

ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ ΓΕΩΡΓΙΚΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ "ΔΗΜΗΤΡΑ"
Προγράμματα Συμπληρωματικής Εκπαίδευσης

Με τη χρήση καινοτόμων μεθόδων εξ αποστάσεως εκπαίδευσης

ΟΝΟΜΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

Κλιματική αλλαγή – Αξιοποίηση αποβλήτων, παραπροϊόντων

ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ IV:

Συμβουλές στο γεωργικό τομέα σχετικά με δράσεις που μετριάζουν το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής και προωθούν την προσαρμογή της γεωργίας

Συγγραφική ομάδα

Δρ. Αράπογλου Δ. (Συντονιστής), Δρ. Διαμαντοπούλου Π., Δρ. Δούπης Γ., Δρ. Ευθυμιάδου Σ., Δρ. Καββαδίας Β., Δρ. Καρατζιά Μ.Α., Δρ. Κοτσάμπαση Β., Δρ. Μάρκου Γ., Δρ. Μελλίδου Ι., Δρ. Μιχόπουλος Π., Δρ. Μυλωνά Φ., Δρ. Ντότας Β., Δρ. Συμεών Γ., Δρ. Τούλιος Λ., Δρ. Τσάμπαλλα Α., Δρ. Χαριστός Λ., Δρ. Χριστοδούλου Β.

ΣΥΜΒΟΥΛΕΣ ΣΤΟ ΓΕΩΡΓΙΚΟ ΤΟΜΕΑ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΔΡΑΣΕΙΣ ΠΟΥ ΜΕΤΡΙΑΖΟΥΝ ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ ΚΑΙ ΠΡΩΘΟΥΝ ΤΗΝ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΓΕΩΡΓΙΑΣ.....	4
ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ.....	4
ΠΡΟΣΔΟΚΩΜΕΝΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	4
ΈΝΝΟΙΕΣ ΚΛΕΙΔΙΑ	5
ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ.....	5
1. ΔΡΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟ ΜΕΤΡΙΑΣΜΟ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ Ή ΤΗΝ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΓΕΩΡΓΙΑΣ ΣΕ ΑΥΤΗ.....	6
1.1 ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΣΤΗΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ	6
1.1.1 Τι είναι κλιματική αλλαγή.....	6
1.1.2 Άμεσες επιδράσεις στη φυτική παραγωγή	7
1.1.3 Δράσεις για τον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής στη φυτική παραγωγή	8
1.1.4 Νομοθεσία της προστασίας των υπόγειων και επιφανειακών υδάτων από τη νιτρορύπανση γεωργικής προέλευσης	11
1.2 ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ ΣΤΗ ΖΩΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ.....	16
1.2.1 Άμεσες επιδράσεις	16
1.2.2 Επιδράσεις της Ζωικής Παραγωγής στην κλιματική αλλαγή.....	18
1.2.3 Στρατηγικές προσαρμογής της Ζωικής Παραγωγής	18
http://www.fao.org/3/a-i8098e.pdf (Livestock solutions for climate change – FAO).....	21
https://unfccc.int/resource/docs/2012/smsn/ngo/194.pdf (Livestock production and climate change).....	21
http://www.humanesociety.org/assets/pdfs/farm/hsus-the-impact-of-animal-agriculture-on-global-warming-and-climate-change.pdf (The Impact of Animal Agriculture on Global Warming and Climate)	21
1.2.4 Μέτρα μείωσης του περιβαλλοντικού αποτυπώματος της Ζωικής Παραγωγής	21
1.2.5 Δράσεις για το μετριασμό της κλιματικής αλλαγής στη μελισσοκομία.....	23
1.3 Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΓΙΑ ΤΑ ΦΥΤΑ	27
2. ΜΕΙΩΣΗ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΚΑΙ ΑΜΜΩΝΙΑΣ ΑΠΟ ΤΙΣ ΓΕΩΡΓΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ.....	29
2.1 Μέτρα για την μείωση των εκπομπών από την αποθήκευση και εφαρμογή της υγρής κοπριάς	31
2.2 Μέτρα για την μείωση εκπομπών υποξειδίου του αζώτου (N₂O) από τη χρήση αζωτούχων λιπασμάτων	32
2.2.1. Εφαρμογή λιπασμάτων	32
α) Ποσότητες N _{ουχου} λιπάσματος.....	32

β) Βελτίωση της σύνθεσης αζωτούχων λιπασμάτων	33
γ) Βελτίωση του χρόνου λίπανσης	33
δ) Βελτίωση της μεθόδου εφαρμογής λιπασμάτων αζώτου	33
ε) Ισχύον θεσμικό πλαίσιο σχετικά με τη παραγωγή των λιπασμάτων	33
2.2.2. Άλλα καλλιεργητικά μέτρα	34
α) Καλλιέργειες κάλυψης και χλωρής λίπανσης	34
β) Επιλογή καλλιέργειας	34
γ) Βελτιωμένη διαχείριση άρδευσης: χρονοδιάγραμμα, δόση εφαρμογής και μέθοδος εφαρμογής.	35
δ) Μειωμένη κατεργασία εδάφους	35
2.3 Μέτρα για την μείωση των εκπομπών CO₂	36
2.3.1 Διαχείριση κλαδεμάτων με καταστροφή	36
2.3.2 Διαχείριση κλαδεμάτων με θρυμματιστή κλαδιών	36
2.3.3 Κομποστοποίηση των ελαιοκλαδεμάτων	37
2.3.4 Εμπλουτισμός ζιζανιοχλωρίδας-χλωρή λίπανση	39
2.4 Διαχειριστικές επεμβάσεις για τη συγκράτηση του άνθρακα στα δασικά εδάφη.	40
2.4.1 Παράγοντες που επηρεάζουν τη δέσμευση άνθρακα στα δασικά εδάφη	40
2.4.2 Επεμβάσεις σε επίπεδο συστάδας	41
3. ΧΡΗΣΗ ΥΠΟΠΡΟΪΟΝΤΩΝ, ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ, ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΛΟΙΠΩΝ ΠΡΩΤΩΝ ΥΛΩΝ, ΕΚΤΟΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ, ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΣΚΟΠΟΥΣ ΤΗΣ ΒΙΟΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ	43
3.1. Βιοοικονομία	43
3.2 Χρήση υποπροϊόντων στη διατροφή των αγροτικών ζώων.....	45
3.3 Ισχύον νομοθετικό πλαίσιο διάθεσης – διαχείρισης αποβλήτων.....	55
3.3.1 Σχετικά με την επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων αστικών λυμάτων στην άρδευση γεωργικών καλλιεργειών	55
3.3.2. Σχετικά με την διάθεση ιλύος από αστικά απόβλητα στην γεωργία	55
3.3.3. Σχετικά με την διάθεση πτηνο-κτηνοτροφικών λυμάτων στην άρδευση	56
3.3.4. Σχετικά με την διάθεση ιλύος από πτηνο-κτηνοτροφικά απόβλητα στην γεωργία.....	56
3.3.5. Σχετικά με την διάθεση ιλύος στη γεωργία από διυλιστήρια για παραγωγή πόσιμου νερού	56
3.3.6. Σχετικά με τη διάθεση αποβλήτων ελαιοτριβείων στη γεωργία	57
3.3.7. Σχετικά με το θέμα «καύση καλαμιάς»	57
3.3.8 Σχετικά με τη προσαρμογή της γεωργίας στη κλιματική αλλαγή.	57
3.3.9 Σχετικά με τη μείωση εκπομπών αερίων θερμοκηπίου από τη γεωργία.	58
3.3.10 Σχετικά με αέριους ρύπους (δηλαδή πέραν του φαινομένου του θερμοκηπίου)	58
3.4 Χρήση υποπροϊόντων σε εφαρμογές εντάσεως κεφαλαίου.....	59
3.4.1 Βιοαέριο	59
3.4.2 Χρήση υποπροϊόντων, αποβλήτων, υπολειμμάτων στην παραγωγή προϊόντων υψηλής προστιθέμενης αξίας.....	62
α. Ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του μανιταριού <i>Lentinula edodes</i>	64
β. Ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του μανιταριού <i>Ganoderma</i>	65

Συμβουλές στο γεωργικό τομέα σχετικά με δράσεις που μετριάζουν το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής και προωθούν την προσαρμογή της γεωργίας.

Σκοπός της Διδακτικής Ενότητας

Ο σκοπός της παρούσας διδακτικής ενότητας είναι η εξοικείωση των εκπαιδευομένων με τους ορισμούς, τις απαιτήσεις, τις κατευθυντήριες γραμμές, σχετικά με «φιλικές στο περιβάλλον» δράσεις για τον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής που βρίσκουν εφαρμογή τόσο στην τρέχουσα ΚΑΠ (πχ. σωστή εφαρμογή του μέτρου 10 του προγράμματος ΠΑΑ 2014-2020 «Γεωργοπεριβαλλοντικά και κλιματικά μέτρα») όσο και στους Στρατηγικούς Στόχους της επόμενης Κοινής Γεωργικής Πολιτικής 2023-2027 (π.χ. Πυλώνες 1 Προγράμματα για το Κλίμα και το Περιβάλλον (Οικολογικά Προγράμματα))..

Τελικός σκοπός του παρόντος προγράμματος κατάρτισης είναι η εκπαίδευση ικανών και επιστημονικά ελεγμένων συμβούλων ώστε να παρέχουν άρτιες, τεκμηριωμένες και εφαρμόσιμες λύσεις στα σύγχρονα προβλήματα των Ελλήνων παραγωγών.

Απώτατος στόχος αυτής της δράσης είναι ο εξορθολογισμός και η αναδιάρθρωση της ελληνικής γεωργικής παραγωγής με βάση τις αρχές της βιοοικονομίας και της κυκλικής οικονομίας.

Προσδοκώμενα Αποτελέσματα

Με το πέρας της εκπαίδευσης, οι καταρτιζόμενοι σύμβουλοι θα έχουν κατανοήσει τις βασικές αρχές για την προσαρμογή της γεωργίας στα νέα δεδομένα της κλιματικής αλλαγής, και θα είναι σε θέση να καθοδηγούν αποτελεσματικά τους παραγωγούς προς αυτή την κατεύθυνση. Στην Διδακτική Ενότητα γίνεται εκτενής αναφορά στην προσαρμογή της φυτικής

και ζωικής παραγωγής στα νέα δεδομένα της κλιματικής αλλαγής, καθώς και στην μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου από τις γεωργικές δραστηριότητες. Επίσης, οι καταρτιζόμενοι σύμβουλοι θα εκπαιδευτούν στην διαχείριση και την αξιοποίησή των σημαντικότερων υποπροϊόντων της αγροτοβιομηχανίας, που αποσκοπεί στην μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος. Τέλος θα κατανοήσουν τους τρόπους με τους οποίους τα τελικά προϊόντα αποκτούν προστιθέμενη αξία (π.χ. αξιοποίηση αγροτοβιομηχανικών παραπροϊόντων για παραγωγή μανιταριών, βιοαερίου κλπ.).

Έννοιες Κλειδιά

- Κλιματική αλλαγή
- Βιοοικονομία
- Υποπροϊόντα αγροτοβιομηχανίας
- Στρατηγικές διαχείρισης
- Προστασία περιβάλλοντος

Εισαγωγικές Παρατηρήσεις

Σκοπός της παρούσης διδακτικής ενότητας είναι να παρουσιαστούν με κατανοητό αλλά και δομημένο τρόπο δράσεις σχετικά με τον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής και την βιοοικονομία. Για τον σκοπό αυτό, στο πρώτο μέρος γίνεται παρουσίαση δράσεων για την μείωση της επίδρασης της φυτικής και ζωικής παραγωγής στο περιβάλλον. Στο δεύτερο μέρος γίνεται εκτενής αναφορά σε μέτρα μείωσης των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου (CO_2 , N_2O), και τη συγκράτηση άνθρακα στο έδαφος. Τέλος στο τρίτο μέρος σχολιάζεται η χρήση των υποπροϊόντων της αγροτοβιομηχανίας στην διατροφή των αγροτικών ζώων, στην παραγωγή προϊόντων υψηλής προστιθέμενης αξίας, καθώς και για την παραγωγή βιοαερίου. Μετά την ολοκλήρωση της διδακτικής ενότητας, οι γεωργικοί σύμβουλοι θα είναι σε

θέση, αυτόνομα και αποτελεσματικά να εισάγουν και να παρακολουθούν δράσεις για την προσαρμογή του γεωργικού τομέα στην κατεύθυνση της αειφόρου διαχείριση των φυσικών πόρων, της προσαρμογής και τη μείωσης των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής..

1. ΔΡΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟ ΜΕΤΡΙΑΣΜΟ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ Ή ΤΗΝ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΓΕΩΡΓΙΑΣ ΣΕ ΑΥΤΗ.

1.1 ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΣΤΗΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ

1.1.1 Τι είναι κλιματική αλλαγή

Με τον όρο κλιματική αλλαγή αναφερόμαστε στις μεταβολές του παγκόσμιου κλίματος, οι οποίες προκαλούνται από αλλαγές των μετεωρολογικών συνθηκών που διαρκούν για μεγάλα χρονικά διαστήματα, όπως η αύξηση των χερσαίων και θαλάσσιων θερμοκρασιών και οι σημαντικές μεταβολές του ύψους και της κατανομής των βροχοπτώσεων ανάλογα με το γεωγραφικό πλάτος. Ειδικότερα, στην κλιματική αλλαγή αποδίδονται η άνοδος της μέσης στάθμης των θαλασσών, η ενίσχυση των ακραίων κλιματικών φαινομένων (καύσωνες, ξηρασίες, πλημμύρες) ως συνέπεια της αυξανόμενης κλιματικής μεταβλητότητας, ειδικά σε υποτροπικά και τροπικά πλάτη, αλλά και η παρατεταμένη περίοδος ανομβρίας όπως παρατηρείται στη λεκάνη της Μεσογείου και σε μερικές τροπικές και υποτροπικές περιοχές. Κι ενώ η αλλαγή του κλίματος μπορεί επιδράσει θετικά στη γεωργική παραγωγή, όπως για παράδειγμα μέσω της επιμήκυνσης των καλλιεργητικών περιόδων, οι περισσότερες συνέπειες από μεταβολές στο κλίμα είναι αρνητικές, όπως για παράδειγμα οι υψηλές θερμοκρασίες, η αυξημένη ξηρασία, αλατότητα του εδάφους κ.α, με αποτέλεσμα τη μείωση της παραγωγής και της προσόδου.

http://ec.europa.eu/environment/eir/pdf/report_el_el.pdf (Επισκόπηση της εφαρμογής της περιβαλλοντικής πολιτικής της ΕΕ 2019 Έκθεση χώρας – ΕΛΛΑΔΑ)

<http://www.wwf.gr/images/pdfs/WWF-NOMOreport-2017-Final16Oct2018.pdf>

Η περιβαλλοντική νομοθεσία στην Ελλάδα. WWF. Ετήσια έκθεση 2018.

Εικόνα 1 . Κλιματική αλλαγή.

1.1.2 Άμεσες επιδράσεις στη φυτική παραγωγή

Η άνοδος της θερμοκρασίας θα οδηγήσει σε θερμική καταπόνηση τη φυτική παραγωγή, ενώ η μείωση των καλοκαιρινών βροχοπτώσεων θα επηρεάσει δραστικά τα αποθέματα νερού και θα επιφέρει ξηρασία, ελαττώνοντας τη στάθμη του υδροφορέα και τον ρυθμό αναπλήρωσης των υπόγειων υδάτων. Ως εκ τούτου, θα προκύψει αύξηση της αλατότητας του νερού, αλλά και ενίσχυση των προβλημάτων που προκαλούνται από την παρουσία παθογόνων μικροοργανισμών στα υδάτινα ρεύματα.

Στα φυτά, η θερμική καταπόνηση προκαλεί αύξηση της ρευστότητας των κυτταρικών μεμβρανών με αποτέλεσμα να δημιουργούνται προβλήματα στη διαπερατότητα και τις καταλυτικές ιδιότητές τους. Παράλληλα, γίνεται μετουσίωση των πρωτεϊνών με επίπτωση στη δομή και δράση τους. Επιπρόσθετα, η θερμική καταπόνηση επηρεάζει αρνητικά τη φωτοσύνθεση, ενώ δημιουργούνται προβλήματα και σε άλλες λειτουργίες όπως για παράδειγμα στη ροή των ηλεκτρονίων και τη φωσφορυλίωση. Η καταστολή της φωτοσύνθεσης έχει ως συνέπεια τη μείωση της μετατροπής της προσλαμβανόμενης ηλιακής ενέργειας σε φωτοχημική ενέργεια και το φθορισμό της χλωροφύλλης. Παράλληλα, από τις υψηλές θερμοκρασίες επηρεάζεται και η αναπνοή των φυτών, με μικρότερη ωστόσο ευαισθησία σε σχέση με τη φωτοσύνθεση.

