



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ
ΣΧΟΛΗ: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ: ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΩΝ ΠΟΡΩΝ

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ ΑΠΟ ΕΝΣΙΡΩΜΑ ΒΙΟΜΑΖΑΣ ΚΑΙ ΑΠΟ
ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ.

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΓΙΑΚΟΥΜΑΚΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ Α. Μ. :9942

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: ΓΑΤΣΕΛΗΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ

ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2012

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστώ την οικογένειά μου για την στήριξη της σε όλη την διάρκεια των σπουδών μου, η οποία υπήρξε καθοριστικός παράγοντας για την ολοκλήρωσή τους.

Ευχαριστώ θερμά τον καθηγητή μου Γατσέλη Ευάγγελο για την υπόδειξη του θέματος και την συνεχή βοήθειά του στην εκπόνηση της πτυχιακής μου εργασίας.

Ευχαριστώ επίσης την τριμελή επιτροπή που μου έκανε την τιμή να μελετήσει την πτυχιακή μου εργασία .

Περιεχόμενα

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	1
1.ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	5
2.ΕΙΣΑΓΩΓΗ	7
3.ΒΙΟΜΑΖΑ.....	9
3.1.ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ	10
4. ΒΙΟΑΕΡΙΟ	11
4.1.ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙΑ ΜΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ.....	15
4.2 ΡΥΘΜΟΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ-ΙΣΧΥΣ ΜΟΝΑΔΩΝ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ.....	18
4.3 ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ	18
5.ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ ΖΥΜΩΣΗ ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΚΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ	21
6.ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ	23
6.1. ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ.....	23
6.2.ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΖΥΜΩΣΗΣ	23
6.3. ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ	24
6.4.ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ.....	24
6.5. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ	25
7.ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΚΑΙ ΚΙΝΗΤΡΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ ΑΠΟ ΑΓΡΟΤΙΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ.....	27
8. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ.....	29
8.1.ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΟΦΕΛΗ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ	30
8.2.ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ-ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΟΦΕΛΗ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ	31
9.ΑΡΑΒΟΣΙΤΟΣ(ΚΑΛΑΜΠΟΚΙ)	33
10. ΓΛΥΚΟ ΚΑΙ ΙΝΩΔΕΣ ΣΟΡΓΟ	35
11.ΤΡΙΤΙΚΑΛΕ	39
11.1. ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΤΡΙΤΙΚΑΛΕ.....	40
11.2. ΤΥΠΟΙ ΤΡΙΤΙΚΑΛΕ.....	40
11.3 ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΗΣ ΤΡΙΤΙΚΑΛΕ	41
12. REYGRASSES.....	43
12.1.ΤΥΠΟΙ ΛΟΛΙΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ	44
13. ΑΓΡΙΑΓΚΙΝΑΡΑ.....	49
13.1.ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΑΓΡΙΑΓΚΙΝΑΡΑ	50
14. ΣΤΟΧΟΙ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΑΙΚΗΣ ΕΝΩΣΗΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	51

15.ΤΟ ΒΙΟΑΕΡΙΟ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	53
16. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	57
17.ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	59

1.ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η συγκέντρωση στοιχείων έτσι ώστε να πλουτίσει τις γνώσεις μου και να βοηθήσει κάποιους μελλοντικούς ενδιαφερόμενους πάνω στο θέμα. Η συγκέντρωση στοιχείων για την παραγωγή βιοαερίου, ο τρόπος παραγωγής του, η παρουσίαση μερικών από τις πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή του, ήταν μια ενδιαφέρουσα διαδικασία από την οποία αποκόμισα γνώσεις που μελλοντικά σίγουρα θα μου φανούν χρήσιμες. Ένα από τα ενδιαφέροντα που αποκόμισα, είναι ότι όλα στην φύση μας είναι ανανεώσιμα και όλα μπορούν να μετατραπούν σε κάτι χρήσιμο, στην συγκεκριμένη περίπτωση σε βιοαέριο, με την βοήθεια της τεχνολογίας που σήμερα βρίσκεται σε πολύ υψηλά επίπεδα. Από τα απόβλητα των κτηνοτροφικών μονάδων, το χορτάρι που είναι στον αγρό, τους καρπούς από τις καλλιέργειες που καταλήγουν στις χωματερές έως και νέες καλλιέργειες που γίνονται με σκοπό την παραγωγή βιοκαυσίμων τις ονομαζόμενες ενεργειακές, έτσι ώστε οι αγρότες να έχουν ένα νέο εισόδημα. Η ενεργειακή καλλιέργεια, ειδικά όταν καλλιεργείται με φιλικό προς το περιβάλλον τρόπο, δηλαδή χωρίς φυτοφάρμακα αλλά με βιολογικά λιπάσματα που έχει ως αποτέλεσμα να μην έχουμε περιβαλλοντικές επιπτώσεις, είναι μια πολλά υποσχόμενη Ανανεώσιμη Πηγή Ενεργείας η οποία μπορεί να συμβάλλει σημαντικά στις ενεργειακές μας ανάγκες. Η Ελλάδα έχει μεγάλα αποθέματα βιομάζας για αξιοποίηση, που με τη σωστή εκμετάλλευση, τα μεγαλύτερα ποσοστά καυσίμων που χρησιμοποιεί θα μπορούσε να είναι βιοκαύσιμα. Η παραγωγή και η χρήση καυσίμων από βιομάζα συμβάλλει στην ανεξαρτητοποίηση της χώρας παραγωγής, από εισαγόμενα ορυκτά καύσιμα. Επιπλέον η καύση των βιοκαυσίμων που προέρχονται από τη βιομάζα δεν επιβαρύνει την ατμόσφαιρα με CO₂, γιατί δεσμεύεται πάλι από τα φυτά με τη λειτουργία της φωτοσύνθεσης χρησιμοποιώντας νερό, CO₂, ηλιακή ακτινοβολία και συστατικά του εδάφους. Το CO₂ του άνθρακα είναι ένα από τα αέρια που συμβάλλουν στην αύξηση της θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας, προκαλώντας το φαινόμενο του θερμοκηπίου και έχει τα μεγαλύτερα ποσοστά. Το κεφάλαιο βιοκαύσιμα είναι πολύ μεγάλο εμείς όμως θα ασχοληθούμε συγκεκριμένα με την παραγωγή βιοαερίου από βιομάζα που προέρχεται από κτηνοτροφικά απόβλητα και από ενεργειακά φυτά.

2.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Επειδή τα αποθέματα ορυκτών ενεργειακών πόρων (κάρβουνο, πετρέλαιο, φυσικό αέριο) προδιαγράφεται ότι κάποια στιγμή θα τελειώσουν, διότι οι απαιτήσεις για κατανάλωση αυξάνονται συνεχώς καθώς συνεχίζουμε να βελτιώνουμε το βιοτικό μας επίπεδο, οι τεχνολογικά προηγμένες χώρες τις τελευταίες δεκαετίες αναζητούν νέους ενεργειακούς πόρους για να καλυφτούν σημερινές και μελλοντικές ανάγκες. Τα αποτελέσματα των ερευνών τους ήταν να στραφούν στην εκμετάλλευση των εναλλακτικών μορφών ενέργειας, όπως είναι η αιολική, η ηλιακή, η γεωθερμία και φυσικά η βιομάζα και τα παράγωγά της. Ιδιαίτερα η βιομάζα και η παραγωγή βιοαερίου από τα κτηνοτροφικά απόβλητα και το ενσίρωμα γεωργικών προϊόντων, σημαίνει για το περιβάλλον μια κατά 100% ολοκληρωμένη διεργασία αξιοποίησης των προϊόντων με χρήση της σύγχρονης τεχνολογίας της αναερόβιας ζύμωσης, χωρίς απολύτως καμία δυσμενή επίπτωση στο περιβάλλον, ούτε και από τα παράγωγα της χρήσης του βιοαερίου ως καύσιμο στις μηχανές εσωτερικής καύσης για την παραγωγή ηλεκτρισμού, θερμότητας και ψύξης[19]. Η ενσίρωση είναι μια μέθοδος διατήρησης των πράσινων φυτών, σε αναερόβιες συνθήκες δηλαδή χωρίς αέρα. Τα φυτά κόβονται στο κατάλληλο στάδιο κοπής, τεμαχίζονται σε μέγεθος 5-6cm με ειδικό στροκοπτικό μηχάνημα και μεταφέρονται στο χώρο ενσίρωσης. Εκεί συμπιέζονται με μηχανικά μέσα, αφαιρείται ο αέρας, καλύπτονται με πλαστικό κάλυμμα και περιμετρικά το κάλυμμα σκεπάζεται με χώμα. Επάνω στο ενσίρωμα τοποθετούνται βαριά αντικείμενα για να εμποδιστεί η είσοδος αέρα. Έτσι κάτω από αναερόβιες συνθήκες διατηρείται η χαρτομάζα έως ότου χρησιμοποιηθεί[42]. Η αναερόβια ζύμωση είναι μια βιοχημική διεργασία η οποία διακρίνεται σε τρεις φάσεις: Την φάση της υδρόλυσης κατά την οποία από τις πρωτεΐνες, τους υδατάνθρακες και τα λίπη που περιέχονται στη βιομάζα, παράγονται αμινοξέα, σάκχαρα και λιπαρά οξέα. Την όξινη φάση κατά την οποία σχηματίζονται οργανικά οξέα, αλκοόλες και αλδεΐδες. Την φάση της μεθανοποίησης στην οποία παράγεται το οξικό οξύ, το υδρογόνο και το διοξείδιο του άνθρακα από τα οποία προκύπτει το μεθάνιο[19]. Η βιομάζα τεμαχισμένη σε διάφορα μεγέθη ανάλογα με την προέλευσή της συσσωρεύεται σε ένα χώρο, αναμιγνύεται με νερό ώστε να γίνει δυνατή η μεταφορά της με αντλίες στον βιοαντιδραστήρα. Ο βιοαντιδραστήρας, είναι μια αεριοστεγανή δεξαμενή όπου ανάλογα με την πρώτη ύλη επιλέγεται και η κατάλληλη θερμοκρασία για να αναπτυχθούν οι αναερόβιοι μικροοργανισμοί, οι οποίοι εγχέονται μέσα στον αντιδραστήρα μια φορά κατά την εκκίνηση λειτουργίας, εκτός από τις περιπτώσεις που εμπεριέχονται ήδη (π.χ. ζωικά απόβλητα). Ο χωνευτήρας στραγγίζεται ερμητικά χωρίς οξυγόνο (διότι επιβραδύνει την δράση των βακτηριδίων ή και τα σκοτώνει) και έτσι παράγεται το βιοαέριο. Η χωνεμένη βιομάζα χωρίζεται μέσω μηχανικού διαχωριστή στο υγρό κλάσμα που χρησιμοποιείται για άρδευση καλλιεργειών και υγρή λίπανση και το στερεό κλάσμα που αξιοποιείται ως λίπασμα, εδαβοβελτιωτικό, υλικό κάλυψης, επιχωματώσεις, υλικό αποκατάστασης λατομείων. Ανάλογα με το είδος της χρησιμοποιούμενης βιομάζας προκύπτουν τεχνικά και οικονομικά προβλήματα σε κάθε φάση, όπως το κόστος εγκατάστασης μονάδας βιοαερίου, η αποθήκευση και η χρήση του βιοαερίου. Με την χρήση της βιομάζας

υπάρχουν πλεονεκτήματα αλλά και μειονεκτήματα. Στα πλεονεκτήματα συγκαταλέγεται ότι είναι ανανεώσιμη και η παραγωγή και μετατροπή της δεν δημιουργεί προβλήματα οικολογικά και περιβαλλοντολογικά. Στα μειονεκτήματα συγκαταλέγεται το εποχιακό της παραγωγής η μεταφορά και η αποθήκευση. Παρ' όλα αυτά όμως οι προοπτικές για παραγωγή βιοαερίου τα τελευταία χρόνια αυξάνονται, και όλο και περισσότεροι αγρότες στρέφονται στις ενεργειακές καλλιέργειες γιατί έχουν περισσότερα κέρδη από τις παραδοσιακές καλλιέργειες αλλά και αξιοποιούν φυτά που δεν ανήκουν στην τροφική αλυσίδα. Οι ενεργειακές καλλιέργειες περιλαμβάνουν όλα τα μονοετή και πολυετή φυτά που καλλιεργούνται με σκοπό την παραγωγή βιοαερίου. Μερικά από αυτά τα ενεργειακά φυτά είναι το γλυκό σόργο, το ινώδες σόργο, το καλαμπόκι, το ρειγκράς, η αγριαγκινάρα και το τριτικάλε.

3.ΒΙΟΜΑΖΑ

Μετά την ενεργειακή κρίση του 1973 , η βιομάζα έδειξε ότι αποτελεί μια σπουδαία πηγή ενέργειας η οποία είναι δυνατό να συμβάλλει στην ενεργειακή επάρκεια μετά την εξάντληση των αποθεμάτων του αργού πετρελαίου, του ορυκτού άνθρακα και του φυσικού αερίου. Ετυμολογικά η βιομάζα προέρχεται από τη λέξη βίος (ζωή) και τη λέξη μάζα. Η βιομάζα είναι ανανεώσιμη με την έννοια ότι μετασχηματίζεται, καταστρέφεται και αναπαράγεται.

Ο όρος βιομάζα χρησιμοποιείται για να υποδηλώσει:

1. Τα υλικά ή καλύτερα τα υποπροϊόντα και τα κατάλοιπα της φυτικής , ζωικής , δασικής και αλιευτικής παραγωγής.
2. Τα υποπροϊόντα τα οποία προέρχονται από τη βιομηχανική επεξεργασία των υλικών αυτών.
3. Τα αστικά λύματα και σκουπίδια.
4. Τις φυσικές ύλες που προέρχονται είτε από φυσικά οικοσυστήματα π.χ. αυτοφυή φυτά , δάση είτε από τεχνητές φυτείες αγροτικού ή δασικού τύπου[1].

Η βιομάζα είτε προέρχεται από γεωργικά ή δασοπονικά υπολείμματα είτε από καλλιεργούμενα φυτά, πρέπει στη συνέχεια να μετασχηματιστεί με ένα μετατροπέα σε στερεά, αέρια ή υγρά καύσιμα σε θερμότητα ή ηλεκτρισμό , πριν από την τελική χρησιμοποίησή της. Οι μέθοδοι της ενεργειακής μετατροπής της βιομάζας είναι διάφορες, διακρίνονται δε σε θερμομηχανικές (ξηρές) και σε βιοχημικές (υγρές). Η επιλογή της μεθόδου μετατροπής προσδιορίζεται από τα βασικά στοιχεία , που είναι η σχέση (άνθρακα / αζώτου) C/N και η περιεχόμενη υγρασία των υπολειμμάτων την ώρα της συλλογής. Οι θερμομηχανικές διεργασίες περιλαμβάνουν αντιδράσεις οι οποίες εξαρτώνται από τη θερμοκρασία για διαφορετικές συνθήκες οξείδωσης. Οι διεργασίες αυτές χρησιμοποιούνται για τα είδη της βιομάζας με σχέση (άνθρακα /αζώτου) C/N >30% και υγρασία <50% , δηλαδή για τα προϊόντα και τα υπολείμματα της κутταρίνης. Στις διεργασίες αυτές περιλαμβάνονται:

1. Η πυρόλυση (θέρμανση χωρίς την παρουσία αέρα).
2. Η απευθείας καύση.
3. Η αεριοποίηση.
4. Η υδρογονοδιάσπαση.

Οι βιοχημικές διεργασίες, που ονομάζονται έτσι επειδή είναι αποτέλεσμα μικροβιακής δράσης, χρησιμοποιούνται για προϊόντα και υπολείμματα κυρίως λαχανικών, όπου η σχέση (άνθρακα /αζώτου) C/N<30% και η υγρασία >50%.

Οι βιοχημικές διεργασίες διακρίνονται στις:

1. Αερόβια ζύμωση.
2. Αναερόβια ζύμωση.
3. Αλκοολική ζύμωση[1].

3.1. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

Όπως όλα τα ενεργειακά συστήματα, έτσι και η βιομάζα παρουσιάζει κι αυτή πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Στο ενεργητικό της πρέπει να αναφέρουμε πρώτα ότι είναι ανανεώσιμη, καθώς επίσης και την ποιότητά της σαν μετατροπέα ηλιακής ενέργειας που αποθηκεύεται σε μορφή χημική. Ακόμη η αξιοποίησή της μπορεί να γίνει με διάφορους μεθόδους μετατροπής, μερικές μάλιστα από τις οποίες χρησιμοποιούν σχετικά απλές τεχνολογίες, οι οποίες δίνουν στη συνέχεια μια μεγάλη ποικιλία προϊόντων. Στο ενεργητικό επίσης της βιομάζας καταλογίζεται το γεγονός ότι η παραγωγή και μετατροπή της, δεν δημιουργούν προβλήματα οικολογικά και περιβαλλοντολογικά.

Στα μειονεκτήματα της βιομάζας καταλογίζονται κυρίως η χαμηλή μέχρι μέτρια απόδοση μετατροπής της καθώς και η απαίτηση εδαφικών εκτάσεων για την παραγωγή της. Άλλα αρνητικά στοιχεία της βιομάζας είναι το εποχιακό της παραγωγής και η μεγάλη διασπορά της. Ακόμα το ότι καταλαμβάνει αρκετά μεγάλο όγκο σε φυσική κατάσταση, πράγμα το οποίο οφείλεται συχνά και στη μεγάλη συγκράτηση ποσοτήτων νερού. Το πρόβλημα όμως παραμένει και στην ξηρή κατάσταση λόγω μικρής πυκνότητας, δυσκολεύοντας έτσι τη μεταφορά, την αποθήκευση και την κάλυψη των αναγκών σε ενέργεια. Το κόστος επίσης αυτής της ενέργειας παραμένει σχετικά υψηλό αν και το πρόβλημα σταδιακά εξαλείφεται με την συνεχή άνοδο των τιμών των παραγώγων του πετρελαίου[1].

