.0.

3.1 ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΟΣΤΟΥ ΑΓΟΡΑΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ

Το πρόγραμμα SuperPro είναι εξοπλισμένο με ενσωματωμένες λειτουργίες που υπολογίζουν το κόστος αγοράς εξοπλισμού με βάση το μέγεθος, το υλικό κατασκευής, καθώς και άλλα χαρακτηριστικά. Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να καθορίσει το δικό του κόστος αγοράς εξοπλισμού, ή να παρέχει τις δικές του παραμέτρους για την εκτίμηση του κόστους. Ξεκινώντας με την έκδοση 5.0, ο χρήστης μπορεί να δημιουργήσει μια βάση δεδομένων εξοπλισμού (σε μορφή MS Access) και την αποθήκευση του εξοπλισμού που σχετίζονται με πληροφορίες (συμπεριλαμβανομένων των στοιχείων κόστους) με ένα κεντρικό και εύκολα ανακτήσιμο τρόπο (www.intelligen.com). Στον πιο κάτω πίνακα 10 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που επέδωσε το Super Pro Designer και αφορούν το κόστος του εξοπλισμού με βάση την εκτίμηση τιμών των μηχανημάτων για το έτος 2014.

Με βάση το διάγραμμα ροής που αφορά την γραμμή παραγωγής ένυδρης βιοϊθανόλης από τον ορό γάλακτος υπολογίστηκαν και κοστολογήθηκαν τα μηχανήματα:

- τέσσερις μεμβράνες δια-διήθησης,
- μια μεμβράνη υπέρ-διήθησης,
- μια δεξαμενή ζύμωσης,
- ένας εναλλάκτης θερμότητας,
- ένας αποστακτήρας και
- μια δεξαμενή αποθήκευσης **με συνολικό κόστος €1.859,000.**

Πίνακας 10: Πίνακας Κόστους Αγοράς Εξοπλισμού από την Αναφορά του Super Pro Designer V8.0.

2. MAJOR EQUIPMENT SPECIFICATION AND FOB COST (2014 prices)

Quantity/ Standby/ Staggered	Name	Description	Unit Cost (€)	Cost (€)
4 / 0 / 0	DF-101	Diafilter M em brane Area = 62.03 m ²	84,000	336,000
1 / 0 / 0	UF-101	U ltrafilter M em brane Area = 36.92 m ²	64,000	64,000
1 / 0 / 0	FR-101	Fermentor Vessel Volume = 50681.74 L	908,000	908,000
1 / 0 / 0	C-101	D istillation Column Column Volume = 25849.93 L	70,000	70,000
1 / 0 / 0	HX-101	H eat E xchanger H eat E xchange Area = 73.11 m ²	69,000	69,000
1 / 0 / 0	V-101	R eceiver Tank Vessel Volume = 286.68 L	35,000	35,000
1 / 0 / 0	HX-102	H eat E xchanger H eat E xchange Area = 0.82 m ²	6,000	6,000
		U nlisted E quipment		372,000
			TOTAL	1,859,000

3.2 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ ΠΑΓΙΟΥ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

Η εκτίμηση των επενδύσεων παγίου κεφαλαίου γίνεται με τη χρήση πολλαπλασιαστών. Η "Εγκατάσταση" πολλαπλασιαστής αφορά συγκεκριμένους εξοπλισμούς. Όλοι οι άλλοι πολλαπλασιαστές αφορούν μια συγκεκριμένη διαδικασία και ο χρήστης έχει την ευελιξία να τους τροποποιήσει. Ξεκινώντας με την έκδοση 5.0, οι πολλαπλασιαστές που αφορούν όλες τις επενδύσεις παγίου κεφαλαίου είναι αποθηκευμένοι στη βάση δεδομένων ως μέρος της παραγωγικής εγκατάστασης. Συνδυάζοντας μια συνταγή (διαδικασία), με εγκαταστάσεις παραγωγής στη βάση δεδομένων επιτρέπει στο χρήστη να χρησιμοποιήσει όλες τις παραμέτρους του κόστους της εν λόγω εγκατάστασης για την ανάλυση του κόστους της εν λόγω διαδικασίας (www.intelligen.com).

Για τον υπολογισμό της πάγιας επένδυσης συνυπολογίστηκε το κόστος της εγκατάστασης και το κόστος εξοπλισμού που φέρεται στον Πίνακα 11.

- Το Κόστος εγκατάστασης με βάση την περιοχή της Κοφίνου όπου έγινε η επιλογή της τοποθεσίας για ανέγερση της Βιομηχανίας η αξία κατασκευής ακίνητης γης υπολογίζεται στα €800/m². Η υπολογίσιμη απαιτούμενη έκταση εκτιμάται στα 800 m² και η συνολική αξία του ακινήτου προς ανέγερση ανέρχεται στις **€640,000** με βάση τα δεδομένα της Κύπρου.

Ως απαραίτητο αρχικό κόστος όπως παρουσιάζεται και στον Πίνακα 11, εκτιμήθηκε το ποσό των **€ 2,459,000** για την κατασκευή και τον εξοπλισμό της προτεινόμενης μονάδας επεξεργασίας ορού γάλακτος.

Πίνακας 11: Πίνακας Κόστους Πάγιας Επένδυσης από την Αναφορά του Super Pro Designer V8.0.

3. DIRECT FIXED CAPITAL COST (DFC) SUMMARY (2014 prices in €)

Section Name	DFC (€)
Main Section	2,459,000
Plant DFC	2,459,000

3.3 ΚΟΣΤΟΣ ΕΡΓΑΤΙΚΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ

Η ζήτηση εργασίας εκτιμάται αθροίζοντας την απαίτηση της εργασίας κάθε επιχείρησης. Και πάλι ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να παρακάμψει τον υπολογισμό του προγράμματος. Το κόστος εργασίας ανά μονάδα προϊόντος και οι πολλαπλασιαστές για τις πρόσθετες παροχές και εποπτείας καθορίζονται σε επίπεδο τμήματος. Ένα κεφάλαιο είναι ένα σύνολο διαδικασιών της μονάδας που

μπορεί να αντιπροσωπεύσει ένα αναγνωρίσιμο τμήμα μιας μακράς διαδικασίας (www.intelligen.com).

Ο υπολογισμός του εργατικού δυναμικού που εντάχθηκε και στο Super Pro έγινε με βάση τα δεδομένα της Κυπριακής οικονομίας και έχουν οριστεί 2 χειριστές μηχανημάτων με απολαβές **€800,00 μηνιαία** ανά άτομο και ένας Υπεύθυνος της εγκαταστάτης με απολαβές **€1200,00 μηνιαία**.

Από τα κόστη που προαναφέρθηκαν μέχρι στιγμής το κόστος εξοπλισμού και το κόστος ακίνητης γης ανήκουν στην αρχική επένδυση ενώ ο ηλεκτρισμός, το νερό, οι κρατικές άδειες, τα άλλα έξοδα και οι απολαβές του εργατικού προσωπικού είναι τρέχοντα μηνιαία κόστη τα οποία στη συνέχεια αφαιρούνται από τα μηνιαία έσοδα.

Το κόστος του εργατικού δυναμικού εισάχθηκε στα ετήσια λειτουργικά έξοδα που φέρονται πιο κάτω στον Πίνακα 12 και αναλυτικότερα στον Πίνακα 13.

3.4 ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΕΤΗΣΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΕΞΟΔΑ

Στον Πίνακα 12 παρουσιάζονται τα συνολικά ετήσια λειτουργικά κόστη που αποδόθηκαν από το Super Pro Designer με βάση τα λειτουργικά κόστη που υπολογίστηκαν και καταχωρήθηκαν στον πρόγραμμα. Όπως προαναφέρθηκε στα κόστη αυτά συμπεριλαμβάνονται και τα ετήσια έξοδα του εργατικού δυναμικού.

Τα λειτουργικά κόστη τα οποία χρησιμοποιήθηκαν στην οικονομική ανάλυση με βάση τις τιμές της Κύπρου του 2014 έχουν ως εξής:

- a) Ηλεκτρισμός: Το κόστος του ηλεκτρισμού με βάση τους όρους της Αρχής Ηλεκτρισμού Κύπρου υπολογίζεται στις **€2,000** για κατανάλωση 100 KVa μηνιαία που απαιτούνται για την μονάδα παραγωγής Βιοαιθανόλης.

- b) Νερό: Το κόστος του βιομηχανικού νερού με βάση τους όρους της Υδατοπρομήθειας Κύπρου υπολογίστηκε στα **€300,00** ανά μήνα για κατανάλωση 10,000 τόνων περίπου.
- c) Κρατικές Άδειες: Βασισμένοι στην Νομοθεσία της Κύπρου για τις απαραίτητες άδειες που απαιτούνται για την λειτουργία της βιομηχανίας το κόστος των αδειών ανέρχεται στα **€400,00**.
- d) Κόστος μεταφοράς: του ορού γάλακτος προς τη βιομηχανία μετατροπής του σε βιοαιθανόλη έχει οριστεί ότι θα διατίθενται 4 βυτιοφόρα οχήματα συνολικής χωρητικότητας 22,000 τόνων που θα πραγματοποιούν 4 διαδρομές ημερησίως με κόστος **€140,00** ανά διαδρομή για 364 ημέρες το χρόνο.
- e) Άλλα Έξοδα: Συνυπολογίζεται στο πάγιο κόστος και ένα μηνιαίο ποσό **€500,00** για τυχόν έξοδα που ίσως να προκύψουν. Αφορά και τα αναλώσιμα κόστη (π.χ., για την περιοδική αντικατάσταση των φίλτρων των μεμβρανών), το κόστος της επεξεργασίας και διάθεσης αποβλήτων (διάκριση μεταξύ στερεών, υγρών, και οι εκπομπές ατμού), καθώς και το κόστος των βοηθητικών (π.χ., θέρμανση, ψύξη).