Σημειώνεται ότι η κλιματική αλλαγή έχει συνεργιστική επίδραση σε αβιοτικές καταπονήσεις. Έτσι εκτός από τη θερμική καταπόνηση λόγω των υψηλών θερμοκρασιών, συχνά παρατηρείται και ξηρασία λόγω των μειωμένων βροχοπτώσεων. Η προσαρμογή των φυτών σε έναν συνδυασμό διαφορετικών αβιοτικών καταπονήσεων είναι διαφορετική από τον εγκλιματισμό των φυτών στις διαφορετικές αβιοτικές καταπονήσεις όταν αυτές ενσκήπτουν μεμονωμένα. Έτσι λοιπόν, η θερμότητα από μόνη της προκαλεί άνοδο της θερμοκρασίας των φύλλων και μεγάλη αύξηση της στοματικής

αγωγιμότητας, ενώ η ξηρασία είναι περισσότερο ανασταλτική στη φωτοσύνθεση και στο άνοιγμα των στομάτων. Ο συνδυασμός ξηρασίας και θερμότητας προκαλεί σημαντική άνοδο της θερμοκρασίας των φύλλων, η οποία θα μπορούσε να είναι θανατηφόρα για το φυτό.

Ειδικότερα για τα δέντρα, τα ακραία καιρικά φαινόμενα και ειδικά οι παρατεταμένες περίοδοι ξηρασίας και υψηλών θερμοκρασιών επηρεάζουν άμεσα τον βιολογικό κύκλο (φυσιολογία και φαινολογία). Έτσι, επηρεάζεται η διαφοροποίηση των οφθαλμών, η ανθοφορία, η καρπώδεση και εν γένει η παρεννιαυτοφορία.

Οι υψηλές θερμοκρασίες λόγω κλιματικής αλλαγής αναμένεται επίσης να επηρεάσουν σημαντικά τις βιοκοινότητες παθογόνων οργανισμών και εντόμων. Ειδικότερα για ορισμένα έντομα, η αύξηση των θερμοκρασιών έχει ως συνέπεια την αύξηση της επιβίωσης των μολυσμάτων των διαχειμαζόντων ειδών, επηρεάζοντας σημαντικά την κατανομή αυτών των ειδών. Κατά συνέπεια, εξαιτίας των υψηλών θερμοκρασιών (όταν αυτές συνυπάρχουν με επαρκή σχετική υγρασία εδάφους/αέρα), τα έντομα έχουν ταχύτερους ρυθμούς ανάπτυξης, ενώ παράλληλα επιμηκύνεται και η περίοδος προσβολών. Αντιλαμβάνεται κανείς ότι μια τέτοια αύξηση του πληθυσμού των παθογόνων θα έχει καταστροφικές συνέπειες στη φυτική παραγωγή, ενώ ταυτόχρονα θα απαιτούνται και μεγαλύτερες ποσότητες χημικών για την αντιμετώπισή τους. Ωστόσο, θα πρέπει να τονιστεί εδώ, ότι για αρκετά έντομα όπως ο δάκος της ελιάς, ο συνδυασμός υψηλών θερμοκρασιών και η παρατεταμένη ξηρασία μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική μείωση του πληθυσμού τους.

1.1.3 Δράσεις για τον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής στη φυτική παραγωγή

Στα πλαίσια της αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής έχουν προταθεί πολλές δράσεις προσαρμογής και μείωσης των επιπτώσεων, τόσο σε επίπεδο ΕΕ όσο και εθνικό. Γενικότερα, η ΕΕ τονίζει ότι οι γεωργοί πρέπει να προσαρμοστούν στις προκλήσεις που προκύπτουν από την κλιματική αλλαγή και να επιδιώκουν δράσεις μετριασμού (mitigation) και προσαρμογής (adaptation) σε αυτή. Αυτό βέβαια δεν είναι καθόλου εύκολο και απαιτείται

συνεχής κατάρτιση και ενημέρωση για τα διαθέσιμα εργαλεία και τις μεθόδους. Ως δράσεις μετριασμού ορίζονται οι δράσεις που έχουν την δυνατότητα να περιορίσουν τις συνέπειες της κλιματικής αλλαγής, ενώ ως δράσεις προσαρμογής ορίζονται οι δράσεις που μειώνουν την ζημιά που προκαλείται από αυτές τις συνέπειες.

Το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας στα πλαίσια της εθνικής στρατηγικής για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή (<http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=303>), καθόρισε τις παρακάτω δράσεις στον τομέα της γεωργίας:

- I. Πρόσκτηση καινοτόμου γνώσης και διάδοσή της στους εκπαιδευτές και τους τελικούς αποδέκτες.
- II. Προώθηση του σχεδιασμού των περιφερειών με βάση τα επίπεδα τρωτότητας και τα νέα δεδομένα.
- III. Θεσμοθέτηση ή βελτίωση των υφισταμένων συστημάτων καταγραφής (monitoring) κρίσιμων παραμέτρων, με βάση τη νέα γνώση σχετικά με τις επιδράσεις της κλιματικής αλλαγής στις συνιστώσες του παραγωγικού συστήματος.
- IV. Θεσμοθέτηση ή βελτίωση υφιστάμενων συστημάτων καταγραφής κρίσιμων παραμέτρων με βάση τη νέα γνώση σχετικά με τις επιδράσεις της κλιματικής αλλαγής στις συνιστώσες του παραγωγικού συστήματος για την κτηνοτροφία.
- V. Αειφόρος διαχείριση φυσικών πόρων με: (α) μέτρα αειφόρου διαχείρισης εδαφικών πόρων, (β) μέτρα αειφόρου διαχείρισης υδατικών πόρων και (γ) μέτρα αειφόρου διαχείρισης βοσκοτόπων.
- VI. Αλλαγές στο βιολογικό υλικό και στις καλλιεργητικές τεχνικές. Εδώ περιλαμβάνονται τα μέτρα για: (α) την κατανόηση των μηχανισμών συμπεριφοράς των φυτών σε συνθήκες έλλειψης νερού, αυξημένης θερμοκρασίας και αυξημένης συγκέντρωσης διοξειδίου του άνθρακα, (β) τη δημιουργία νέων ποικιλιών ανθεκτικών στις αβιοτικές καταπονήσεις με αξιοποίηση του εγχώριου γενετικού υλικού, (γ) τις αλλαγές στις καλλιεργητικές τεχνικές και στην επιλογή των

καλλιέργειών λόγω αυξημένων θερμοκρασιών και (δ) την επιλογή και ανάδειξη τοπικού γενετικού υλικού (ποικιλίες, πληθυσμοί κτλ) κατάλληλου για καλλιέργεια σε συγκεκριμένες περιοχές υπό συνθήκες κλιματικής αλλαγής.

VII. Διαχείριση κινδύνων από καταστροφές λόγω κλιματικής αλλαγής.

Παρακάτω αναφέρονται ενδεικτικά γεωργικές πρακτικές που περιορίζουν τις αρνητικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, εκμεταλλεύονται καλύτερα τους διαθέσιμους πόρους και ενισχύουν τη βιωσιμότητα της γεωργίας:

- Μειωμένη κατεργασία εδάφους, φυτικά επιστρώματα, και διατήρηση της οργανικής ουσίας: Θα πρέπει να αποφεύγεται η καύση των φυτικών υπολειμμάτων που έχει ως αποτέλεσμα την απελευθέρωση στην ατμόσφαιρα αερίων θερμοκηπίου. Αντιθέτως, τα φυτικά υπολείμματα (που είναι απαλλαγμένα από ασθένειες) μπορούν να αξιοποιηθούν τόσο ως πηγές θρεπτικών στοιχείων όσο και ως εδαφοβελτιωτικά δηλαδή ως μέσο εμπλουτισμού του εδάφους με οργανική ουσία (αποθήκευση άνθρακα). Επιπρόσθετα, καλύπτοντας το έδαφος με τα υπολείμματα της καλλιέργειας, μειώνεται και η ανάγκη προσθήκης αγροχημικών στο έδαφος, περιορίζεται η ανάπτυξη ζιζανίων και διατηρείται η εδαφική υγρασία για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα.
- Χρήση καλής ποιότητας αρδευτικού νερού και τεχνικής άρδευσης: Θα πρέπει να χρησιμοποιείται νερό καλής ποιότητας με χαμηλές συγκεντρώσεις αλάτων καθώς η εξάτμιση του νερού θα έχει ως αποτέλεσμα την εμφάνιση κηλίδων στα φύλλα, μειώνοντας την ποιότητα του παραγόμενου προϊόντος στην περίπτωση των φυλλωδών λαχανικών. Επίσης, θα πρέπει να εφαρμόζονται αποτελεσματικά συστήματα άρδευσης, όπως το σύστημα καταιωνισμού, για μείωση της θερμοκρασίας των υπαίθριων καλλιεργειών. Τα μέτρα αυτά αποσκοπούν στην ορθολογικότερη χρήση των διαθέσιμων υδατικών πόρων που αναμένεται να μειωθούν λόγω της κλιματικής αλλαγής.

- Χρήση κατάλληλου γενετικού υλικού: Η δημιουργία ποικιλιών ανθεκτικών στις αβιοτικές καταπονήσεις μέσω της βελτίωσης μπορεί να βοηθήσει στην παραγωγή ποικιλιών με καλύτερη προσαρμογή στις μεταβαλλόμενες κλιματικές συνθήκες όπως οι υψηλές θερμοκρασίες και η έλλειψη νερού. Επίσης, η χρήση τοπικών ποικιλιών οι οποίες είναι πολύ καλά προσαρμοσμένες στο τοπικό περιβάλλον και στις τοπικές κλιματικές συνθήκες, αποτελεί ένα ακόμα στρατηγικό μέτρο καλύτερης αξιοποίησης των διαθέσιμων πόρων. Εναλλακτικά, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ποικιλίες με μειωμένο βιολογικό κύκλο.
- Μειωμένη κατεργασία του εδάφους για περιορισμό της διάβρωσης και καταστροφής της οργανικής ουσίας: Έχει διαπιστωθεί ότι το όργωμα οδηγεί σε αρκετές περιπτώσεις στην υποβάθμιση της ποιότητας του εδάφους, καθώς οδηγεί σε μείωση της συγκέντρωσης θρεπτικών συστατικών και σε επιδείνωση της διάβρωσης. Ως εκ τούτου, η ελαχιστοποίηση της διατάραξης του εδάφους θα συμβάλλει θετικά στην μείωση της διάβρωσης και της υποβάθμισής του.

1.1.4 Νομοθεσία της προστασίας των υπόγειων και επιφανειακών υδάτων από τη νιτρορύπανση γεωργικής προέλευσης

Το βασικό εργαλείο πολιτικής για την αντιμετώπιση του προβλήματος της νιτρορύπανσης στη Χώρα μας είναι η Οδηγία 91/676/ΕΟΚ «για την προστασία των υπόγειων και επιφανειακών υδάτων από τη νιτρορύπανση γεωργικής προέλευσης» και το θεσμικό πλαίσιο που απορρέει από αυτήν. Το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης & Τροφίμων / Διεύθυνση Περιβάλλοντος, Χωροταξίας & Κλιματικής Αλλαγής έχει συναρμοδιότητα στην εφαρμογή της μαζί με την Ειδική Γραμματεία Υδάτων (ΕΓΥ) του Υπουργείου Περιβάλλοντος & Ενέργειας (ΥΠΕΝ - πρώην ΥΠΕΚΑ), που είναι η επισπεύδουσα αρχή. Ωστόσο, οι γεωργικές πρακτικές που προτείνονται σε αυτό είναι δυνατό να αναγνωριστεί ότι αποφέρουν εν γένει σημαντικά περιβαλλοντικά οφέλη (μείωση διάβρωσης, μείωση εκπομπών αερίου θερμοκηπίου κ.ά.)

Πίνακας 1. Περιοχές χαρακτηρισμένες ως ευπρόσβλητες στα νιτρικά γεωργικής προέλευσης περιοχές (ZEN).

Το θεσμικό πλαίσιο αποτελείται από:

- 1) Την αριθ. 16190/1335/1997 (ΦΕΚ Β' 519) ΚΥΑ, με την οποία έγινε η ενσωμάτωση της Οδηγίας στο εθνικό δίκαιο.
- 2) Τον Κώδικα Ορθής Γεωργικής Πρακτικής (ΚΟΓΠ) για την Προστασία των Νερών από τη Νιτρορύπανση Γεωργικής Προέλευσης, που εγκρίθηκε με την αριθ. 1420/82031/2015 (ΦΕΚ Β' 1709) ΥΑ, και καταργεί την αριθ. 85167/820/06.04.2000 (ΦΕΚ Β' 477) ΥΑ. Ο ΚΟΓΠ τροποποιήθηκε με την αριθ. 2001/118518/2015 (ΦΕΚ Β' 2359) ΥΑ.

Ο ΚΟΓΠ, έχει ισχύ σε ολόκληρη τη χώρα και παρότι έχει κατά βάση εθελοντικό χαρακτήρα, περιλαμβάνει μια σειρά διατάξεων οι οποίες είναι αυστηρά απαγορευτικές. Οι απαγορεύσεις αφορούν:

- τον τρόπο εφαρμογής των αζωτούχων λιπασμάτων καθώς και των επεξεργασμένων υγρών ή στερεών κτηνοτροφικών αποβλήτων αποκλειστικά σε εδαφικούς αποδέκτες ή σε εγκαταστάσεις επεξεργασίας,
- την τήρηση ελάχιστων αποστάσεων από επιφανειακούς υδάτινους όγκους, καθώς και από υδροληψίες υπόγειου νερού, όταν γίνεται λίπανση με λιπάσματα ή κτηνοτροφικά απόβλητα,
- την τήρηση ελάχιστων αποστάσεων από υδάτινους όγκους, καθώς και από υδροληψίες υπόγειου νερού, για την εγκατάσταση χώρων αποθήκευσης λιπασμάτων και κτηνοτροφικών αποβλήτων
- την τήρηση μέγιστου ορίου ποσότητας αζώτου από κτηνοτροφικά απόβλητα με την οποία εφοδιάζονται τα εδάφη,
- την υποχρεωτική επεξεργασία των κτηνοτροφικών αποβλήτων,
- την απαγόρευση εφαρμογής επεξεργασμένων κτηνοτροφικών αποβλήτων αλλά και αζωτούχων λιπασμάτων όταν υπάρχουν δυσμενείς καιρικές ή

- εδαφικές συνθήκες (πχ. σε παγωμένα, πλημμυρισμένα και κορεσμένα εδάφη, όταν πνέει ισχυρός άνεμος ή υπάρχει πρόβλεψη βροχόπτωσης),
- συγκεκριμένο τρόπο εφαρμογής λιπασμάτων και κτηνοτροφικών αποβλήτων σε εδάφη με κλίση > 8%,
 - την τήρηση μέγιστου ορίου ποσότητας αζώτου από κτηνοτροφικά απόβλητα με την οποία εφοδιάζονται τα εδάφη (250 κιλά για όλη τη Χώρα και 170 κιλά για τις χαρακτηρισμένες ως ZEN - Ζώνες Ευπρόσβλητες στη Νιτρορύπανση - περιοχές), είτε κατά την εφαρμογή επεξεργασμένων αποβλήτων είτε κατά την απόθεση από τα ίδια τα βόσκοντα ζώα.
- 3) Τις αποφάσεις χαρακτηρισμού περιοχών ως ευπρόσβλητων στη νιτρορύπανση ζωνών (ZEN). Οι αποφάσεις αυτές, που φαίνονται στο συνημμένο πίνακα, εκδίδονται από την Ειδική Γραμματεία Υδάτων (ΕΓΥ) του ΥΠΕΝ σε συνεργασία με τα συναρμόδια υπουργεία, μεταξύ των οποίων και το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων. Τα στοιχεία που χρησιμοποιούνται για το χαρακτηρισμό μιας περιοχής ως ZEN είναι αφενός τυχόν αυξημένες τιμές νιτρικών στα υπόγεια και επιφανειακά ύδατα της συγκεκριμένης περιοχής, με βάση τις μετρήσεις των σταθμών που αποτελούν το δίκτυο παρακολούθησης υπόγειων και επιφανειακών υδάτων, αφετέρου τα αποτελέσματα της ανάλυσης ανθρωπογενών πιέσεων στη λεκάνη απορροής όπου ανήκει κάθε υδατικό σύστημα, στο πλαίσιο των Σχεδίων Διαχείρισης Λεκανών Απορροής Ποταμών (ΣΔΛΑΠ).
- 4) Οι Κοινές Υπουργικές Αποφάσεις που αποτελούν τα Προγράμματα Δράσης (ΠΔ) στις περιοχές ZEN. Τα ΠΔ, που φαίνονται στο συνημμένο πίνακα, αποτελούν ένα σύνολο κανόνων – υποχρεώσεων όλων των παραγωγών των οποίων οι εκμεταλλεύσεις βρίσκονται στις εν λόγω περιοχές. Τα ΠΔ εκπονούνται με μέριμνα της ΕΓΥ. Έχουν ως κορμό τον ΚΟΓΠ αλλά περιλαμβάνουν και επιπλέον υποχρεωτικά μέτρα (μαζί με ελέγχους και κυρώσεις), προσαρμοσμένα στα ιδιαίτερα εδαφοκλιματικά, μετεωρολογικά, υδρογεωλογικά και καλλιεργητικά δεδομένα κάθε περιοχής όπου ευρίσκεται η κάθε ZEN , όπως:

- την τήρηση συγκεκριμένης λιπαντικής αγωγής ανά καλλιέργεια,
- τη θέσπιση περιόδων απαγόρευσης της λίπανσης με βάση τον κίνδυνο απορροής ή κατείσδυσης κυρίως λόγω βροχόπτωσης ή εδαφολογικών χαρακτηριστικών

Με την. αριθ. ΥΠΕΝ/ΓρΕΓΥ/38552/265/25.04.2019 (ΦΕΚ Β' 1496) Κοινή Υπουργική Απόφαση, εγκρίθηκε κοινό Πρόγραμμα Δράσης για το σύνολο των 30 ευπρόσβλητων περιοχών της Χώρας.