4. ΒΙΟΑΕΡΙΟ

Μια σημαντική συμβολή στην ενεργειακή αυτάρκεια της χώρας μαζί με τα βιοκαύσιμα υποκαθιστώντας ρυπογόνα η εισαγόμενα καύσιμα, μπορεί να έχει το βιοαέριο το οποίο αποτελεί μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας [9]. Ως γνωστόν στη χώρα μας το βιοαέριο αξιοποιείται και παράγεται κατά κύριο λόγο από την επεξεργασία αγροτικών απόβλητων και αστικών λυμάτων(χωματερές, βιολογικοί καθαρισμοί, κ.α.) αλλά μπορεί να παράγεται και από αγροτικές καλλιέργειες. [9].

ΠΡΩΤΗ ΥΛΗ	ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΜΕΘΑΝΙΟΥ%	ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ m ³ ΤΟΝΟΣ ΦΡΕΣΚΙΑΣ ΠΡΩΤΗΣ ΥΛΗΣ
ΥΓΡΗ ΚΟΠΡΙΑ ΒΟΟΕΙΔΩΝ	60	25
ΥΓΡΗ ΚΟΠΡΙΑ ΧΟΙΡΩΝ	65	28
ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΑ ΑΠΟΣΤΑΚΤΗΡΙΩΝ ΔΙΑΛΥΤΑ	61	40
ΚΟΠΡΙΑ ΒΟΟΕΙΔΩΝ	60	45
ΚΟΠΡΙΑ ΧΟΙΡΩΝ	60	60
ΚΟΠΡΙΑ ΠΟΥΛΕΡΙΚΩΝ	60	80
ΤΕΥΤΛΑ	53	88
ΟΡΓΑΝΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ	61	100
ΓΛΥΚΟ ΣΟΡΓΟ	54	108
ΣΩΡΟΣ ΧΛΟΗΣ	54	172
ΣΩΡΟΣ ΚΑΛΑΜΠΟΚΙΟΥ	52	202

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΜΕΘΑΝΙΟΥ ΜΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΗ ΠΡΩΤΗ ΥΛΗ[53]

Το βιοαέριο είναι ένα αέριο που παράγεται από την βιολογική κατανομή των οργανικών υλών και την έλλειψη οξυγόνου[8]. Δηλαδή παράγεται από την αναερόβια χώνευση (βακτηριακή αποδόμηση σύνθετων οργανικών μορίων σε ποιο απλά μόρια) κτηνοτροφικών κυρίως αποβλήτων, όπως είναι τα λύματα των χοιροστασιών, πτηνοτροφείων, βουστασιών, καθώς και άλλων αγροτοβιομηχανικών μονάδων (σφαγεία, τυροκομεία, ελαιουργεία, οινοποιεία, ιχθυοτροφεία κ.α.) λύματα των βιολογικών καθαρισμών, από ενεργειακά φυτά καθώς και από την αποσύνθεση του οργανικού κλάσματος απορριμμάτων[7]. Τα συστήματα βιοαερίου που χρησιμοποιούν ενεργειακές καλλιέργειες ως πρώτη υλη είναι τεχνολογικά απλά και αξιόπιστα. Τα συστήματα βιοαερίου που επεξεργάζονται απόβλητα είναι κάπως ποιο πολύπλοκα λόγω της ανάγκης απαλλαγής από μολυσματικούς παράγοντες αλλά και εδώ οι βασικές αρχές είναι οι ίδιες. Χρησιμοποιείται η αναερόβια χώνευση όπου παράγεται το βιοαέριο που χρησιμοποιείται ως καύσιμο[39]. Η αναερόβια χώνευση της βιομάζας περιλαμβάνει τη μικροβιακή αποδόμηση σύνθετων οργανικών μορίων προς απλούστερα μόρια και γίνεται σε τρεις φάσεις :

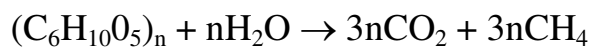
1. Τη φάση της υδρόλυσης
2. Την όξινη φάση

3. Τη φάση της μεθανοποίησης

Στη φάση της υδρόλυσης σύνθετα οργανικά μόρια διασπώνται σε απλούστερα μόρια. Στην όξινη φάση υδατάνθρακες, πρωτεΐνες και λίπη διασπώνται από μικροοργανισμούς σε οξέα, CO₂, H₂, NH₃ κ.ά. Στη τελική φάση H₂, CO₂, αλκοόλες, οργανικά οξέα παράγουν με τη βοήθεια ενζύμων μεθάνιο.

Κατά τη διεργασία της αναερόβιας χώνευσης και οι τρεις φάσεις συμβαίνουν ταυτόχρονα και εάν κάποια φάση επικρατήσει, τότε η παραγωγή μεθανίου διαταράσσεται σοβαρά.

Η χημική εξίσωση για την αναερόβια χώνευση της κυτταρίνης γράφεται :



Τα μεθανογενή βακτήρια είναι ευαίσθητα στο pH που θα πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 6,6 και 7,0 και πάντως όχι κάτω του 6,2.

Η σύνθεση του βιοαερίου είναι περίπου 60%(μεθάνιο) CH₄, (διοξείδιο του άνθρακα) 35% CO₂ και 5% άλλα αέρια όπως(υδρογόνο)H₂,(άζωτο)N₂, (αμμωνία)NH₃, (υδρόθειο) H₂S, (κοβάλτιο)CO, (οξυγόνο)O₂, (νερό)H₂O, πτητικές αμίνες κ.ά. Η παρουσία του H₂S στο βιοαέριο του προσδίδει διαβρωτική δράση και συνεπώς πολλές φορές απαιτείται η απομάκρυνσή του πριν από τη χρήση του. Η θερμοδική αξία του βιοαερίου είναι περίπου 5000 KCAL/NM³.

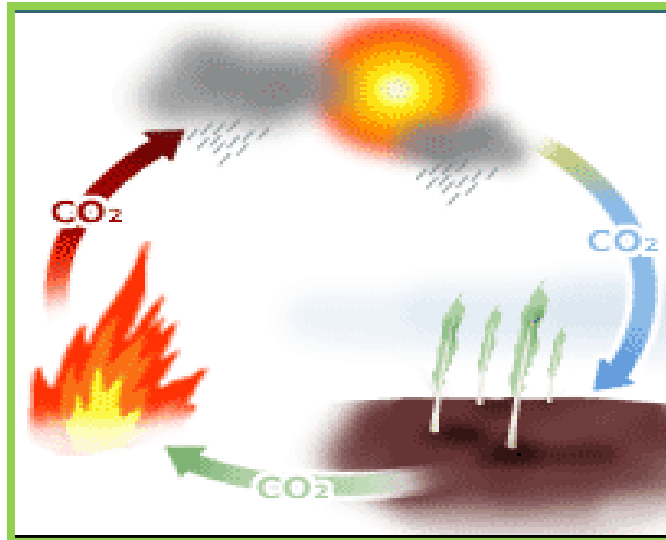
Η αναερόβια χώνευση της βιομάζας μπορεί να γίνει σε τρεις θερμοκρασιακές ζώνες:

1. Τη ψυχρόφιλη ζώνη περίπου 20°C
2. Τη μεσόφιλη ζώνη περίπου 35°C
3. Τη θερμόφιλη ζώνη περίπου 55°C

Όταν η χώνευση γίνεται στη ψυχρόφιλη ζώνη, ο χρόνος της χώνευσης είναι τουλάχιστον 14 ημέρες. Σε υψηλότερες θερμοκρασίες η χώνευση γίνεται ταχύτερα και η απόδοση αυξάνεται. Πολλές φορές σε κρύα κλίματα μέρος του παραγόμενου βιοαερίου χρησιμοποιείται για τη θέρμανση του βιοαντιδραστήρα και τη διατήρηση της επιθυμητής θερμοκρασίας εντός αυτού. Η διεργασία της αναερόβιας χώνευσης της βιομάζας ευνοείται από υγρό, θερμό και σκοτεινό περιβάλλον[12].

Η σημαντική περιεκτικότητα μεθανίου στο βιοαέριο το καθιστά κατάλληλο να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο για παραγωγή ενέργειας (ηλεκτρικής και θερμικής). Όσο υψηλότερη είναι η περιεκτικότητα του βιοαερίου σε μεθάνιο, τόσο μεγαλύτερη απόδοση έχει ως καύσιμο για παραγωγή ενέργειας[6]. Το βιοαέριο μπορεί να τροφοδοτήσει μηχανές εσωτερικής καύσης, (MEK), καυστήρες αερίου ή αεριοστρόβιλους για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο μεταφορών, μετά την διαδικασία του

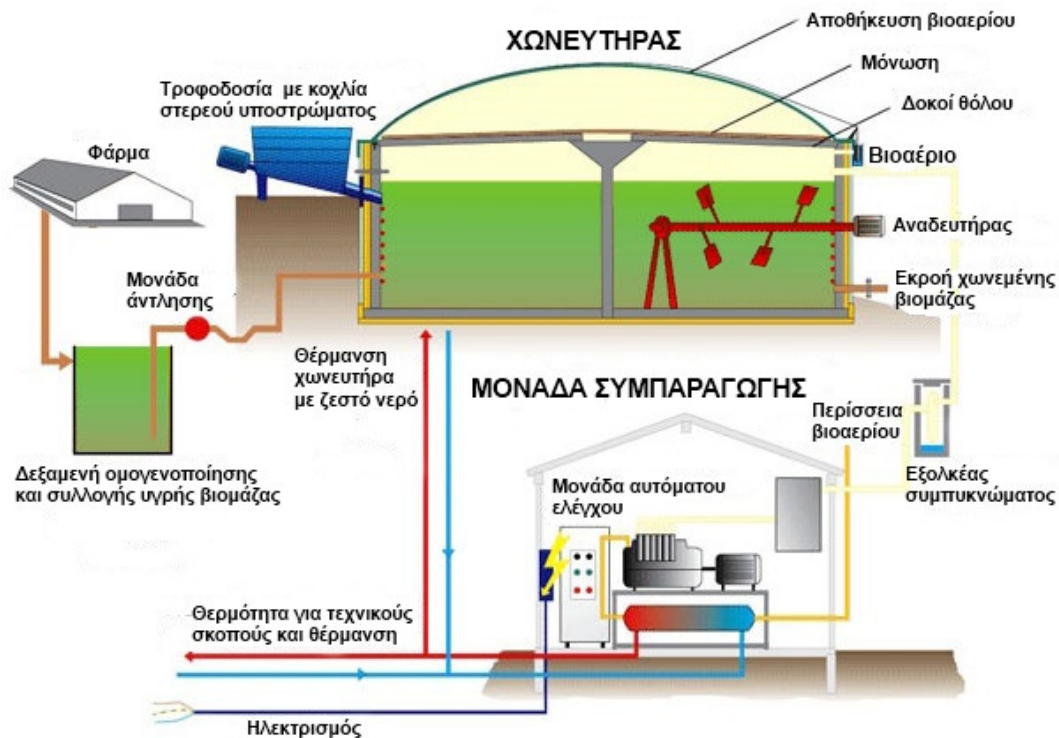
καθαρισμού, δηλαδή την απομάκρυνση των σωματιδίων H_2S , NH_3 , H_2O και την αναβάθμιση του, δηλαδή την απομάκρυνση CO_2 και προσθήκη προπανίου. Χρήση του βιοαερίου ως καύσιμο μεταφορών απαντάται στη Σουηδία, Ελβετία, Γαλλία και Γερμανία ενώ στη Σουηδία και στη Γερμανία, το βιοαέριο διοχετεύεται και στο δίκτυο του φυσικού αερίου[7]. Η αναερόβια χώνευση της βιομάζας διαρκεί από δυο-τρεις εβδομάδες και γίνεται σε τρεις θερμοκρασιακές ζώνες που κυμαίνονται μεταξύ των 20 κα 55° βαθμών Κελσίου[6]. Για τη διατήρηση σταθερής θερμοκρασίας είναι απαραίτητη η μόνωση και πιθανώς η θέρμανση του βιοαντιδραστήρα. Το βιοαέριο που παράγεται μπορεί να αποθηκευθεί. Εφόσον αποθηκευθεί υπό συνήθη πίεση, απαιτούνται μεγάλοι αποθηκευτικοί χώροι αλλά εάν συμπιεσθεί και υγροποιηθεί, απαιτούνται υψηλές πιέσεις. Έτσι, για οικονομικούς λόγους προτιμάται η άμεση καύση του είτε για παραγωγή θερμότητας είτε για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Τα υγρά απόβλητα που απομένουν έχουν χαμηλότερο ρυπαντικό φορτίο από τα αρχικά απόβλητα και είναι σχετικά σταθεροποιημένα. Έχει μειωθεί η δυσοσμία τους, περιέχουν όμως παθογόνους μικροοργανισμούς. Ενδείκνυται η διάθεσή τους με προσοχή στους αγρούς για λίπανση λόγω της υψηλής λιπασματικής τους αξίας[12]. Συνήθως αποφεύγεται η αποθήκευση το παραγόμενου βιοαερίου, γιατί απαιτεί μεγάλους αποθηκευτικούς χώρους και κοστίζει αρκετά[6]. Αντίθετα, συνήθως, χρησιμοποιείται αμέσως για την παραγωγή ενέργειας. Κατά την καύση του βιοαερίου με περιεκτικότητα 60-70% σε μεθάνιο παράγεται μπλε φλόγα ενώ παράλληλα εκλύεται θερμογόνος δύναμη των $4500-5500\text{kcal/m}^3$ ή ($18.8-23.0\text{ MJ/m}^3$). Η θερμική δύναμή του είναι άμεσα συνδεδεμένη με το ποσοστό του περιεχομένου σε αυτό μεθανίου. Η περιεκτικότητα σε μεθάνιο με τη σειρά της εξαρτάται από την φύση των πρώτων υλών που χρησιμοποιούνται κατά τη χώνευση. Από τη στιγμή που η σύσταση του αερίου ποικίλει, οι καυστήρες που έχουν σχεδιαστεί για φυσικό αέριο, βουτάνιο, προπάνιο ή υγραερίου κίνησης, όταν χρησιμοποιούνται ως καυστήρες βιοαερίου έχουν πολύ μικρότερη απόδοση. Για αυτό το λόγο χρησιμοποιούνται ειδικά σχεδιασμένοι καυστήρες βιοαερίου που έχουν θερμική απόδοση 55-65%. Το βιοαέριο είναι πολύ σταθερό, μη-τοξικό άχρωμο, άοσμο και άγευστο αέριο. Παρόλα αυτό το μικρό ποσοστό υδρόθειου που περιέχει το μείγμα, ενδέχεται να του προσδώσει μια ελαφριά μυρωδιά σάπιου αυγού ιδίως κατά την καύση. Εξαιτίας του μεγάλου ποσοστού διοξειδίου του άνθρακα που περιέχει, αποτρέπεται ο κίνδυνος έκρηξης, επομένως το βιοαέριο θεωρείται ένα πολύ ασφαλές καύσιμο για τις αγροτικές κατοικίες. Η καύση 1m^3 βιοαερίου θα παράγει $4500-5500\text{kcal/m}^3$ ή ($18.8-23.0\text{ MJ/m}^3$) θερμικής ενέργειας. Όταν η καύση του γίνεται σε ειδικά σχεδιασμένους καυστήρες, οι οποίοι έχουν απόδοση 60%, θα μας δώσει $2700-3200\text{ kcal/m}^3$ ή ($11.3-13.4\text{ MJ/m}^3$) ωφέλιμης ενέργειας. Ως 1 kcal έχει οριστεί η θερμότητα που απαιτείται για την αύξηση της θερμοκρασίας 1kg νερού κατά 1 βαθμό Κελσίου. Συνεπώς αυτή η ωφέλιμη θερμότητα (π.χ. 3000 kcal/m^3 κατά μέσο όρο) επαρκεί για να βράσει 100 kg νερού από τους 20 βαθμούς Κελσίου, ή να ανάψει μια λάμπα των $60-100\text{ Watt}$ για $4-5$ ώρες[47].



ΣΧΗΜΑΤΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.1.ΚΥΚΛΟΣ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ ΣΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ[51]

Η καύση του βιοαερίου απελευθερώνει CO_2 όπως τα ορυκτά καύσιμα (ένα από τα αέρια του θερμοκηπίου), με τη διαφορά ότι ο άνθρακας στο βιοαέριο, ελήφθη πρόσφατα από την ατμόσφαιρα, με τη φωτοσυνθετική ιδιότητα των φυτών, κάνοντας ένα κλειστό κύκλο και ανακυκλώνεται αντί να χάνεται. Η παραγωγή βιοαερίου με την αναερόβια χώνευση μειώνει τις εκπομπές του μεθανίου (CH_4) και του νιτρώδους οξειδίου (N_2O) από την αποθήκευση και τη χρήση ζωικών περιττωμάτων ως λίπασμα. Η χρήση του βιοαερίου υποκαθιστά τα ορυκτά καύσιμα από την παραγωγή ενέργειας και τις μεταφορές και μειώνει έτσι τις εκπομπές του CO_2 του CH_4 και του N_2O συμβάλλοντας στο να μετριαστεί η παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας λόγω του φαινομένου του θερμοκηπίου[46].

4.1.ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙΑ ΜΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ



ΣΧΗΜΑΤΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.1.1.ΜΟΝΑΔΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ[5]

Μια εγκατάσταση παράγει βιοαέριο και οργανικό λίπασμα αξιοποιώντας μεγάλη ποικιλία οργανικών πρώτων υλών (βιομάζα) όπως κτηνοτροφικά απόβλητα αγροτικά και αγροτοβιομηχανικά υπολείμματα και απόβλητα, καθώς και ενεργειακά φυτά. Μέσω της αναερόβιας χώνευσης αυτών των υλών παράγεται το βιοαέριο (βιομεθάνιο), το οποίο μετά την επεξεργασία μπορεί να:

1. Χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο της μηχανής μονάδας συμπαράγωγής (CHP) ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας
2. Χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο οχημάτων
3. Διατεθεί απευθείας σε δίκτυο φυσικού αερίου.