Οι μηνιαίες δαπάνες που παρουσιάζονται στον Πίνακα 13 εκτιμούνται ότι θα αγγίζουν τα €6,000 περίπου και τα ετήσια έξοδα, συμπεριλαμβανομένων της μεταφοράς του ορού γάλακτος και της συντήρησης αναμένεται να είναι € 897,360 το οποίο στρογγυλοποιήθηκε στις **€ 897,000** και καταχωρήθηκε στο Super Pro Designer .

Πίνακας 12: Πίνακας Συνολικού Λειτουργικού Κόστους από την Αναφορά του Super Pro Designer V8.0.

9. ANNUAL OPERATING COST (2014 prices) - PROCESS SUMMARY

Cost Item	€	%
Raw Materials	0	0.00
Labor-Dependent	0	0.00
Facility-Dependent	0	0.00
Consumables	0	0.00
Waste Treatment/Disposal	0	0.00
Utilities	0	0.00
Transportation	0	0.00
Miscellaneous	897,000	100.00
Advertising/Selling	0	0.00
Running Royalties	0	0.00
Failed Product Disposal	0	0.00
TOTAL	897,000	100.00

3.5 ΑΡΧΙΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Στον πιο κάτω Πίνακα 13 παρουσιάζεται μια αρχική εκτίμηση που υπολογίστηκε προτού καταχωρηθούν τα δεδομένα στο Super Pro Designer για να εξαχθεί η οικονομική ανάλυση. Συνοψίζονται το αρχικό κόστος επένδυσης, τα μηνιαία και ετήσια λειτουργικά έξοδα όπως επίσης και τα αναμενόμενα ημερήσια και ετήσια έσοδα.

Πίνακας 13: Οικονομική Ανάλυση Δαπανών και Εσόδων για την Ανέγερση της Παγκύπριας Βιομηχανία Μετατροπής Ορού Γάλακτος σε Βιοαιθανόλη.

Ανάλυση Κόστους και Κέρδους	Δαπάνες	Έσοδα
	€	€
Κατασκευή και Εξοπλισμός		

Κόστος Κατασκευής Εγκατάστασης	640,000
Εξοπλισμός	1,859.000
<u>Συνολικό Κόστος Κατασκευής και Εξοπλισμού</u>	2,459,000
Μηνιαίες Λειτουργικές Δαπάνες	
Ηλεκτρισμός	2,000
Νερό	300
Εργατικό Προσωπικό (2 Χειριστές x €800)	1,600
Υπεύθυνος Μονάδας	1,200
Κρατικές Δαπάνες	400
Άλλα Λειτουργικά Έξοδα	500
<u>Συνολικές Μηνιαίες Τρεχούμενες Δαπάνες</u>	6,000
<i>Εκτιμημένο Συνολικό Κόστος Λειτουργίας ανά έτος</i>	72,000
Χρονιαίο Κόστος Μεταφοράς Ορού¹ ((140 €*4*4) *	815,360
364d)	
	10,000
Χρονιαία Συντήρηση	
Αναμενόμενα Ημερήσια Έσοδα	
Βιοαιθανόλη (Εκτιμώμενη Παραγωγή 4,224 Kg	8,448
(176kg*24) @ €2.00)	
Σύνολο Ημερήσιων Εισόδων	8,448
Αναμενόμενα Έσοδα Ανά Έτος	
Βιοαιθανόλη (Εκτιμώμενη Παραγωγή 8,448 €/d @	3,075,072
364	
Σύνολο Εσόδων Ανά Έτος	3,075,072
¹ Το κόστος μεταφοράς βασίζεται στο ότι θα υπάρχουν 4 βυτιοφόρα οχήματα (χωρητικότητας 22,000 τόνων) που θα πραγματοποιούν 4 διαδρομές παραλαβής ημερησίως με κόστος €140 ανά διαδρομή.	

3.6 ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΠΡΩΤΩΝ ΥΛΩΝ

Η ποσότητα των πρώτων υλών υπολογίζεται με βάση τα υπόλοιπα υλικά. Η μονάδα κόστους ανακτάται από την είδη υπάρχουσα βάση δεδομένων. Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να παρακάμψει την τιμή κόστους (τιμή αγοράς) από τη βάση δεδομένων (www.intelligen.com).

Στη παρούσα μελέτη είναι ιδιαίτερα σημαντικό να τονιστεί το σημείο του κόστους της πρώτης ύλης για το λόγο ότι βασίζεται σε αυτό η όλη ιδέα της ανέγερσης της Βιομηχανίας παραγωγής βιοαιθανόλης από τον ορό γάλακτος.

Αρχικά λήφθηκε υπόψη ότι καμία άλλη βιομηχανία σε Παγκύπριο επίπεδο δεν εκμεταλλεύεται τον ορό γάλακτος το οποίο αποτελεί μέχρι στιγμής ένα περιβαλλοντικό απόβλητο για τους γαλακτοπαραγωγούς. Με την ανέγερση της παρούσας βιομηχανίας που μελετάται θα απαλλαγεί το περιβάλλον από την επιβάρυνση της απόρριψης του ορού γάλακτος και παράλληλα θα δώσει στους γαλακτοπαραγωγούς μια επίλυση στο πρόβλημα που πολλές φορές τους επιβαρύνει με κυρώσεις από το κράτος.

Η βιομηχανία αυτή θα είναι παγκύπρια και θα συλλέγει από όλες τις γαλακτοβιομηχανίες ανεξαρτήτου δυναμικότητας τις ημερήσιες ποσότητες του ορού γάλακτος που εξάγουν αντί να τις απορρίπτουν κατά κόρον στο περιβάλλον.

Συνοψίζοντας με τα πιο πάνω επιχειρήματα το κόστος του ορού γάλακτος και συνεπώς της πρώτης ύλης θα είναι **μηδενικό** και καταχωρήθηκε στο Πρόγραμμα και η προς μελέτη βιομηχανία θα επιβαρύνεται μόνο με το κόστος μεταφοράς του από τις γαλακτοβιομηχανίες προς τη βιομηχανία μετατροπής του σε ένυδρη βιοαιθανόλη.

3.7 ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ ΑΠΟ ΤΟ Super Pro Designer

Υπάρχουν δύο κύριες χρηματοοικονομικές μέθοδοι η καθαρή παρούσα αξία (NPV) και το εσωτερικό ποσοστό απόδοσης (IRR). Τα NPV και IRR είναι γνωστά ως μέθοδοι ταμειακών ροών προεξόφλησης επειδή συνυπολογίζουν την αξία των χρημάτων με την πάροδο του χρόνου στην αξιολόγηση του έργου κεφαλαιακής επένδυσης. Τα NPV και IRR βασίζονται σε μια σειρά μελλοντικών πληρωμών (αρνητική ταμειακή ροή), εισοδήματος (θετική ταμειακή ροή), απωλειών (αρνητική ταμειακή ροή) ή "μηδενικού κέρδους" (μηδενική ταμειακή ροή).

NPV

Το NPV επιστρέφει την καθαρή αξία των ταμειακών ροών — σε σημερινά ευρώ. Λόγω της αξίας των χρημάτων με την πάροδο του χρόνου, εάν λάβουμε ευρώ σήμερα, η αξία τους είναι μεγαλύτερη από το αν λάβουμε ευρώ αύριο. Το NPV υπολογίζει την παρούσα αξία για κάθε σειρά ταμειακών ροών και τις προσθέτει για υπολογισμό της καθαρής παρούσας αξίας.

Ο τύπος για το NPV είναι:

$$NPV = \sum_{j=1}^n \frac{values_j}{(1+rate)^j}$$

Όπου n είναι ο αριθμός των ταμειακών ροών και i είναι το επιτόκιο ή το προεξοφλητικό επιτόκιο (<https://support.office.com/>).

ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ (IRR)

Η εσωτερική αποδοτικότητα ή εσωτερικός βαθμός απόδοσης (internal rate of return, IRR) είναι ένα δημοφιλές μέτρο που χρησιμοποιείται στον προϋπολογισμό επενδύσεων. Η IRR είναι ένα μέτρο του δείκτη αποδοτικότητας. Εξ ορισμού, η IRR

είναι ένα προεξοφλητικό επιτόκιο που καθιστά την παρούσα αξία των ταμειακών ροών ίση με την αρχική επένδυση. Με απλά λόγια, η IRR είναι ένα προεξοφλητικό επιτόκιο που μηδενίζει την NPV. Όταν ένα πρόγραμμα πέσει κάτω από κάποιο όριο απορρίπτεται, και αυτό το ποσοστό ονομάζεται συντελεστής απόρριψης (cutoff rate), ποσοστό-στόχος, ελάχιστο όριο απόδοσης, ή απαιτούμενο ποσοστό απόδοσης. Οι επιχειρήσεις προσδιορίζουν το συντελεστή απόρριψης με το κόστος χρηματοδότησης και το βαθμό κινδύνου ενός προγράμματος. Στη συνέχεια, προβλέπουν τις μελλοντικές ταμειακές ροές και υπολογίζουν την IRR. Αν η κατ' εκτίμηση IRR υπερβαίνει το συντελεστή απόρριψης, το πρόγραμμα προστίθεται στον κατάλογο των προτεινόμενων επενδύσεων (<http://www.klidarithmos.gr/>) .

Το IRR βασίζεται στο NPV. Θεωρείται ως μια ειδική περίπτωση του NPV, όπου ο συντελεστής απόδοσης που υπολογίζεται είναι το επιτόκιο που αντιστοιχεί σε 0 (μηδέν) καθαρή παρούσα αξία.

NPV(IRR(values),values) = 0

Όταν όλες οι αρνητικές ταμειακές ροές συμβούν προγενέστερα στην ακολουθία από όλες τις θετικές ταμειακές ροές, ή όταν η ακολουθία ταμειακών ροών ενός έργου περιέχει μόνο μία αρνητική ταμειακή ροή, το IRR επιστρέφει μία μοναδική τιμή. Τα περισσότερα έργα κεφαλαιακών επενδύσεων αρχίζουν με μια μεγάλη αρνητική ταμειακή ροή (την αρχική επένδυση) και ακολουθεί μια σειρά θετικών ταμειακών ροών, συνεπώς υπάρχει ένα μοναδικό IRR. Ωστόσο, μερικές φορές μπορεί να υπάρχουν περισσότερα από ένα αποδεκτά IRR, ή και κανένα (<https://support.office.com/>).

Σύγκριση Δεικτών

Το NPV καθορίζει εάν ένα έργο κερδίζει περισσότερο ή λιγότερο από την επιθυμητή απόδοση (ονομάζεται επίσης hurdle rate) και είναι κατάλληλο για να αξιολογηθεί η εν δυνάμει κερδοφορία του έργου. Το IRR πηγαίνει ένα βήμα μακρύτερα από το NPV και καθορίζει μια συγκεκριμένη απόδοση για ένα έργο. Τα NPV και IRR δίνουν αριθμούς που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να συγκριθούν τα ανταγωνιζόμενα έργα και να γίνει η καλύτερη επενδυτική επιλογή (<https://support.office.com/>) .

Απόδοση Επένδυσης (return on investment ROI)

Απόδοση επένδυσης (ROI) είναι ένας δείκτης που χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της απόδοσης μιας επένδυσης ή για να συγκρίνει την αποδοτικότητα διαφορετικών επενδύσεων. Για τον υπολογισμό του ROI, το όφελος (απόδοση) μιας επένδυσης διαιρείται με το κόστος της και το αποτέλεσμα εκφράζεται ως ποσοστό.

Ο ROI μετρά πόσο αποτελεσματικά η επιχείρηση χρησιμοποιεί τα κεφάλαια της για να παράγει κέρδος κι είναι ένας πολύ δημοφιλής δείκτης μέτρησης λόγω της ευελιξίας και της απλότητας του. Εάν η επένδυση δεν έχει θετικό πρόσημο ή αν υπάρχουν άλλες επενδύσεις με υψηλότερη απόδοση, τότε η επένδυση δεν θα πρέπει να αναληφθεί.

Ο ROI χρησιμοποιείται επίσης από τους τραπεζίτες, τους επενδυτές και τους αναλυτές των επιχειρήσεων για να αξιολογήσουν την οικονομική ισχύ και την αποτελεσματική διαχείριση των πόρων μιας επιχείρησης. Οι ειδικοί λένε ότι οι εταιρείες συνήθως χρειάζονται τουλάχιστον 10-14% απόδοση της επένδυσης προκειμένου να χρηματοδοτήσουν τη μελλοντική τους ανάπτυξη.

Από την άλλη, ένα υψηλό ROI μπορεί να σημαίνει είτε ότι η διαχείριση κάνει καλή δουλειά, ή ότι η επιχείρηση δεν έχει τα απαιτούμενα για τον κύκλο εργασιών της κεφάλαια. Ο ROI μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση μιας προτεινόμενης επένδυσης σε νέο εξοπλισμό, διαιρώντας την αύξηση των κερδών που οφείλεται στον νέο εξοπλισμό με την αύξηση των δαπανών που απαιτούνται για την απόκτηση του (<http://www.euretirio.com/2010/11/apodosi-tis-ependysis.html>) .

Η ανάλυση κόστους και κέρδους παρουσιάζεται στον Πίνακα 14 όπως αποδόθηκε από το Super Pro Designer V8.0. και το αποτέλεσμα της μελέτης βασίζεται στο μικροοικονομικό περιβάλλον της Κύπρου για το 2014. Όλες οι δαπάνες που αναγράφονται είναι εκτιμήσεις των απαιτούμενων επενδύσεων και των αναμενόμενων εισοδημάτων, προκειμένου να ανεγερθεί και να καταστεί βιώσιμη η βιομηχανία.

Πίνακας 14: Πίνακας Υπολογισμού Συνολικής Επένδυσης από την Αναφορά του Super Pro Designer V8.0.

Economic Evaluation Report for Ioanna final

1. EXECUTIVE SUMMARY (2014 prices)

Total Capital Investment	2,459,000 €
Capital Investment Charged to This Project	2,459,000 €
Operating Cost	897,000 €/yr
Main Revenue	3,084,000 €/yr
Other Revenues	0 €/yr
Total Revenues	3,084,000 €/yr
Cost Basis Annual Rate	1,541,864 kg MP/yr
Unit Production Cost	0.58 €/kg MP
Net Unit Production Cost	0.58 €/kg MP
Unit Production Revenue	2.00 €/kg MP
Gross Margin	70.90 %
Return On Investment	53.35 %
Payback Time	1.87 years
IRR (After Taxes)	38.98 %
NPV (at 7.0% Interest)	7,038,000 €

MP = Flow of Component 'Ethyl Alcohol' in Stream 'S-112'

4.0 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ -ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Από την τεχνοοικονομική μελέτη που πραγματοποιήθηκε για να αξιολογηθεί κατά πόσο θα μπορούσε να καταστεί βιώσιμη η ανέγερση της παγκύπριας βιομηχανίας παραγωγής άνυδρης βιοαιθανόλης από ορό γάλακτος εξάγονται τα πιο κάτω συμπεράσματα.

Όπως αναφέρθηκε και νωρίτερα έγινε η ανάλυση του κόστους κατασκευής, ο υπολογισμός του εξοπλισμού, και οι μηνιαίες λειτουργικές δαπάνες με βάση την οικονομία της Κύπρου σε Ευρώ.

Το κόστος της συνολικής αρχικής επένδυσης συμπεριλαμβανομένου του εξοπλισμού υπολογίστηκε στα **€ 2,459,000** και των λειτουργικών εξόδων στα **€ 897,000** ανά έτος. Το σύνολο των συνολικών εσόδων ανά έτος αναμένεται να είναι **€ 3,084,000** με βάση το γεγονός ότι η πώληση της αιθανόλης που παράγεται από την άνυδρη βιοαιθανόλη που είναι το τελικό προϊόν θα είναι €2,00 το λίτρο.

Αξίζει να σημειωθεί ότι η τιμή πώλησης της άνυδρης βιοαιθανόλης στην Κύπρο κυμαίνεται στα €3,00-€3,50 το λίτρο. Για το λόγο αυτό ορίστηκαν τα €2,00 το λίτρο ως η χαμηλότερη δυνατή τιμή πώλησης (υπολογίζοντας μόνο τα kg της αιθανόλης για τον υπολογισμό του κέρδους και όχι τα συνολικά kg της άνυδρης βιοαιθανόλης που εξάγονται από το ρεύμα S-112) ενώ παράλληλα η μονάδα θα μπορεί να διατηρεί την βιωσιμότητα της.

Με βάση την 2013 από την Κυπριακή Εφημερίδα "Σημερινή" για σύγκριση του τρόπου θέρμανσης ο ακριβότερος τρόπος είναι αυτός της κεντρικής θέρμανσης, αφού το κόστος ανά διμηνία αγγίζει τα 1,015 ευρώ, εάν και εφόσον χρειαστεί μόνο ένας τόνος πετρελαίου.