Πρέπει να επισημανθεί ότι οι υποχρεωτικές διατάξεις του Κώδικα και των ΠΔ έχουν ενσωματωθεί και στο κείμενο της Πολλαπλής Συμμόρφωσης που ισχύει για την Προγραμματική Περίοδο 2014 – 2020, δηλ. στην αριθ. 1791/74062/2015 (ΦΕΚ Β' 1468) ΥΑ, όπως έχει τροποποιηθεί και ισχύει αποτελώντας έτσι στοιχείο ελέγχου των περιβαλλοντικών προτύπων που πρέπει να τηρούν οι παραγωγοί προκειμένου να δικαιούνται τη λήψη των άμεσων ενισχύσεων του Πυλώνα Ι της ΚΑΠ. Η Πολλαπλή Συμμόρφωση συνίσταται από μια σειρά υποχρεωτικών πρακτικών και σε άλλους τομείς της γεωργικής και κτηνοτροφικής δραστηριότητας με στόχο την προστασία του περιβάλλοντος και την ευζωία των ζώων. Αρμόδια Αρχή για την Πολλαπλή Συμμόρφωση είναι η Διεύθυνση Αγροτικής Πολιτικής, από την οποία μπορεί να ζητηθεί σχετική ενημέρωση. Επίσης, η διαχείριση των κτηνοτροφικών αποβλήτων που προτείνεται με το ανωτέρω θεσμικό πλαίσιο, έχει τεθεί, με βάση την αντίστοιχη νομοθεσία, ως προϋπόθεση για την έκδοση άδειας κτηνοτροφικής εγκατάστασης

Συμπληρωματικά των Προγραμμάτων Δράσης, τα οποία είναι υποχρεωτικά για τους παραγωγούς των ΖΕΝ, υλοποιείται και η εθελοντική δράση 10.1.04 «Μείωση της ρύπανσης νερού από γεωργική δραστηριότητα» του Μέτρου 10 «Γεωργοπεριβαλλοντικά και κλιματικά μέτρα» του Προγράμματος Αγροτικής Ανάπτυξης (Π.Α.Α.) 2014 – 2020, το πλαίσιο εφαρμογής της οποίας καθορίστηκε με την αριθ. 1013/95296/18.09.2017 (ΦΕΚ Β' 3256) ΥΑ, όπως αυτή τροποποιήθηκε με τις αριθ. 2064/136790/19.12.2017 (ΦΕΚ Β' 4507) και 3806/174327/14.12.2018 (ΦΕΚ Β' 6013) ΥΑ και ισχύει. Η δράση στοχεύει γενικότερα στη μείωση της ρύπανσης των υδάτων από τη γεωργική

δραστικότητα (νιτρικά ή φωσφορικά ιόντα και δραστικές ουσίες που περιέχονται στα φυτοπροστατευτικά προϊόντα) και όχι αποκλειστικά από νιτρικά.

Η πρόσκληση για τη Δράση είναι η αριθ. 2175/139694/28.12.2017. Το γεωγραφικό πεδίο εφαρμογής αυτής είναι οι 30 περιοχές που είναι ήδη χαρακτηρισμένες με ΦΕΚ ως ευπρόσβλητες στα νιτρικά γεωργικής προέλευσης περιοχές (ZEN) καθώς και 7 σημαντικά υδροτοπικά συστήματα. Οι δικαιούχοι της δράσης οφείλουν να εφαρμόσουν συγκεκριμένες πρακτικές - δεσμεύσεις κατά τη διάρκεια μιας πενταετούς περιόδου :

- ✓ στη διατήρηση αγρανάπαυσης σε έκταση τουλάχιστον 30% της αρδευόμενης ενταγμένης έκτασης,
- ✓ στην εφαρμογή ξηρικής αμειψισποράς σε ποσοστό τουλάχιστον 30% της αρδευόμενης ενταγμένης έκτασης,
- ✓ στη δημιουργία παρυδάτιας ζώνης ανάσχεσης πλάτους τουλάχιστον πέντε μέτρων σε αρδευόμενα αγροτεμάχια που εφάπτονται με επιφανειακά ύδατα
- ✓ στην εφαρμογή χλωράς λίπανσης με φυτά εδαφοκάλυψης στις δενδρώδεις καλλιέργειες των ευπρόσβλητων στα νιτρικά περιοχών σε έκταση που αντιστοιχεί στο 20% της ενταγμένης στη δέσμευση γεωργικής έκτασης.

Όπως προκύπτει από το ΠΑΑ 2014-2020, η δράση έχει πολλαπλά περιβαλλοντικά οφέλη και έτσι συνεισφέρει στις εξής «Περιοχές Εστίασης» της ΚΑΠ (Καν.(ΕΕ) 1305/2013):

- ✓ Αποκατάσταση, διατήρηση και ενίσχυση της βιοποικιλότητας, συμπεριλαμβανομένων των περιοχών Natura 2000, και εντός των περιοχών που αντιμετωπίζουν φυσικά ή άλλα ειδικά μειονεκτήματα, της γεωργίας Υψηλής Φυσικής Αξίας (HNV) και της κατάστασης των ευρωπαϊκών τοπίων.
- ✓ Βελτίωση της διαχείρισης των υδάτων, συμπεριλαμβανομένης της διαχείρισης των λιπασμάτων και των φυτοφαρμάκων.
- ✓ Πρόληψη της διάβρωσης του εδάφους και βελτίωση της διαχείρισης αυτού.

1.2 ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ ΣΤΗ ΖΩΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ

Όλα τα ζώα έχουν μια ζώνη θερμικής άνεσης, η οποία είναι ένα εύρος θερμοκρασιών περιβάλλοντος οι οποίες ωφελούν την εξέλιξη των φυσιολογικών λειτουργιών. Στο εύρος της ζώνης θερμικής άνεσης συνεχίζεται η πρόσληψη τροφής και θρεπτικών συστατικών από το ζώο και η παραγωγή θερμότητας από αυτό παραμένει σταθερή. Όταν η εξωτερική θερμοκρασία αυξάνεται, το ζώο αρχίζει να υποφέρει από θερμική καταπόνηση. Το εύρος της θερμικής καταπόνησης εξαρτάται από το επίπεδο της αύξησης της θερμοκρασίας, την εξωτερική υγρασία, το είδος του ζώου, το γενετικό δυναμικό, το στάδιο της παραγωγικής ζωής και τη θρεπτική κατάσταση. Φυσικά, τα αγροτικά ζώα έχουν αναπτύξει προσαρμογές, οι οποίες τα επιτρέπουν να αντέχουν την αύξηση της θερμοκρασίας. Οι προσαρμογές αυτές όμως έχουν ως αποτέλεσμα τη μειωμένη πρόσληψη τροφής, την αυξημένη πρόσληψη νερού καθώς και μεταβολές στις σημαντικότερες φυσιολογικές λειτουργίες όπως η παραγωγή και η αναπαραγωγή.

1.2.1 Άμεσες επιδράσεις

Τα αγροτικά ζώα έχουν απαιτήσεις σε θρεπτικά συστατικά, όπως ενέργεια, πρωτεΐνες, μέταλλα και βιταμίνες, οι οποίες εξαρτώνται από τον τύπο του ζώου και καλύπτονται από τη διατροφή (Thornton et al., 2009). Η θερμική καταπόνηση προκαλεί μείωση της κατανάλωσης τροφής και αύξηση της κατανάλωσης νερού και επομένως μειωμένη πρόσληψη θρεπτικών συστατικών από τα ζώα, που οδηγούν τελικά σε μείωση της παραγωγής. Έχει υπολογιστεί ότι η ετήσια οικονομική ζημία της ζωικής παραγωγής στις Ηνωμένες Πολιτείες ανέρχεται μεταξύ 1,69 και 2,36 δισεκατομμυρίων δολαρίων (εκ των οποίων το 50% παρατηρείται στη γαλακτοπαραγωγό αγελαδοτροφία) εξαιτίας της θερμικής καταπόνησης..

Η θερμική καταπόνηση επηρεάζει επίσης αρνητικά την παραγωγή γάλακτος από τα πρόβατα, τις αίγες και τους βούβαλους. Σε γενικές γραμμές, από τα τρία αυτά είδη ζώων, πιο ευαίσθητες είναι οι προβατίνες, ωστόσο, το ποσοστό ευαισθησίας εξαρτάται σημαντικά από τη φυλή. Οι αίγες θεωρούνται γενικά

πιο ανθεκτικές αλλά και σε αυτή την κατηγορία ζώων έχει παρατηρηθεί μείωση της ποσότητας γάλακτος και διαφοροποιήσεις στη σύνθεση του.

Όσον αφορά στην παραγωγή κρέατος, τα βοοειδή με υψηλά βάρη, παχύ δέρμα και πιο σκούρα χρώματα είναι πιο ευάλωτα στις υψηλές θερμοκρασίες. Παρόμοια δεδομένα υπάρχουν και για την παραγωγή χοιρινού κρέατος, όπου οι πιο μεγαλόσωμες φυλές χοίρων θα έχουν μεγαλύτερη μείωση στην ανάπτυξη, το βάρος του σφαγίου και την πρόσληψη τροφής. Επιπροσθέτως, έχει παρατηρηθεί μειωμένη βιωσιμότητα των χοιριδίων λόγω της μειωμένης παραγωγής γάλακτος από τη χοιρομητέρα κατά την περίοδο της γαλουχίας.

Ο κλάδος της παραγωγής ορνιθοειδών προϊόντων παρουσιάζει επίσης μείωση της παραγωγής σε θερμοκρασίες υψηλότερες από 30°C. Η θερμική καταπόνηση στα πτηνά έχει τη δυνατότητα να μειώσει το σωματικό τους βάρος, την πρόσληψη τροφής και την περιεκτικότητα του σφαγίου σε πρωτεΐνες. Επίσης, μπορεί να μειώσει την παραγωγή αυγών από τις όρνιθες.

Εκτός από την παραγωγικότητα, η θερμική καταπόνηση επηρεάζει αρνητικά και την αναπαραγωγή των αγροτικών ζώων. Στις αγελάδες και τους χοίρους επηρεάζει την ανάπτυξη και την ποιότητα των ωαρίων, την ανάπτυξη των εμβρύων και το ποσοστό εγκυμοσύνης. Επίσης, η θερμική καταπόνηση έχει συσχετιστεί με χαμηλότερη συγκέντρωση και ποιότητα σπέρματος στους ταύρους, τους χοίρους και τα πουλερικά.

Οι μεταβολές στη μέση θερμοκρασία και στην ένταση και τη διάρκεια των βροχοπτώσεων αναμένεται να επηρεάσουν σημαντικά την κατάσταση της υγείας των αγροτικών ζώων ανά την υφήλιο. Οι θερμότερες και πιο υγρές καιρικές συνθήκες (ιδιαίτερα οι ζεστοί χειμώνες) αναμένεται να αυξήσουν τον κίνδυνο εμφάνισης ασθενειών στα αγροτικά ζώα, επειδή είναι πιθανότερο οι μολυσματικοί παράγοντες να επιβιώσουν όλο το χρόνο. Έχει ήδη τεκμηριωθεί διάδοση των ασθενειών ανά την Ευρώπη, ενώ το φαινόμενο αυτό αναμένεται να έχει αυξημένη ένταση.

1.2.2 Επιδράσεις της Ζωικής Παραγωγής στην κλιματική αλλαγή

Οι πρωτογενείς εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από τη Ζωική Παραγωγή συμπεριλαμβάνουν το CO₂, το CH₄ και το N₂O. Συνολικά, η κτηνοτροφία συνεισφέρει το 44% των ανθρωπογενών εκπομπών CH₄, το 53% του των ανθρωπογενών εκπομπών N₂O και το 5% των ανθρωπογενών εκπομπών CO₂. Η πέψη και η εντερική ζύμωση των μηρυκαστικών κατέχουν το μεγαλύτερο ποσοστό εκπομπών του κλάδου με 39,1%, ακολουθούμενα από τη διαχείριση των λυμάτων με 25,9%. Ωστόσο, η συμβολή στις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου ποικίλλει ανάλογα με το είδος του συστήματος εκτροφής και την περιοχή. Τέλος, η χρήση ορυκτών καυσίμων στη ζωική παραγωγή παράγει σημαντικές ποσότητες αερίων του θερμοκηπίου.

1.2.3 Στρατηγικές προσαρμογής της Ζωικής Παραγωγής

Ο τομέας της κτηνοτροφίας συμβάλει σημαντικά τόσο στην παγκόσμια παραγωγή τροφίμων και τη γεωργική οικονομία όσο και στην ανθρώπινη διατροφή και τον πολιτισμό, αντιπροσωπεύοντας το 40% της αξίας της παγκόσμιας γεωργικής παραγωγής και παρέχοντας το 10%-15% της παγκόσμιας παραγωγής θερμίδων και το ένα τέταρτο των πρωτεϊνών. Στις περισσότερες αναπτυσσόμενες χώρες, είναι ο ταχύτερα αναπτυσσόμενος τομέας της γεωργίας. Ο τομέας της κτηνοτροφίας επιτρέπει την αξιοποίηση μη καλλιεργήσιμων εκτάσεων, χρησιμοποιεί υποπροϊόντα διαφόρων γεωργικών διεργασιών, επανακυκλοφορεί τα αγροτικά παραγόμενα θρεπτικά συστατικά και συνδέεται άμεσα με την περιβαλλοντική βιωσιμότητα και τη δημόσια υγεία.

Οι στρατηγικές προσαρμογής συμπεριλαμβάνουν τροποποιήσεις των συστημάτων παραγωγής, διαχείρισης, και αναπαραγωγής, αλλαγή των κεντρικών πολιτικών και διαφοροποίηση του τρόπου σκέψης των παραγωγών. Ορισμένοι συγγραφείς, μάλιστα, θεωρούν ότι οι μελλοντικές πολιτικές θα πρέπει να στοχεύουν περισσότερο στη σταθεροποίηση της κτηνοτροφικής παραγωγής και όχι στη μεγιστοποίησή της. Συγκεκριμένα:

1. Η επιλογή μεταξύ διαφορετικών φυλών αγροτικών ζώων μπορεί να αυξήσει την αντοχή του ζώου στην ξηρασία και τη θερμική καταπόνηση. Επιπλέον,

- η αυξημένη ποικιλομορφία είναι αποτελεσματική στην καταπολέμηση εξάρσεων ασθενειών και παρασίτων λόγω της κλιματικής αλλαγής.
2. Είναι γνωστό ότι οι διαφορετικές φυλές των αγροτικών ζώων εμφανίζουν διαφορετικές αντιδράσεις και αντοχή στις υψηλές θερμοκρασίες. Τα ζώα που έχουν σκούρο ή μαύρο δέρμα, αδύναμο ανοσοποιητικό σύστημα, περισσότερο υποδόριο λίπος και μεγαλύτερη ενεργητικότητα είναι πιο ευαίσθητα στις υψηλές θερμοκρασίες. Φυλές βοοειδών όπως οι Boran, Brahman, Africander κ.λ.π., οι οποίες δημιουργήθηκαν σε τροπικά ή υποτροπικά κλίματα και προέρχονται σε μεγάλο βαθμό από την *Bos indicus*, μπορούν να αποβάλλουν μεγαλύτερα ποσά θερμότητας και προσαρμόζονται καλύτερα σε σχέση με τις ευρωπαϊκές φυλές οι οποίες προέρχονται από την *Bos taurus*.
 3. Οι εγχώριες φυλές αγροτικών ζώων, μετά από αιώνες φυσικής επιλογής, είναι πολύ καλά προσαρμοσμένες στα τοπικά περιβάλλοντα και μπορούν να παράγουν κάτω από συνθήκες που άλλες φυλές δεν θα μπορούσαν να επιβιώσουν όπως ασθένειες, ξηρασία, λειψυδρία και θερμική καταπόνηση. Οι περισσότερες από αυτές τις φυλές, ωστόσο, είναι σε μεγάλο βαθμό παραγκωνισμένες, με αποτέλεσμα τη μείωση των πληθυσμών τους, την ομοειξία ή και την πλήρη εξαφάνιση.
 4. Η γενετική βελτίωση μπορεί να αποτελέσει ένα ιδιαίτερα χρήσιμο εργαλείο προς την κατεύθυνση της προσαρμογής των αγροτικών ζώων στην κλιματική αλλαγή. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί χρησιμοποιώντας τις γενετικές δεξαμενές είτε των εγχώριων φυλών είτε των φυλών με αντοχή στις υψηλές θερμοκρασίες προκειμένου να δημιουργηθούν φυλές αξιόλογης παραγωγικότητας και ανθεκτικότητας στις καινούριες κλιματικές συνθήκες.
 5. Η βελτίωση των πρακτικών διατροφής θα μπορούσε να βελτιώσει την αποτελεσματικότητα της ζωικής παραγωγής. Έχει υπολογιστεί ότι το 85% των παγκόσμια συγκομισμένων πρωτεϊνούχων καλλιεργειών προορίζεται για τη διατροφή των ζώων, ενώ μόνο το 15% τροφοδοτεί απευθείας τον ανθρώπινο πληθυσμό. Η βελτίωση των πρακτικών διατροφής συμπεριλαμβάνει την προσαρμογή της σύνθεσης των σιτηρεσίων, την αλλαγή του χρόνου ή/και τη συχνότητα της διατροφής και την αξιοποίηση