Τα περισσότερα είδη υποστρώματος (βιομάζας, πρώτων υλών) μπορούν να αναμιχθούν μεταξύ τους. Η διαφορά έγκειται μόνο στο σύστημα τροφοδοσίας των υλικών αυτών. Για βιομάζα στερεάς μορφής χρησιμοποιούνται κοχλιομεταφορείς, ενώ για υγρής μορφής χρησιμοποιούνται δεξαμενές με αντλιοστάσια. Οι βασικές υποδομές αποτελούνται από ανεξάρτητες μονάδες αντιδραστήρων διαμέτρου 8-24 μέτρων και ύψους έως 9 μέτρα. Αν αυξηθεί η ποσότητα της εισερχόμενης βιομάζας, τότε αυξάνεται ανάλογα και ο αριθμός των υπομονάδων (αντιδραστήρων). Η υγρή βιομάζα μπορεί να μεταφερθεί με σύστημα αντλιών και αγωγών αν το σημείο παραγωγής της (για παράδειγμα ένα βουστάσιο γαλακτοπαραγωγής) είναι σε μικρή απόσταση από την εγκατάσταση βιοαερίου ή με οχήματα όταν η απόσταση είναι μεγάλη. Ομοίως, η στερεά βιομάζα μπορεί να μεταφερθεί στην εγκατάσταση με

ταινιομεταφορείς και με οχήματα για μικρές και μεγάλες αποστάσεις αντίστοιχα. Τα υγρά υλικά αποθηκεύονται αρχικά σε δεξαμενές προ-επεξεργασίας.



ΕΙΚΟΝΑ 4.1. ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΜΙΞΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΩΡΙΝΗΣ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ[54]

Σε αυτές τις δεξαμενές τα υλικά ομογενοποιούνται και θερμαίνονται ή ψύχονται ώστε να επιτευχθεί η απαιτούμενη θερμοκρασία. Συνήθως μια τέτοια δεξαμενή έχει αποθηκευτική ικανότητα 2-3 ημερών. Τα στερεά υλικά μπορούν επίσης να τροφοδοτηθούν εντός αυτών των δεξαμενών ή του χωνευτήρα με κοχλιομεταφορείς. Από τις δεξαμενές προ-επεξεργασίας τα υλικά μεταφέρονται στους χωνευτήρες (ή βιοαντιδραστήρες, δεξαμενές μεθανίου, δεξαμενή ζύμωσης) που αποτελούν και το κύριο μέρος της όλης εγκατάστασης. Ο βιοαντιδραστήρας, είναι μια αέριο-στεγανή δεξαμενή που κατασκευάζεται από αντιδιαβρωτικό σκυρόδεμα ή μέταλλο με επίτηξη γυαλιού. Ο αντιδραστήρας είναι θερμομονωμένος. Οι υπολογισμοί για τη θερμομόνωση βασίζονται στις τοπικές κλιματικές συνθήκες. Προκειμένου να διαμορφωθούν οι κατάλληλες συνθήκες για την ανάπτυξη των μικροοργανισμών η θερμοκρασία θα πρέπει να διατηρείται σε μεσόφιλη κατάσταση (30-41° βαθμούς Κελσίου). Σε κάποιες περιπτώσεις επιλέγονται θερμοφιλες συνθήκες (θερμοκρασία ίση με περίπου 55° βαθμούς Κελσίου). Η ανάμιξη της βιομάζας εντός το χωνευτήρα λαμβάνει χώρα με διάφορους τρόπους και εξαρτάται από το είδος της πρώτης ύλης, την υγρασία και άλλα χαρακτηριστικά. Η ανάμιξη μπορεί να γίνει από επικλινείς και υποβρύχιους αναδευτήρες. Όλα τα είδη αναδευτήρων κατασκευάζονται από ανοξείδωτο ατσάλι. Οι χωνευτήρες θερμαίνονται με τη βοήθεια μέσων θερμότητας.

Το σύστημα θέρμανσης είναι ένα δίκτυο σωλήνων, το οποίο μπορεί να κατασκευαστεί εντός των τοίχων του αντιδραστήρα ή να τοποθετηθεί στην εσωτερική πλευρά των τοίχων του αντιδραστήρα. Σε περίπτωση που η μονάδα είναι εξοπλισμένη με μονάδα συμπαραγωγής, ο χωνευτήρας μπορεί να θερμανθεί από το νερό ψύξης της γεννήτριας. Αν η εγκατάσταση προορίζεται μόνο για παραγωγή βιοαερίου τότε το θερμό νερό λαμβάνεται από ειδικό λέβητα βιοαερίου (ή φυσικού αερίου). Η συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας μίας εγκατάστασης βιοαερίου ισούται συνήθως με 5-10% της παραγόμενης ενέργειας. Όλη η διαδικασία ζύμωσης (χώνευσης) εκτελείται από αναερόβιους μικροοργανισμούς, οι οποίοι εγγέονται μέσα στο χωνευτήρα μόνο μία φορά κατά την εκκίνηση λειτουργίας (εκτός από τις περιπτώσεις που η βιομάζα εμπεριέχει ήδη τα κατάλληλα βακτήρια (π.χ. ζωικά απόβλητα). Ο χωνευτήρας είναι ερμητικά σφραγισμένος, διότι πρέπει να διατηρούνται συνθήκες πλήρους έλλειψης οξυγόνου. Ως προϊόντα της αναερόβιας χώνευσης λαμβάνουμε βιοαέριο και οργανικό/βιολογικό λίπασμα (υγρό και στερεό). Το βιοαέριο αποθηκεύεται σε σύστημα κατακράτησης/προσωρινής αποθήκευσης. Εντός αυτού του συστήματος η πίεση και η σύνθεση του βιοαερίου εξισορροπούνται. Από το σύστημα κατακράτησης βιοαερίου αερίου, το βιοαέριο μεταφέρεται με τη βοήθεια συστήματος τροφοδοσίας αερίου σε σταθερή βάση προς το σύστημα συμπαραγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας (Combined Head and Power, CHP). Το σύστημα διαχείρισης βιοαερίου έχει ενσωματωμένες διατάξεις για την απομάκρυνση υγρασίας και υδρόθειου και για τη ρύθμιση των ιδιοτήτων του. Οι μεγάλες εγκαταστάσεις βιοαερίου είναι εξοπλισμένες με πυρσούς καύσης της τυχόν περίσσειας παραγόμενης ποσότητας. Στην περίπτωση κατά την οποία το παραγόμενο βιοαέριο δεν προορίζεται από τον ιδιοκτήτη της εγκατάστασης για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ως τελικό προϊόν, τότε αυτή εξοπλίζεται με σύστημα απομάκρυνσης διοξειδίου του άνθρακα (CO₂). Επειδή η αναερόβια χώνευση είναι μία υψηλού επιπέδου και αποτελεσματικότητας διαδικασία επεξεργασίας αποβλήτων, η χωνεμένη βιομάζα αποτελεί οργανικό λίπασμα. Μέσω μηχανικού διαχωριστή η χωνεμένη βιομάζα χωρίζεται σε υγρό και στερεό κλάσμα και οδηγείται σε συστήματα αποθήκευσης. Το υγρό κλάσμα του διαχωριστή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη ρύθμιση της επιθυμητής υγρασίας μέσα στους αντιδραστήρες με επανακυκλοφορία ενός ποσοστού του. Το υπόλοιπο μπορεί να αξιοποιηθεί για άρδευση καλλιεργειών και υγρή λίπανση αφού είναι πλούσια σε άζωτο (N). Το στερεό κλάσμα μπορεί να αξιοποιηθεί εμπορικά ως οργανικό λίπασμα, εδαφοβελτιωτικό, υλικό κάλυψης (π.χ. σε χώρους υγειονομικής ταφής απορριμμάτων), επιχωματώσεις, υλικό κατά την αποκατάσταση λατομείων. Η εγκατάσταση βιοαερίου είναι ένα έργο το οποίο αποτελείται κατά 70-80% από ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό. Επομένως, μπορεί να ελέγχεται εξολοκλήρου από αυτόματα συστήματα και να λειτουργεί με την παρουσία ενός εξειδικευμένου ατόμου για χρονικό διάστημα περίπου 2 ωρών ανά ημέρα (για μια απλή εγκατάσταση)[5].

4.2 ΡΥΘΜΟΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ-ΙΣΧΥΣ ΜΟΝΑΔΩΝ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ

Η χρήση ήδη υπαρκτών υποδομών ήταν και το μεγαλύτερο κίνητρο για τους αγρότες. Διότι, για την παραγωγή βιοαερίου δεν είναι απαραίτητες οι νέες ενεργειακές καλλιέργειες (Ελαιοκράμβη, Ηλίανθος, κ.α.) αλλά η χρήση παραδοσιακών καλλιεργειών, όπως σιτηρά, τεύτλα και αραβόσιτος, αλλά και η αξιοποίηση φυτών που δεν ανήκουν στην τροφική αλυσίδα όπως χλόη, αγριόχορτο, κ.α. Έπειτα για τον αγρότη η καλλιέργεια των παραδοσιακών καλλιεργειών για την παραγωγή βιοαερίου του αποφέρει σε αναλογία με τις ενεργειακές καλλιέργειες, υψηλότερες αποδόσεις ανά εκτάριο, όπου έπεται και μεγαλύτερο κέρδος στην περαιτέρω αξιοποίηση, αλλά και η καθιέρωση της συμβολαιογραφικής γεωργίας εφόσον παράγει για τρίτους .

Συγκριτικά με τα βιοκαύσιμα όπου από ένα εκτάριο μπορεί να παραχθούν:

1.550 l βιοντίζελ - όπου υποκαθιστά 1 l βιοκαύσιμου 0,7 l ντίζελ (Ελαιοκράμβη)

2.550 l βιοαιθανόλης – όπου υποκαθιστά 1 l βιοαιθανόλης 0,66 l βενζίνης (κριθάρι)

Η απόδοση για βιοαέριο (αραβόσιτος) είναι 3.560 kg ή 4.950 m³ μεθάνιο – όπου υποκαθιστά 1 kg μεθάνιο 1,4 l βενζίνης . Ένα κυβικό μέτρο βιοαερίου υποκαθιστά 0,7 l ντίζελ και παράγει περίπου 6 kWh ενέργεια . Ένα κυβικό μέτρο (m³) βιοαερίου παράγει περίπου 6 kWh ηλεκτρική ενέργεια. Ας μην ξεχνάμε όμως και το κόστος παραγωγής το οποίο ανέρχεται σε 300 l ντίζελ ανά εκτάριο για τη παραγωγή βιοκαυσίμων [9].

4.3 ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ

Εκτός από την παραγωγή του βιοαερίου με τη διαδικασία της αναερόβιας χώνευσης και την ενεργειακή του αξιοποίηση για παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας, ως καυσίμου μεταφορών, και τη διοχέτευσή του στο δίκτυο του φυσικού αερίου, τα τελευταία χρόνια παρατηρείται έντονη κινητικότητα σε θέματα όπως:

Ανάπτυξη της τεχνολογίας αεριοποίησης για παραγωγή συνθετικού αερίου (Co-H₂) και Bio-SNG(Bio-synthetic Natural gas), από λιγνο-κυτταρινούχες πρώτες ύλες.

Ανάπτυξη εξειδικευμένης τεχνολογίας για την κατασκευή, εγκατάσταση και λειτουργία νέων χωνευτών(digesters).

Αυτοματοποίηση της ολοκληρωμένης αλυσίδας παραγωγής ενέργειας από την πρώτη ύλη ως το τελικό προϊόν.

Ανάπτυξη ολοκληρωμένων συστημάτων διανομής αερίου και θερμότητας.

Βελτίωση των μεθόδων αναβάθμισης του βιοαερίου και ενίσχυση της διείσδυσής του στο δίκτυο του φυσικού αερίου και ως καυσίμου μεταφορών στις αστικές συγκοινωνίες και τα γεωργικά μηχανήματα.

Παραγωγή υδρογόνου από αναβαθμισμένο βιοαέριο και χρήση του σε κυψέλη καυσίμου(fuel cell) και μικρο- αεριοστρόβιλους (micro gas turbine) για παραγωγή ενέργειας.

Παραγωγή βιοαερίου από ενεργειακά φυτά με τη διαδικασία της υγρής και ξηρής ζύμωσης που γίνεται κυρίως στη Γερμανία.

Βελτίωση των μεθόδων εκτίμησης του δείκτη επικινδυνότητας καρκίνου(cancer unit risk factors) από τις εκπομπές καυσαερίων οχημάτων που κινούνται με βιοαέριο[4].

5.ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ ΖΥΜΩΣΗ ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΚΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

ΑΓΕΛΑΔΕΣ ΓΑΛΑΚΤΟΚΟΜΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ 600 kg	40-45 lt	6-7 % ΤΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΤΟΥ ΖΩΟΥ(B.Z.)
ΒΟΔΙΑ ΚΡΕΑΤΟΠΑΡΑΓΩΓΗΣ 70- 200kg	7-14 lt	7-10 % ΤΟΥ Β.Ζ.
ΜΙΚΡΟΣ ΤΑΥΡΟΣ 250-400 kg	15-25 lt	6-7 % ΤΟΥ Β.Ζ.
ΠΡΟΒΑΤΟΕΙΔΗ 50-80 kg	3-6 lt	5-7 % ΤΟΥ Β. Ζ.
ΩΤΟΚΑ 2-2,5kg	0,150-0,200 lt	7-10 % Β.Ζ
ΚΟΥΝΕΛΙΑ 0,7-2kg	0,100-0,250 lt	10-12 % Β.Ζ.
ΧΟΙΡΟΙ ΒΟΣΚΗΣ ΞΗΡΑΣ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ 30-100 kg	4-14 lt	6-8 % Β.Ζ.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.1. ΗΜΕΡΗΣΙΕΣ ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΖΩΩΝ[2]

ΠΗΓΗ	ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΟΥΣΙΑ (ΧΛΓ/ΗΜΕΡΑ)	ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΟ ΒΙΟΑΕΡΙΟ (NM3 ΑΝΑ ΧΛΓ.ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ ΟΥΣΙΩΝ ΣΕ ΧΡΟΝΟ ΖΥΜΩΣΗΣ 20 ΗΜΕΡΩΝ)
ΒΟΟΕΙΔΗ 250-400 ΧΛΓ.	3,5	0,16
ΧΟΙΡΟΙ 30-80 ΧΛΓ.	0,2-0,5	0,28
ΚΟΤΕΣ 2-2,5 ΧΛΓ.	0,02	0,28
ΑΛΟΓΑ	3,5	0,28

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.2. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ ΑΠΟ ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ[2]

Αν και η παραγωγή βιοαερίου από κτηνοτροφικά απόβλητα έχει εφαρμοστεί σε μεμονωμένες αγροτικές εκμεταλλεύσεις σε αρκετές χώρες και σε μεγαλύτερη κλίμακα στην Ινδία και στην Κίνα, το υψηλό κόστος του έχει περιορίσει την εξάπλωση της εφαρμογής του σε άλλες χώρες. Είναι γεγονός ότι το κόστος παραγωγής βιοαερίου μεταβάλλεται και εξαρτάται από πολλούς παράγοντες που διαφέρουν από χώρα σε χώρα και από περιοχή σε περιοχή. Ανάμεσα σε αυτούς τους παράγοντες περιλαμβάνονται η διαθεσιμότητα άλλων πηγών ενέργειας, το κόστος εισαγωγής ορυκτών καυσίμων και οι δημόσιες και ιδιωτικές δαπάνες που απαιτούνται για την ανάπτυξη της παραγωγής και χρήσης του βιοαερίου, το χρησιμοποιούμενο σύστημα παραγωγής και το ποσό ενέργειας που απαιτείται για τη λειτουργία του βιολογικού αντιδραστήρα. Όλοι αυτοί οι παράγοντες πρέπει να συνυπολογιστούν στη μελέτη σκοπιμότητας παραγωγής ενέργειας από κτηνοτροφικά απόβλητα[2σελ.62]. Τα ολοκληρωμένα συστήματα διαχείρισης κτηνοτροφικών αποβλήτων βέβαια για

παραγωγή ανανεώσιμης ενέργειας (βιοαέριο) έχουν σημαντικά περιβαλλοντικά και οικονομικά οφέλη:

Παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ.

Μείωση των οργανικών αποβλήτων.

Μείωση εκπομπών αερίων θερμοκηπίου.

Μείωση παθογόνων οργανισμών.

Αυξημένη απόδοση λίπανσης.

Μείωση οσμών και οπτικής ρύπανσης.

Εξοικονόμηση χρημάτων για τους αγρότες[4]

6.ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ

Η παραγωγή και η χρήση του βιοαερίου προϋποθέτει αφενός συλλογή, μεταφορά και ζύμωση των αποβλήτων και αφ' ετέρου αποθήκευση και χρήση του αερίου καθώς και των ιζημάτων ή των τελικών υγρών. Ανάλογα με το είδος των χρησιμοποιούμενων αποβλήτων (ζωικά, φυτικά, ανθρώπινα, από βιομηχανίες τροφίμων) προκύπτουν διαφορετικά τεχνικά και οικονομικά προβλήματα σε κάθε φάση. Η ανάλυση που ακολουθεί είναι ακραία και αναφέρεται στην περίπτωση αναερόβιας ζύμωσης κτηνοτροφικών αποβλήτων.