ΣΥΣΚΕΥΗ/ΜΕΣΟ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΚΟΣΤΟΣ/ΔΙΜΗΝΙΑ

- Κεντρική θέρμανση 1,015 ευρώ

- Κλιματιστικό 9000 BTU: €148,00
- Κλιματιστικό 12000 BTU: €197,50
- Κλιματιστικό 18000 BTU: €297,50
- Κλιματιστικό 22000 BTU: €362,50
- Σόμπα πετρελαίου: €199,00
- Σόμπα υγραερίου: €252,00
- Ηλεκτρικό σώμα 2000KW: €282,00
- Θερμάστρα αλογόνου: €240,00
- Ξυλόσομπα: €364,00
- Τζάκι: €220,00-€225,00 (βασισμένο σε πληροφορίες από τον έμπορα καυσόξυλων " Άγιος Συμεών" ο οποίος έχει κρατήσει τις τιμές του σταθερές από το 2012-σήμερα)

Σύμφωνα με έρευνά της Κυπριακής εφημερίδας "Σημερινής", ο ακριβότερος τρόπος θέρμανσης είναι αυτός της κεντρικής θέρμανσης, αφού το κόστος ανά διμηνία αγγίζει τα 1,015 ευρώ, εάν και εφόσον χρειαστεί μόνο ένας τόνος πετρελαίου. Ο φθηνότερος, δε, τρόπος θέρμανσης και ίσως αυτός που ελλοχεύει τους περισσότερους κινδύνους, είναι αυτός του τζακιού και της ξυλόσομπας, για τα οποία το κόστος είναι περίπου €90,00 ανά κυβικό.

Το κόστος για θέρμανση με πετρέλαιο θέρμανσης επιβεβαιώνεται, σύμφωνα με την έρευνά, ως η ακριβότερη επιλογή, παρά τις μειωμένες τιμές σε σχέση με το 2012. Σύμφωνα με το νέο Παρατηρητήριο Τιμών Λιανικής Πώλησης Πετρελαιοειδών, το πετρέλαιο θέρμανσης πωλείται σήμερα προς 0,999 με 1,115 ευρώ το λίτρο, ενώ στα περισσότερα πρατήρια παγκύπρια πωλείται προς 1,015 ευρώ το λίτρο. Συνεπώς, εάν λάβουμε υπόψη μας την τιμή που εμφανίζεται περισσότερο παγκύπρια και υπολογίσουμε πως για τη θέρμανση ενός σπιτιού με τρία υπνοδωμάτια χρειάζεται ένας τόνος πετρελαίου θέρμανσης το δίμηνο, θα

διαπιστώσουμε πως το κόστος θέρμανσης ανά διμήνιο αγγίζει τα 1,015 ευρώ. Το κόστος θέρμανσης, σύμφωνα με τα στοιχεία της Υπηρεσίας Ανταγωνισμού και Προστασίας του Καταναλωτή του Υπουργείου Εμπορίου είναι μειωμένη σε σχέση με πέρυσι κατά 44 ευρώ, αφού την αντίστοιχη περίοδο 2012 το πετρέλαιο θέρμανσης επωλείτο κατά μέσο όρο 1,059 ευρώ το λίτρο.

Σε ότι αφορά το κόστος θέρμανσης με τη χρήση κλιματιστικού και στην περίπτωση που αυτό είναι 9000 BTU, το κόστος ανά δίμηνο έχει ως εξής: Σύμφωνα με τον τιμοκατάλογο της ΑΗΚ, το κόστος κατανάλωσης ανά ώρα ανέρχεται στα 30,86 Σεντ του ευρώ. Εάν υπολογιστεί ότι το κλιματιστικό ανάβει οκτώ ώρες την μέρα, τότε το κόστος ανά ημέρα ανέρχεται σε 2,45 ευρώ. Αν το κόστος αυτό πολλαπλασιαστεί επί 60 ημέρες, όσες και οι μέρες ενός διμήνου το κόστος θέρμανσης με κλιματιστικό 9000 BTU φθάνει τα 148 ευρώ. Το κόστος αυτό ανεβαίνει ανάλογα με την ισχύ του κλιματιστικού. Εάν είναι 12000 BTU το κόστος ανεβαίνει στα 197 ευρώ, 18000 BTU 297 ευρώ και 22000 BTU 362,5 ευρώ τη διμήνιο.

Όσον αφορά το κόστος θέρμανσης με θερμάστρα πετρελαίου, στην οποία ως επί το πλείστον χρησιμοποιείται κηροζίνη διαπιστώνεται πως είναι σχετικά συμφέρουσα επιλογή. Λαμβάνοντας υπόψη ότι η κηροζίνη πωλείται προς 1,106 ευρώ το λίτρο η τιμή πολλαπλασιαστεί επί 20, που κατά μέσον όρο είναι τα λίτρα που χρειάζονται την εβδομάδα, καταλήγει το συμπέρασμα ότι για θέρμανση με τη βοήθεια θερμάστρας πετρελαίου χρειάζονται 22,12 ευρώ την εβδομάδα. Αν πολλαπλασιαστεί αυτή η τιμή επί εννέα, που είναι εβδομάδες δύο μηνών, καταλήγει πως για ένα δίμηνο θα δαπανούνται 199 ευρώ.

Σχετικά με το κόστος για θέρμανση με τη βοήθεια θερμάστρας υγραερίου, το κόστος είναι μεγαλύτερο από αυτό της θερμάστρας πετρελαίου. Κι αυτό ένεκα του γεγονότος πως ένας κύλινδρος υγραερίου δέκα κιλών διατίθεται προς

πώληση, κατά μέσο όρο, προς 14 ευρώ περίπου. Αν υπολογιστεί πως κάθε εβδομάδα απαιτούνται δύο κύλινδροι ξοδεύονται 28 ευρώ ανά εβδομάδα. Πολλαπλασιάζοντας το κόστος επί εννέα, διαπιστώνεται ότι κάθε διμηνία για θερμάστρα υγραερίου απαιτούνται 252 ευρώ.

Αν ως μέσο θέρμανσης χρησιμοποιείται το ηλεκτρικό σώμα 2000 Watt, σύμφωνα με τον τιμοκατάλογο της ΑΗΚ πληρώνουν 58,78 Σεντ του ευρώ ανά ώρα. Εάν υπολογιστεί ότι ανάβει το σώμα για οκτώ ώρες, τότε ανά ημέρα το κόστος φθάνει τα 4,7 ευρώ. Αν πολλαπλασιαστεί το κόστος αυτό επί 60, που είναι οι μέρες για δύο μήνες, καταλήγουμε στο ότι για ένα δίμηνο το κόστος θέρμανσης με ηλεκτρικό σώμα αγγίζει τα 282 ευρώ.

Όσο αφορά την θερμάστρα αλογόνου το κόστος ανά ώρα αγγίζει τα 32,33 Σεντ του ευρώ. Αν πολλαπλασιαστεί το ποσό αυτό επί οκτώ, όσες και οι ώρες που κατά μέσο όρο χρησιμοποιείται την ημέρα, φθάνει τα τέσσερα ευρώ και αν πολλαπλασιαστεί επίσης επί 60, διαπιστώνουμε πως ανά δίμηνο το κόστος θέρμανσης με θερμάστρα αλογόνου αγγίζει τα 240 ευρώ.

Η ξυλόσομπα για ένα δίμηνο το κόστος αναμένεται στα 324 ευρώ (τρεις σακούλες καυσόξυλα την εβδομάδα προς 12 ευρώ που είναι η υψηλότερη τιμή πώλησης) (<http://www.b2green.gr/>).

Σχετικά με το τζάκια αναλόγως του είδους του ξύλου το κόστος, η διάρκεια καύσης όπως και το ποσοστό θερμότητας και φλόγας που παράγουν κυμαίνονται. Σύμφωνα με τον ιδιοκτήτη της επιχείρησης καυσόξυλων " Άγιος Συμεών" τα ξύλα του πεύκου, του ευκαλύπτου και του κυπαρισσιού κοστίζουν €110,00 ανά m³ και διαρκούν 28-30 ημέρες δεδομένου ότι ανάβουν 6-8 ώρες ημερήσια. Η φλόγα τους είναι ασθενής όπως και η θερμότητα που παράγουν. Το κόστος τους ανά διμηνία ανέρχεται στα €220,00.

Τα ξύλα της λεμονιάς έχουν κόστος €130,00 ανά m³ και διαρκούν 38 ημέρες περίπου δεδομένου ότι ανάβουν 6-8 ώρες ημερήσια. Η θερμότητα και η φλόγα που παράγουν είναι μεσαίας έντασης και το κόστος τους ανά διμηνία υπολογίζεται στα €210,00 περίπου. Τέλος τα ξύλα της λεμονιάς και της χαρουπιάς έχουν κόστος €150,00 ανά m³ και διαρκούν 38 ημέρες περίπου δεδομένου ότι ανάβουν 6-8 ώρες ημερήσια. Η θερμότητα και η φλόγα που παράγουν είναι έντονη και πολύ ικανοποιητική και οπτικά αλλά και στην θέρμανση του χώρου. Το κόστος τους ανά διμηνία υπολογίζεται στα €225,00 περίπου.

Τα τζάκια βιοαιθανόλης δεν συμπεριλαμβάνονται στις πιο πάνω αναφορές και για το λόγο ότι δεν είχε αρχίσει η πώληση τους στην Κύπρο το 2013. Σημαντικό να αναφερθεί είναι ότι όλες οι παραπάνω τιμές έχουν σημειώσει άνοδο από το έτος 2013 στο 2015 με βάση την Κυπριακή Αγορά.