- μίας πληθώρας υποπροϊόντων ακατάλληλων για ανθρώπινη κατανάλωση. Οι πρακτικές αυτές μπορούν να μειώσουν τον κίνδυνο από την αλλαγή του κλίματος μέσω της αύξησης της κατανάλωσης τροφής ή την αντιστάθμιση της μειωμένης κατανάλωσης, της μείωσης του κινδύνου έλλειψης ζωοτροφών κατά τη διάρκεια ξηρών περιόδων και της ορθότερης κάλυψης των αναγκών των ζώων και τη μείωση της θνησιμότητας.
6. Η μετάβαση σε μικτά συστήματα παραγωγής με συνδυασμό φυτικής και ζωικής παραγωγής είναι ένα μέτρο προσαρμογής που θα μπορούσε να βελτιώσει την επισιτιστική ασφάλεια. Αυτό το είδος της γεωργικής παραγωγής είναι ήδη σε εφαρμογή στα δύο-τρίτα του κόσμου, και παράγει σχεδόν το ήμισυ των γαλακτοκομικών προϊόντων και του κρέατος, καθώς και καλλιεργειών δημητριακών, όπως το ρύζι και το σόργο. Η μετάβαση στα μικτά συστήματα παραγωγής μπορεί να βελτιώσει την αποδοτικότητα με την αύξηση της παραγωγής και τη χρήση λιγότερων πόρων, όπως το νερό.
 7. Για τη βελτίωση του μικροκλίματος και το μετριασμό της θερμικής καταπόνησης των αγροτικών ζώων έχουν προταθεί διάφορες λύσεις όπως τα συστήματα σκίασης, ο φυσικός ή/και τεχνητός αερισμός καθώς και συστήματα ψύξης και κλιματισμού. Η σκίαση είναι ο απλούστερος και οικονομικότερος τρόπος για την προστασία των ζώων από το φως του ήλιου καθώς έχει υπολογιστεί ότι μειώνει το ποσοστό της θερμότητας που λαμβάνει ένα ζώο κατά 30% - 50%. Για να επιτευχθεί η κατάλληλη σκίαση έχουν προταθεί διάφορα υλικά όπως η φυσική βλάστηση δέντρων και μια ποικιλία δομικών υλικών. Επιπλέον, η χρήση μονωτικών υλικών μπορεί να μειώσει την εσωτερική θερμοκρασία μίας εγκατάστασης έως και 10°C.
 8. Αν και η σκίαση μειώνει τις επιπτώσεις της ηλιακής ακτινοβολίας, εντούτοις έχει μικρή απόδοση όταν συνδυάζονται υψηλές θερμοκρασίες με υψηλά ποσοστά υγρασίας. Σε αυτή την περίπτωση, χρησιμοποιούνται άλλα μέσα δροσισμού όπως ο δυναμικός εξαερισμός, η ψύξη, συστήματα ψεκασμού των ζώων ή ένας συνδυασμός των παραπάνω. Έχει αναφερθεί ότι με την εφαρμογή τέτοιων συστημάτων, η παραγωγή γάλακτος ήταν 10-20% υψηλότερη καθημερινά κατά τη διάρκεια θερμών ημερών.

<http://www.fao.org/3/a-i8098e.pdf> (Livestock solutions for climate change – FAO).

<https://unfccc.int/resource/docs/2012/smsn/ngo/194.pdf> (Livestock production and climate change).

<http://www.humanesociety.org/assets/pdfs/farm/hsus-the-impact-of-animal-agriculture-on-global-warming-and-climate-change.pdf> (The Impact of Animal Agriculture on Global Warming and Climate)

1.2.4 Μέτρα μείωσης του περιβαλλοντικού αποτυπώματος της Ζωικής Παραγωγής

Σήμερα είναι πλέον φανερό ότι η κλιματική αλλαγή είναι μία πραγματικότητα και ότι οι σημαντικότερες συνιστώσες της (αύξηση της μέσης θερμοκρασίας, αύξηση της συγκέντρωσης του CO₂ στην ατμόσφαιρα, αλλαγή στην ποσότητα και τη διακύμανση των βροχοπτώσεων) θα είναι καταλυτικές για την κτηνοτροφία του μέλλοντος. Πέρα όμως από τις στρατηγικές προσαρμογής, οι οποίες έχουν ήδη αναφερθεί και θα φανούν ιδιαίτερα χρήσιμες στο μέλλον, θα ήταν ανεύθυνο από τη μεριά του κλάδου να μην προσπαθήσει να μειώσει το περιβαλλοντικό αποτύπωμά του και επομένως να συμβάλλει όσο το δυνατόν λιγότερο στις επερχόμενες δυσάρεστες αλλαγές. Συγκεκριμένα:

1. Η κτηνοτροφία θα μπορούσε να συμβάλλει στο μετριασμό του φαινομένου της κλιματικής αλλαγής είτε μειώνοντας απευθείας την κατανάλωση ενέργειας και τις εκπομπές είτε με αντικατάσταση της καταναλισκόμενης ενέργειας που προέρχεται από ορυκτά καύσιμα με ανανεώσιμες πηγές και τη δέσμευση του άνθρακα στο έδαφος. Το πλεονέκτημα σε κάθε περίπτωση είναι ότι ορισμένα από τα μέτρα μπορούν να μειώσουν ταυτόχρονα τις εκπομπές διαφόρων αερίων του θερμοκηπίου.
2. Η απορρόφηση του πλεονάζοντος ατμοσφαιρικού CO₂ από το έδαφος μπορεί να επιτευχθεί με την αναδάσωση των αποψιλωμένων δασών και την καλύτερη διαχείριση του νερού και του εδάφους. Συγκεκριμένα, η χρήση των εκτάσεων που χρησιμοποιούνται ως βοσκές θα μπορούσε να βελτιωθεί με τη φύτευση δέντρων, την βελτίωση του μίγματος των φυτικών

- ειδών, την εισαγωγή γαιοσκωλήκων και την κατάλληλη λίπανση. Έχει βρεθεί ότι με κατάλληλη διαχείριση σε εκτάσεις που χαρακτηρίζονται ως λειμώνες/βοσκές θα μπορούσε να επιτευχθεί απορρόφηση ισοδύναμου CO₂ περίπου 0.15 γιγατόνων ανά έτος, σε παγκόσμιο επίπεδο.
3. Οι περισσότερες εκπομπές μεθανίου από τη διαχείριση των ζωικών αποβλήτων συνδέονται με τις πρακτικές αποθήκευσής τους. Επομένως, σημαντικά μέτρα μετριασμού των εκπομπών είναι η συντόμευση των χρονικών διαστημάτων αποθήκευσης, τη βελτίωση του χρόνου και του τρόπου αξιοποίησης των ζωικών αποβλήτων, η κάλυψη των κοπρσωρών, η χρήση διαχωριστών στερεών, η αλλαγή των σιτηρεσίων των αγροτικών ζώων και διάθεση των αποβλήτων για παραγωγή βιοαερίου.
 4. Η χρήση συνθετικών λιπασμάτων στην καλλιέργεια ζωοτροφών είναι γνωστό ότι αυξάνει τις εκπομπές οξειδίου του αζώτου. Το γεγονός αυτό θα μπορούσε να μετριαστεί με την ανακύκλωση της κοπριάς των αγροτικών ζώων και την ευρεία χρήση της κομποστοποίησης των γεωργικών υπολειμμάτων. Επίσης, η καλλιέργεια ψυχανθών εμπλουτίζει από μόνης της το έδαφος με άζωτο, μειώνοντας έτσι την ανάγκη χρήσης συνθετικών λιπασμάτων.
 5. Η σωστή διαχείριση του αζώτου στα κτηνοτροφικά συστήματα είναι θεμελιώδους σημασίας προκειμένου να μειωθούν οι εκπομπές αμμωνίας. Οι απώλειες εντοπίζονται στα κόπρανά και τα ούρα των αγροτικών ζώων και η ορθή διαχείριση της σύστασης και της τεχνικής της διατροφής παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στη μείωσή τους. Ορισμένες διαχειριστικές τεχνικές που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν είναι η διατροφή ακριβείας, η χρήση σιτηρεσίων με χαμηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη σε συνδυασμό με τη χρήση συνθετικών αμινοξέων ή/και by-pass πρωτεΐνης, η χρήση οξινιστών.
 6. Ενώ αρκετή έρευνα έχει στραφεί στη μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου κατά τη διαδικασία παραγωγής των κτηνοτροφικών προϊόντων, δεν ισχύει το ίδιο και για την κατανάλωση αυτών. Ίσως η πιο πολλά υποσχόμενη διαχειριστική τακτική για την μείωση των εκπομπών θα ήταν η αλλαγή της καταναλωτικής συμπεριφοράς. Είναι αλήθεια ότι με τον

τρόπο που είναι δομημένη σήμερα η κτηνοτροφική παραγωγή, η παραγωγή του κρέατος απαιτεί 7 φορές παραπάνω εισροές σε σχέση με την παραγωγή των ίδιων θερμίδων από τη φυτική παραγωγή. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα για την παραγωγή μοσχαρίσιου κρέατος, η οποία κατατάσσεται στις λιγότερο αποδοτικές εκτροφές και στους σημαντικότερους κλάδους που συνεισφέρουν στην αύξηση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στην κτηνοτροφία. Αυτό δε σημαίνει φυσικά ότι η εκτροφή βοοειδών θα πρέπει να δαιμονοποιείται, αλλά ότι το δυναμικό για την εφαρμογή στρατηγικών μετριασμού σε αυτόν τον κλάδο είναι υψηλότερο.

Τέλος, μία από τις σημαντικότερες προκλήσεις στον τομέα της καταναλωτικής αγωγής σήμερα είναι ο περιορισμός της κατανάλωσης του κρέατος στα φυσιολογικά επίπεδα και η αποφυγή του υπερκαταναλωτισμού, ένα γεγονός που εκτός των άλλων θα είναι επωφελές και για την υγεία του καταναλωτή ως σύνολο.

1.2.5 Δράσεις για το μετριασμό της κλιματικής αλλαγής στη μελισσοκομία

Οι μέλισσες, εκτός από την παραγωγή των πολύτιμων προϊόντων τους, αποτελούν τους σημαντικότερους επικονιαστές τόσο των γεωργικών καλλιεργειών όσο και των φυσικών οικοσυστημάτων συμβάλλοντας στη διατήρηση της βιοποικιλότητας. Η ευρωπαϊκή μέλισσα *Apis mellifera* είναι ο πιο πολύτιμος οικονομικά επικονιαστής των γεωργικών καλλιεργειών παγκοσμίως. Η επικονίαση αποτελεί τον ακρογωνιαίο λίθο της αναπαραγωγικής δραστηριότητας, επιβίωσης και εξέλιξης των φυτικών ειδών. Παρόλο που δεν γνωρίζουμε τον ακριβή αντίκτυπο των πιθανών περιβαλλοντικών αλλαγών στις μέλισσες ως αποτέλεσμα της αλλαγής του κλίματος, υπάρχουν πολλές μελέτες που δείχνουν ότι οι περιβαλλοντικές αλλαγές επηρεάζουν άμεσα την ανάπτυξη των μελισσών. Θα χρειαστούν μέτρα διατήρησης για να αποφευχθεί η απώλεια αυτής της πλούσιας γενετικής ποικιλομορφίας των μελισσών και να διατηρηθούν οι οικότυποι που είναι τόσο πολύτιμοι για την παγκόσμια βιοποικιλότητα. Οι τοπικοί οικότυποι έχουν προσαρμοστεί καλά σε αυτές τις διαφορετικές περιβαλλοντικές συνθήκες και έχουν αναπτύξει μηχανισμούς συμπεριφοράς και φυσιολογίας που τους

επιτρέπουν να επιζούν στις τοπικές κλιματολογικές συνθήκες. Μια αλλαγή των κλιματικών συνθηκών μπορεί να έχει αντίκτυπο στην επιβίωση αυτών των οικοτύπων που συνδέονται στενά με το περιβάλλον τους. Η κλιματική αλλαγή μπορεί να επηρεάσει επίσης και τον κύκλο ανάπτυξης μελισσών. Είναι γενικά αποδεκτό ότι κάθε φυλή μελισσών αναπτύσσεται με το δικό της ρυθμό. Οποιοσδήποτε τύπος κλιματικής αλλαγής ή μετακίνησης μιας φυλής μελισσών από μια γεωγραφική περιοχή σε άλλη είναι προφανές ότι θα έχει μετρήσιμες συνέπειες. Ωστόσο, οι μελισσοκόμοι πρέπει να παρακολουθούν με προσοχή την υγεία των μελισσιών, τη διαθεσιμότητα τροφών και να διαχειρίζονται αναλόγως τα μελίσσια τους. Πρέπει επομένως να καταγραφούν τα χαρακτηριστικά των διαφορετικών οικοτύπων και μάλιστα με μεγαλύτερη λεπτομέρεια έτσι ώστε να χαρακτηριστούν οι οικότυποι. Επιπλέον μόνο η καταγραφή των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών θα μπορέσει να μας δώσει την απαραίτητη γνώση για να μπορέσουμε να διατηρήσουμε τους πληθυσμούς αυτούς και να τους αναπαράγουμε αποτελεσματικά, δεδομένου ότι τελικά οι ντόπιοι πληθυσμοί είναι αυτοί που έχουν καλύτερη διατήρηση κατά την περίοδο του χειμώνα θα παράγουν περισσότερο αλλά και θα είναι ανθεκτικότεροι στις ασθένειες. Κρίνεται απαραίτητο για τους μελισσοκόμους να αξιολογούν την καταλληλότητα του ζωικού κεφαλαίου αναπαραγωγής για τις τοπικές συνθήκες και να εκτρέφουν βασίλισσες κατάλληλες για τις μεταβαλλόμενες τοπικές συνθήκες. Οι μελισσοκόμοι θα πρέπει να γνωρίζουν τη γενετική προέλευση, τα παραγωγικά χαρακτηριστικά των πλέον χρησιμοποιούμενων πληθυσμών, την προσαρμογή τους σε αντίστοιχες περιβαλλοντικές συνθήκες και να ενεργούν για τη διατήρησή τους. Μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν σύγχρονες γενετικές τεχνικές για την διατήρηση των επιθυμητών χαρακτηριστικών όπως η τεχνητή σπερματέγχυση για ελεγχόμενη επιλεκτική αναπαραγωγή. Ωστόσο, οι μελισσοκόμοι και οι νομοθέτες πρέπει να είναι προσεκτικοί για την διακίνηση των μελισσών, καθώς τείνουν να φέρουν τις μέλισσες σε επαφή με νέα παράσιτα και ασθένειες. Η συνεχιζόμενη παγκόσμια κλιματική αλλαγή θα φέρει νέους παθογόνους οργανισμούς και θα μεταβάλλει τη μολυσματικότητα των υφιστάμενων παθογόνων οργανισμών στα μελισσοκομεία. Για να

διασφαλιστεί η συνεχής οικονομική βιωσιμότητα και η υγεία των μελισσοκομικών δραστηριοτήτων τους, οι μελισσοκόμοι πρέπει να επιθεωρούν με κάθε σχολαστικότητα τα μελίσσια τους για την παρουσία παθογόνων και παρασίτων (ιδίως νέων παθογόνων οργανισμών) και να παρακολουθούν προσεκτικά τη διάθεση νέκταρος και γύρης σε σχέση με τις ανάγκες των μελισσιών τους.

Το μέλι, η κύρια πηγή υδατανθράκων των μελισσών, παρέχει μια πλούσια τροφή σε ενέργεια που μπορεί να αποθηκευτεί για μεγάλες περιόδους. Τόσο η ποσότητα όσο και η περιεκτικότητα σε ζάχαρη των ανθέων μεταβάλλονται από κλιματικές συνθήκες. Ως εκ τούτου, οι περιβαλλοντικές συνθήκες επηρεάζουν άμεσα την ποσότητα και την ποιότητα του νέκταρ που διατίθενται στις μέλισσες για την παραγωγή μελιού. Για παράδειγμα, οι αυξημένες θερμοκρασίες μειώνουν την παραγωγή νέκταρ σε πολλά λουλούδια. Εκτός από την ποσότητα η συγκέντρωση και η σύνθεση των σακχάρων και των αμινοξέων, επηρεάζουν τις αποφάσεις της μέλισσας σχετικά με τα λουλούδια που επισκέπτεται. Η γύρη επίσης η οποία αποτελεί μια βασική πηγή πρωτεΐνης για την ανάπτυξη, οι αλλαγές στον χρόνο διάθεσης ή η θρεπτική ποιότητα της γύρης θα έχουν σημαντικές επιπτώσεις στην υγεία των μελισσών. Οι μέλισσες δεν μπορούν να ταΐσουν τις προνύμφες και η έλλειψή τους θα επηρεάσει την ανάπτυξη του μελισσιού και πιθανά την επιβίωσή τους. Οι ελλείψεις γύρης το φθινόπωρο θα επηρεάσουν τόσο τη μακροζωία των χειμωνιάτικων μελισσών όσο και την ικανότητά τους να στηρίξουν ένα επαρκές εργατικό δυναμικό αντικατάστασης την άνοιξη.