6.1. ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Η συλλογή των κτηνοτροφικών αποβλήτων, εξαρτάται πολύ από το είδος σταυλισμού των ζώων. Ο σταυλισμός διαφέρει και κυμαίνεται από τις εντατικές μονάδες εκτροφής στις οποίες τα ζώα διατηρούνται στεγασμένα όλο το χρόνο, μέχρι τις εκστατικές μονάδες όπου τα ζώα βόσκουν στο ύπαιθρο για το μεγαλύτερο μέρος του χρόνου. Μόνο στις εντατικές ή ημιεντατικές μονάδες είναι δυνατή η συγκέντρωση των αποβλήτων σε μια μικρή έκταση, καθιστώντας έτσι εύκολη την ανάκτηση τους και ελαχιστοποιώντας το κόστος συλλογής και μεταφοράς. Στις εκτατικές μονάδες τα απόβλητα μπορούν να συλλεχτούν μόνο κατά τη χρονική περίοδο κατά την οποία τα ζώα διατηρούνται σε στεγασμένους χώρους. Όσο μικρότερη είναι αυτή η περίοδος, τόσο λιγότερο βιώσιμοι και αποδοτικοί γίνονται οι αναερόβιοι αντιδραστήρες. Ένας άλλος σημαντικός παράγοντας είναι η εσωτερική διαρρύθμιση των κτιρίων και το υπάρχον αποχετευτικό σύστημα για την απομάκρυνση της κοπριάς και των αποβλήτων που μπορεί να συμβάλλουν ή αντίθετα να παρεμποδίσουν τις λειτουργίες συλλογής και μεταφοράς των αποβλήτων στην προοπτική παραγωγής βιοαερίου.

6.2.ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΖΥΜΩΣΗΣ

Ο τύπος της εγκατάστασης που θα επιλεγεί και συνεπώς το ύψος της επένδυσης, εξαρτάται από πολλούς παράγοντες και ιδίως από τη χρήση του αερίου που θα παραχθεί, το μέγεθος του κτηνοτροφικού κεφαλαίου και την εποχιακή φύση της διαθεσιμότητας των αποβλήτων για επεξεργασία. Για παράδειγμα στην περίπτωση μιας γαλακτοκομικής μονάδας, όπου οι αγελάδες παραμένουν συνεχώς σταβλισμένες για περίπου έξι μήνες το χρόνο, η διαθέσιμη ποσότητα αποβλήτων, αν και υψηλή κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου, είναι πολύ χαμηλή κατά τη διάρκεια των καλοκαιρινών μηνών. Έτσι ο βιοαντιδραστήρας μπορεί να υπολειπεται ή και να διακόπτει τη λειτουργία του το καλοκαίρι. Σε τέτοιες περιπτώσεις, η απόσταση μεταξύ των αγροκτημάτων, μπορεί να αποδεδειχθεί ένας σημαντικός παράγοντας στον βαθμό που καθορίζει την οικονομική βιωσιμότητα κεντρικών συνεταιριστικών μονάδων συλλογής. Σε κάθε είδος αγροτικής εκμετάλλευσης αμφίβουλα υπάρχει ένα άριστο πρότυπο προς τον τύπο και όγκο αντιδραστήρα, τη θερμοκρασία λειτουργίας, την απόδοση, τον τύπο, τον όγκο και την πίεση λειτουργίας του αεριοφυλακίου κτλ., τα οποία καθορίζουν το απαιτούμενο σύστημα για χρήση, με σκοπό την επίτευξη του χαμηλότερου δυνατού κόστους της μονάδας παραγωγής του αερίου[2].

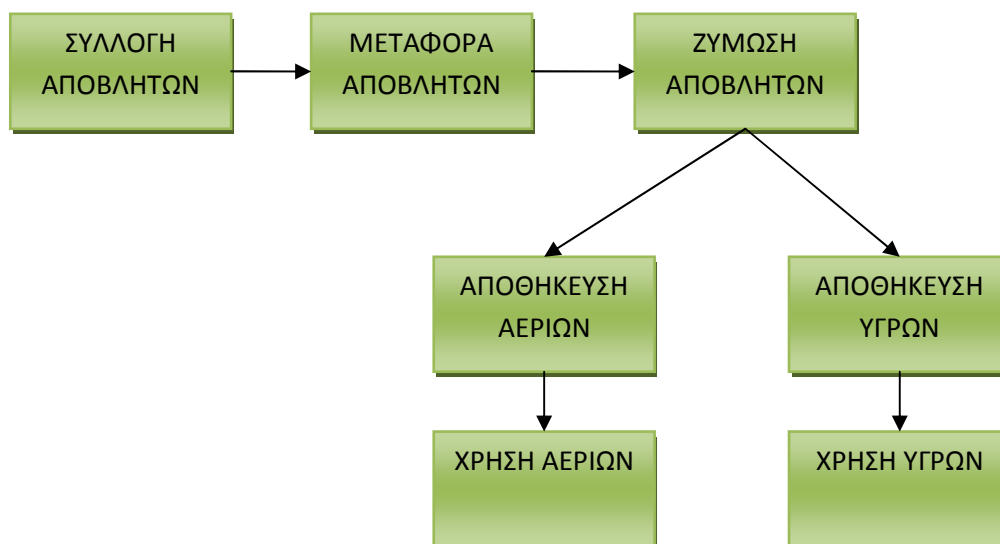
6.3. ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ

Τα φυσικά χαρακτηριστικά του βιοαερίου καθιστούν δύσκολη την αποθήκευση του. Η αποθήκευση του απαιτεί πίεση 75 ως 89 bars, και θερμοκρασία -82° βαθμούς Κελσίου. Η αποθήκευση σε αεριοφυλάκια προϋποθέτει μεγάλους όγκους που γενικά συνεπάγονται μεγάλο κόστος. Για να αντιμετωπιστεί το υψηλό κόστος αποθήκευσης, το βιοαέριο πρέπει να χρησιμοποιηθεί αμέσως είτε με κατευθείαν καύση για θέρμανση, είτε να διαβιβαστεί σε ηλεκτρογεννήτριες για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Στην τελευταία αυτή περίπτωση η περίσσεια ηλεκτρικής ενέργειας, μπορεί να διοχετευτεί στο κρατικό δίκτυο που λειτουργεί σαν συσσωρευτής ενέργειας[2]. Μια ενδιαφέρουσα εναλλακτική περίπτωση είναι ο εμπλουτισμός του ακατέργαστου βιοαερίου ώστε αυτό να αποκτήσει ποιότητα φυσικού αερίου και η τροφοδοσία του στη συνέχεια στο δίκτυο φυσικού αερίου. Με τη μέθοδο αυτή μπορεί το αέριο να μεταφερθεί σε μεγάλες αποστάσεις και να χρησιμοποιηθεί σε περιοχές με υψηλές ενεργειακές ανάγκες[41].

6.4. ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Τα προβλήματα αποθήκευσης και χρήσης των επεξεργασμένων υγρών απόβλητων είναι σε ένα βαθμό όμοια με αυτά που ήδη αντιμετωπίζουν οι ιδιοκτήτες κτηνοτροφικών μονάδων με τα ανεπεξέργαστα κτηνοτροφικά απόβλητα. Η αναερόβια ζύμωση όμως μπορεί να συμβάλλει θετικά και να επιλύσει τα προβλήματα που δημιουργούν τα κτηνοτροφικά απόβλητα. Στις περισσότερες περιπτώσεις τα κτηνοτροφικά απόβλητα χρησιμοποιούνται ως λιπάσματα με διασπορά τους στο έδαφος σε μορφή ξηρής ή υγρής λάσπης. Για το σκοπό αυτό μερικές φορές γίνεται αποθήκευση τους σε δεξαμενές που συχνά στοιχίζουν παραπάνω από την αξία των αποβλήτων ως λιπάσματα, ο αγρότης όμως δεν έχει άλλη επιλογή. Σε υπερεντατικές μονάδες εκτροφής ζώων, το πρόβλημα είναι ποιο δύσκολο όχι μόνο εξ αιτίας των συχνά πολύ μεγάλων όγκων αποβλήτων, αλλά και γιατί ο αγρότης δεν διαθέτει έκταση και είναι υποχρεωμένος να τα αποχετεύει σε υγρούς αποδέκτες (π.χ. χείμαρρους). Το γεγονός αυτό προκαλεί προβλήματα ρύπανσης που για την επίλυση τους συχνά απαιτείται η εγκατάσταση μονάδων καθαρισμού των αποβλήτων. Η ελαχιστοποίηση αυτών των πηγών ρύπανσης προσθέτει και άλλο κόστος στους ιδιοκτήτες των κτηνοτροφικών μονάδων. Οι εγκαταστάσεις καθαρισμού που έχουν συνήθως υψηλό κόστος κατασκευής, καταναλώνουν και πολύ ενέργεια για τη λειτουργία τους. Αντίθετα οι αναερόβιοι αντιδραστήρες που εξασφαλίζουν εξίσου τον καθαρισμό επιτρέπουν θετικό ενεργειακό ισοζύγιο στην εγκατάσταση. Πράγματι, η παραγωγή βιοαερίου παρέχει την απαραίτητη ενέργεια για τη λειτουργία του συστήματος και αφήνει και ένα πλεόνασμα που μπορεί να διατεθεί για αντιμετώπιση άλλων ενεργειακών αναγκών στο αγρόκτημα ή να διατεθεί για πώληση. Επιπρόσθετα τα επεξεργασμένα υγρά που παράγονται είναι κατάλληλα για λίπασμα, τουλάχιστον όσο και τα ανεπεξέργαστα κτηνοτροφικά απόβλητα και πιθανόν καλύτερα. Αν ληφθεί υπόψη η απορρυπαντική ικανότητα της αναερόβιας ζύμωσης των αποβλήτων, το κόστος των μέτρων αντιρρύπανσης πρέπει να θεωρηθεί σαν κάτι που πρέπει να αφαιρεθεί από το κόστος παραγωγής του βιοαερίου, που σημαίνει πως μια μελέτη

βιωσιμότητας αυτών των εγκαταστάσεων πρέπει να επεκταθεί πέρα από τις καθαρά οικονομικές εκτιμήσεις της λειτουργίας. Πρέπει να σημειωθεί όμως, πως η «μέγιστη» αντιρρυπαντική επίπτωση συνεπάγεται «ελάχιστη» παραγωγή ενέργειας, διότι η μέγιστη αντιρρύπανση επιτυγχάνεται με σχετικά μεγάλους χρόνους παραμονής των αποβλήτων στο βιοαντιδραστήρα[2].



ΣΧΗΜΑΤΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6.4.1. ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ ΑΠΟ ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ[2]

6.5. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ

Το κόστος δημιουργίας μιας εγκατάστασης βιοαερίου (αναερόβιας χώνευσης) σε μια κτηνοτροφική μονάδα είναι αρκετά υψηλό, αλλά αποσβήνεται σχετικά γρήγορα. Με το σύνηθες στην Ελλάδα καθεστώς επιδότησης (40% στην αρχική επένδυση), ο χρόνος αποπληρωμής πέφτει ακόμη και στην τριετία. Βέβαια, το κόστος εξαρτάται από παράγοντες όπως η δυνατότητα διάθεσης παραγόμενης θερμότητας, το μέγεθος της μονάδας και τα περιθώρια διαθέσιμα υπολειμμάτων της διεργασίας, π.χ., ως λίπασμα[2]. Με τις προφανείς ατέλειες που χαρακτηρίζουν τις σημερινές μονάδες αναερόβιας επεξεργασίας των αποβλήτων πρέπει οπωσδήποτε να γίνουν προσπάθειες μείωσης του κόστους επένδυσης και λειτουργίας της μονάδας καθώς και του χρόνου παραμονής των αποβλήτων στη μονάδα αύξηση της απόδοσης στο βιοαέριο και της αξιοπιστίας της μονάδας με παράλληλη μείωση της απαιτούμενης πρώτης ύλης (απόβλητα) καθώς και ευθυγράμμιση της παραγόμενης ενέργειας με τις ενεργειακές ανάγκες του αγροκτήματος[2].

7.ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΚΑΙ ΚΙΝΗΤΡΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ ΑΠΟ ΑΓΡΟΤΙΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ

Οι παράγοντες και τα κίνητρα που οδήγησαν και συνεχίζουν να οδηγούν την παραγωγή βιοαερίου από αγροτικές καλλιέργειες σε μοντέλο επιτυχίας –το οποίο αρχίζει να εφαρμόζεται και σε άλλες Ευρωπαϊκές χώρες (Ιταλία, Ουγγαρία, Ισπανία, Ολλανδία, κ.α.) –είναι:

α) Τιμή Βιοενέργειας με εξασφάλιση συμβολαίου για τα επόμενα 20 χρόνια: Το κίνητρο στην εφαρμογή της νομοθεσίας για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, όπου από το 2004 στην Γερμανία (αναθεώρηση νομοθεσίας),εφαρμόζεται μια τιμολόγηση με επιπρόσθετους όρους ενίσχυσης της βασικής τιμής για την βιοκαλλιέργεια, όπου δίνεται επιπρόσθετο πριμ εφόσον η ενέργεια παράγεται με τη χρήση αγροτικών καλλιεργειών, εφαρμόζεται και αξιοποιείται η παραγόμενη θερμότητα.

β) Τεχνολογία: Η άμεση εφαρμογή καινοτόμου τεχνολογίας στην πράξη με προσιτές τιμές που να επιτρέπουν μια βιώσιμη λειτουργία των μονάδων παραγωγής. (Ο μέσος όρος ισχύος ανά μονάδα είναι τα 220 Kwh).

γ) Αγρότες / Καλλιέργειες: Η χρήση ήδη υπαρκτών υποδομών στους αγρότες . Συνεχής ανάπτυξη της τεχνολογίας σε σχέση με τις καλλιέργειες για αύξηση της οικονομικής και οικολογικής απόδοσης για τον αγρότη [9].

8. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ

	ΑΡΑΒΟΣΙΤΟΣ	ΣΑΝΟ	ΔΗΜΗΤΡΙΑΚΟΙ ΚΑΡΠΟΙ
ΣΤΕΓΝΟ ΠΡΟΙΟΝ	30-35%	35-38%	88%
ΟΡΓΑΝΙΚΟ ΚΛΑΣΜΑ ΣΤΕΓΝΟΥ ΠΡΟΙΟΝΤΟΣ	90-97%	85-89%	90-98%
ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΜΕΘΑΝΙΟ	0,68-0,73 m ³ /kg	0,45-0,60 m ³ /kg	0,60-0,80 m ³ /kg
	ΟΡΓΑΝΙΚΟΥ ΣΤΕΓΝΟΥ ΠΡΟΙΟΝΤΟΣ	ΟΡΓΑΝΙΚΟΥ ΣΤΕΓΝΟΥ ΠΡΟΙΟΝΤΟΣ	ΟΡΓΑΝΙΚΟΥ ΣΤΕΓΝΟΥ ΠΡΟΙΟΝΤΟΣ

ΠΙΝΑΚΑΣ 8.1.ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΡΙΑ ΕΙΔΗ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ[19]

Οι ενεργειακές καλλιέργειες είναι σύγχρονη πηγή βιομάζας. Περιλαμβάνουν όλα τα μονοετή ή πολυετή φυτά που καλλιεργούνται με σκοπό να χρησιμοποιηθεί η παραγόμενη βιομάζα για την παραγωγή καυσίμων. Οι σημαντικότερες από αυτές είναι το σόργο, γλυκό και ινώδες, η αγριαγκινάρα, η ελαιοκράμβη, οι σπόροι μουστάρδας, τα καλάμια και οι λόχμες, ο μίσχανθος και ο ευκάλυπτος. Στην Ελλάδα, η σημαντικότερη ετήσια ενεργειακή καλλιέργεια είναι το γλυκό σόργο το οποίο μπορεί άνετα να αποδώσει μέχρι και ένα τόνο βιοαιθανόλη το στρέμμα[35]. Οι γεωργικές ενεργειακές καλλιέργειες διακρίνονται σε ετήσιες και πολυετείς.

Οι κυριότερες είναι:

1. Πολυετείς γεωργικές ενεργειακές καλλιέργειες: Μίσχανθος, Αγριαγκινάρα, Καλάμι, Switchgrass, Ryegrasses.
2. Ετήσιες γεωργικές ενεργειακές καλλιέργειες: Ελαιοκράμβη, Αραβόσιτος, Γλυκό και ινώδες σόργο, Κενάφ, Ηλίανθος, Triticale, Ζαχαρότευτλα και Σιτάρι[36].

Οι κυριότεροι τομείς στους οποίους επικεντρώνεται η έρευνα των ενεργειακών καλλιεργειών είναι:

1. Η αποδοτικότητα και προσαρμοστικότητα κάτω από διάφορες εδαφοκλιματικές συνθήκες.
2. Η κατάλληλη καλλιεργητική τεχνική (εποχή σποράς, αποστάσεις φύτευσης, επίπεδα άρδευσης και λίπανσης, εποχή και τεχνική συγκομιδής).
3. Οι επιπτώσεις των φυτών αυτών στο περιβάλλον(επίδραση στους υδατικούς και εδαφικούς πόρους, επιπτώσεις στη ρύπανση των υπόγειων υδροφόρων και της ατμόσφαιρας)[36].