Για να μπορέσουμε να συγκρίνουμε τις πιο πάνω μεθόδους με ένα τζάκι βιοαιθανόλης έγινε σύγκριση με βάση τα δεδομένα του 2015 και την τιμή πώλησης βιοαιθανόλης όπως ορίστηκε από την προς μελέτη μονάδα στη παρούσα μελέτη.

Ένα τζάκι βιοαιθανόλης καταναλώνει ένα λίτρο βιοαιθανόλης ανά 3-3,5 ώρες κατά μέσο όρο και παράγει θερμότητα ισοδύναμη με 3 KW, όσο δηλαδή δύο ηλεκτρικά θερμαντικά σώματα των 1.500W. Η ποσότητα που θα καταναλώνεται ανά ώρα μπορεί να ρυθμιστεί πάνω στον θάλαμο καύσης. Υπολογίζουμε ότι γίνεται καύση του τζακιού 6 ώρες ημερήσια παράγοντας θερμότητα 18 KW ενώ με την ηλεκτρική σόμπα με βάση τα στοιχεία της πιο πάνω έρευνας παράγονται 16 KW σε οκτώ ώρες. Υπολογίζοντας λοιπόν αυτή την αντιστοιχία χρειάζονται 2L αιθανόλης ημερήσια με κόστος του οποίου είναι €4,00. Το κόστος για το δίμηνο με το τζάκι βιοαιθανόλης ανέρχεται στα **€240,00**. Με την τιμή αυτή μπορεί να συναγωνιστεί με τη σόμπα πετρελαίου , την θερμάστρα αλλογόνου, το

κλιματιστικό μέχρι 12,000BTU και το σημαντικότερο το τζάκι. Υπάρχουν όμως πλεονεκτήματα που μπορούν παραπέμπουν στην επιλογή του.

Οι κοινές πηγές θερμότητας όπως τα καλοριφέρ και τα ηλεκτρικά σώματα ξηραίνουν την ατμόσφαιρα. Η βιοαιθανόλη κατά την καύση της μετατρέπεται κυρίως σε θερμότητα και λιγότερο σε υγρασία και διοξείδιο του άνθρακα, σε αντίθεση με το ξύλο το οποίο κατά την καύση του παράγει και καπνό, πίσσα και άλλα επιβλαβή αέρια. Αφού η βιοαιθανόλη δεν παράγει καπνό, δεν απαιτεί ούτε η κατασκευή καμινάδας.

Επίσης, η βιοαιθανόλη δεν έχει άσχημη οσμή, το αντίθετο: Η ίδια είναι σχεδόν άοσμη, ενώ υπάρχουν και αρώματα τα οποία μπορεί να βάλει κανείς μέσα στον θάλαμο καύσης της βιοαιθανόλης για να αρωματίζει το χώρο.

Στα τζάκια χωρίς καμινάδα, η ένταση της φλόγας μπορεί να ρυθμιστεί. Πολύ χρήσιμα είναι και τα κεραμικά κούτσουρα που είναι μια ακριβής απομίμηση ξύλου και μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε μερικά μοντέλα τζακιών. Έτσι δίνετε η αίσθηση της καύσης του ξύλου και η φλόγα δείχνει πιο πλούσια.

Στην παρούσα μελέτη η άνυδρη βιοαιθανόλη που παράγεται προορίζεται κυρίως για παραγωγή θερμότητας στην Κύπρο. Σε περίπτωση που η μονάδα εξασφαλίσει κάποιου είδους επιχορήγηση συνεπώς και η τιμή πώλησης της ανά λίτρο θα μπορεί να μειωθεί και το κίνητρο για αγορά της να αυξηθεί. Εκτός όμως από την χρήση της βιοαιθανόλης για θέρμανση αξίζει να σημειωθεί ότι εάν η άνυδρη βιοαιθανόλη μεταπωλείται σε μια άλλη μονάδα και μέσω αφυδάτωσης μετατρέπεται σε ένυδρη βιοαιθανόλη (100%) τότε θα μπορεί να αξιοποιείται και ως βιοκαύσιμο σε μείγμα της με την βενζίνη. Λαμβάνοντας επίσης υπόψη και την προοπτική επιχορήγησης του όλου σχεδίου από την Ευρωπαϊκή Ένωση τότε το

κόστος παραγωγής της άνυδρης βιοαιθανόλης θα είναι μειωμένο και συνεπώς και αργότερα της ένυδρης βιοαιθανόλης ως βιοκαύσιμο.

Μια άλλη ροή που θα μπορούσε να επιφέρει εισόδημα στην προς μελέτη μονάδα είναι το ρεύμα S-103 που είναι το προϊόν κατακράτησης των μεμβρανών υπερδιήθησης. Το ρεύμα αυτό έχει την προοπτική αξιοποίησης του λόγω της μεγάλης περιεκτικότητας που έχει σε πρωτεΐνες που αγγίζουν τα 84,11kg/h σε σχέση με τα υπόλοιπα συστατικά του (νερό, λίπος, λακτόζη, τέφρα). Θα μπορούσε να πωληθεί σε χαμηλό κόστος σε βιομηχανίες οι οποίες παράγουν σκόνες με ενεργειακά πρωτεϊνικά ροφήματα, ενεργειακές μπάρες δημητριακών με υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες και γενικότερα προϊόντα που αφορούν αθλητές. Ενδιαφέρον ίσως να υπήρχε και από βιομηχανίες που παράγουν προϊόντα άνευ λακτόζης με την προϋπόθεση όμως ότι θα έπρεπε να αφαιρέσουν όλα τα υπολείμματα λακτόζης από το μείγμα.

Συνεχίζοντας με τα οικονομικά συμπεράσματα η παραγωγή σε kg αιθανόλης ανά έτος υπολογίζεται 1,541,864 kg ανά έτος δεδομένου ότι η μονάδα λειτουργεί 24 ώρες τη μέρα για 364 μέρες το χρόνο. Ακόμα παρατηρείται ότι το ποσοστό του ακαθάριστου κέρδους (Gross Margin) είναι 70,90%, το ποσοστό της απόδοσης με βάση την αρχική επένδυση (ROI) 53,35% , το εσωτερικό επιτόκιο (IRR) 38,98% και η καθαρή αξία των ταμειακών ροών (NPV) είναι €7,038,000. Ο χρόνος αποπληρωμής υπολογίζεται στα 1.87 έτη.

Συνοψίζοντας με όλα τα πιο πάνω από την ανάλυση κόστους και οφέλους που εκτελέστηκε θα μπορούσαμε να πούμε ότι η μελέτη είναι οικονομικά εφικτή και είναι σαφές ότι θα μπορεί να καλύψει την αρχική κατασκευή και το κόστος του εξοπλισμού εντός των δύο πρώτων ετών της λειτουργίας της περίπτωσης.

Διατηρώντας την ορθή πορεία όλων των σημείων και παραμέτρων που προσχεδιάστηκαν και αναλύθηκαν από το αρχικό μέχρι το τελικό στάδιο, η

παρούσα μονάδα παραγωγής βιοκαυσίμου θα έχει το περιθώριο να καλύπτει και να διατηρεί τις δαπάνες της ενώ παράλληλα την εκ τούτου βιώσιμη και υγιή κατάσταση λειτουργίας της έχοντας και το περιθώριο να αναπτυχθεί μελλοντικά με επιπλέον λειτουργίες.

5.0 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική Βιβλιογραφία

- Ανυφαντάκης Μ. Εμμανουήλ, (2004) *Τυροκομία : Χημεία Φυσικοχημεία Μικροβιολογία*, εκδόσεις Αθ. Σταμούλης, Αθήνα.
- Μαλανδράκη Ε., (2008), *Μέθοδοι επεξεργασίας ορού γάλακτος*, Μεταπτυχιακή Διατριβή, Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά.
- Μαρκαντωνάτος Γ. (1990) *Επεξεργασία και διάθεση υγρών αποβλήτων*, σελ 467-473 Β έκδοση, Αθήνα.
- Καραδήμα Κ. (2009) *Εκτίμηση της τοξικότητας διαφόρων σταδίων επεξεργασίας αποβλήτων τυροκομικών μονάδων με χρήση βιοδεικτών*. Διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Βιολογίας, Τομέας Βιολογίας ζώων.
- Καττή Π., (2010), *Πειραματική διερεύνηση παραγωγής βιοαερίου από μίγματα τυρογάλακτος με υγρά μηχανικού διαχωρισμού αποβλήτων χοιροστασίου διαφορετικής πυκνότητας στη μεσόφιλη περιοχή*, Μεταπτυχιακή Διατριβή, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.
- Ομήρου Οδύσσεια 80-85, *Μετάφραση Ν. Καζαντζάκη - Ι. Κακριδή, 1938*
- Τυρί: *Τεχνολογία γάλακτος, τυροκομία, παρουσίαση τυριών, Μπίντσης Θωμάς, Παπαδήμας Φώτης Εκδότης: Ψύχαλος, 2009*

Ξένη Βιβλιογραφία

- America's Energy Future Panel on Alternative Transportation Fuels: Modeling of Capital and Operating Costs and Carbon Emissions of Ethanol Plants with SuperPro Designer® In "Liquid Transportation Fuels from Coal and Biomass" The National Academies Press (2009)
- Anne Deen Christensen, Zsafia Kadar , Piotr Oleskowicz-Popiel , Mette Hedegaard Thomsen: 'Production of bioethanol from organic whey using *Kluuyveromyces marxianus*', J Ind Microbiol Biotechnol 38:283–289, (2010).
- Arvanitoyannis I. S. and Kassaveti A. (2008) Dairy waste management: Treatment methods and potential uses of treated waste, Waste management for the food industries, pp. 801-860, Elsevier.