Η ευρωπαϊκή μέλισσα είναι ένα εξαιρετικά προσαρμόσιμο είδος και έχει αποδείξει την ικανότητά του να προσαρμόζεται σε πολύ διαφορετικά περιβάλλοντα. Ως εκ τούτου, είναι πιθανό να αντέξει τις πιέσεις της παγκόσμιας περιβαλλοντικής αλλαγής, αλλά οι μελισσοκόμοι, οι επιστήμονες και οι νομοθέτες πρέπει να συνεργαστούν για να εξασφαλίσουν τη διατήρηση αυτού του σημαντικού εντόμου αλλά και την οικονομική βιωσιμότητα των μελισσοκομικών επιχειρήσεων.

1.3 Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΓΙΑ ΤΑ ΦΥΤΑ

Το νερό αποτελεί ζωτικό παράγοντα για την επιβίωση των φυτικών οργανισμών, καθώς συνεισφέρει με ποικίλους τρόπους στην ολοκλήρωση της πλειονότητας των βιοχημικών αντιδράσεων των φυτικών κυττάρων. Η δε περιεκτικότητα των φυτικών ιστών σε νερό κυμαίνεται κατά μέσο όρο από 75-85% του νωπού βάρους. Ειδικότερα, το νερό συμβάλλει στην απορρόφηση των ιόντων από το εδαφικό διάλυμα και στη μεταφορά των διαλυτών ανόργανων συστατικών στα διάφορα μέρη του φυτού με το ρεύμα διαπνοής, ενώ ταυτόχρονα αποτελεί άριστο διαλύτη οργανικών ουσιών για τη μεταφορά τους μεταξύ των κυττάρων, το μέσο διασποράς των κολλοειδών ουσιών του πρωτοπλάσματος, μέσα στο οποίο πραγματοποιούνται όλες οι βιοχημικές αντιδράσεις του φυτικού κυττάρου, και επιπλέον αποτελεί ρυθμιστή της θερμοκρασίας των φυτών, διατηρώντας τα επίπεδα θερμοκρασίας σε ευνοϊκές τιμές για τον βιοχημικό μεταβολισμό του φυτικού οργανισμού.

Οι ξηρικές και ημι-ξηρικές περιοχές χαρακτηρίζονται από περιορισμένα και ακανόνιστης κατανομής γεγονότα βροχόπτωσης, με συνέπεια τα φυτά να υφίστανται την επίδραση της υδατικής καταπόνησης σε διαφορετικές περιόδους κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Σε αυτές τις περιοχές, η υδατική καταπόνηση αναγνωρίζεται ως μία από τις πλέον έντονες μορφές αβιοτικής καταπόνησης, ενώ προγνωστικά μοντέλα αναφέρουν ότι οι επιπτώσεις της υδατικής καταπόνησης αναμένεται να μεγιστοποιηθούν ως συνέπεια του αυξανόμενου ρυθμού κατανάλωσης των διαθέσιμων υδατικών αποθεμάτων, του περιορισμού των βροχοπτώσεων και της επιμήκυνσης της ξηρικής περιόδου.

Η έλλειψη νερού προκαλεί ποικίλες μεταβολές σε φυσιολογικό και μοριακό επίπεδο. Ως κυρίαρχες συνέπειες της έλλειψης νερού αναφέρονται η μείωση της βλαστικής ανάπτυξης και η επαγόμενη, ποιοτική και ποσοτική, υποβάθμιση της παραγωγής μέσω της επίδρασης του στρες στην ένταση της φωτοσύνθεσης, στην στοματική αγωγιμότητα και τη διαπνοή, στο μέγεθος της φυλλικής επιφάνειας καθώς και στην κατανομή των φωτοσυνθετικών προϊόντων μεταξύ του υπέργειου και του υπόγειου τμήματος του φυτού, με την αύξηση του ριζικού συστήματος έναντι του υπέργειου μέρους με απώτερο

σκοπό τη βελτιστοποίηση πρόσληψης νερού από το έδαφος. Συχνή είναι και η εμφάνιση εμβολών οι οποίες μειώνουν την υδραυλική αγωγιμότητα του ξυλώματος και η φελλοποίηση της υποδερμίδας της ρίζας, φαινόμενα τα οποία περιορίζουν την περαιτέρω την ανάπτυξη του φυτού, καθώς και ανατομικές τροποποιήσεις του ελάσματος (π.χ. συστροφή του φύλλου, βυθισμένα στόματα, μείωση της αναλογίας επιφάνειας : όγκου).

Η επίδραση της υδατικής καταπόνησης στην ανάπτυξη του φύλλου έχει ευρέως μελετηθεί σε πληθώρα φυτικών ειδών, ως συνάρτηση της παραγωγής ξηράς βιομάζας. Η παραγωγή ξηράς ουσίας από ένα φυτό καθορίζεται από την απορρόφηση φωτεινής ενέργειας και τη χρησιμοποίηση της για τη μετατροπή του CO₂ της ατμόσφαιρας και του διαθέσιμου νερού σε φωτοσυνθετικά προϊόντα. Κατά συνέπεια, η παραγωγή ξηράς βιομάζας ελέγχεται από το μέγεθος της φυλλικής επιφάνειας και την ένταση του ρυθμού αφομοίωσης του διαθέσιμου CO₂. Σε έντονη υδατική καταπόνηση παρατηρείται μείωση της φωτοσύνθεσης και αύξηση της εσωτερικής θερμοκρασίας του φύλλου. Ο περιορισμός της διαπνοής μπορεί να οδηγήσει σε υψηλότερη θερμοκρασία, στο εσωτερικό του φύλλου, από τη θερμοκρασία της ατμόσφαιρας, κατάσταση που δύναται να οδηγήσει σε αποκλίσεις από την ομαλή λειτουργία της φωτοσυνθετικής μηχανής και σε αύξηση της φωτοαναπνοής, καθιστώντας το φυτό περισσότερο επιδεκτικό στην ανάπτυξη χρόνιας φωτοαναστολής. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι ο ρυθμός φωτοσύνθεσης σε φυτά αραβόσιτου, υποβαλλόμενα σε έντονη υδατική καταπόνηση, έφθανε μόλις στο 15% του αντίστοιχου ρυθμού των φυτών που αναπτύσσονταν σε συνθήκες πλήρους διαθεσιμότητας νερού, με συνέπεια τη σημαντική υποβάθμιση της παραγωγής.

2. ΜΕΙΩΣΗ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΚΑΙ ΑΜΜΩΝΙΑΣ ΑΠΟ ΤΙΣ ΓΕΩΡΓΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

Η εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου από τη γεωργία ανέρχεται σε 8,7% των συνολικών εκπομπών. Τα κυριότερα αέρια είναι:

α) εκπομπές N_2O (υποξείδιο του αζώτου) από εδάφη, οφειλόμενες κυρίως στη λίπανση με αζωτούχα λιπάσματα και στη διαχείριση των ζωικών αποβλήτων. Το αέριο αυτό είναι γνωστό πως είναι πάνω από 300 φορές δραστικότερο του διοξειδίου του άνθρακα, στην απορρόφηση της υπέρυθρης ακτινοβολίας που συνεισφέρει σημαντικά στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, που θεωρείται υπεύθυνο για την παγκόσμια αύξηση των επιπέδων θερμοκρασίας

β) εκπομπές CH_4 (μεθάνιο) από εντερικές ζυμώσεις των ζώων και από τη διαχείριση των ζωικών αποβλήτων, οι οποίες συνεισφέρουν στο 32% των συνολικών εκπομπών μεθανίου από ανθρωπογενείς δραστηριότητες και οι οποίες υπολογίζεται ότι θα ανέλθουν έως 70% το 2050 .

Οι εκπομπές CO_2 αποτελούν την πλειοψηφία των συνολικών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου περίπου το 80,6% (στοιχεία του 2002, ΦΕΚ 58/5-3-2003). Ενώ σε πολύ μικρότερο πόσο είναι το μεθάνιο (7.9%), το υποξείδιο αζώτου (8.2%) και χλωροφθοράνθρακες (3.3%)

Οι κυριότερες πηγές εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στη γεωργία είναι:

- Εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα που οφείλονται στη χρήση ενέργειας από ορυκτές πηγές στην γεωργία (καύσιμα, ηλεκτρική ενέργεια, φυσικό αέριο), στην αλλαγή των αποθεμάτων άνθρακα στα γεωργικά εδάφη και στην χρήση ενέργειας από ορυκτές πηγές κατά την διεργασία παραγωγής γεωργικών εισροών (ορυκτά λιπάσματα, ζωοτροφές, φυτοφάρμακα).
- Εκπομπές μεθανίου (CH_4) προερχόμενες από αναερόβιες ζυμώσεις: Εντερική ζύμωση των μηρυκαστικών, αναερόβια χώνευση κατά την αποθήκευση των κτηνοτροφικών αποβλήτων, αναερόβια ζύμωση σε πλημμυρισμένους ορυζώνες.

- Εκπομπές υποξειδίου του αζώτου (N_2O) που συνδέονται με τη χρήση ορυκτών και οργανικών αζωτούχων λιπασμάτων και με την διαχείριση των κτηνοτροφικών αποβλήτων.
- Σε μικρότερο βαθμό, η γεωργία παράγει επίσης λεπτά σωματίδια υπό μορφή αλάτων που αντανakλούν τον ήλιο στην ατμόσφαιρα, όπως το νιτρικό αμμώνιο (NH_4NO_3) και τα θειικά άλατα.

Είναι δυνατός ο ισχυρισμός ότι υπάρχουν εφαρμόσιμες πρακτικές παγκοσμίως που θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Οι πρακτικές θα πρέπει να αξιολογούνται μεμονωμένα για κάθε σύστημα καλλιέργειας με βάση το κλίμα, το έδαφος, τα ιστορικά δεδομένα της περιοχής, αλλά και τη διαχείριση του εδάφους. Παράλληλα, μια πρακτική μείωσης των αερίων θερμοκηπίου είναι ικανή να επηρεάσει περισσότερα από ένα αέρια και μάλιστα μερικές φορές προς την αντίθετη από την επιθυμητή κατεύθυνση, με αποτέλεσμα το καθαρό όφελος να εξαρτάται από το συνδυασμό των επιδράσεων σε όλα τα αέρια του. Θα πρέπει να αναφερθεί βέβαια ότι όταν γίνεται προσπάθεια να αποτιμηθεί η επίδραση της γεωργικής πρακτικής στο περιβάλλον, οι εκπομπές αερίων θερμοκηπίου ανά επιφάνεια και μονάδα παραγωγής αποτελούν τις δυο βασικές παραμέτρους που οφείλουμε να προσδιορίσουμε. Ως εκ τούτου λοιπόν, όταν γίνεται εκτίμηση της επίδρασης μιας καλλιεργητικής πρακτικής στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου είναι εξίσου σημαντικό να αποτιμάται και η επίδραση της στην τελική παραγωγή. Οι επιδράσεις διαφόρων πρακτικών άμβλυνσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου που μπορούν να εφαρμοστούν στον τομέα της γεωργίας παρουσιάζονται στον Πίνακα 1:

Πίνακας 2. Καλλιεργητικές τεχνικές μείωσης των αερίων Θερμοκηπίου.

- Το σύμβολο «+» ορίζει τις μειωμένες εκπομπές την αυξημένη απομάκρυνση τους (θετική επίδραση άμβλυνσης), το σύμβολο «-» ορίζει τις

αυξημένες εκπομπές ή την μειωμένη απομάκρυνση τους (αρνητική επίδραση άμβλυνσης) και το σύμβολο «+ -» ορίζει αβέβαιη ή μεταβλητή επίδραση.

- Η ποιοτική εκτίμηση της καθαρής επίπτωσης των προτεινόμενων μέτρων άμβλυνσης για τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου εκφράζεται σαν ισοδύναμα το CO₂. Η συμφωνία αναφέρεται στο συγκριτικό βαθμό της συναίνεσης με την βιβλιογραφία (όσο περισσότεροι αστερίσκοι τόσο μεγαλύτερη είναι η συμφωνία). Η απόδειξη αναφέρεται στο σχετικό ποσό των δεδομένων που υπάρχουν για να υποστηρίξουν τις προτεινόμενες πρακτικές (όσο περισσότεροι οι αστερίσκοι τόσο πιο πολύ αποδεικνύεται η επίδραση της κάθε πρακτικής)

2.1 Μέτρα για την μείωση των εκπομπών από την αποθήκευση και εφαρμογή της υγρής κοπριάς

Η εντερική ζύμωση απελευθερώνει μεθάνιο (CH₄), το οποίο αποτελεί φυσικό μέρος της πεπτικής διαδικασίας για τα μηρυκαστικά. Τόσο το N₂O όσο και το CH₄ παράγονται επίσης κατά την αποθήκευση της κοπριάς με την αποσύνθεση.

Αποθήκευση υγρής κοπριάς

Η αποθήκευση υγρής κοπριάς βοοειδών και χοίρων είναι πηγή αμμωνίας (NH₃) και μεθανίου (CH₄). Το μεθάνιο είναι ένα από τα κλιματικά ενεργά αέρια και η αμμωνία είναι πρόδρομο αέριο για το οξείδιο του αζώτου (N₂O). Μέσα από το σχετικά απλό μέτρο της κάλυψης της αποθηκευμένης κοπριάς, οι εκπομπές μεθανίου και αμμωνίας κατά την αποθήκευση θα μπορούσαν να είναι πολύ μειωμένες. Ο πιο αποτελεσματικός τρόπος μείωσης των εκπομπών είναι η συμπαγής κάλυψη από σκυρόδεμα ή μια ξύλινη οροφή.

Η εφαρμογή κοπριάς

Η εφαρμογή της κοπριάς στο έδαφος μειώνει το εκπομπές αερίων όπως το μεθάνιο και η αμμωνία, ενώ επίσης μειώνει τις οσμές. Επίσης η ενσωμάτωση της στο έδαφος κατά τη στιγμή της εφαρμογής μειώνει τις εκπομπές των συγκεκριμένων αερίων. Η υγρή κοπριά πρέπει να ενσωματωθεί το

συντομότερο δυνατό. Για την εφαρμογή της υγρής κοπριάς στο έδαφος θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι καιρικές συνθήκες (δηλ. ο καιρός κατά τη διάρκεια της εφαρμογής δεν πρέπει να είναι πολύ ζεστός ή να έχει πολύ άνεμο).

2.2 Μέτρα για την μείωση εκπομπών υποξειδίου του αζώτου (N_2O) από τη χρήση αζωτούχων λιπασμάτων

Λόγω της ισχυρής σχέσης μεταξύ ανόργανου N στο έδαφος και παραγωγής N_2O , ορισμένες εκπομπές είναι αναπόφευκτες. Αλλά η διαχείριση που αποτρέπει τη συσσώρευση ανόργανων ενώσεων N μειώνει ταυτόχρονα τις εκπομπές N_2O . Οι στρατηγικές διαχείρισης που μειώνουν τις εκπομπές N_2O αυξάνουν την αποτελεσματική χρήση του N από την καλλιέργεια

2.2.1. Εφαρμογή λιπασμάτων

Οι κύριοι παράγοντες διαχείρισης που συμβάλλουν στη μείωση των εκπομπών N_2O από τα εφαρμοζόμενα αζωτούχα λιπάσματα είναι: α) ποσότητα αζωτούχου λιπάσματος, β) τύπος λιπάσματος, γ) χρονοδιάγραμμα εφαρμογής, δ) μέθοδος εφαρμογής

α) Ποσότητες αζωτούχου λιπάσματος

Η διαθεσιμότητα αζώτου, δηλ. η ποσότητα ανόργανου N στο έδαφος σε δεδομένη χρονική στιγμή, είναι ο καλύτερος παράγοντας για την πρόγνωση των ροών του N_2O στα καλλιεργούμενα οικοσυστήματα. Οι εκπομπές N_2O είναι ιδιαίτερα υψηλές όταν το αζωτούχο λίπασμα εφαρμόζεται σε δόσεις μεγαλύτερες από τις ανάγκες των καλλιεργειών. Ο ρυθμός εκπομπών αυξάνεται εκθετικά με τις αυξήσεις του δόσεων των λιπασμάτων, επομένως σε υψηλότερους δόσεις οι εκπομπές N_2O αυξάνονται δυσανάλογα, ιδιαίτερα μετά την ικανοποίηση των απαιτήσεων των καλλιεργειών σε N.

Επειδή τόσο οι εκπομπές N_2O όσο και η έκπλυση νιτρικών αλάτων αυξάνουν εκθετικά όταν το λίπασμα υπερβαίνει τις απαιτήσεις της καλλιέργειας σε N, η ορθολογική διαχείριση των λιπασμάτων μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα σημαντικά χαμηλότερες απώλειες N_2O και νιτρικών αλάτων

β) Βελτίωση της σύνθεσης αζωτούχων λιπασμάτων

Η σύνθεση των λιπασμάτων μπορεί επίσης να μεταβάλλει τις εκπομπές N_2O σε ορισμένα συστήματα καλλιέργειας, πχ. Η τάση για χρήση περισσότερης ουρίας στο καλαμπόκι μπορεί να βοηθήσει στη μείωση των εκπομπών N_2O .