Η αξία μιας καλλιέργειας ως πρώτη υλη για την αναερόβια χώνευση εξαρτάται από την ποσότητα και την ποιότητα του παραγόμενου βιοαερίου όπως η περιεκτικότητα σε μεθάνιο (50-65vol %). Κατά συνέπεια τα πιο κατάλληλα είδη φυτών είναι εκείνα

που είναι πλούσια σε εύκολα αποικοδομήσιμους υδατάνθρακες, όπως ζάχαρη και πρωτεΐνες και φτωχά σε ημικυτταρίνες και λιγνίτη, που έχουν χαμηλή βιοαποικοδομησιμότητα. Συνήθως οι πολυετείς ενεργειακές καλλιέργειες έχουν λιγότερες επιπτώσεις στη διάβρωση του εδάφους, λιγότερες εισροές θρεπτικών ουσιών στα υπόγεια και επιφανειακά ύδατα, στη ρύπανση από φυτοφάρμακα καθώς και στην άντληση υδάτων[43]. Οι ενεργειακές καλλιέργειες αποκτούν τα τελευταία χρόνια ιδιαίτερη σημασία για τις αναπτυσσόμενες χώρες, που προσπαθούν μέσω των καλλιεργειών αυτών, να περιορίσουν, εκτός από τα περιβαλλοντικά και ενεργειακά τους προβλήματα, και το πρόβλημα των γεωργικών πλεονασμάτων. Όπως είναι γνωστό, στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης τα γεωργικά πλεονάσματα, και τα οικονομικά προβλήματα που αυτά δημιουργούν, οδηγούν αναπόφευκτα στη μείωση της γεωργικής γης και της αγροτικής παραγωγής. Υπολογίζεται ότι την προσεχή δεκαετία, θα μπορούσαν να αποδοθούν στις ενεργειακές καλλιέργειες 100-150 εκατ. στρέμματα γεωργικής γης, προκειμένου να αποφευχθούν τα προβλήματα των επιδοτήσεων των γεωργικών πλεονασμάτων και της απόρριψης αυτών στις χωματερές, με ταυτόχρονη αύξηση των Ευρωπαϊκών ενεργειακών πόρων. Στη χώρα μας, για τους ίδιους λόγους, 10 εκατομμύρια στρέμματα καλλιεργήσιμης γης έχουν ήδη περιθωριοποιηθεί ή προβλέπεται να εγκαταλειφθούν στο άμεσο μέλλον[4].

8.1.ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΟΦΕΛΗ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

Θετική συνεισφορά σχετικά με το φαινόμενο θερμοκηπίου: Η αντικατάσταση των ορυκτών καυσίμων με βιομάζα που είναι ουδέτερη σε εκπομπές CO₂ καθώς η ποσότητα του CO₂ που απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα μετά την καύση της, αφομοιώνεται από το φυτό κατά την φωτοσύνθεση.

Προστασία έναντι της διάβρωσης του εδάφους: Το πλούσιο υπέργειο τμήμα και το ριζικό σύστημα των ενεργειακών καλλιεργειών (ειδικά των πολυετών), ελαχιστοποιεί τις δυσμενείς επιπτώσεις της διάβρωσης του εδάφους και βελτιώνει τη δομή του.

Διαχείριση νερού: Στο πλαίσιο της ενεργειακής γεωργίας δίνεται η ευκαιρία να επιλέγουν είδη που αξιοποιούν το νερό αποδοτικά, ή και σε πολλές περιπτώσεις είδη που αξιοποιούν τις χειμερινές βροχοπτώσεις για την ανάπτυξη τους και δεν απαιτούν επιπλέον άρδευση, παρουσιάζοντας ικανοποιητική ανάπτυξη και παραγωγικότητα σε βιομάζα. Η αγριαγκινάρα μπορεί να καλλιεργηθεί ξηρικά και να αντικαταστήσει τα χειμερινά σιτηρά όπως το σιτάρι και το κριθάρι. Άλλα φυτά, όπως ο ευκάλυπτος και το καλάμι, μπορούν να αναπτυχθούν ικανοποιητικά χωρίς άρδευση, αν και όταν αρδεύονται η παραγωγή τους σε βιομάζα είναι υψηλότερη. Θα πρέπει να τονίσουμε ότι όλες οι ενεργειακές καλλιέργειες έχουν μέτρια έως υψηλή αποτελεσματικότητα χρήσης νερού.

Χαμηλές εισροές σε λιπάσματα: Οι ενεργειακές καλλιέργειες απαιτούν χαμηλότερα επίπεδα λίπανσης σε σχέση με τα ετήσια φυτά που προορίζονται για τροφή και μπορούν να συντελέσουν στην προστασία του περιβάλλοντος με μείωση της χρήσης λιπασμάτων.

Μείωση της χρήσης φυτοφαρμάκων: Οι ενεργειακές καλλιέργειες παρουσιάζουν υψηλή φυτοκάλυψη και με την εγκατάστασή τους στον αγρό περιορίζουν την ανάπτυξη ζιζανίων. Επιπροσθέτως, δεν προσβάλλονται από σοβαρές ασθένειες και έντομα, και ως εκ τούτου, η χρήση μυκητοκτόνων και εντομοκτόνων είναι πολύ μικρή.

Εκμετάλλευση εδαφών χαμηλής γονιμότητας: Οι ενεργειακές καλλιέργειες μπορούν να αποτελέσουν εναλλακτικές λύσεις σε εγκαταλελειμμένες περιοχές χαμηλής γονιμότητας καθώς προσαρμόζονται εύκολα και αποδίδουν ικανοποιητικά σε μεγάλο εύρος εδαφών[37].

8.2.ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ-ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΟΦΕΛΗ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

Προσφορά εναλλακτικών καλλιεργητικών λύσεων: Οι ενεργειακές καλλιέργειες μπορούν να προσφέρουν εναλλακτικές λύσεις για τους αγρότες, λαμβάνοντας υπόψη ότι υπάρχουν κάποια είδη επιδοτήσεων.

Ενδυνάμωση του γεωργικού χώρου: Με την ανάπτυξη καλλιεργειών για ενέργεια, θα δημιουργηθεί ανάγκη για προμήθεια νέων ποικιλιών, βελτίωση καλλιεργητικών μεθόδων και εξοπλισμού, που θα υποστηρίζουν την παραγωγή και αποθήκευση των νέων φυτών. Αυτό θα δώσει ώθηση στη φθίνουσα γεωργική οικονομία και θα οδηγήσει στην ανάπτυξη της εγχώριας γεωργικής βιομηχανίας.

Αύξηση του αγροτικού εισοδήματος: Η διεύρυνση των ενεργειακών καλλιεργειών στην εσωτερική αγορά μπορεί να εξασφαλίσει ικανοποιητικό αγροτικό εισόδημα σε σχέση με ορισμένες συμβατικές καλλιέργειες και να ενισχύσει τη διαφοροποίηση των δραστηριοτήτων των γεωργών.

Μείωση των περιφερειακών ανισοτήτων και αναζωογόνηση των λιγότερο ανεπτυγμένων γεωργικών οικονομιών: Η παραγωγή και εκμετάλλευση των ενεργειακών καλλιεργειών θα συντελεστεί στις αγροτικές περιοχές. Η εισροή, επομένως νέων εισοδημάτων θα βελτιώσει τη ζωή των τοπικών κοινωνιών και θα στηρίξει την ανάπτυξη σε λιγότερο ανεπτυγμένες περιοχές της χώρας.

Εξασφάλιση αιφόρου περιφερειακής ανάπτυξης: Η δημιουργία αγοράς για παραγωγή βιοκαυσίμων, θερμότητας και ηλεκτρισμού στην περιφέρεια, θα συμβάλει στην παραμονή του πληθυσμού στις αγροτικές περιοχές, με τη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας και την εξασφάλιση πρόσθετων εισοδημάτων στην τοπική κοινωνία.

Μείωση της εξάρτησης από το πετρέλαιο: Η χρήση καλλιεργειών για ενεργειακούς σκοπούς οδηγεί στην ανάπτυξη στρατηγικών εθνικών προϊόντων και ελαττώνει την εξάρτηση από τις εισαγωγές πετρελαίου[37].

9.ΑΡΑΒΟΣΙΤΟΣ(ΚΑΛΑΜΠΟΚΙ)



ΕΙΚΟΝΑ 9.1.ΦΥΤΕΙΑ ΚΑΛΑΜΠΟΚΙΟΥ[18]

Το καλαμπόκι ή αραβόσιτος (*Zea mays*) είναι σιτηρό της οικογενείας των Ποσειδών (*Poaceae*) ή Αγρωστωδών (*Gramineae*), ανήκει στην συνομοταξία των αγγειοσπέρμων, την ομοταξία των μονοκοτυλήδων και κατάγεται από την Αμερικανική Ήπειρο. Είναι ετήσιο, ψηλό φυτό με χοντρό όρθιο και συμπαγή βλαστό, στενά και μακριά φύλλα σε σχήμα σπαθιού και κυματιστά άκρα. Στην κορυφή του φυτού υπάρχει η αρσενική ταξιανθία που σχηματίζει θύσανο, έχει δε την ονομασία φόβη. Η θηλυκή ταξιανθία αποτελείται από ένα πλατύ στάχυ με παχύ άξονα, πάνω στον οποίο βρίσκονται τα άνθη σε σειρές. Η ταξιανθία αυτή ονομάζεται σπάδικας. Στη συνέχεια τη θέση των ανθών, παίρνουν οι κόκκοι που καλύπτονται από φύλλα ενώ στην κορυφή του σπάδικα υπάρχει θύσανος αποτελούμενος από πολλές μακριές τριχοειδείς κλωστές[39]. Ο αραβόσιτος είναι θερμόφιλο φυτό, που ευδοκιμεί καλύτερα σε θερμοκρασίες 21-27° C. Πρόκειται για καλλιέργεια υψηλών θρεπτικών και εδαφικών απαιτήσεων, αλλά ευρείας εδαφικής προσαρμοστικότητας. Αναπτύσσεται καλύτερα σε εδάφη επαρκώς στραγγιζόμενα και αεριζόμενα, ελαφράς έως μέσης μηχανικής σύστασης, καλής υδατοϊκανότητας, ώστε να ευνοείται η ανάπτυξη πλούσιου ριζικού συστήματος και η συγκράτηση- αξιοποίηση της εδαφικής υγρασίας. Το ριζικό σύστημα του αραβόσιτου είναι θυσανώδες, σχετικά επιφανειακό, ώστε να εκμεταλλεύεται καλύτερα την εδαφική γονιμότητα σε βάθος μερικών εκατοστών του μέτρου. Η καταλληλότερη «περιοχή» εδαφικού Ph είναι ελαφρώς όξινο μέχρι ελαφρώς αλκαλικό (Ph 6,0-7,2)[40]. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι στο επίκεντρο της παγκόσμιας πολιτικής για το κλίμα[31]. Η παραγωγή βιοαερίου είναι μία πρόκληση σε διεθνές επίπεδο: Δίνεται η ευκαιρία στους παραγωγούς για μια ακόμη εναλλακτική χρήση της παραγωγής τους[30]. Το καλαμπόκι είναι το είδος που ανταποκρίνεται καλύτερα στην παραγωγή άφθονου

βιοαερίου[30]. Σήμερα, ο αραβόσιτος σχεδόν αποκλειστικά καλλιεργείται για την παραγωγή βιοαερίου με κυριότερο παραγωγό χώρα τις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής, γιατί φέρνει υψηλές αποδόσεις και ως εκ τούτου πολύ βιοαέριο[31]. Η παγκόσμια παραγωγή αραβοσίτου έφθασε στους 604 εκατομμύρια τόνους το 2002, καλλιεργούμενη σε 1.383 εκατ. στρέμματα. Από αυτά, πάνω από 280 εκατ. στρέμματα καλλιεργήθηκαν στις Η.Π.Α. και 134 εκατ. στρέμματα στην Ευρώπη (2,2 εκατ. στρέμματα στην Ελλάδα) [33].

Στην Ελλάδα ο αραβόσιτος θεωρείται σημαντικό φυτό και η καλλιέργειά του είναι εκτεταμένη σε όλη τη χώρα.

Η καλλιέργεια αραβοσίτου καλύπτει έκταση 1.725.304 στρεμμάτων δηλαδή το 5% του συνόλου των καλλιεργούμενων εκτάσεων στην χώρα μας. Το 16% των εκτάσεων αυτών συγκεντρώνεται στην Θράκη, 14% στην Μακεδονία ,14% στην Στερεά Ελλάδα και Εύβοια 10% στην Πελοπόννησο και 10% στην Θεσσαλία[1].

Η ελληνική αγορά καλαμποκιού, περιόδου 2010-2011, σύμφωνα με τα στοιχεία, άνοιξε με τιμή παραγωγού στα 18 λεπτά το κιλό, κινήθηκε κατά μέσο όρο στα 21-23 λεπτά το κιλό, όταν η αντίστοιχη για το 2009 είχε διαμορφωθεί στα επίπεδα των 13-15 λεπτών το κιλό και σήμερα βρίσκεται μεταξύ 22-25 λεπτών το κιλό[32].

10. ΓΛΥΚΟ ΚΑΙ ΙΝΩΔΕΣ ΣΟΡΓΟ



ΕΙΚΟΝΑ 10.1.ΤΑΞΙΑΝΘΙΑ ΓΛΥΚΟΥ ΣΟΡΓΟΥ[16].

Το σόργο κατάγεται από την Αφρική και προήλθε από την εξημέρωση ενός άγριου είδους σόργου. Καλλιεργείται ευρέως σε πολλά μέρη του κόσμου αλλά στις Η.Π.Α και Βραζιλία καλλιεργείται κυρίως για την παραγωγή αιθανόλης. Ανήκει στην οικογένεια Poaceae στο γένος sorghum και το καλλιεργούμενο είδος είναι το sorghum bicolor. Το sorghum bicolor ταξινομείται στους εξής τύπους ποικιλιών:

1. Τις καρποδοτικές οι οποίες είναι χαμηλόσωμες.
2. Τις χορτοδοτικές ή σανοδοτικές, το ονομαζόμενο σόργο του Σουδάν, το οποίο χρησιμοποιείται κυρίως για χλωρή ζωοτροφή ή ενσύρωση.
3. Το γλυκό σόργο το οποίο καλλιεργείται για τις ζαχαρούχες ουσίες (αιθανόλη) που περιέχονται στο βλαστό (10-15% του χλωρού βάρους) συγκομίζεται την περίοδο της άνθησης και χρησιμοποιείται κυρίως για την παραγωγή αιθανόλης.
4. Το σόργο σαρωθοποιίας, το οποίο καλλιεργείται παλιότερα για την κατασκευή σκούπας.

Το σόργο είναι ένα ετήσιο εαρινό αγρωστώδες φυτό το οποίο μοιάζει πολύ με το καλαμπόκι εκτός από την ταξιανθία στην κορυφή που είναι φόβη. Η ταξιανθία εκφύεται από το κορυφαίο φύλλο και η άνθηση ξεκινά από πάνω προς τα κάτω. Η ταξιανθία έχει μήκος 20-70 εκατοστά, η δε άνθηση μπορεί να διαρκέσει από 1-4 εβδομάδες αναλόγως της ποικιλίας και του περιβάλλοντος. Η ανάπτυξη του σόργου είναι παρόμοια με του καλαμποκιού με τη διαφορά ότι παράγει πολλά αδέρφια(έως και 10 ανά ρίζα αναλόγως της πυκνότητας σποράς) και αντέχει περισσότερο σε

υδροθερμικές συνθήκες και στην περιστασιακή έλλειψη υγρασίας. Ο βλαστός του σόργου είναι καλάμι και μπορεί να φτάσει και τα 5,5 μέτρα αναλόγως του υβριδίου του περιβάλλοντος και των καλλιεργητικών φροντίδων. Τα φύλλα του σόργου είναι εναλλασσόμενα και η φυλλοταξία του φυτού μοιάζει με του καλαμποκιού με τη διαφορά ότι τα φύλλα του σόργου έχουν 10%-30% μικρότερο μέγεθος (ανάλογα την ποικιλία) σε σχέση με του καλαμποκιού. Ο σπόρος του σόργου είναι καρύοψη στρογγυλός και πολύ μικρός.

Το βάρος 1000 σπόρων κυμαίνεται από 10 έως 50 γραμμάρια αναλόγως της ποικιλίας. (Το γλυκό σόργο έχει συνήθως μικρότερο σπόρο από το ινώδες.) Η ρίζα του σόργου είναι θυσανώδης, αυξάνεται έως την ανθοφορία και φτάνει έως τα 1,5-2 μέτρα σε βάθος. Ο βιολογικός κύκλος του σόργου κυμαίνεται από 4-8 μήνες αναλόγως την ποικιλία και τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Οι ασθένειες που προσβάλλουν το σόργο είναι οι σιδηροσκώλικες, το πράσινο σκουλήκι και η σεσάμια. Το γλυκό σόργο χαρακτηρίζεται από υψηλή περιεκτικότητα σε σάκχαρα των στελεχών του, ενώ το ινώδες έχει στελέχη με υψηλή περιεκτικότητα σε κυτταρίνες και ημικυτταρίνες. Η απόδοση του γλυκού και του ινώδους σόργου στην Ελλάδα εξαρτάται από την καλλιεργούμενη ποικιλία (πρώιμη ή όψιμη), την εποχή της σποράς, την άρδευση, την λίπανση, καθώς και από τις εδάφο-κλιματικές συνθήκες της κάθε περιοχής. Το δυναμικό παραγωγής του σόργου στην Ελλάδα είναι περί 13-14 τόνους/στρέμμα σε χλωρή και 3,5-4,5 τόνους/στρέμμα σε ξηρή βιομάζα αντίστοιχα ενώ οι συνηθέστερες αποδόσεις που έχουν καταγραφεί είναι 5-11 τόνους/στρέμμα σε χλωρή και 1,5-2,8 τόνους/στρέμμα σε ξηρή βιομάζα.

Τα υβρίδια του ινώδες σόργου προέρχονται από διασταύρωση του καρποδοτικού σόργου με το σόργο σαρωθοποιίας και τα στελέχη του έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε κυτταρίνες και ημικυτταρίνες[20].