- Bowen, E, Kennedy, S.C. , Miranda, K. : Ethanol from Sugar Beets: A Process and Economic Analysis A Major Qualifying Project, Submitted to the faculty of Worcester Polytechnic Institute (2010).
- European Society of Membrane Science and Technology: Terminology of Pressure Driven Membrane Operations, Lund, Sweden (1986).
- F. Fatichenti kai E. Berardi., 'Kluyveromyces fragilis SS-437: An associatively-profiled thermotolerant yeast', Antonie van Leeuwenhoek 1987, Volume 53, Issue 2, pp 119-124.
- Gekas V., Hallstrom B., and Traegaardh G., "Ultrafiltration Membrane Performance Fundamentals " Lunds Studentlitteratur, Lund, Sweden (1993)
- Glazer, A. N., Nikaido, H. (1995): Microbial Biotechnology. Fundamentals Of Applied Microbiology. W. H. Freeman and Company, New York, p. 662.
- Gonzalez S., (1996), 'The biotechnological utilization of cheese whey: A review', Bioresource Technology, vol. 57, pp.1-11.
- Guimarães P.M.R, Teixeira J.A., Domingues L., Fermentation of lactose to bio-ethanol by yeasts as part of integrated solutions for the valorisation of cheese whey, Biotechnology Advances 28375-384 (2010)
- Intelligen Inc., SuperPro Designer User's Guide (2014)
- Intelligen Product Information, http://www.intelligen.com/superpro_overview.html
- Janssens J., Burris N., Woodward A., Bailey R., (1983), 'Lipid-enhanced ethanol production by *Kluyveromyces fragilis*', Appl. Environ. Microbiol., vol.45, pp. 598-602.
- Jelen P. (2002) Utilization and products, Encyclopedia of Dairy Sciences, Whey processing (2004), pp. 2739-2745, Elsevier.
- Kosseva R. M. (2009) Processing of Food Wastes, Advances in Food and Nutrition Research, Vol. 58, pp. 57-136, Elsevier Science Ltd.
- Kwiatkowski, J. R. .: "Modeling the Process and Costs of Fuel Ethanol Production by the Corn Dry-Grind Process". U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Eastern Regional Research Center, 600 East Mermaid Lane, Wyndmoor, PA 19038-8598, USA. Industrial Crops and Products 05 Report (2006).
- Larry Schwartz, 2003, "Diafiltration: A Fast, Efficient Method for Desalting, or Buffer Exchange of Biological Samples", Pall Life Sciences, <http://www.pall.com> .
- Magalhães-Guedes K.T., Rodrigues A.K, Gervasio I.M., Gervasio, I., do Nascimento A. P., Schwan, R.F. Ethanol production from deproteinized cheese whey fermentations by co-

cultures of *Kluyveromyces marxianus* and *Saccharomyces cerevisiae*, *African Journal of Microbiology Research*, Vol. 7(13), 1121-1127 (2013).

- Maria R. Kosseva, Parmjit S. Panesar, Gurpreet Kaur, John F. Kennedy, (2009), 'Use of immobilised biocatalysts in the processing of cheese whey', 'International Journal of Biological Macromolecules', vol. 45, pp. 437- 447.
- Mawson A. J. (1994) Bioconversions for whey utilization and waste abatement, *Bioresource Technology*, 47, 195-203.
- Papademas, P. Halloumi cheese. In: *Brined Cheeses*, ed. A.Y. Tamime, Chapter 4, Blackwell Publishing Ltd, Oxford, pp 117-138. (2006).
- Pedro M.R. Guimarães, José A. Teixeira, Lucília Domingues, 2010, 'Biotechnology Advances', *Fermentation of lactose to bio-ethanol by yeasts as part of integrated solutions for the valorisation of cheese whey*, vol.28, pp. 375-384.
- Photis Papademas., Richard K: 'Halloumi cheese: the product and its characteristics' *International Journal Of Dairy Technology*, Vol. 51, No3, 1998
- Rojan P. John, K. Madhavan Nampoothiri, Ashok Pandey, 2007, 'Appl Microbiol Biotechnol', *Fermentative production of lactic acid from biomass: an overview on process developments and future perspectives*, vol. 74, pp. 524-534.
- Sanchez, S. B., Castillo, F. J., (1980), 'Effect of pH on the growth of *Kluyveromyces fragilis* on deproteinized whey', *Acta Cientifica Venezolana*, Vol. 31 No. 1 pp. 24-26.
- Sienkiewicz, T. & Riedel, C.-L. (1990). *Whey and Whey Utilization*. Th. Mann, Germany.
- Yves, V. 1979. *Le lactoserum. Matiere premiere noble pour les industries alimentaires humaines et animales*, *Revue Laitiere Fransaise*, vol. 372, pp. 27-39.

Ιστοσελίδες

- Ιστοσελίδα Θέρμανσης Be2Green Thermansi, Κύπρος: Ο τιμοκατάλογος της... ζεστασιά, 2013, (<http://www.b2green.gr/main.php?plD=17&nID=7512&lang=el#>).
- Εκδόσεις Κλιθάριθμος, Χρηματοοικονομική Σελ.148, (<http://www.klidarithmos.gr/main/books/41002/files/assets/downloads/page0018.pdf>) .
- Ευρετήριο Οικονομικών Όρων, (<http://www.eurefiro.com/2010/11/apodosi-tis-ependysis.html>).
- Ιστοσελίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης <http://eur-lex.europa.eu/homepage.html>
- Ιστοσελίδα Συλλόγου Ανανεώσιμων Καυσίμων Ηνωμένων Πολιτειών, 2005-2015 <http://www.ethanolrfa.org>

- Ιστοσελίδα Τμήματος Ενέργειας Ηνωμένων Πολιτειών, Ενεργειακής Απόδοσης και Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, 6/4/2014, <http://www.afdc.energy.gov/data/> .
- Κτηνιατρικές Υπηρεσίες Κύπρου (http://www.moa.gov.cy/moa/vs/vs.nsf/index_gr/index_gr?opendocument)
- Υπουργείο Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος, 2010 ([http://www.moa.gov.cy/moa/da/da.nsf/All/D16B4CA73DD7762AC2257A220031405D/\\$file/Galaktokomika.pdf?OpenElement](http://www.moa.gov.cy/moa/da/da.nsf/All/D16B4CA73DD7762AC2257A220031405D/$file/Galaktokomika.pdf?OpenElement))
- Υποστήριξη του Office, Ταμειακές ροές: Υπολογισμός του NPV και του IRR στο Excel, 2013 (<https://support.office.com/el-gr/article/%CE%A4%CE%B1%CE%BC%CE%B5%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CE%AD%CF%82-%CF%81%CE%BF%CE%AD%CF%82-%CE%A5%CF%80%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%B9%CF%83%CE%BC%CF%8C%CF%82-%CF%84%CE%BF%CF%85-NPV-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CF%84%CE%BF%CF%85-IRR-%CF%83%CF%84%CE%BF-Excel-f7936f0d-1e76-49c1-af76-254795619d86?ui=el-GR&rs=el-GR&ad=GR>)
- Green Dream: Πράσινη Ενέργεια- Βιώσιμη Ανάπτυξη- Περιβάλλον, <http://bioenergynews.blogspot.com/>.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