Οι αναστολείς νιτροποίησης οι οποίοι καθυστερούν τον μικροβιακό μετασχηματισμό της αμμωνίας του εδάφους σε νιτρικά άλατα, καθυστερούν το σχηματισμό νιτρικών αλάτων μέχρι να πλησιάσει ο χρόνος που μπορούν να χρησιμοποιήσουν τα φυτά το λίπασμα. Ομοίως, οι αναστολείς ουρεάσης μπορούν να καθυστερήσουν τη διάλυση του λιπάσματος ουρίας στο νερό του εδάφους. Τα σκευάσματα αργής απελευθέρωσης όπως οι επικαλύψεις πολυμερών μπορούν να έχουν το ίδιο αποτέλεσμα. Για παράδειγμα, σε αρδευόμενο αραβόσιτο, οι εκπομπές N_2O μπορούν να μειωθούν με τη χρήση ουρίας επικαλυμμένης με πολυμερές ή συνδυασμένου αναστολέα νιτροποίησης και ουρεάσης με νιτρικό αμμώνιο ουρίας, σε σύγκριση με τη χρήση ουρίας ή νιτρικού αμμωνίου μόνο.

γ) Βελτίωση του χρόνου λίπανσης

Η εφαρμογή του αζωτούχου λιπάσματος την χρονική στιγμή που το χρειάζονται περισσότερο τα φυτά μπορεί επίσης να συμβάλει στη μείωση των εκπομπών N_2O . Η εφαρμογή της πλειονότητας του λιπάσματος λίγες εβδομάδες μετά τη φύτευση και όχι αμέσως μετά ή πριν από τη φύτευση αυξάνει την πιθανότητα το N να χρησιμοποιηθεί από την καλλιέργεια αντί να χαθεί στα υπόγεια νερά ή στην ατμόσφαιρα.

δ) Βελτίωση της μεθόδου εφαρμογής λιπασμάτων αζώτου

Η τοποθέτηση λιπάσματος κοντά στις ρίζες των φυτών μπορεί επίσης να μειώσει τις εκπομπές N_2O .

ε) Ισχύον θεσμικό πλαίσιο σχετικά με τη παραγωγή των λιπασμάτων

Στην Ελλάδα, η παραγωγή, εμπορία και εφαρμογή οργανικών και ανόργανων λιπασμάτων, εδαφοβελτιωτικών ή εδαφοβοηθητικών ουσιών, υποστρωμάτων καλλιεργειών (εδαφομείγματα), ουσιών βοηθητικών της ανάπτυξης των φυτών διέπεται από εθνική και ευρωπαϊκή νομοθεσία.

Ισχύον θεσμικό πλαίσιο :

- Εθνική νομοθεσία - Νόμος 1565/85 όπως τροποποιημένος ισχύει.
- ΚΥΑ 291180/2002 (ΦΕΚ Β' 1274/2002) και ΚΥΑ 257921/04(ΦΕΚ Β' 2004
- Κανονισμός ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ 2003/2003 όπως τροποποιημένος ισχύει.
- Υπό ψήφιση κανονισμός «Θέσπιση κανόνων σχετικά με τη διάθεση προϊόντων λίπανσης της ΕΕ στην αγορά και για την τροποποίηση των κανονισμών (ΕΚ) αριθ. 1069/2009 και (ΕΚ) αριθ. 1107/2009 και την κατάργηση του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 2003/2003»

2.2.2. Άλλα καλλιεργητικά μέτρα

α) Καλλιέργειες κάλυψης και χλωρής λίπανσης

Οι καλλιέργειες χειμερινής κάλυψης μπορούν να μειώσουν τις απώλειες N (για παράδειγμα, την έκπλυση και την απορροή), αλλά πολλές φορές ίσως να μην επηρεάζουν τις εκπομπές N₂O. Τα φυτά αυτά, συνήθως αγρωστώδη ή ψυχανθή, αναστρέφονται την άνοιξη ώστε να μην ανταγωνίζονται σε νερό και θρεπτικά στοιχεία με την κύρια καλλιέργεια, ενώ παράλληλα εμπλουτίζεται με οργανική ουσία το έδαφος. Τα ψυχανθή πλεονεκτούν γιατί προσθέτουν οργανική ουσία πλούσια σε άζωτο. Το μέτρο αυτό είναι ιδιαίτερα κατάλληλο για καλλιέργειες δέντρων με παράλληλο όφελος από τη μείωση της χρήσης ζιζανιοκτόνων και τη μείωση των εκπομπών CO₂

Εικόνα 2. Καλλιέργεια κάλυψης σε ελαιώνα.

β) Επιλογή καλλιέργειας

Οι καλλιέργειες με χαμηλές απαιτήσεις σε N μπορούν να μειώσουν τις εκπομπές N₂O σε ποσοστό μεγαλύτερο από 50 %. Η καλλιέργεια ψυχανθών μπορεί να έχει δυσμενή επίδραση στην καλλιέργεια σίτου που ακολουθεί γιατί με τον εμπλουτισμό του εδάφους σε άζωτο μπορεί να προκαλέσει πλάγιασμα, ιδιαίτερα σε υψηλόσωμες ποικιλίες σίτου, ενώ αν ακολουθεί σκαλιστική καλλιέργεια ο εμπλουτισμός με άζωτο είναι ευνοϊκός. Επιπρόσθετα ορισμένα

φυτά έχουν ένα γνώρισμα γνωστό ως αναστολή βιολογικής νιτροποίησης (Biological Nitrification Inhibition. BNI), με το οποίο τα φυτά καταστέλλουν την απώλεια αζώτου από το έδαφος και βελτιώνουν την αποδοτικότητα της πρόσληψης και χρήσης από αυτά και από άλλα φυτά. Έτσι μπορούν να μεταφερθούν τα χαρακτηριστικά του BNI από αυτά τα φυτά σε σημαντικές καλλιέργειες όπως το σιτάρι. Επειδή είναι δύσκολο και δαπανηρό να μεταφερθεί το γενετικά περίπλοκο χαρακτηριστικό BNI σε υψηλής αξίας καλλιέργειες διατηρώντας παράλληλα μεγάλες αποδόσεις, η ευρεία χρήση των καλλιεργειών BNI θα διαρκέσει αρκετά χρόνια.

γ) Βελτιωμένη διαχείριση άρδευσης: χρονοδιάγραμμα, δόση εφαρμογής και μέθοδος εφαρμογής.

Η μείωση των της ποσότητας αρδευτικού νερού για την ελαχιστοποίηση της υγρασίας του εδάφους μπορεί να μειώσει τις εκπομπές N_2O . Η υπόγεια με στάγδην άρδευση μπορεί να μειώσει τις εκπομπές N_2O σε σύγκριση με την άρδευση με ψεκασμό, επειδή η υγρασία του εδάφους είναι καλύτερη.

δ) Μειωμένη κατεργασία εδάφους

Μια μακρόχρονη στρατηγική μειωμένης κατεργασίας εδαφών μπορεί να μειώσει τις εκπομπές N_2O έως και 50%. Τα γεωργικά εδάφη αποτελούν την πηγή του 75% των ανθρωπογενών εκπομπών N_2O παγκοσμίως. Οι επιδράσεις της καλλιέργειας στις εκπομπές N_2O οφείλονται σε αλλαγές στη δομή του εδάφους, τον αερισμό, την υγρασία, τη θερμοκρασία, τη μικροβιακή δραστηριότητα, το ρυθμό αποσύνθεσης των υπολειμμάτων και το ρυθμό ανοργανοποίησης του N (Signor και Cerri, 2013). Πρόσφατα, έχει δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στην εξέταση των επιπτώσεων των καλλιεργητικών πρακτικών στην αποθήκευση του άνθρακα στα γεωργικά συστήματα. Οι Chen *et al.* (2018) πρότειναν ότι για τα χονδρόκοκκα εδάφη με χειμερινές καλλιέργειες, οι πρακτικές καλλιέργειας συντήρησης μπορούν να μειώσουν τις εκπομπές N_2O σε οργανικά συστήματα παραγωγής λαχανικών. Οι van Kessel *et al.* (2013) ανέφεραν ότι η μειωμένη κατεργασία εδάφους μειώνει σημαντικά τις εκπομπές N_2O σε μακροχρόνια πειράματα (> 10 έτη) σε υγρά και ξηρά κλίματα.

2.3 Μέτρα για την μείωση των εκπομπών CO₂

Η γεωργική δραστηριότητα αποτελεί πηγή αερίων του θερμοκηπίου, αλλά και αποθήκη, ιδίως μέσω της αποθήκευσης άνθρακα στις οργανικές ύλες του εδάφους και στην βιομάζα. Η γεωργία έχει την ικανότητα να καθηλώνει το διοξείδιο του άνθρακα της ατμόσφαιρας μέσω της φωτοσύνθεσης και να το δεσμεύουν στο έδαφος και την βιομάζα. Η βιομάζα που παράγεται στην γεωργία και χρησιμοποιείται ως ενέργεια (ανανεώσιμες πηγές ενέργειας) ή ως πρώτη ύλη είναι ένας ακόμη τρόπος για να αυξηθεί η βιολογική δέσμευση του άνθρακα. Παρακάτω αναπτύσσονται μέτρα που αφορούν την αποθήκευση άνθρακα σε δενδρώδεις καλλιέργειες και ειδικά για την ελαιοκαλλιέργεια.

2.3.1 Διαχείριση κλαδεμάτων με καταστροφέα

- Μετά το κλάδεμα τα κλαδιά πρέπει να υποστούν κάποια προετοιμασία ώστε να είναι ευκολότερος ο τεμαχισμός τους με καταστροφέα. Συγκεκριμένα πρέπει να διαχωριστούν τα χοντρά κλαδιά από τα λεπτά κλαδιά και τη βλάστηση.
- Τα χοντρά κλαδιά μπορούν να αξιοποιηθούν ως καυσόξυλα.
- Τα λεπτά κλαδιά συγκεντρώνονται σε ένα επιμήκη σωρό στο κενό μεταξύ των γραμμών των δέντρων.
- Το μέγιστο ύψος του σωρού όπως και η μέγιστη διάμετρος κλαδιού που θα τεμαχιστεί θα προσδιοριστούν ανάλογα με τον εξοπλισμό που διαθέτει ο αγρότης.
- Για μείωση του κόστους παραγωγής αλλά και της εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου λόγω χρήσης μηχανημάτων, προτείνεται η καταστροφή των κλαδιών να συνδυαστεί με την επέμβαση καταπολέμησης των ζιζανίων.

2.3.2 Διαχείριση κλαδεμάτων με θρυμματιστή κλαδιών

- Πριν την εφαρμογή είναι απαραίτητο να προηγείται συζήτηση με ειδικούς φυτοπαθολόγους για την αποφυγή διάδοσης ασθενειών.
- Στην περίπτωση που αποφασισθεί η χρήση θρυμματιστή κλαδιών μπορεί να περιοριστεί σημαντικά η ανάγκη εργασιών προετοιμασίας.

- Αφού απομακρυνθούν τα καυσόξυλα, τα υπόλοιπα κλαδιά μπορούν να αλεστούν κατευθείαν. Η μέγιστη διάμετρος κλαδιού που θα θρυμματιστεί θα προσδιοριστεί ανάλογα με τον εξοπλισμό που διαθέτει ο αγρότης έτσι ώστε να μην υπάρχει κίνδυνος ζημιάς του θρυμματιστή.
- Τα κλαδιά μπορούν να συγκεντρωθούν σε σωρούς στο χωράφι και να μεταφερθεί εκεί ο θρυμματιστής για να τα τεμαχίσει. Σε αυτή την περίπτωση ο σωρός από πριονίδι που θα προκύψει πρέπει να απλωθεί ομοιόμορφα στο έδαφος του ελαιώνα απαιτώντας επιπλέον εργασία.
- Εναλλακτική λύση είναι να παραμείνουν μετά το κλάδεμα τα κλαδιά κάτω από τα δέντρα και να κινείται ο θρυμματιστής πάνω στη γραμμή και να τα θρυμματίζει επιτόπου και μένει το πριονίδι από τα κλαδιά που αφαιρέθηκαν με το κλάδεμα.
- Το υλικό που προκύπτει με τον θρυμματιστή είναι πιο ομοιογενές και εύχρηστο σε σύγκριση με το υλικό τεμαχισμού με καταστροφέα. Το υλικό που προκύπτει από το θρυμματιστή αντί να διασκορπιστεί στο έδαφος, μπορεί να συγκεντρωθεί σε μεγάλους σωρούς.

Εικόνα 3. Βελτίωση γονιμότητας εδάφους με εφαρμογή compost.

2.3.3 Κομποστοποίηση των ελαιοκλαδεμάτων

- Πριν την εφαρμογή είναι απαραίτητο να προηγηθεί συζήτηση με ειδικούς φυτοπαθολόγους για την αποφυγή διάδοσης ασθενειών.
- Ο θρυμματισμός των κλαδιών γίνεται συνήθως αρχές άνοιξης και ακολουθεί ανάμειξη με φύλλα από το ελαιοτριβείο και άλλα υλικά που είναι διαθέσιμα στην περιοχή π.χ. υπολείμματα σταφυλιών, χόρτα, το ξηρό κατακάθι της εξατμισοδεξαμενής κλπ. Καλό είναι να ανακατεύουμε διάφορα υλικά και να προσθέτουμε κοπριά (π.χ. 1 μέρος κοπριάς χοίρων ανά 3 μέρη τεμαχισμένων κλαδιών) ή λίγο αζωτούχο λίπασμα (κατά προτίμηση ουρία ή νιτρική αμμωνία) π.χ. 0,5 κιλό ουρίας σε 1 κυβικό φύλλα ή 3 κιλά ουρίας σε 1 κυβικό τεμαχισμένα κλαδιά.

- Δημιουργία σωρών έως 1,5 μέτρο στο ύψος για να αερίζεται καλά το μίγμα. Για τον ίδιο σκοπό το μέγεθος των τεμαχίων των υλικών που χρησιμοποιούνται στα μίγματα να μην υπερβαίνει τα 7 εκ. και να γίνεται τακτικό ανακάτεμα των σωρών κάθε 7-10 μέρες στην αρχή και στη συνέχεια τουλάχιστον μια φορά το μήνα. Τα μικρότερα κομμάτια των διαφόρων υλικών κομποστοποιούνται γρηγορότερα. Τα κλαδιά πρέπει να τεμαχίζονται για να μειωθεί ο όγκος τους.
- Ελέγχουμε την υγρασία του σωρού. Αν είναι στεγνά τα υλικά προσθέτουμε νερό με διαβροχή του σωρού. Αν είναι υπερβολικά υγρά ανακατεύουμε και απλώνουμε το σωρό ώστε να φύγει η περιττή υγρασία.
- Ελέγχουμε τη θερμοκρασία του σωρού. Στην αρχή ανεβαίνει έως 60-70 °C και στη συνέχεια μειώνεται. Το κομπόστ είναι έτοιμο όταν η θερμοκρασία στο κέντρο του σωρού είναι ίση με του περιβάλλοντος και δεν αυξάνεται μετά το γύρισμά του.

Εικόνα 4. Ανακύκλωση υπολειμμάτων κλαδέματος.

- Το τελικό προϊόν είναι σκουρόχρωμο, έχει οσμή χώματος και είναι ομοιογενές (όσο γίνεται περισσότερο) δηλαδή δεν διακρίνουμε τα υλικά που ανακατέψαμε. Στο τέλος της κομποστοποίησης παρατηρείται μείωση του αρχικού όγκου των υλικών κατά 65-70%. Ο χρόνος που χρειάζεται για την παραγωγή κομπόστ εξαρτάται από τα υλικά που χρησιμοποιούμε και από τις φροντίδες που δίνουμε. Συνήθως το φυσικό αυτό οργανικό λίπασμα είναι έτοιμο να απλωθεί στον ελαιώνα από το φθινόπωρο.
- Το μεγάλο πλεονέκτημα της εισαγωγής οργανικού άνθρακα μέσω κομπόστ σε σχέση με άλλες μεθοδολογίες π.χ. απευθείας ενσωμάτωσης στο έδαφος των γεωργικών υπολειμμάτων, έχει να κάνει με το γεγονός του ότι δεν ανταγωνίζεται τα φυτά για το άζωτο. Επιπλέον το οργανικό υλικό είναι απαλλαγμένο από φυτοπαθογόνους μικροοργανισμούς αλλά και διάφορους εχθρούς των καλλιεργειών και εμπλουτισμένο με ωφέλιμους οργανισμούς - όπως π.χ. γαιοσκώληκες, αρπακτικά ακάρεα,

φυτοπροστατευτικούς μικροοργανισμούς και επαγωγείς της ανάπτυξης των φυτών.

2.3.4 Εμπλουτισμός ζιζανιοχλωρίδας-χλωρή λίπανση

- Προτείνεται το μίγμα που θα χρησιμοποιηθεί για την σπορά και εμπλουτισμό της φυτικής κάλυψης να περιέχει τουλάχιστον 2 ψυχανθών και 1 αγρωστώδες.
- Η σπορά του μίγματος πρέπει να γίνει σε όλη την επιφάνεια του αγροτεμαχίου σε έδαφος που είναι στο ρώγο του (όχι πολύ υγρό ούτε πολύ ξηρό), Οκτώβριο-Δεκέμβριο όταν περιμένουμε βροχή τις επόμενες ημέρες με μια από τις δύο επιλογές: με λιπασματοδιανομέα ή με το χέρι.
- Αμέσως μετά τη σπορά την ίδια μέρα. Όταν η κλίση εδάφους είναι μικρότερη του 10%, πρέπει να γίνει μια ελαφρά κατεργασία του εδάφους - Όταν η κλίση εδάφους είναι μεγαλύτερη του 10%, μετά τη σπορά γίνεται ένα πέρασμα του χωραφιού με καταστροφέα σε λωρίδες
- Αρχές άνοιξης, πραγματοποιείται χορτοκοπή και ταυτόχρονο άλεσμα των κλαδεμάτων με τη χρήση καταστροφέα ή φρέζας που δεν ακουμπάει το έδαφος. Η χρήση ζιζανιοκτόνων γίνεται μόνο τοπικά για αντιμετώπιση συγκεκριμένων ζιζανίων.