Το γλυκό σόργο είναι ένα φυτό πλούσιο σε σάκχαρα και καλλιεργείται σε πολλά μέρη κυρίως για παραγωγή ζάχαρης. Μπορεί όμως να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή αιθανόλης μετά από ζύμωση των σακχάρων του αλλά και για την παραγωγή βιοαερίου. Η απόδοση σε αιθανόλη μιας καλλιέργειας γλυκού σόργου εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως :

1. Ο τύπος της γεωργικής καλλιέργειας
2. Η ποικιλία του φυτού
3. Η χρησιμοποιούμενη τεχνολογία
4. Το είδος της ζύμης που χρησιμοποιείται κ.ά.

Μια ενδεικτική τιμή της παραγόμενης αιθανόλης είναι 150 χλγ. ανά καλλιεργούμενο στρέμμα γλυκού σόργου. Η κυτταρινούχα μάζα του γλυκού σόργου μπορεί να χρησιμοποιηθεί για παραγωγή ενέργειας με καύση ή για την παραγωγή διαφόρων κυτταρινούχων προϊόντων μετά από κατάλληλη επεξεργασία και συμπίεση. Το κόστος καλλιέργειας του γλυκού σόργου περιλαμβάνει :

1. Το κόστος της γης
2. Το κόστος του νερού άρδευσης
3. Το κόστος της εργασίας
4. Το κόστος του μηχανολογικού εξοπλισμού
5. Λοιπές δαπάνες

Η καλλιέργεια του γλυκού σόργου και η παραγωγή αιθανόλης για καύσιμο ίσως αποτελέσει μία εναλλακτική προοπτική στο μέλλον για ένα τμήμα της Ελληνικής γεωργίας. Το γλυκό σόργο μπορεί άνετα να αποδώσει μέχρι και ένα τόνο βιοαιθανόλη το στρέμμα[12].

11.ΤΡΙΤΙΚΑΛΕ



ΕΙΚΟΝΑ 11.1.ΤΡΙΤΙΚΑΛΕ ΕΤΟΙΜΟ ΓΙΑ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ[14].

Τριτικάλε (trit uh kay lee) είναι ένα μικρό υβριδικό σιτάρι που παράγεται από διασταύρωση σιταριού και σίκαλης. Το όνομα συνδυάζει την επιστημονική ονομασία των δυο ειδών της καλλιέργειας δηλαδή του σιταριού (*Triticum*) και της σίκαλης (*Secale*)[17]. Το τριτικάλε είναι ένα ετήσιο φυτό προικισμένο με δυνατότητες που δεν διαθέτουν τα άλλα σιτηρά. Μπορεί να αξιοποιήσει καλύτερα τα οριακά περιβάλλοντα (όξινα, υποβαθμισμένα, ψυχρά, κλπ.) και να ανταγωνιστεί τα ζιζάνια λόγω αλληλοπάθειας, πολύ καλύτερα από τα υπόλοιπα σιτηρά[21]. Προσαρμόζεται καλά σε φτωχά εδάφη και έχει αντικαταστήσει τη σίκαλη σε χώρες όπως η Σουηδία. Η τριτικάλε είναι ένας συνδυασμός των δυνατοτήτων της υψηλής απόδοσης και την καλή ποιότητα των κόκκων σίτου μαζί με της ικανότητα της σίκαλης για να ανέχονται νόσους και περιβαλλοντικές αλλαγές. Έχει αποδειχθεί ότι ορισμένες ποικιλίες τριτικάλε έχουν ανώτερη αντοχή σε αβιοτικές σταυρωμένα πιέσεις, όπως η ξηρασία και το κρύο σε σχέση με το σιτάρι. Όταν γίνεται διασταύρωση σιταριού και σίκαλης, το σιτάρι χρησιμοποιείται ως θηλυκός γονέας ενώ η σίκαλη χρησιμοποιείται ως αρσενικός γονέας. Η προκύπτουσα υβριδικό τριτικάλε είναι στείρα και έτσι πρέπει να αντιμετωπίζεται με χημικά, (κολχικίνη) μια χημική ουσία αλκαλοειδές που διπλασιάζει τα χρωμοσώματα. Η θεραπεία αυτή βοηθάει στην αύξηση της γονιμότητας του υβριδικού οπότε να μπορέσει να αναπαραχθεί[23].

11.1. ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΤΡΙΤΙΚΑΛΕ

Η πρώτη μορφή του τριτικάλε αναπτύχθηκε το 1876 στη Σκωτία άλλα η ανάπτυξη του σε πλήρη κλίμακα άρχισε μόλις το 1930. Ακόμα και τότε οι επιστήμονες δεν ήταν σίγουροι αν η καλλιέργεια αυτή ήταν ικανή να χρησιμοποιηθεί για εμπορικούς σκοπούς . Μετά από λεπτομερή έρευνα και καινοτομία, η τριτικάλε ανακηρύχθηκε ιδανική για εμπορική παραγωγή κατά το έτος 1969[23]. Σήμερα, καλλιεργείται σε περισσότερες από 50 χώρες σε όλο τον κόσμο. Οι κυριότεροι παραγωγοί της τριτικάλε είναι η Πολωνία, η Γερμανία, η Γαλλία, η Αυστραλία, η Κίνα, και τη Λευκορωσία. Το 2005, σύμφωνα με τον Οργανισμό Τροφίμων και Γεωργίας, 31,5 εκατομμύρια τόνοι έχουν παραχθεί σε 28 χώρες σε όλο τον κόσμο, αρκετά μεγάλο κατόρθωμα για έναν κόκκο ακόμα στα σπάργανα[22].

11.2. ΤΥΠΟΙ ΤΡΙΤΙΚΑΛΕ

Οι δύο βασικές ποικιλίες τριτικάλε που διατίθενται στο εμπόριο είναι στο οι εξής:

Άνοιξη Τριτικάλε: Η Άνοιξη τριτικάλε είναι ανεκτική στην ξηρασία και αυτό το χαρακτηριστικό την καθιστά μια εξαιρετική μορφή καλλιέργειας σε σχέση με άλλες καλλιέργειες δημητριακών. Όσον αφορά το κριθάρι και βρώμη, η triticales άνοιξη αποτελούν μια εξαιρετική επιλογή, ιδιαίτερα σε ξηρές συνθήκες γης. Οι ποικιλίες της άνοιξης τριτικάλε, απαιτούν μεγαλύτερη καλλιεργητική περίοδο να ωριμάσει σε σύγκριση με το μαλακό σιτάρι. Η Άνοιξη τριτικάλε έχει το βάρος του πυρήνα 20% υψηλότερο από εκείνο του σιταριού. Ωστόσο, η άνοιξη τριτικάλε είναι πιο επιρρεπής σε βλάστηση σε συνθήκες λωρίδας, η οποία την θέτει ελαφρώς σε μειονεκτική θέση.

Χειμώνας Τριτικάλε: Σε σύγκριση με την άνοιξη, τριτικάλε, ο χειμώνας τριτικάλε χρειάζεται λιγότερο χρόνο για να ωριμάσει και να παρέχει μια πολύ υψηλή απόδοση. Ωριμάζει δύο με τρεις εβδομάδες νωρίτερα από την άνοιξη του τριτικάλε, υπό ορισμένες ζώνες του εδάφους. Μερικές φορές, ο χειμώνας τριτικάλε προστίθεται με κριθάρι και βρώμη και το μείγμα αυτό χρησιμοποιείται ως υψηλής ποιότητας καλλιέργεια ενσίρωσης[23].

Οποιαδήποτε καλλιέργεια για βιομηχανική χρήση της ενέργειας (για παράδειγμα, τη μετατροπή σε αιθανόλη) απαιτεί:

1. Απόδοση σε καρπό και την ανταγωνιστικότητα των τιμών με τους άλλους σπόρους.
2. Παχουλούς πυρήνες με ένα χαμηλό ποσοστό να λεπταίνει.
3. Υψηλή περιεκτικότητα σε άμυλο και τα ποσοστά μετατροπής σε αιθανόλη.
4. Μια αγορά για τα παραπροϊόντα.
5. Τακτοποίηση της εφοδιαστικής αλυσίδας σιτηρών.
6. Επαρκής φορολογικά μέτρα ή άλλα κίνητρα για την παραγωγή βιοκαυσίμων.

Από αυτά, είναι τα πρώτα πέντε κριτήρια ταχείας ικανοποίησης από τριτικάλε αυτή τη στιγμή. Συγκριτικές μελέτες των διαφόρων καλλιεργειών με διαφορετικές ποικιλίες τριτικάλε απέδειξαν ότι η βιολογική αξία των ποικιλιών τριτικάλε, είναι

συγκρίσιμη με τις πιο κατάλληλες ποικιλίες σίτου που προορίζεται για την επεξεργασία αιθανόλης[26].

11.3 ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΗΣ ΤΡΙΤΙΚΑΛΕ

Η Τριτικάλε χρησιμοποιείται στους ακόλουθους τομείς: Όντας μια καλή πηγή πολλών θρεπτικών συστατικών ζωτικής σημασίας, όπως φυτικές ίνες, ασβέστιο, πρωτεΐνες, θειαμίνη, επίσης πηγή σε επαρκή ποσά σημαντικών μετάλλων όπως το φώσφορο και το μαγγάνιο, και χαμηλή σε κορεσμένα λίπη, χοληστερόλη και νάτριο, χρησιμοποιείται ως δημητριακά πρωινού. Αλεύρι από τριτικάλε χρησιμοποιείται για την κατασκευή ψωμιού και άλλα είδη αρτοποιίας. Επίσης εκτός από τη χρήση της ως ζωοτροφή και καλλιέργειες ενσίρωσης, τα τελευταία χρόνια η καλλιέργειά της για την παραγωγή βιοαερίου και αιθανόλης είναι διαδεδομένη. [23]. Η Τριτικάλε έχει αποδειχθεί ότι είναι μια καλή πρώτη ύλη για την παραγωγή αιθανόλης και βιοαερίου, και γίνεται να χρησιμοποιηθεί επιτυχώς για το σκοπό αυτό στο εμπόριο. Εκτός από την εμπορική παραγωγή, ερευνητές στον Καναδά, τη Γερμανία, και η Λετονία έχουν δημοσιεύσει μελέτες που τεκμηριώνουν την καταλληλότητα της τριτικάλε για την παραγωγή αιθανόλης. Ερευνητές του Συμβουλίου Έρευνας στο Πανεπιστήμιο του Saskatchewan, διαπίστωσαν ότι ποσοστό ζύμωσης και απόδοσης για τριτικάλε, ήταν συγκρίσιμη με αυτή του σιταριού, και ότι τα λεπτά κατάλοιπα της διύλισης και οι κόκκοι απόσταξης που προέρχονται από τα δύο, είχαν συγκρίσιμη θρεπτική αξία. Ερευνητές στο Πανεπιστήμιο της Λετονίας κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η τριτικάλε και το σιτάρι ήταν οι πιο πολλά υποσχόμενες πρώτες ύλες για την παραγωγή αιθανόλης στη χώρα αυτή. Ερευνητές στο Πανεπιστήμιο του Hohenheim κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι με βάση την αιθανόλη, ανά εκτάριο της παραγωγής σιτηρών, η τριτικάλε ήταν ανώτερη από το σιτάρι και την σίκαλη[24].

12. REYGRASSES



ΕΙΚΟΝΑ 12.1.ΣΠΟΡΕΙΟ RYEGRASSES [3]

Ανήκει στο βασίλειο Plantae της οικογενείας Poaceae και του γένους *Lolium*. Η ryegrasses (μίσχοι) είναι όρθια και μπορεί να φθάσει το 1 έως 2 πόδια στο μήκος. Το φυτό είναι ένα χαμηλό σε ανάπτυξη, φουντωτό, άτριχο γρασίδι. Τα φύλλα είναι μάλλον σαρκώδη, σκούρα πράσινα, λεία και γυαλιστερά στην κάτω επιφάνεια και με εξέχοντες παράλληλες φλέβες στην επάνω επιφάνεια. Τα φύλλα είναι διπλωμένα κατά μήκος, σε οφθαλμό, με ισχυρή κεντρική καρίνα, δίνοντας μια επίπεδη εμφάνιση. Τα στελέχη μεγαλώνουν έως τα 90 εκατοστά έχοντας κόλπους. Η ταξιανθία είναι χωρίς διακλαδώσεις, με άνθη με εναλλασσόμενες πλευρές πλάγια για το στέλεχος. Κάθε μικρό στάχυ του πολυετές *Λόλιον* έχει μόνο ένα άχυρο, από την κάθε πλευρά, μακριά από το στέλεχος, χωρίς άγανα, σε αντίθεση με το *Λόλιον* το ιταλικό. Τα άνθη των φυτών έχουν ανοικτό κίτρινο χρώμα και εμφανίζονται από το Μάιο έως το Νοέμβριο. Το *Λόλιον* το πολυετές έχει ένα ινώδες ριζικό σύστημα, με παχιές κύριες ρίζες και λεπτότερα πλάγια κλαδιά[13]. Τα Ryegrasses (*Λόλιον*) είναι τα πιο ευρέως καλλιεργούμενα δροσερά χόρτα εποχής στον κόσμο. Έχουν πολλές επιθυμητές αγρονομικές ιδιότητες. Έχουν μια μακρά περίοδο ανάπτυξης, είναι υψηλής απόδοσης κάτω από ευνοϊκό περιβάλλον, όταν τροφοδοτείται με επαρκή θρεπτικά συστατικά, κατέχουν υψηλή περιεκτικότητα σε θρεπτικά συστατικά, και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για βοσκή, σανό ή ενσίρωση. Η Ryegrasses αναπτύσσεται καλύτερα σε γόνιμα, καλά στραγγιζόμενα εδάφη, αλλά μπορεί να καλλιεργηθεί και σε εδάφη όπου αυτά είναι πάρα πολύ υγρά σε ορισμένες περιόδους του έτους, για την ικανοποιητική ανάπτυξη των άλλων χόρτων. Το ποιο κατάλληλο περιβάλλον είναι το

υγρό και το δροσερό, όπου οι θερμοκρασίες δεν είναι ακραίες το χειμώνα ή το καλοκαίρι. Τα ryegrasses έχουν μικρή ανοχή ξηρασίας και πρέπει να αρδεύονται κατά τη διάρκεια ξηρών περιόδων για να διασφαλίσουν την επιβίωση. Η ανοχή των ryegrasses στην σκιά είναι καλή στα νότια κλίματα, όπου οι συνθήκες σκιάς εξαλείφουν την υπερβολική ζέση κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. Το Λόλιον το πολυετές επιβιώνει συχνά στα καυτά, ξηρά καλοκαίρια του Νότου σε μέτρια σκιασμένες περιοχές. Είναι γηγενείς στην Ευρώπη, την Ασία και τη Βόρεια Αφρική, αλλά καλλιεργείται σε όλο τον κόσμο. Πολλές ευρωπαϊκές χώρες έχουν κλίματα ιδανικά για την ryegrasses. Τα ryegrasses θεωρούνται υψηλής ποιότητας ζωοτροφές, χωνεύονται εύκολα, πράγμα το οποίο τα καθιστά κατάλληλα για όλα τα είδη των μηρυκαστικών. Ωστόσο, η ryegrasses σε σχέση με άλλα δροσερά χόρτα εποχής έχει αυξημένο χρόνο ξήρανσης και θα πρέπει να εξετάζεται πριν από τη χρήση της. Η χρήση της ryegrasses ως μέρος ενός συστήματος παραγωγής ζωοτροφών θα πρέπει να αξιολογηθεί προσεκτικά. Το Λόλιον δεν ταιριάζει σε κάθε γεωργική εκμετάλλευση, αλλά θα πρέπει να θεωρείται ως βιώσιμη επιλογή σε πολλά αγροκτήματα ειδικά εκείνα που περιλαμβάνουν βόσκηση, ως μέθοδο συγκομιδής[15]. Επίσης επειδή οι παραδοσιακές μορφές κτηνοτροφίας τείνουν να εκλείψουν για να μην εγκαταλειφθούν οι βοσκότοποι, βιώσιμη επιλογή είναι η καλλιέργεια του Λόλιον για την παραγωγή βιοαερίου. Η απόδοση σε βιοαέριο εξαρτάται από το είδος της καλλιέργειας, την τοποθεσία και την εποχή συγκομιδής

12.1. ΤΥΠΟΙ ΛΟΛΙΟΝ ΚΑΙ ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ

Τα δύο σημαντικότερα είδη Λόλιον είναι:

1. Λόλιον το ιταλικό (*Lolium multiflorum* Lam).
2. Λόλιον το πολυετές (*Lolium perenne* L.).

Παραδοσιακά, το Λόλιον το ιταλικό δεν επιβιώνει για περισσότερο από μία καλλιεργητική περίοδο στα βόρεια κλίματα. Έχει ένα τύπο ανάπτυξης σαν μάτσο, ψηλό, χαλαρό και φουντωτό γρασίδι με καλά φύλλα βλαστών, δεν έχει ριζώματα, και ανθίζει όλο το καλοκαίρι. Αναπτύσσεται γρήγορα και αυξάνεται εκ νέου πολύ γρήγορα μετά την κοπή. Αποδίδει καλύτερα σε μέτρια υγρά εδάφη με καλή δομή, πλούσια σε θρεπτικά συστατικά. Παράγει υψηλές αποδόσεις, με υψηλή διατροφική αξία, πλούσιο σε υδατάνθρακες και εύπεπτο. Είναι ευαίσθητο στους ψυχρούς ξηρούς χειμώνες.