Up dated 10/1/2014

APPROVED DAIRY PROCESSING PLANTS

Serial No.	Approval No.	Name of Establishment	Address	Region	Capacity **	Phone No.	Fax.No.
1	0005	MIMI ELENI	Apostolou Louca 33, 7731 Skarinou, Larnaca	Larnaca	C	24 32 20 14	24 32 20 21
2	0006	FARM ATHANASIS OLYMBIOU & SONS LTD	Philopappou 11 A, 4002 Mesa Gitonia, Limassol	Limassol	C	99 68 17 80	25 72 72 00
3	0007	MARIA PROXENOU	Pentadaktylou 44A, 7735 Kofinou, Larnaca	Larnaca	C	24 32 22 56 99 66 52 84	24 32 29 96
4	0011	DETELINA DAIRY LTD	Akadimias 2, III Industrial Area Limassol, Ypsonas, 4193 Limassol	Limassol	C	25 71 54 50	25 71 02 14
5	0014	YIANNAKIS & ZOIRO STEFANI LTD	1st April 8, 4700 Pachna, Limassol	Limassol	C	99 60 48 82	25 94 22 40
6	0017	PITTAS DAIRIES LTD	207 Limassol Avenue, 2235 Latsia, Nicosia	Nicosia	A	22 48 12 50	22 48 59 04
7	0018	GALAKTOKOMIO STELIOS. S. STAVRINOU (LYGIA)	Zia Giocalp 8, 3010 Limassol	Limassol	C	25 57 37 48 25 39 35 48	25 39 35 48
8	0019	GALAKTOKOMIKA PROIONTA M. LOIZOU LTD	Georgiou Kalogeropoulou, 4007 Mesa Gitonia, Limassol (Postal Address: Pantelitsas Panayiotou 3, 3080 Limassol)	Limassol	C	25 33 27 41 99 49 2034	25 73 83 14
9	0021	ZITA DAIRIES LTD	P.O. Box 60176, 8101 Paphos	Paphos	B	26 95 36 96	26 81 80 00
10	0022	PETROU BROS DAIRY PRODUCTS LTD	Aradippou Industrial Area B - Emporion No. 24 - 25 - Larnaca (Postal Address P.O. Box 40260, 6302 Larnaca)	Larnaca	A	24 66 12 10	24 66 25 57
11	0025	ANTROULLA & EFTICHIOS TRIFILLIS	Ammochostos Avenue, 7643 Kalo Chorio, Larnaca	Larnaca	C	24 36 00 18 99 43 28 08	24 63 72 02
12	0026	NIKI MICHAEL	Demokratias 1, 4601 Prastio Avdemou, Limassol	Limassol	C	25 22 15 60	25 22 17 63
13	0027	POLIKARPOU ANDRI	Demokratias 4, 4601 Prastio Avdimou, Limassol	Limassol	C	25 22 17 98	----
14	0032	GALAKTOKOMIKA PROIONTA A.PRASTITIS LTD	Zigia Giogalp 13, 6025 Larnaca	Larnaca	C	24 62 33 74 99 64 06 54	24 62 83 32
15	0050	STEFANI BROS LTD	14 Leonidou, 7104 Aradippou, Larnaca	Larnaca	B	24 53 16 50	24 53 28 22

APPROVED DAIRY PROCESSING PLANTS

Serial No.	Approval No.	Name of Establishment	Address	Region	Capacity **	Phone No.	Fax.No.
16	0051	A.A. VOUIYOUKLAKIS LTD	7731 Skarinou, Larnaca	Larnaca	B	24 32 20 34	24 32 30 33
17	0052	N.TH. KOUROUSHIS LTD	7735 Kofinou, Larnaca	Larnaca	B	24 32 23 36	24 32 27 80
18	0053	NICOS KANTIS LTD	1st April 34, 7104 Aradippou, Larnaca	Larnaca	C	24 53 14 77 99 63 44 33	24 53 16 70
19	0054	ELEFThERIOS G. ELEFThERIOU (ACHNAGAL) LTD	Great Alexander 3, 7530 Ormidia, Ammochostos	Ammochostos	B	24 72 10 33 99 62 53 40	24 72 25 90
20	0056	CHRISOSTOMOS ELIA & SON LTD	P.O.Box 33765, 5317 Paralimni, Ammochostos	Ammochostos	B	24 72 52 34 99 62 79 44	24 72 66 24
21	0057	ANTONIS PAPHITIS GALAKTOKOMIO K. GEORGIADIS	Kritis 1, 2720 Akaki, Nicosia	Nicosia	C	22 82 10 34 99 56 78 73	22 82 23 84
22	0058	PAPOUIS DAIRIES LIMITED	Athienou Industrial Area No. 40, P.O.Box 47513, 7610 Athienou, Larnaca	Larnaca	A	24 52 43 23 99 32 75 85	24 52 43 25
23	0059	CH. & M. SHAKALLIS	12 Odyssea Elyti str., 7020 Dromoloxia, Larnaca	Larnaca	C	99 45 55 80	24 36 17 69
24	0060	A. HADJIPIERI LTD (Antonis Hadji pieris)	Athienou Industrial Area, No. 4 - 7610 Athienou, Larnaca	Larnaca	B	24 52 31 00 99 65 33 84	24 52 31 44
25	0061	A.G.E. TRIKOMITIS BROS LTD	Akadimias, Ypsonas Industrial Area, 4193 Ypsonas (Postal Address Pavlou Mela 6, 4180 Ypsonas), Limassol	Limassol	C	99 67 44 68	25 39 33 32
26	0063	CHARALAMBIDES KRISTIS LTD	Agios Athanasios Industrial Area - Limassol (P.O. Box 51148, 3502 Limassol)	Limassol	A	25 72 62 80	25 72 62 60
27	0065	LEFKONITZATIS DAIRY PRODUCTS LTD	Andrea Kariolou 34, Ag.Athanasios Industrial Area, 4102 Limassol (P.O.Box 54226, 3722 Limassol)	Limassol	B	25 72 10 60 99 63 82 50	25 72 61 65
28	0066	G. I. KESSES DAIRY PRODUCTS LTD	4600 Avdimou, Limassol	Limassol	A	25 22 16 49	25 22 13 30
29	0068	AFXENTIOU DAIRY LTD	Dhali Ind. Area, P.O. Box 12597, 2251 Nicosia	Nicosia	B	22 42 31 40 99 40 70 64	22 49 02 60

APPROVED DAIRY PROCESSING PLANTS

Serial No.	Approval No.	Name of Establishment	Address	Region	Capacity **	Phone No.	Fax.No.
30	0070	PANAYI BROS LTD	Crachambel 19, 5380 Derynia Industrial Area, Ammochostos	Ammochostos	C	23 82 04 10 99 65 82 96	23 82 00 22
31	0072	MILTZIS DAIRY LTD	Fedras 6, 6059 Larnaca	Larnaca	C	24 63 80 77	24 65 97 63
32	0074	K.G. SOUROULAS & SONS LTD	P.O.Box 40452, 6304 Larnaca	Larnaca	A	24 53 12 60	24 53 03 19
33	0076	CHR. ORTHODOXOU & SON DAIRY (KORNOS) LTD	Gregory Afxentiou 13, 7640 Kornos, Nicosia	Nicosia	B	22 53 37 23 99 66 76 53	22 53 38 16
34	0077	ANDREAS LOUCARIS	Ag. Efthimianou 1, 7643 Kalo Chorio, Larnaca	Larnaca	C	24 36 07 73 99 27 77 87	24 36 66 67
35	0083	PITTAS DAIRY INDUSTRIES LTD	2 Spyrou Samara, 2063 Strovolos, Nicosia	Nicosia	A	22 66 42 00	22 66 12 47
36	0090	EV-ZO DAIRY LTD	Kyriakou Matsi 5, 2235 Latsia, Nicosia	Nicosia	C	22 48 24 66	22 48 24 66
37	0093	PROCOPIIS HALLOUMAS	Andrea Kariou 10, 7103 Aradippou, Larnaca	Larnaca	C	24 53 30 85 96 42 01 68	24 82 33 07
38	0095	CHRISTINA CONSTANTINOY	Arch. Makariou 21, 4601 Prastio, Avdemou, Limassol	Limassol	C	24 22 14 78 99 63 62 10	25 22 14 78
39	0099	GALAKTOKOMIO A.D.S.DAFNI LTD	Lykavitou 32, 2640 Anayia, Nicosia	Nicosia	C	22 62 21 11 99 42 82 81	22 62 01 07
40	0100	LEFTERIS GEORGIYOU	G. Kalamatianou 7, 4150 Limassol	Limassol	C	25 39 08 75	-----
41	0101	GEROLEMOY ANDREAS	75 Elea Kanaourou Str., 4186 Ypsonas, Limassol	Limassol	C	25 39 22 36	-----
42	0102	PANTZIAROU BROS LTD	Athienou Industrial Area, No. 38, 7600 Athienou, Larnaca	Larnaca	A	24 52 26 86 99 48 34 36	24 52 31 55
43	0103	SHAKALLKIS ANDREAS	Dekelias 8, 3045 Limassol	Limassol	C	25 34 19 64	25 39 35 66