Αποθήκευση διοξειδίου του άνθρακα από τα γεωργικά εδάφη:

<http://www.fao.org/soils-portal/soil-management/soil-carbon-sequestration/en/>

Εφαρμογή νέων καλλιεργητικών πρακτικών στην ελαιοκομία με στόχο τον μετριασμό των επιπτώσεων και την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή (πρόγραμμα LIFE+):

<http://www.oliveclima.eu/>

http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=search.dspPage&n_proj_id=4194

2.4 Διαχειριστικές επεμβάσεις για τη συγκράτηση του άνθρακα στα δασικά εδάφη.

Τα δασικά εδάφη αποτελούν μία σημαντική αποθήκη άνθρακα. Περίπου η μισή ποσότητα του άνθρακα στη στεριά είναι αποθηκευμένη σε δάση (1146×10^{15} g) και από αυτήν την ποσότητα τα δύο τρίτα είναι αποθηκευμένα στο έδαφος. Στα δάση των ψυχρών περιοχών ο άνθρακας στο έδαφος μπορεί να φτάσει το 80% του συνόλου του αποθηκευμένου άνθρακα σε φυτά και εδάφη, ενώ στα τροπικά δάση φτάνει το 50%.

Πίνακας 3. Εκτιμήσεις για τα μέσα αποθέματα άνθρακα.

2.4.1 Παράγοντες που επηρεάζουν τη δέσμευση άνθρακα στα δασικά εδάφη
Η συγκέντρωση του άνθρακα στα δασικά εδάφη εξαρτάται από την ισορροπία που υπάρχει μεταξύ της φυλλόπτωσης (υπέργειας ή υπόγειας) στο έδαφος και της αποσύνθεσης της οργανικής ουσίας στο δασικό τάπητα. Η αποσύνθεση εξαρτάται από τη χημική σύσταση της οργανικής ουσίας και τις κλιματικές συνθήκες. Εάν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος αυξηθεί, το απόθεμα της οργανικής ουσίας του εδάφους θα ελαττωθεί επειδή ο ρυθμός της αναπνοής των μικροοργανισμών θα ενισχυθεί περισσότερο από την παραγωγή βιομάζας. Βρέθηκε ότι η αποικοδόμηση της οργανικής ουσίας φτάνει ένα πλαφόν και μετά γίνεται πολύ αργή. Ο λόγος είναι ότι μετά την διάσπαση των εύκολα αποικοδομήσιμων οργανικών ενώσεων επικρατεί η οργανική ουσία που συνδέεται με τα κολλοειδή της αργίλου καθώς και χουμικές οργανικές ενώσεις που ανθίστανται στη διάσπαση. Η σταθεροποίηση των μορφών του άνθρακα στο έδαφος είναι υψίστης σημασίας στην ικανότητα των δασικών εδαφών να δεσμεύουν άνθρακα.

Πίνακας 4. Ποσότητες (αποθέματα) οργανικού άνθρακα στα εδάφη δασών και ψευδαλπικών λιβαδιών της Ελλάδας

Αναδασώσεις. Τα δάση έχουν μεγαλύτερη πυκνότητα άνθρακα από άλλα είδη οικοσυστημάτων. Η μετατροπή των δασών σε αγρούς είχε ως αποτέλεσμα την απώλεια άνθρακα. Σήμερα ισχύει το αντίθετο. Πολλοί αγροί διασώζονται είτε από εγκατάλειψη είτε από αναδασώσεις. Κατά μέσο όρο οι αναδασώσεις αυξάνουν το απόθεμα άνθρακα κατά 18% μετά την πάροδο κάποιων ετών. Η μετακίνηση του άνθρακα στο ανόργανο έδαφος (συνεπώς η σταθεροποίηση του) μπορεί να πάρει δεκαετίες. Σε αναδασωμένα εδάφη αμμώδη, φτωχά σε θρεπτικά στοιχεία υπάρχει συσσώρευση του δασικού τάπητα χωρίς ενσωμάτωση της οργανικής ουσίας στο ανόργανο έδαφος. Επομένως ο τύπος του εδάφους παίζει σημαντικό ρόλο. Αργιλώδη εδάφη μπορούν να δεσμεύσουν ευκολότερα και για μεγαλύτερο διάστημα την οργανική ουσία.

Η επιλογή των δασικών ειδών για την αναδάσωση παίζει σημαντικό ρόλο. Τα πλατύφυλλα γενικά αποθηκεύουν περισσότερο άνθρακα λόγω του πυκνότερου ριζικού συστήματος από τα κωνοφόρα. Επίσης δασικά είδη οι ρίζες των οποίων σχηματίζουν συμβίωση με αζωτοδεσμευτικά βακτήρια (π.χ. ακακία) συντελούν στην αύξηση του αποθηκευμένου άνθρακα στο έδαφος. Επιπλέον, η πυκνότητα επίσης του ξύλου πολλών φυλλοβόλων δέντρων είναι μεγαλύτερη από εκείνη των κωνοφόρων με συνέπεια τη μεγαλύτερη συσσώρευση άνθρακα στη βιομάζα τους. Στις αναδασώσεις πρέπει να λαμβάνεται υπόψη και η σταθερότητα των μελλοντικών δασικών οικοσυστημάτων. Έτσι μικτές συστάδες είναι καλύτερες από εκείνες με ένα είδος.

2.4.2 Επεμβάσεις σε επίπεδο συστάδας

- Αραιώσεις. Οι αραιώσεις αυξάνουν την ακτινική αύξηση των δέντρων και δεν αποσκοπούν γενικά στη δέσμευση του άνθρακα. Οι αραιώσεις και υλοτομίες, ειδικά στις υπερώριμες συστάδες θα πρέπει να διατηρούν όσο το δυνατόν περισσότερο τη σκίαση των δασικών εδαφών για την αποφυγή της αποικοδόμησης της οργανικής ουσίας λόγω εισόδου της ηλιακής ακτινοβολίας. Εντατικές αραιώσεις και υλοτομίες προκαλούν μείωση της οργανικής ουσίας των εδαφών. Η μείωση αυτή οφείλεται στην ελαττωμένη

φυλλόπτωση, στην αλλαγή της κατανομής του ριζικού συστήματος και στην αλλαγή του καθεστώτος υγρασίας και θερμοκρασίας. Η συχνότητα των αραιώσεων δεν πρέπει να είναι μεγάλη, διαφορετικά το μικροκλίμα δεν μπορεί να επιστρέψει στην προ των αραιώσεων κατάσταση. Η απομάκρυνση όμως φυτικών ιστών υπερηλίκων ή αρρώστων είναι αναγκαία για την υγεία των συστάδων. Επισημαίνεται ότι η σταθεροποίηση των συστάδων μέσω αραιώσεων μακροπρόθεσμα συμβάλει στην δέσμευση του άνθρακα ενώ η διατήρηση συστάδας με μεγάλη πυκνότητα δέντρων μπορεί να διατηρεί υψηλά αποθέματα άνθρακα με υψηλό κίνδυνο όμως φυσικής καταστροφής

- Υλοτομίες. Οι υλοτομίες αλλάζουν το μικροκλίμα του δάσους πολύ πιο δραστικά από τις αραιώσεις. Ακόμα και με αναδασώσεις μετά από υλοτομίες οι απώλειες του άνθρακα του εδάφους μπορεί να είναι μεγαλύτερες από την ενσωμάτωση του στο έδαφος. Εάν δεν υπάρχει κίνδυνος φωτιάς τα υπολείμματα των υλοτομιών μπορούν να αφεθούν στο δάσος για τον εμπλουτισμό του εδάφους (κυρίως του δασικού τύπησης) με οργανική ουσία. Οι αποψιλωτικές υλοτομίες θα πρέπει να αποφεύγονται. Η ελάττωση των αποθεμάτων άνθρακα στο έδαφος μετά από 20 χρόνια μπορεί να φτάσει τους 5 ακόμα και τους 20 t/ha. Οι αποψιλωτικές υλοτομίες μπορούν να μετατρέψουν ένα δάσος σε πηγή άνθρακα αντί για αποθήκη εξαιτίας της αύξησης της αναπνοής του εδάφους. Οι ώριμες συστάδες διατηρούν μεγαλύτερα αποθέματα άνθρακα στο έδαφος. Ωστόσο οι υπερώριμες συστάδες δε μπορούν να κλείσουν τα κενά που δημιουργούνται από τη φυσική θνησιμότητα ή τις αραιώσεις με συνέπεια να επιταχύνεται η διάσπαση της οργανικής ουσίας του εδάφους.

3. ΧΡΗΣΗ ΥΠΟΠΡΟΪΟΝΤΩΝ, ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ, ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΛΟΙΠΩΝ ΠΡΩΤΩΝ ΥΛΩΝ, ΕΚΤΟΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ, ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΣΚΟΠΟΥΣ ΤΗΣ ΒΙΟΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ

3.1. Βιοοικονομία

Ο όρος βιοοικονομία χρησιμοποιείται για να περιγράψει την οικονομία που στηρίζεται σε ανανεώσιμους φυσικούς πόρους για την παραγωγή αγαθών και προϊόντων που παραδοσιακά χρησιμοποιούσαν πόρους, όπως το πετρέλαιο και τα ορυκτά. Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Ένωση, η βιοοικονομία αναφέρεται στη βιώσιμη και κυκλική διαχείριση φυσικών πόρων και αφορά τομείς όπως αγροτοβιομηχανία, ιχθυοκαλλιέργειες, τρόφιμα, υφαντουργία, ειδικά χημικά υλικά, φάρμακα, βιοδιυλιστήρια, βιοενέργεια και διαχείριση αποβλήτων. Συγκεκριμένα, περιλαμβάνει όλους τους βιομηχανικούς και οικονομικούς τομείς και τις σχετιζόμενες υπηρεσίες, οι οποίοι επεξεργάζονται φυσικές πηγές, όπως είναι οι θαλάσσιοι πόροι, τα εδάφη, το δασικό και το ζωικό κεφάλαιο. Στις κυριότερες δράσεις της βιοοικονομίας συγκαταλέγονται οι καινοτόμες μορφές αξιοποίησης της καλλιεργήσιμης γης, οι τεχνολογίες συγκομιδής, η ανάπτυξη βέλτιστων μορφών εκτροφής ζώων, οι καλλιέργειες φυτών με βελτιωμένες ιδιότητες, οι νέες μορφές χρήσης της γενετικής στην παραγωγική δραστηριότητα, τα βιολογικά πλαστικά και οι καινοτόμες τεχνολογίες στα βιοδιυλιστήρια.

Εικόνα 5. Οι κυριότεροι τομείς που καλύπτει η βιοοικονομία

Η βιοοικονομία μπορεί με βιολογικές/βιοτεχνολογικές λύσεις να αντιμετωπίσει άμεσα προβλήματα και προκλήσεις, όπως:

- Η διασφάλιση της αειφορίας στην αγροτική παραγωγή
- Η διασφάλιση της επισιτιστικής ασφάλειας ενός συνεχώς αυξανόμενου πληθυσμού
- Η μείωση της εξάρτησης από τα ορυκτά καύσιμα
- Η μείωση των αποβλήτων

- Η βιώσιμη διαχείριση των φυσικών πόρων, ως ανασταλτικός παράγοντας στην ταχεία εξάντλησή τους
- Ο περιορισμός των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής
- Η βιώσιμη αλιεία, ως μέτρο για την υπεραλίευση.

Ενδεικτικά παραδείγματα εφαρμογής της βιοοικονομίας είναι:

- Κατασκευή ενδυμάτων από πρωτεΐνες γάλακτος που δεν είναι κατάλληλες προς κατανάλωση, τα οποία είναι φιλικά προς το δέρμα.
- Παραγωγή ελαστικών τμημάτων αθλητικών παπουτσιών από φλοιούς ρυζιού οι οποίοι δεν χρησιμοποιούνται αλλά πετιούνται κατά τόνους κάθε χρόνο
- Χρήση υπολειμμάτων καφέ προκειμένου να παραχθούν αθλητικά ρούχα υψηλής ποιότητας
- Χρήση των αποβλήτων και μετατροπή τους σε ενέργεια ή σε προϊόντα υψηλής προστιθέμενης αξίας
- Χρήση εντόμων και φυκών ως εναλλακτικές πηγές πρωτεΐνης για την παραγωγή λειτουργικών τροφίμων.
- Χρήση αλγών στην παραγωγή βιοκαυσίμων, κ.α.

Σύμφωνα με τον Οργανισμό Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (ΟΟΣΑ), οι εξαγωγές που σχετίζονται με την βιο-οικονομία παγκοσμίως, ανήλθαν το 2015 σε 2,4τρισεκατομμύρια δολάρια ή το 12,6% του παγκόσμιου εμπορίου. Τα οφέλη για τις ελληνικές επιχειρήσεις του αγροκτηνοτροφικού τομέα από τη μετάβαση στην κυκλική οικονομία είναι σημαντικά, με τον τζίρο της βιο-οικονομίας στην Ελλάδα να διαμορφώνεται στα 27,14 δισ. ευρώ το 2014, όταν το αντίστοιχο νούμερο στην Ευρωπαϊκή Ένωση ανέρχεται στα 2 τρις Ευρώ, ήτοι το 15% περίπου του συνολικού ΑΕΠ, ενώ οι θέσεις εργασίας στον συγκεκριμένο τομέα υπερβαίνουν τα 18 εκατ.

https://enrd.ec.europa.eu/enrd-thematic-work/greening-rural-economy/bioeconomy_en

3.2 Χρήση υποπροϊόντων στη διατροφή των αγροτικών ζώων

Στη σύγχρονη εποχή παρατηρείται μια αυξημένη ζήτηση από την πλευρά του καταναλωτικού κοινού για την παραγωγή ποιοτικών και ασφαλών προϊόντων με ιδιαίτερα χαρακτηριστικά, ευεργετικά της ανθρώπινης υγείας (functional foods). Ο τομέας της κτηνοτροφικής παραγωγής πρέπει να ανταποκριθεί στις ανάγκες αυτές και για το λόγο αυτό η έρευνα έχει στραφεί στη χρησιμοποίηση εναλλακτικών πηγών ζωοτροφών, φυτικής προέλευσης, οι οποίες δύνανται αφενός να προάγουν την υγεία των παραγωγικών ζώων και την παραγωγικότητά τους και αφετέρου να προσδώσουν στα παραγόμενα κτηνοτροφικά προϊόντα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά, ευεργετικά για την ανθρώπινη υγεία.

Ταυτόχρονα, το αυξανόμενο κόστος παραγωγής και αγοράς των ζωοτροφών οδηγεί στη συνεχή μείωση των καθαρών εσόδων των κτηνοτροφικών εκμεταλλεύσεων. Για τους λόγους αυτούς, τα τελευταία χρόνια γίνονται προσπάθειες χρησιμοποίησης νέων ζωοτροφών, οι οποίες θα καλύπτουν τις ανάγκες των ζώων και θα εξασφαλίζουν την υγεία τους και την παραγωγή ποιοτικών και ασφαλών προϊόντων, με παράλληλη μείωση του κόστους των παραγόμενων προϊόντων. Προς την κατεύθυνση αυτή, η χρήση των υποπροϊόντων της αγροτοβιομηχανίας στα σιτηρέσια των παραγωγικών ζώων τα τελευταία χρόνια έχει αυξηθεί ως αποτέλεσμα αναζήτησης φθηνότερων ζωοτροφών.

Τα υποπροϊόντα της αγροτοβιομηχανίας, εξάλλου, θεωρούνται ως πηγές ζωοτροφών σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό Κανονισμό ΕΚ 767/2009. Επιπλέον, τα τελευταία χρόνια υπάρχει μεγάλο ενδιαφέρον για την αποτελεσματική επαναχρησιμοποίηση των υπολειμμάτων (υποπροϊόντων) της γεωργικής βιομηχανίας, αφού λόγω της παγκόσμιας εντατικοποίησης της παραγωγής τροφίμων παράγονται ετησίως μεγάλες ποσότητες υποπροϊόντων επεξεργασίας τροφίμων που επιβαρύνουν σημαντικά το περιβάλλον. Η αξιοποίηση των αγροτοβιομηχανικών υποπροϊόντων στη διατροφή των εκτρεφόμενων ζώων μπορεί να μειώσει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της βιομηχανίας τροφίμων και να βελτιώσει την κερδοφορία τους αξιοποιώντας

υποπροϊόντα χαμηλής ποιότητας, που ενδεχομένως θα απορρίπτονταν, για χρήση τους ως ζωτροφή. Τα υποπροϊόντα αυτά όχι μόνο αποτελούν σοβαρό πρόβλημα ρύπανσης, αλλά συνιστούν και μια σημαντική απώλεια πολύτιμης βιομάζας και θρεπτικών συστατικών.