Το Λόλιον το ιταλικό δεν συνιστάται ευρέως ως καλλιέργεια κτηνοτροφικών στα βόρεια κλίματα, επειδή οι διαθέσιμες ποικιλίες δεν θα επιβιώσουν τον χειμώνα. Το Λόλιον το πολυετές είναι επίσης ένας τύπος χόρτου σαν μάτσο αλλά σε γενικές γραμμές επιβιώνει για αρκετές καλλιεργητικές περιόδους στα βόρεια κλίματα. Σε αντίθεση με το Λόλιον το ιταλικό, το πολυετές Λόλιον απαιτεί μια περίοδο λήθαργου σε χαμηλές θερμοκρασίες πριν από την ανθοφορία και ως εκ τούτου παράγει σπόρους κανονικά μόνο μία φορά ανά έτος, κατά τα τέλη της άνοιξης. Ωστόσο, ερευνητές έχουν παρατηρήσει παραγωγή σπόρων από πολυετές Λόλιον κατά τα μέσα του

καλοκαιριού . Το Λόλιον το πολυετές μπορεί να αντέξει σε μεγάλη κακοδιαχείριση όπως η βοσκή και να παραμείνει παραγωγικό. Δυστυχώς, το πολυετές Λόλιον έχει αποδειχθεί ότι είναι ελαφρώς λιγότερο ανθεκτικό στα βόρεια κλίματα από ό, τι άλλο δροσερό εποχιακό ποώδες. Φυσικά έχουν παραχθεί υβρίδια από ιταλικό και πολυετές Λόλιον. Συχνά αναφέρεται ως «μικρή ryegrasses περιστροφής», σε αναγνώριση της έλλειψης διάρκειας σε σύγκριση με πολυετή Λόλιον. Επιπλέον, η ανθοφορία στην υβριδική ryegrasses, είναι παρόμοια με εκείνη των ιταλικών ειδών που δεν υπάρχει απαίτηση για λήθαργο πριν την ανθοφορία και έτσι συνεχίζει να βγάζει λουλούδια σποραδικά σε όλη την καλλιεργητική περίοδο. Η Bison, ένα υβριδικό Λόλιον, έχει δοκιμαστεί στα βόρεια κλίματα και ωριμάζει κατά την άνοιξη περίπου 10 ημέρες αργότερα από ότι η Grimalda. Στο πλαίσιο του ιταλικού και των πολυετών ειδών του Λόλιον, υπάρχουν δύο βασικές ομάδες, η διπλοειδή και η τετραπλοειδή. Η διάκριση μεταξύ των δύο ομάδων, είναι με βάση τον αριθμό των χρωμοσωμάτων σε κάθε κύτταρο των φυτών. Στο κύτταρο του διπλοειδή Λόλιον κάθε χρωμόσωμα είναι παρόν δύο φορές. Ωστόσο, στα κύτταρα του τετραπλοειδή ryegrasses, κάθε χρωμόσωμα διπλασιάζεται και είναι παρών τέσσερις φορές. Τετραπλοειδής πολυετή ryegrasses έχουν μεγαλύτερα φύλλα, λιγότερες αλλά μεγαλύτερες φρέζες, και είναι πιο κατάλληλα για παραγωγή μίγματος ψυχανθών από την διπλοειδή ομάδα του πολυετές ryegrasses. Τα τετραπλοειδή, έχουν υψηλότερο το ποσοστό των σακχάρων στα κτηνοτροφικά, από τα διπλοειδή, γεγονός που εξηγεί την μεγαλύτερη πεπτικότητα τους και την προτίμησή τους σε βόσκηση από τα διπλοειδή. Τόσο οι σπόροι όσο και τα φυτά των ποικιλιών των τετραπλοειδών, είναι μεγαλύτερα, αλλά η ανάπτυξη, η εμφάνιση και η επιμονή είναι συχνά μεγαλύτερη για τις ποικιλίες των διπλοειδών [15]. Σε όλον τον κόσμο υπάρχουν περίπου δώδεκα είδη, αλλά μόνο το ιταλικό και το πολυετές Λόλιον καλλιεργούνται ευρέως.

ΕΙΔΗ:

Τα εξής γίνονται αποδεκτά ως ευδιάκριτα είδη:

Edwardii Lolium

Lolium canariense - Ryegrass Κανάριων νήσων

Multiflorum Lolium - Ιταλικό ryegrass

Parabolicae Lolium

Lolium perenne - Αιώνιο ryegrass

Persicum Lolium - Περσικό ryegrass ή περσικό darnel

Rigidum Lolium - Δύσκαμπτο darnel, Ryegrass Wimmera

Siculum Lolium

Temulentum Lolium - Darnel, Darnel δηλητηρίων [10]

ΣΥΝΩΝΥΜΑ:

Darnel δηλητηρίων (Temulentum Lolium)

Ambiguum Lolium = Multiflorum Lolium

Lolium annuum = Temulentum Lolium

Arundinaceum Lolium = Arundinacea Festuca

Berteronianum Lolium = Temulentum Lolium

Brasilianum Lolium = Lolium perenne

Lolium canadense = Lolium perenne

Lolium crassiculme = Rigidum Lolium

Cuneatum Lolium = Temulentum Lolium

Dorei Lolium = Persicum Lolium

Giganteum Lolium = Gigantea Festuca

Lolium gracile = Temulentum Lolium

Lolium lepturoides = Rigidum Holmium subsp. lepturoides

Marschallii Lolium = Lolium perenne

Lolium pratense = Pratensis Festuca

Remotum Lolium = Temulentum Lolium subsp. remotum

Romanum Lolium = Multiflorum Lolium

Scabrum Lolium = Multiflorum Lolium

Subulatum Lolium = Rigidum Lolium subsp. lepturoides

Lolium teres = Rigidum Lolium subsp. lepturoides

Trabutii Lolium = Rigidum Lolium[10]

Το αιώνιο ryegrasses στις νέες βελτιωμένες ποικιλίες του έχει ποιο βελτιωμένα χαρακτηριστικά και είναι και ποιο ανθεκτικό στις ασθένειες και στο κρύο από ποιο παλιά είδη. Η συνιστώμενη ημερομηνία σποράς είναι 2 έως 4 εβδομάδες πριν από τον μέσο όρο της πρώτης ημερομηνίας παγετού. Σε προετοιμασμένα σπορεία, τα Λόλιον μπορούν να φυτευτούν 10 έως 12 εβδομάδες πριν από τον μέσο όρο πρώτης ημερομηνίας παγετού και τα ποσοστά σποράς μπορεί να μειωθούν σε προετοιμασμένα σπορεία σε 3 με 5 κιλά, ανά 1.000 τετραγωνικά πόδια. Το φυτώριο πρέπει να διατηρηθεί υγρό για 10-14 ημέρες μετά τη φύτευση για να επιτευχθεί η

μέγιστη βλάστηση. Μετά από 2 εβδομάδες πρέπει να μειωθεί η συχνότητα ποτίσματος σε ένα, ως αναγκαία βάση. Χρησιμοποιείται μείγμα λιπάσματος πριν από τη φύτευση σε ένα ποσοστό της τάξης του 0,5 της λίβρας του αζώτου ανά 1.000 τετραγωνικά πόδια. Στην συνέχεια διαλύματα αζωτούχων λιπασμάτων εφαρμόζονται σε διαστήματα 3 εβδομάδων μέχρι την επιθυμητή ανάπτυξη κάλυψης. Η απαίτηση της ryegrasses σε άζωτο είναι σχετικά υψηλή κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Σε αλκαλικά εδάφη όπου η παρουσία σιδήρου μπορεί να είναι περιορισμένη, μηνιαίες εφαρμογές του σιδήρου βελτιώνει σε μεγάλο βαθμό το χρώμα της ryegrasses. Τα έντομα και ασθένειες είναι σοβαρά παράσιτα της ryegrasses. Το φθινόπωρο, κατά την φύτευσή της, ασθένειες που προκαλούνται από σποριόφυτο Pythium, Rhizoctonia και Fusarium είναι προβλήματα. Η κηλίδωση των φύλλων, και η σκουριά είναι πιθανά προβλήματα κατά την άνοιξη. Οι τακτικές προληπτικές εφαρμογές των μυκητοκτόνων που απαιτούνται βελτιώνουν την ποιότητα της ryegrasses. Το σκούρο πράσινο χρώμα της χλόης προσελκύει τις πεταλούδες που γεννούν τα αυγά αυτών των εντόμων. Σπορά της ryegrasses με ένα όσπριο το εμπλουτίζει με άζωτο. Μια εξέταση του εδάφους είναι ο καλύτερος οδηγός για τη σωστή λίπανση. Η ryegrasses ανταποκρίνεται πολύ καλά στην αζωτούχο λίπανση που είναι πολύ σημαντική για την οικονομική παραγωγή. Σπορά μείγματος ryegrasses και ενός όσπριου μειώνει την ανάγκη για αζωτούχο λίπανσης[34].

13. ΑΓΡΙΑΓΚΙΝΑΡΑ



ΕΙΚΟΝΑ 13.1.ΦΥΤΕΙΑ ΑΓΡΙΑΓΚΙΝΑΡΑΣ[52]

Η αγριαγκινάρα (λατινικά *Cynara cantunculus*, Αγγλικά *Cardoon* ή *Spanish artichoke*) είναι ένα πολυετές (10-12 χρόνια) βαθύρριζο φυτό Μεσογειακής προέλευσης, καλά προσαρμοσμένο στις ξερικές συνθήκες της Ν. Ευρώπης. Το ύψος του φυτού μπορεί να φτάσει μέχρι 3 μετρά. Η εγκατάσταση της καλλιέργειας γίνεται με σπορά. Η ανάπτυξη της αρχίζει με τις πρώτες βροχές του φθινόπωρου και συνεχίζεται εκμεταλλεζόμενη τις βροχές του χειμώνα και της άνοιξης μέχρι τις αρχές του καλοκαιριού όταν η υγρασία του εδάφους μειωθεί σε πολύ χαμηλά επίπεδα. Τότε το υπέργειο τμήμα του φυτού αποξηραίνεται και μπορεί να συγκομισθεί την περίοδο Ιουνίου-Αυγούστου. Με τις πρώτες βροχές του Οκτωβρίου παρατηρείται και πάλι ταχεία ανάπτυξη της αγριαγκινάρας που μέσα σε λίγες ημέρες θα έχει και πάλι καλύψει πλήρως το έδαφος. Λόγω του γεγονότος ότι η αγριαγκινάρα είναι η ίδια ισχυρό ζιζάνιο (εισβολέας) δεν επιτρέπει την ανάπτυξη άλλων ζιζανίων, ενώ σε μακροχρόνια πειράματα δεν εμφανίστηκαν ασθένειες και εχθροί του φυτού, και έτσι η καλλιέργεια της μπορεί να επιτευχθεί χωρίς τη χρήση φυτοφαρμάκων. Επίσης, η αγριαγκινάρα λόγω του πλούσιου ριζικού της συστήματος που εκμεταλλεύεται άριστα τους εδαφικούς πόρους, χρειάζεται λιγότερα άζωτο. Η αγριαγκινάρα εκμεταλλεύεται άριστα τις χειμερινές βροχές και δίνει υψηλές αποδόσεις χωρίς άρδευση. Η απόδοση σε ξηρή ουσία κυμαίνεται από 1200-1600 κιλά σε μη αρδευόμενα χωράφια ενώ με 2-3 αρδεύσεις από τα μέσα Απριλίου μερί το τέλος Μαΐου (στην περίοδο αυτή η διαθεσιμότητα νερού είναι υψηλή σε πολλές περιοχές)

οι αποδόσεις λυμαίνονται από 2.000-2.500 κιλά ξηρής ουσίας ανά στρέμμα, ενώ συχνά οι στρεμματική απόδοση φτάνει και τα 3.000 κιλά. Σε αντίθεση με άλλες καλλιέργειες, η καλλιέργεια της αγριαγκινάρας έχει πολύ μικρό κόστος παραγωγής. Επίσης πρέπει να αναφερθεί η συμβολή της καλλιέργειας στην αύξηση της γονιμότητας των εδαφών (εμπλουτισμός τους με οργανική ουσία, δημιουργία καλής δομής), και την προστασία της διάβρωσης εδαφών, της νιτρορύπανσης και απομάκρυνση του κινδύνου της ερημοποίησης [38].

13.1.ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΑΓΓΡΙΑΓΚΙΝΑΡΑ

Από τη βιομάζα της αγριαγκινάρας μπορεί να παραχθεί μια ευρύτατη γκάμα ενεργειακών προϊόντων με καύση, πυρόλυση, υγροποίηση ή αεριοποίηση της βιομάζας. Έτσι μπορούν να παραχθούν όλων των ειδών τα βιοκαύσιμα (στερεά-υγρά-αέρια).

Υγρά βιοκαύσιμα: Παραγωγή από την αγριαγκινάρα 2^{ης} γενιάς βιοντήζελ μέσω τεχνολογιών Fischer-Tropsch και 2^{ης} γενιάς κυτταρινική βιοαιθανόλη μέσω ενζυματικής υδρόλυσης της κυτταρίνης και ημικυτταρίνης σε σάκχαρα και αλκοολικής ζύμωσης αυτών.

Αέρια βιοκαύσιμα: Παραγωγή βιοαερίου και βιο-υδρογόνου από αγριαγκινάρα. Η παραγωγή βιοαερίου γίνεται με μεθανική ζύμωση της βιομάζας και τελικό προϊόν της αναερόβιας μετατροπής της κυτταρίνης είναι μεθάνια και CO₂. Η όλη διεργασία γίνεται σε δυο αντιδραστήρες με τη βοήθεια μίγματος καλλιεργειών μικροοργανισμών (υδρολυτικά βακτήρια ή ενζυμα και μεθανογόνα βακτήρια). Η παραγωγή υδρογόνου γίνεται με βιολογική ή θερμοχημική μετατροπή. Στην πρώτη περίπτωση χρησιμοποιούνται βακτήρια ενώ κατά τη θερμοχημική μετατροπή γίνεται ανθρακοποίηση και αεριοποίηση της βιομάζας της αγριαγκινάρας.

Στερεά βιοκαύσιμα: Η βιομάζα της αγριαγκινάρας μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε απευθείας για καύση και παραγωγή θερμότητας ή ηλεκτρισμού, είτε να μετατραπεί σε στερεά μορφοποιημένα βιοκαύσιμα(πελλέτες και μπριγκέτες) κατόπιν συμπίεσης[38].

14. ΣΤΟΧΟΙ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΑΙΚΗΣ ΕΝΩΣΗΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Η χρήση των στερεών καύσιμων μετατρέπει τον άνθρακα που είναι αποθηκευμένος για εκατομμύρια έτη στο φλοιό της γης και τον απελευθερώνει ως διοξείδιο του άνθρακα(CO₂) στην ατμόσφαιρα. Το διοξείδιο του άνθρακα προκαλεί αύξηση της παγκόσμιας θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας δεδομένου ότι είναι το κυριότερο από τα αέρια του φαινομένου του θερμοκηπίου[46]. Τα Ηνωμένα Έθνη αποφάσισαν να χρησιμοποιήσουν τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ως μέτρο μείωσης των αερίων του φαινομένου του θερμοκηπίου. Σύμφωνα με την οδηγία 2001/77/ΕΚ «Για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας» ένας ενδεικτικός στόχος τέθηκε για την Ελλάδα. Σύμφωνα με αυτήν τέθηκαν ενδεικτικοί εθνικοί στόχοι κάλυψης από Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ως ποσοστό της ακαθάριστης κατανάλωσης ενέργειας έως το έτος 2010 για τα κράτη μέλη. Για την Ελλάδα ο στόχος αυτός ήταν 20.1 % (συμπεριλαμβανομένων των μεγάλων υδροηλεκτρικών έργων) ενώ για την Ευρώπη όταν 22%.Αξίζει να σημειωθεί ότι ο στόχος της οδηγίας αυτής έρχεται σε συμφωνία με τις διεθνείς δεσμεύσεις και ειδικότερα το πρωτόκολλο του Κιότο το οποίο υπεγράφη το 1997 στα πλαίσια της Σύμβασης - Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για τις κλιματικές μεταβολές (σύμφωνα με το πρωτόκολλο του Κιότο η Ευρωπαϊκή Ένωση δεσμεύτηκε να πετύχει την περίοδο 2008-2012 μείωση ανθρωπογενών εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου κατά 8% σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990 και στην Ελλάδα δόθηκε η δυνατότητα της μέγιστης επιτρεπόμενης αύξησης της τάξης του 25%)[46]. Η Ευρώπη το 1992 έκανε αναθεώρηση της κοινής της αγροτικής πολιτικής, κατά την οποία δίνεται η δυνατότητα καλλιέργειας ενεργειακών φυτών, σε εκτάσεις γης που βρίσκονται σε αγρανάπαυση. Το 2003 η Ευρωπαϊκή Επιτροπή υιοθέτησε την Οδηγία 2003/30ΑΕ για την προώθηση των βιοκαυσίμων, θέτοντας ως στόχο [44] έως το 2010 αντικατάσταση του 5,75 επί του συνόλου της βενζίνης και του πετρελαίου ντίζελ που διατίθεται προς χρήση στις μεταφορές από βιοκαύσιμα[45]. Στόχοι της Ε.Ε. για το 2020 είναι η αύξηση του μεριδίου συμμετοχής των εναλλακτικών καυσίμων στην παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας στο 20%, από 12% που ήταν έως το 2010 και η μείωση των εκπομπών του αερίου του θερμοκηπίου κατά 20% και αντικατάσταση επί του συνόλου της βενζίνης και του πετρελαίου ντίζελ που χρησιμοποιείται στις μεταφορές με 10% από βιοκαύσιμα[45].