APPROVED DAIRY PROCESSING PLANTS

Serial No.	Approval No.	Name of Establishment	Address	Region	Capacity **	Phone No.	Fax.No.
44	0104	HILIMINDRIS DAIRIES LTD	Iacovou Katsunotou 12, III Industrial Area, 4193 Limassol	Limassol	C	99 54 98 18	-----
45	0105	P.A. ERACLEOUS GALAKTOKOMIKA LTD	Arch. Makariou III, No. 14, 2566 Lymbia, Nicosia	Nicosia	C	22 52 46 67	22 52 46 77
46	0107	AGATHOCLEOUS ONOUFRIOS	Ammochostou 2, 4607 Pissouri, Limassol	Limassol	C	25 22 10 25	-----
47	0108	ELEANNA LTD	Leof. Irinis 119, 2779 Orounta, Nicosia	Nicosia	C	22 82 12 67	22 82 43 30
48	0110	GEORGIU LOIZOS	135 Road, No 47, Phase III, 4131 Pano Polemidia, Limassol	Limassol	C	25 39 74 75	-----
49	0111	PHILIPPOS TRIKOMITIS & SONS LTD	Posidonos 3, Ag. Sila Industrial Area, 4190 Limassol	Limassol	A	25 39 47 65	25 39 06 18
50	0114	LANITIS BROS LTD	Kyriakou Matsi 66, 2409 Egkomi, Nicosia	Nicosia	A	22 88 50 00	22 35 80 00
51	0117	KRONOS DAIRIES LTD	Ippokratous 5, 2566 Lymbia, Nicosia	Nicosia	C	99 58 36 73	22 54 31 78
52	0119	TO AGRINO LTD	8502 Anarita, Paphos	Paphos	B	99 61 29 85	26 42 30 08
53	0120	ANDRO-NIKI DAIRY LTD	Avgousti Ieremia 3, 2772 Ag. Marina Xiliatou, Nicosia	Nicosia	C	22 85 27 33	22 85 28 68
54	0121	MINA ANASTASIS	Chrisopantanas 40, 2617 Agrokipia, Nicosia	Nicosia	C	22 63 36 60	22 63 36 60
55	0122	ANDROS & PHANI DEMETRIADES LTD	Kouriou 6, 2540 Dhali, Nicosia	Nicosia	C	22 52 11 03	22 44 10 26
56	0123	L.KALLENOS & SONS LTD	Michael Olympiou 12, 2540 Dhali, Nicosia	Nicosia	C	22 52 15 52 99 63 50 99 99 62 21 44	22 52 57 86
57	0124	DEMETRIU DAIRY LTD	2779 Orounta, Nicosia (postal address : P.O.Box 16003, 2085 Acropolis, Nicosia)	Nicosia	C	22 818 454 22 822 624	22 818 455
58	0125	POUYIOUROS LTD	33 Arch. Makariou III, 8200 Geroskipou, Paphos	Paphos	B	26 96 00 24	26 96 00 24

APPROVED DAIRY PROCESSING PLANTS

Serial No.	Approval No.	Name of Establishment	Address	Region	Capacity **	Phone No.	Fax.No.
59	0126	MICHALAKIS ANTONIOU (TERSEFANITIS)	Dios 9, 7562 Tersefanou, Larnaca	Larnaca	C	24 42 32 73 99 37 26 72	-----
60	0127	CHEESELINE LTD*	P.O.Box 17017, 2260 Nicosia	Nicosia	C	22 57 35 55	22 87 88 13
61	0129	ANASTASIA CONSTANTINOY	Ag. Marinas 12, 4700 Pachna, Limassol	Limassol	C	25 94 35 00 99 43 84 40	-----
62	0130	COSTAS STROUTHOS	Vizakias 4, 2720 Akaki, Nicosia	Nicosia	C	22 82 21 47 99 67 39 04	22 82 44 89
63	0133	CHYSODALIA FOOD INDUSTRY LTD*	Gregory Afxentiou 26, 2540 Dhali, Nicosia	Nicosia	C	22 85 29 00 99 62 28 58	22 52 48 46 22 85 28 52
64	0134	GALAKTOKOMIKA PROIONTA LONDOU	Viotechniki Kato Polemidion (Postal Address: Iacovou Mager 7, 4150 Kato Polemidia) Limassol	Limassol	C	99 54 90 72 99 64 90 51	-----
65	0135	IPH IACOVS PHOTIADES FOODSTUFF SUPPLIERS LTD *	P.O.Box 25300, 1308 Nicosia	Nicosia	C	22 488 400	22 48 70 73
66	0136	A. & F. NICOLAOU LTD "MARIANNA"	Eleftherias 16, 2675 Dhenia, Nicosia	Nicosia	C	22 83 26 70 99 46 25 63	22 44 35 01
67	0137	ALFA - MEGA(Engomi) *	3, Nicou Kranidioti, Engomi, P.O.Box 27879, 2433 Nicosia	Nicosia	C	22 79 37 00	22 35 42 90
68	0138	MESARKA DAIRIES LTD	Meli Zachariades 6, Athienou Industrial Area, 7600 Athienou, Larnaca	Larnaca	C	99 305369	24 81 13 01
69	0140	F.HADJIGEORGIOY DAIRIES LTD "AGROTIKON"	Kallithion 54, Dherynia Industrial Area, P.O.Box 34145, 5400 Paralimni, Ammochostos	Ammochostos	B	99 63 70 44	23 81 22 10
70	0141	SAVVAS GEORGIOY	Simou 8812, Paphos	Páphos	B	26 73 22 53 99 32 02 06	-----
71	0142	"PERISTERONA" DAIRY LTD	13B, Christou Tsiarta , 2731 Peristerona, Nicosia	Nicosia	C	22 83 29 54 99 65 13 47	22 83 29 54
72	0143	SPYROS THEMISTOCLEOUS	Dionisiou 12, 8653 Stalos - Agios Photios - Paphos	Paphos	C	99 13 85 23	-----

APPROVED DAIRY PROCESSING PLANTS

Serial No.	Approval No.	Name of Establishment	Address	Region	Capacity **	Phone No.	Fax.No.
73	0144	PARADOSIAKA PROIONTA A.F.CH. (KATSOURAS) LTD	Galataria 8645 - Paphos	Paphos	C	99 68 30 28 99 79 20 95	26 72 20 16
74	0145	M. & A. SOUNIOTIKO LTD	Paramitha Industrial Area - 4540 Limassol	Limassol	B	99 32 99 42	25 71 66 77
75	0146	EL.NI.MA TRADITION PRODUCTS LTD	Gregoriou Xenopoulou 5, 8028 Paphos	Paphos	C	26 72 20 41 99 53 47 51	26 96 11 33
76	0147	ZYMARAS MILK AND ICECREAM INDUSTRY LTD	Egyptou 28, Aradippou Industrial Area, 6030 Larnaca	Larnaca	C	24 53 06 77	24 53 12 49
77	0148	V.K. CANTEENS LINE LTD*	Grive Digheni 7, 7571 Agglisides, Larnaca	Larnaca	C	99 64 80 65	24 63 59 81
78	0150	CHRISTOS KANTILAPHTIS & SONS LTD *	Tamasou 38A, 2540 Dhali, Nicosia	Nicosia	C	99 85 04 03	99 85 04 03
79	0151	GALAKTOKOMIO "TO TRACHONITIKO"	Markou Drakou 14, 4651 Trachoni, Limassol	Limassol	C	25 39 83 89	25 39 83 89
80	0152	GALAKTOKOMIO "NIKI XENI"	Ammochostou 2, 8651 Stalos - Agios Photios - Paphos	Paphos	C	99 45 28 23	26 91 19 95
81	0154	GALAKTOKOMIO S.TH. TO ANOERKATIKO	Agroktima Stalies, 4603 Anogyra, Limassol	Limassol	C	99 63 32 86	25 99 19 95
82	0155	OMIROS HATZIDEMETRI	Elpidos 29, 2200 Geri - Nicosia	Nicosia	C	22 48 38 61 99 44 25 58	
83	0156	AIRANI OLYMPOS LTD	Onisillou 11, Alambra Industrial Area, 2563 Alambra, Nicosia	Nicosia	C	22 38 07 68 99 63 98 03	22 38 07 68
84	0158	DEMETRA THEMISTOCLEOUS	Apostolou Andrea 8, 8652 Stalos - Agios Photios, Paphos	Paphos	C	99 56 30 86	26 72 25 29

APPROVED DAIRY PROCESSING PLANTS

Serial No.	Approval No.	Name of Establishment	Address	Region	Capacity **	Phone No.	Fax.No.
85	0159	GALAKTOKOMIO "DROUSIA"	Lachis 24, 8700 Drousia, Paphos	Paphos	C	26 33 27 32 99 46 54 83	-----
86	0160	GALAKTOKOMIO "MARGIO"	Arch.Makarios III Avenue 18, 1020 Kaimakli, Nicosia	Nicosia	C	99 43 28 06 99 69 3663	
87	0161	GALAKTOKOMIKA YIOTAS	Theomitoros 20, 2224 Latsia, Nicosia	Nicosia	C	22 48 11 06 99 44 72 61	
88	0162	SPYROULLA CHRISTODOULOU	8643 Asprogia, Paphos	Paphos	C	26 72 29 06 99 79 17 55	26 72 29 06
89	0163	GALAKTOKOMIKA PROIONTA A/FOI PAOULLI	Theodorou Kolokotroni 19, 2540 Dhali, Nicosia	Nicosia	C	99 90 31 60	22 52 13 41
90	0164	YIOTA PARADOSIKA PROIONTA LTD	8651 Statos - Agios Photios, Paphos (Postal Address: Ioanninon 10, 8250 Empa, Paphos)	Paphos	C	26 22 23 00 99 91 82 99	
91	CY R 06	LA DELIA FOODS LTD* (LAMBRIANDES BROS PUBLIC LTD)	P.O.Box 40144 - 6301 Larnaca	Larnaca	C	24 81 35 00 99 47 30 07	24 53 13 46

Note : * Cutting and rewrapping dairy plants

**** Capacity**

A - (> 2 000 000 LIT PER YEAR)

B - (BETWEEN 2 000 000 - 500 000 LIT PER YEAR)

C - (< 500 000 LIT PER YEAR)