15.ΤΟ ΒΙΟΑΕΡΙΟ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Στην Ελλάδα, τα κατά έτος διαθέσιμα γεωργικά και δασικά υπολείμματα ισοδυναμούν ενεργειακά με 3 – 4.000.000 τόνους πετρελαίου, ενώ το δυναμικό των ενεργειακών καλλιεργειών μπορεί, με τα σημερινά δεδομένα, να ξεπεράσει άνετα εκείνα των γεωργικών και δασικών υπολειμμάτων. Το ποσό αυτό αντιστοιχεί ενεργειακά στο 30–40 % της ποσότητας του πετρελαίου που καταναλώνεται ετησίως στην χώρα μας. Από πρόσφατη απογραφή, έχει εκτιμηθεί ότι το σύνολο της άμεσα διαθέσιμης βιομάζας στην Ελλάδα, συνίσταται από 7.500.000 περίπου τόνους υπολειμμάτων γεωργικών καλλιεργειών (σιτηρών, αραβόσιτου, βαμβακιού, καπνού, ηλίανθου, κλαδοδεμάτων, κληματίδων, πυρηνόξυλο κ.α.), καθώς και από 2.700.000 τόνους δασικών υπολειμμάτων υλοτομίας (κλαδιά, φλοιοί κ.α.)[48]. Στα επόμενα χρόνια, ενεργειακό «χρυσορυχείο», με μηδενικό κόστος ύλης, και πολλαπλά οφέλη για την απασχόληση και το περιβάλλον θα μπορούσαν αποτελέσουν οι κτηνοτροφικές μονάδες στη Βόρεια Ελλάδα, συμπεριλαμβανομένων Ηπείρου και Θεσσαλίας : το δυναμικό παραγωγής βιοαερίου από απόβλητα ζώων μεταφρασμένο σε μεγαβάτ (MW) ηλεκτροπαραγωγής, εκτιμάται ότι ξεπερνά τα 86 MW αντίστοιχο με εκείνο τριών μικρών υδροηλεκτρικών σταθμών. Το μεγαλύτερο δυναμικό εντοπίζεται στην Κ. Μακεδονία (δυνητική παραγωγή 33MW από βοοειδή και 2MW από χοίρους) ενώ ακολουθούν Αν. Μακεδονία – Θράκη (συνολικά 16MW), Θεσσαλία (15MW), Δ. Μακεδονία (10MW) και Ήπειρος (10MW) σύμφωνα με πρώτη εκτίμηση του υπάρχοντος δυναμικού (Κων/νος Αθανασίου Ινστ. Τεχνικής Χημικών Διεργασιών στο ΕΚΕΤΑ). Η ποσότητα βιοαερίου(Θωμάς Κωστόπουλος Α.Π.Θ.), που μπορεί να παραχθεί με την αναερόβια επεξεργασία αποβλήτων μόνο από αγελάδες γαλακτοπαραγωγής στη Β. Ελλάδα, θα μπορούσε να τροφοδοτήσει μονάδες συμπαραγωγής συνολικής ισχύος 50MW, με μέση ετήσια παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος 170.000 Mwh (μεγαβατώραν) και θερμικής ενέργειας 195.000 Mwh ποσότητες ικανές να καλύψουν τις ετήσιες ανάγκες σε ηλεκτρικό ρεύμα 34.000 κατοίκων και σε θέρμανση περίπου 10.000 νοικοκυριών. Αντιστοίχως το θεωρητικό ενεργειακό δυναμικό των βορειοελλαδικών χοιροτροφικών μονάδων, με συντηρητική εκτίμηση, ανέρχεται (Κωστόπουλος) στις 202.615Mwh/ετησίως, ηλεκτρικής ενέργειας και στις 233.787Mwh/ετησίως θερμικής ενέργειας (χωρίς να λαμβάνεται υπόψη και στις δύο περιπτώσεις, το ενεργειακό δυναμικό των αποβλήτων σφαγείων)[48]. Στη χώρα μας το βιοαέριο παράγεται κυρίως από την επεξεργασία αστικών λυμάτων (χωματερές, βιολογικοί καθαρισμοί, κ.α.)[8]όπως:

1. Ο σταθμός των Άνω Λιοσίων είναι από τους μεγαλύτερους σε καύσιμο βιοαέριο παγκοσμίως με δυνατότητα παροχής 8.000 κυβικών μέτρων βιοαερίου την ώρα και παραγωγής ηλεκτρισμού ισχύος 13MW και θερμότητας 16MW.
2. Το εργοστάσιο συμπαραγωγής βιολογικού καθαρισμού στα Γιάννενα. Το παραγόμενο βιοαέριο χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας κάλυψης των αναγκών του εργοστασίου και θερμικής ενέργειας για τη διαδικασία του βιολογικού καθαρισμού των λημμάτων. Το πλεόνασμα βιοαερίου καίγεται για να μην απελευθερωθεί στην ατμόσφαιρα[50].

και από την επεξεργασία αγροτικών αποβλήτων[8]:

1. Η ΦΑΡΜΑ ΧΗΤΑΣ Α.Ε. στο Ν.ΑΡΤΑΣ με εγκατάσταση βιοαερίου 1MW κτηνοτροφικής μονάδας 2000 χοιρομητέρων στη Φιλιππιάδα.
2. Η εισηγμένη βιομηχανία ΚΡΕ.ΚΑ ΑΕ. νωπού και κατεψυγμένου κρέατος με νέα εγκατάσταση μονάδας αναερόβιας επεξεργασίας στην Πέρνη, παραγωγής βιοαερίου 675 κυβικών/ημέρα, ηλεκτρικής ενέργειας 1400kwh/ημέρα και θερμικής 2275kwh/ημέρα, με πρώτη ύλη απόβλητα σφαγείου, κοπριές, λάσπες και νερό βιολογικού καθαρισμού (και τρίτων).
3. Η Βιομηχανία τροφίμων ΖΑΝΑΕ με έδρα τη Θεσσαλονίκη έχει μονάδα βιοαερίου από αναερόβια βιολογική επεξεργασία υγρών αποβλήτων.
4. Η γαλακτοβιομηχανία ΤΥΡΑΣ στα Τρίκαλα παράγει ενέργεια από λύματα τυρόγαλου. Παράγει βιοαέριο που στη συνέχεια μετατρέπεται σε ενέργεια που καλύπτει έως το 70% των ενεργειακών αναγκών της γαλακτοβιομηχανίας[48].



ΕΙΚΟΝΑ 15.1.ΜΟΝΑΔΑ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ[55]

Σήμερα με:

1. Το θεσμικό πλαίσιο και την εναρμόνισή του με την κοινοτική νομοθεσία ιδιαίτερα με τον κανονισμό (ΕΚ) 1774/2002 (Άρθρο 15), για την έγκριση μονάδων παραγωγής βιοαερίου και μονάδων λιπασματοποίησης.
2. Των οικονομικών εργαλείων με το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα του ΚΠΣ <Ανταγωνιστικότητα>, τον νέο Αναπτυξιακό Νόμο 2601, τη χρηματοδότηση της Ε.Ε. για προγράμματα ΑΠΕ, όπως «Ευφυής Ενέργεια για την Ευρώπη» (2007-2013), το Έβδομο Πρόγραμμα Πλαίσιο για την Έρευνα (2007-2013) το σύστημα τιμολόγησης για την ηλεκτροπαραγωγή Α.Π.Ε. σύμφωνα με τον Ν.3468/2006 και
3. Των κοινωνικοοικονομικών συνθηκών όπως η ενημέρωση και ευαισθητοποίηση της κοινής γνώμης για το περιβάλλον και η επερχόμενη απελευθέρωση της ενεργειακής αγοράς (ως γνωστόν από την 1/1/2005

σύμφωνα με τις συμβατικές τις υποχρεώσεις η Ελλάδα έπρεπε να εξασφαλίσει στους εμπορικούς καταναλωτές τη δυνατότητα επιλογής για την αγορά ηλεκτρικού ρεύματος εκτός της ΔΕΗ και άλλων παραγωγών και από το Μάρτιο του 2007 έπρεπε να εξασφαλίσει εναλλακτικούς προμηθευτές και για τον οικιακό καταναλωτή) έχουν αλλάξει σημαντικά τα δεδομένα έτσι ώστε το μέλλον να εμφανίζεται ευοίωνο με την ενεργειακή αξιοποίηση του βιοαερίου στην Ελλάδα[4].

16. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

1. Με την αξιοποίηση των φυτικών και ζωικών υπολειμμάτων αφενός μεν αποφεύγεται το οικονομικό και περιβαλλοντικό κόστος μεταφοράς, αποθήκευσης και ανεξέλεγκτης καύσης τους, αφ'ετέρου δε, με την κάλυψη αναγκών σε θερμότητα, ηλεκτρισμό και την παραγωγή και χρήση των προϊόντων που προκύπτουν (βιοαέριο, βιοκαύσιμα, κομπόστ, ζωικές τροφές κ.α.) εξοικονομούμε σημαντικά ποσά ενέργειας και άλλων χρήσιμων υλών όπως είναι τα λιπάσματα και οι ζωοτροφές. Με αυτόν τον τρόπο η βιομάζα λειτουργεί ως μια εναλλακτική, ανανεώσιμη πηγή ενέργειας που συντελεί στην μείωση του κόστους παραγωγής των αγροτικών προϊόντων.
2. Οι εφαρμογές της βιομάζας εξυπηρετούν απόλυτα τις βασικές αρχές ανάπτυξης του αγροτικού χώρου. Η ανανεωσιμότητα των φυσικών πόρων και η ενεργειακή αυτονομία είναι κεντρικοί άξονες μιας αειφόρου πολιτικής όταν πραγματοποιούνται συστηματικά στη βάση του χωροταξικού σχεδιασμού των αγροτικών περιοχών.
3. Ο αγροτικός χώρος και ιδιαίτερα οι χρήσεις της βιομάζας αποτελούν κρίσιμα πεδία για την επίτευξη του στόχου που έχει θέσει η Ευρωπαϊκή Ένωση για τις ΑΠΕ το 2020: να καλύψουν ποσοστό 20% της ακαθάριστης ενεργειακής ζήτησης.
4. Οι εφαρμογές βιομάζας δίνουν τη δυνατότητα για δημιουργία νέων θέσεων εργασίας στην περιφέρεια και για αύξηση των αγροτικών εισοδημάτων επιδρώντας παράλληλα, θετικά, στην προστασία του περιβάλλοντος. Η αξιοποίηση των γεωργικών και δασικών υπολειμμάτων αλλά ιδιαίτερα η ανάπτυξη των ενεργειακών καλλιεργειών θα προκαλέσουν τη δημιουργία τοπικών μονάδων διύλισης ή και καύσης βιομάζας τονώνοντας τους τομείς της οικονομίας, της απασχόλησης και της καινοτομίας στην περιφέρεια. Οι ενεργειακές καλλιέργειες πρέπει να γίνει αντιληπτό ότι αποτελούν τη διέξοδο του Έλληνα αγρότη. Είναι το μέλλον της ελληνικής γεωργίας[11].

17.ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- (1) ΕΛΚΕΠΑ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΤΗΤΑΣ. ΤΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΤΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΚΑΙ ΔΑΣΙΚΩΝ ΥΠΟΠΡΟΙΟΝΤΩΝ (έρευνα στον ελληνικό χώρο) Μ. ΑΠΟΣΤΟΛΑΚΗ – Σ. ΚΥΡΙΤΣΗ – Χ. ΣΟΥΤΕΡ
- (2) ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΒΙΟΜΑΖΑ Οικονομική και Πολιτική προσέγγιση Μελέτη του Ο.Ο.Σ.Α Μετάφραση και Επιστημονική επιμέλεια: Αικ. Ζανάκη, Γ.Βαβίζος ΑΘΗΝΑ 1989 ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΤΗΤΑΣ
- (3) <http://www.palaugrup.com/>
- (4) http://library.tee.gr/digital/kdth/kdth_3460/kdth_3460_zafiris.pdf και www.cres.gr
- (5) http://www.envima.gr/el/biogas_plants/pws_leitourgei_mia_monada
- (6) www.idas.gr
- (7) www.technicalreview.gr
- (8) http://www.econ3.gr/readmore.php?article_id
- (9) www.ingrees.com
- (10) <http://wikipedia.qwika.com/en2el/Ryegrass>
- (11) ΒΙΟΜΑΖΑ: ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗ ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΙΩΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΑΓΡΟΤΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ Ανδρέας Στοϊμενίδης, Θωμάς Κωτσόπουλος, Γεράσιμος Μαρτζόπουλος
- (12) ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ ΓΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΤΟΥ ΓΙΑΝΝΗ ΒΟΥΡΔΟΥΜΠΑ ΧΗΜΙΚΟΥ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ
- (13) http://en.wikipedia.org/wiki/Lolium_perenne
- (14) <http://no.wikipedia.org/wiki/Fil:Triticale.jpg>
- (15) <http://www.farminfo.org/forage/ryegrass.htm>
- (16) http://kathreptismichalis.blogspot.com/2011/07/blog-post_11.html
- (17) http://www.agmrc.org/commodities__products/grains__oilseeds/triticale.cfm
- (18) <http://www.e-enimerosi.gr/article/11440/>
- (19) http://library.tee.gr/digital/m2067/m2067_kakatsios.pdf
- (20) ΝΙΚΟΣ ΔΑΝΑΛΑΤΟΣ:ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΓΕΩΡΓΙΑΣ Π.Θ. - ΣΩΤΗΡΗΣ ΑΡΧΟΝΤΟΥΛΗΣ:ΓΕΩΠΟΝΟΣ.ΜΣC-ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ-ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ-ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ-ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ-ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑΣ ΦΥΤΩΝ-ΟΔΗΓΟΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΩΝ ΦΡΟΝΤΙΔΩΝ(ΑΠΟ ΙΣΤΟΣ. <http://www.scribd.com/doc/16713591>)

- (21) <http://www.kilkisblogs.gr/Agrotica/2011>
- (22) <http://www.kashi.com/articles/triticale>
- (23) <http://www.agriculturalproductsindia.com/cereals-pulses/cereals-triticale.html>
- (24) http://www.resourceseeds.com/Library/Triticale/TriMark/Triticale_Grain_for_Ethanol
- (25) http://www.journaldatabase.org/articles/production_bioethanol_from_triticale.html
- (26) [http://www1.agric.gov.ab.ca/\\$department/deptdocs.nsf/all/fcd10568](http://www1.agric.gov.ab.ca/$department/deptdocs.nsf/all/fcd10568)
- (27) http://www.ethanolproducer.com/article.jsp?article_id=3613
- (30) <http://www.eurofarm.gr/katalogos.pdf>
- (31) <http://www.kozani.gr/gea/biokausima.html>
- (32) http://www.paseges.gr/portal/cl/tn/GrainCrops_Seeds/co/0cccbe77-c0cd-4667-9825-96e10a7ada44
- (33) <http://www.epirusbiosis.gr/content/view/34/66/lang,el/>
- (34) <http://plantanswers.tamu.edu/turf/publications/ryegrass.html>
- (35) http://library.tee.gr/digital/m2067/m2067_stoimenidis.pdf
- (36) ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΑ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ.Κ.ΚΙΤΤΑΣ, Θ.ΓΕΜΤΟΣ, Σ.ΦΟΥΝΤΑΣ, Θ.ΜΠΑΡΤΖΑΝΑΣ. Από ιστοσελίδα:http://library.tee.gr/digital/kdth/kdth_3460_kittas.pdf
- (37) ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΥΓΡΩΝ ΚΑΙ ΣΤΕΡΕΩΝ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ. ΚΑΠΕ ΚΕΝΤΡΟ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.www.cres.gr και στην ιστοσελίδα: <http://www.bioenergia.gr/>
- (38) http://bioenergynews.Blogspot.com/2008/05/blog-post_18.html.ΠΗΓΗ ΤΟΥ ΑΡΘΡΟΥ ΕΙΝΑΙ ΤΟ ΣΥΓΓΡΑΜΑ ΤΟΥ ΚΑΘΗΓΗΤΗ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ Κ. Ν. ΔΑΝΑΛΑΤΟΥ
- (39) ΣΙΟΥΛΑΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ.ΒΙΟΑΕΡΙΟ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.ΚΑΠΕ.http://www.big-east.eu/downloads/fr-reports/ANNEX%203-4_WP2_D2.2_Summary%20Report%20Greece-Greek.pdf
- (39) <http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%>
- (40) www.pasepelip.gr.-ΔΡ.ΔΗΜ.ΑΝΑΛΟΓΙΔΗΣ ΘΡΕΨΗ ΚΑΙ ΛΙΠΑΝΣΗ ΑΡΑΒΟΣΙΤΟΥ
- (41) www.mt-energie.com/gr/egkatastaseis-paragogis-bioaerioy
- (42) www.moa.gov.cy ΔΡ.ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΥ-ΤΟ ΕΝΣΙΡΩΜΑ ΚΑΙ ΤΑ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ
- (43) <http://vddb.laba.lt/fedora/get>. BIOLOGINIŲ KONSERVUOJANČIŲJŲ PRIEDŲ SILOSUOJAMOJE ŽOLĖJE

- (44) <http://vivliothmmy.ee.auth.gr> - ΔΡΙΤΣΑΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ-ΚΟΓΙΟΥ ΠΑΡΘΕΝΑ-ΧΡΗΣΗ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΩΝ ΣΤΟΝ ΤΟΜΕΑ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ
- (45) <http://www.cys.org.cy/applications> - ΔΡ.ΚΑΛΛΙΓΕΡΟΣ ΣΤΑΜΑΤΗΣ-ΒΙΟΜΑΖΑ ΚΑΙ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΑ
- (46) <http://www.big-east.eu/downloads> - ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ
- (47) http://imarinakis.webs.com/biomass_energy.htm
- (48) http://www.cres.gr/energy-saving/images/pdf/biomass_guide.pdf
- (49) <http://www.agri.gr/site/afieromata/eidiko-thema-energeiako-xrisorixeio-stis-ktinotrofikes-monades-tis-boreias-elladas.html>
- (50) <http://www.physics4u.gr/energy/biomass.html>
- (51) <http://econstruct.weebly.com/betaiotaomicronmu940zetaalpha.html>
- (52) <http://www.ethnos.gr/entheta.asp?catid=23353&subid=2&pubid=63467219>
- (53) <http://www.lemvigbiogas.com/BiogasHandbookGR.pdf>
- (54) <http://www.autev-engineering.eu/portal/...html>
- (55) http://www.edpenergy.com/index.php?option=com_content&view