Η σύγχρονη τάση της βιομηχανικής οικολογίας και της κυκλικής οικονομίας θεωρούνται βασικές αρχές οικολογικής καινοτομίας εστιάζοντας σε ένα πρότυπο για «μηδενικά απόβλητα» (“zero waste”), σύμφωνα με το οποίο τα υποπροϊόντα μπορούν να χρησιμοποιηθούν εκ νέου ως πρώτες ύλες. Από την άλλη πλευρά, οι καταναλωτές επιθυμούν τελευταία την παραγωγή και κατανάλωση τροφίμων με ετικέτα «καθαρών», «φυσικών» και «οικολογικών / πράσινων» προϊόντων, τα οποία είναι πρόθυμοι να αγοράσουν ακόμα και σε υψηλότερες τιμές. Οι καταναλωτές ζητούν επίσης τα προϊόντα που καταναλώνουν να περιέχουν συστατικά φυτικής προέλευσης, τα οποία είναι ασφαλή και προάγουν την ανθρώπινη υγεία, αφού έχει αποδειχθεί ότι πολλά από τα προβλήματα υγείας συνδέονται με τη διατροφή.

Η εκβιομηχάνιση της παραγωγής τροφίμων έχει οδηγήσει σε μια νέα γενιά μεγάλων ποσοτήτων «αποβλήτων» τροφίμων (ορθότερα υποπροϊόντων) που μπορούν να ταξινομηθούν στις εξής κατηγορίες:

α) υποπροϊόντα επεξεργασίας δημητριακών καρπών και ψυχανθών (γλουτένη, πλακούντες και άλευρα εκχύλισης ελαιούχων σπόρων, όπως σογιάλευρο, αραχιδάλευρο, βαμβακάλευρο, φοινικάλευρο, λινάλευρο, άλευρο σπόρων ελαιοκράμβης, ηλιάλευρο, σησαμάλευρο κ.ά.)

β) υποπροϊόντα της επεξεργασίας φρούτων και λαχανικών (πούλπα εσπεριδοειδών, ντομάτας, ροδιού, ροδάκινου κ.ά.)

γ) υποπροϊόντα της επεξεργασίας ζαχαροτεύτλων (σακχαρόπιτα, μελάσσα)

δ) υποπροϊόντα της οινοποίησης (στέμφυλα) και της ζυθοποίησης (βλαστίδια και ριζίδια βύνης, σπόροι ζυθοποίησης, ζύμη ζυθοποίησης κ.ά.)

ε) υποπροϊόντα της ελαιουργίας (ελαιάλευρο, πυρηνόξυλο κ.ά.)

στ) υποπροϊόντα της βιομηχανίας επεξεργασίας γάλακτος (τυρόγαλα, πρωτεΐνη τυρογάλακτος)

ζ) υποπροϊόντα της βιομηχανίας παραγωγής βιοκαυσίμων (γλυκερόλη, πλακούντες-άλευρα)

Τα υποπροϊόντα της αγροτοβιομηχανίας μπορούν να ενσωματωθούν στη διατροφή των παραγωγικών ζώων ως κύρια ζωοτροφή, είτε νωπά, είτε αποξηραμένα, είτε ενσιρωμένα, είτε σε μορφή αλεύρου. Επίσης, μετά από εκχύλιση των βιοενεργών συστατικών τους μπορούν να χορηγηθούν ως πρόσθετα ζωοτροφών. Επομένως τα υποπροϊόντα αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη διατροφή των παραγωγικών ζώων, είτε ως ζωοτροφές, είτε ως πρόσθετα ζωοτροφών.

Αποτελούν μία φθηνή πηγή ζωοτροφών και επιπλέον η χρήση τους στα σιτηρέσια των ζώων αποτρέπει τη ρύπανση του περιβάλλοντος, αφού με τον τρόπο αυτό ουσιαστικά ανακυκλώνονται. Η αξιοποίηση και η επαναχρησιμοποίηση των υποπροϊόντων της γεωργίας και της αγροτοβιομηχανίας, αποτελεί μία ενδιαφέρουσα οικονομική και οικολογική λύση για τη συνολική διαχείρισή τους στη γεωργία. Κάθε χρόνο στην Ελλάδα παράγονται από τις γεωργικές-βιομηχανικές δραστηριότητες μεγάλες ποσότητες από υποπροϊόντα, τα οποία έχουν μηδενική αξία και επιπλέον επιβαρύνουν το περιβάλλον, όπως:

- Άχυρο δημητριακών $\approx 4.000.000-5.000.000$ τόνοι
- Υποπροϊόντα καλλιέργειας – επεξεργασίας βαμβακιού $\approx 1.000.000$ τόνοι
- Πούλπα ζαχαρότευτλων ≈ 350.000 τόνοι
- Φλούδα χυμοποίησης εσπεριδοειδών ≈ 200.000 τόνοι
- Φλούδα χυμοποίησης ροδιού ≈ 80.000 τόνοι
- Στέμφυλα οينوποίησης ≈ 150.000 τόνοι
- Απόβλητα ελαιουργείου $\approx 350.000-500.000$ κυβικά μέτρα
- Πυρηνόξυλο ≈ 250.000 τόνοι
- Υποπροϊόντα τυροκομείων (τυρόγαλα) ≈ 200.000 κυβικά μέτρα
- Τεράστιες ποσότητες υποπροϊόντων επεξεργασίας άλλων φρούτων και λαχανικών

Τα παραπάνω υποπροϊόντα αποτελούν ένα ανανεώσιμο δυναμικό για την επαναξιοποίησή τους στη διατροφή των παραγωγικών ζώων. Η αξιοποίηση των υποπροϊόντων αυτών (φυτικής προέλευσης ζωοτροφές) αποκτά ιδιαίτερη σημασία και ενδιαφέρον για τη ζωική παραγωγή στις χώρες της Ευρωπαϊκής

Ένωσης, ιδιαίτερα μετά τα προβλήματα που έχουν δημιουργηθεί με την κατάργηση ζωοτροφών ζωικής προέλευσης (αιματάλευρα, κρεατάλευρα, οστεάλευρα κ.ά.).

<http://eur-lex.europa.eu/legalcontent/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013R0068&from=EN> (ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ (ΕΕ) αριθ. 68/2013 ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ της 16ης Ιανουαρίου 2013 για τον κατάλογο πρώτων υλών ζωοτροφών)

Υποπροϊόντα διαφόρων καλλιεργειών και επεξεργασίας δημητριακών καρπών και ψυχανθών

Πολλά υποπροϊόντα διαφόρων καλλιεργειών (βαμβακάλευρο, ηλιάλευρο, άλευρο σπόρων ελαιοκράμβης, λινάλευρο, πίτυρα κ.ά.) και επεξεργασίας δημητριακών καρπών και ψυχανθών (γλουτένη αραβοσίτου, νιφάδες βρώμης κ.ά.) χρησιμοποιούνται παραδοσιακά, χρόνια τώρα, στη διατροφή των παραγωγικών ζώων.

Υποπροϊόντα βαμβακόσπορου

Το βαμβακάλευρο είναι ένα υποπροϊόν της βιομηχανίας βάμβακος και προέρχεται από την εκχύλιση του λαδιού του βαμβακόσπορου. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ζωοτροφή λόγω της υψηλής διατροφικής της αξίας. Χαρακτηρίζεται από υψηλή περιεκτικότητα ολικών αζωτούχων ουσιών ($\approx 41\text{--}44\%$), υψηλή περιεκτικότητα σε NDF ($\approx 41\%$ επί ΞΟ) και υψηλή ενεργειακή αξία (7,7 MJ καθαρής ενέργειας γαλακτοπαραγωγής). Οι περισσότερες μελέτες έδειξαν ότι η χρήση του βαμβακάλευρου δεν επηρεάζει την κατανάλωση τροφής και τη γαλακτοπαραγωγή των αγελάδων, καθώς και τη χημική σύσταση του γάλακτος.

Υποπροϊόντα αραβοσίτου

Κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας του αραβοσίτου με σκοπό την παραγωγή αμύλου και αμυλοσακχάρου (γλυκόζη) παράγονται ορισμένα υποπροϊόντα κατάλληλα για τη διατροφή των αγροτικών ζώων. Με τη διαδικασία παράγονται τρία υποπροϊόντα, τα έμβρυα, τα πίτυρα και η γλουτένη. Τα έμβρυα είναι πολύ πλούσια σε έλαια, η μεγαλύτερη ποσότητα των οποίων εκχυλίζεται δίνοντας αραβοσιτέλαιο, ενώ τα υπόλοιπα χρησιμοποιούνται ως

ζωοτροφή. Η γλουτένη αραβοσίτου έχει μεγάλη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη (μέχρι 70%). Τα προαναφερθέντα τρία υποπροϊόντα μπορούν να αναμιχθούν και να δώσουν ένα άλλο υποπροϊόν, γνωστό ως κτηνοτροφική γλουτένη, η σύνθεση της οποίας είναι: ΑΟ 22-29% σε ξηρή βάση, ΙΟ 10% σε ξηρή βάση και ΜΕ 8, 10,5 και 12,5 MJ/kg ΞΟ για πουλερικά, χοίρους και μηρυκαστικά, αντίστοιχα.

Υποπροϊόντα σπόρων ελαιοκράμβης

Η παραλαβή του ελαίου από τους σπόρους της ελαιοκράμβης γίνεται με εκχύλιση, αφού συνήθως προηγηθεί μια πίεση. Το υπόλειμμα που απομένει περιέχει περίπου 400 g ΑΟ/kg ΞΟ. Περιέχει περισσότερες ΙΟ σε σύγκριση με το σογιάλευρο (14% σε ξηρή βάση) και έχει μικρότερο ενεργειακό περιεχόμενο, που ανέρχεται σε 8,2 MJ ME/kg ΞΟ για τα πουλερικά και 12,0 MJ ME/kg ΞΟ για τους χοίρους και τα μηρυκαστικά. Στη Μ. Βρετανία το άλευρο ελαιοκράμβης αποτελεί συνήθως το 15% των συμπληρωματικών πηγών πρωτεΐνης και έρχεται δεύτερο μετά το σογιάλευρο από πλευράς σπουδαιότητας.

Υποπροϊόντα της επεξεργασίας των φρούτων και των λαχανικών

Στα υποπροϊόντα επεξεργασίας των φρούτων και των λαχανικών περιλαμβάνονται όλα εκείνα τα προϊόντα που προέρχονται από τα διάφορα στάδια της επεξεργασίας τους, τα οποία είναι κατάλληλα για τη διατροφή των παραγωγικών ζώων και προάγουν την ευζωία και την υγεία τους, καθώς επίσης και την ανθρώπινη υγεία και ασφάλεια.

Από την επεξεργασία των φρούτων και των λαχανικών παράγονται ετησίως διάφορες ποσότητες και είδη υποπροϊόντων, ανάλογα με την πρώτη ύλη και την εφαρμοζόμενη διαδικασία επεξεργασίας τους. Για τα περισσότερα φρούτα και λαχανικά, η παραγωγή υποπροϊόντων υπολογίζεται ότι είναι περίπου 30% της αρχικής επεξεργασμένης πρώτης ύλης. Επιπλέον, οι εξελίξεις στις μεθόδους εκχύλισης έχουν οδηγήσει στην παραγωγή φυτικών ουσιών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως πρόσθετα ζωοτροφών. Τα υποπροϊόντα της επεξεργασίας των φρούτων και των λαχανικών αποτελούν σημαντικές πηγές πολύτιμων ουσιών, όπως καροτενοειδών, φαινολικών ουσιών και

φλαβονοειδών, με αντιοξειδωτικές και αντιμικροβιακές δράσεις, καθώς και βιταμινών και ωφέλιμων λιπαρών οξέων. Τα βιοενεργά αυτά συστατικά προσδίδουν στα υποπροϊόντα ιδιαίτερη διατροφική αξία.

Υποπροϊόντα της επεξεργασίας ζαχαρότευτλων. Μελασσομένος ξηρός πολτός ζαχαροτεύτλων (ΜΞΠΖ)

Ο πολτός ζαχαροτεύτλων ως νωπός, ενσιρωμένος, ξηρός ή μελασσομένος, είναι υποπροϊόν της βιομηχανίας ζάχαρης. Από 1 τόννο ζαχαροτεύτλων παράγονται, κατά προσέγγιση, 48,3 kg ΞΠΖ και για να παραχθεί 1 τόννος ΞΠΖ απαιτούνται περίπου 300 kg μαζούτ. Ο ΞΠΖ περιέχει κ.μ.ό. 8,8% ολικές αζωτούχες ουσίες (ΑΟ), 0,6% λιπαρές ουσίες, 19,6% ινώδεις ουσίες (ΙΟ) και 58,7% ελεύθερες αζώτου εκχυλισματικές ουσίες (ΕΝΕΟ).

Ο ΜΞΠΖ αν και είναι σχετικά ογκώδης τροφή (22% περίπου ΙΟ), αποτελεί μια εξαιρετικής θρεπτικής αξίας (87% τουλάχιστον σε σχέση με την κριθή) τροφή για τους χοίρους και μπορεί να συμμετέχει στα σιτηρέσια των παχυνόμενων χοίρων εξασφαλίζοντας περιορισμένη, από άποψη κατανάλωσης ενέργειας και οικονομικότερη, από πλευράς κόστους παραγωγής, διατροφή, χωρίς δυσμενείς επιπτώσεις στην πεπτικότητα των σιτηρεσίων, στις παραμέτρους πάχυνσης και στην ποιότητα του σφαγίου.

Υποπροϊόντα της οينوποιίας και της ζυθοποιίας

Σημαντικό υποπροϊόν της οينوποιίας αποτελούν τα στέμφυλα (νωπή πούλπα, γίγαρτα, βόστρυχοι) τα οποία παρουσιάζουν ενδιαφέρον για την αξιοποίησή τους. Τα στέμφυλα οينوποιίας μπορούν να ενσωματωθούν στη διατροφή των ζώων είτε μετά από ξήρανση, είτε μετά από ενσίρωση. Έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε υγρασία (60%) και κυτταρίνες (32%). Η περιεκτικότητά τους σε ολικές αζωτούχες ουσίες κυμαίνεται περίπου στο 9-10% της ΞΟ, σε ολικές λιπαρές ουσίες στο 6-8% της ΞΟ, παρουσιάζουν NDF στο 30-40% της ΞΟ και ADF στο 25-35% ΞΟ. Η ενσίρωση αυξάνει την περιεκτικότητα των ADF και της λιγνίνης και μειώνει το επίπεδο των τανινών και των ολικών φαινολικών ουσιών. Τα αποξηραμένα και ενσιρωμένα στέμφυλα οينوποιίας παρουσιάζουν

χαμηλή ενεργειακή αξία. Ωστόσο, είναι πλούσια σε αντιοξειδωτικές και αντιμικροβιακές ουσίες, ιδιαίτερα εκείνα των ερυθρών σταφυλιών.

Υποπροϊόντα ζυθοποιίας

Τα υποπροϊόντα της ζυθοποιίας είναι τα παρακάτω: «βλαστίδια και ριζίδια βύνης ζυθοποιίας», «σπόροι ζυθοποιίας» και «ζύμη ζυθοποιίας».

Βλαστίδια και ριζίδια βύνης ζυθοποιίας. Δεν είναι υψηλής ενέργειας τροφή και εξαιτίας της ινώδους φύσης τους η χρήση τους περιορίζεται στα μηρυκαστικά και τα άλογα. Επειδή απορροφούν νερό εύκολα και μπορεί να προκαλέσουν φούσκωμα στο στομάχι, συνήθως διαβρέχονται πριν δοθούν στα ζώα. Επίσης έχουν πικρή γεύση και ως εκ τούτου σιτηρέσια που περιέχουν υψηλά ποσοστά τους, μπορεί να απορριφθούν από τα ζώα ως απαράδεκτης γεύσης.

Σπόροι ζυθοποιίας. Γνωστοί και ως σκύβαλα ή «μπύρα» στη γλώσσα των παραγωγών. Είναι το αδιάλυτο υπόλειμμα μετά την αφαίρεση του σακχαρούχου υγρού ή σιροπιού. Εκτός από κριθή μπορεί να περιέχει και υπολείμματα αραβόσιτου ή ρυζιού και ως εκ τούτου η σύνθεση του υποπροϊόντος ποικίλλει σημαντικά. Οι σπόροι ζυθοποιίας είναι μια δημοφιλής τροφή για αγελάδες γαλακτοπαραγωγής, αλλά μικρής σημασίας για χοίρους και πουλερικά.

Ζύμη ζυθοποιίας. Είναι πλούσια σε πρωτεΐνη και περιέχει περίπου 420 g ΑΟ/kg ΞΟ. Είναι υψηλής πεπτικότητας και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε όλες της κατηγορίες αγροτικών ζώων. Η πρωτεΐνη της είναι υψηλής θρεπτικής αξίας και προσιδιάζει για τη διατροφή χοίρων και πουλερικών. Καλή πηγή βιταμινών του συμπλέγματος Β.

<p>Πίνακας 5. Χρήση υποπροϊόντων της αγροτοβιομηχανίας σαν υποκατάστατα ζωοτροφών</p>
--

Υποπροϊόντα της ελαιουργίας

Στη χώρα μας σήμερα υπάρχουν περίπου 3.500 ελαιουργία, τα περισσότερα εκ των οποίων εντοπίζονται στην Κρήτη, την Πελοπόννησο, τα νησιά του

Ιονίου και τη Λέσβο. Από την εξαγωγή του ελαιόλαδου προκύπτουν δύο υποπροϊόντα, το στερεό υπόλειμμα και τα υγρά απόβλητα. Ανάλογα με τον τύπο του ελαιοτριβείου, δύο ή τριών φάσεων, προκύπτουν, αντίστοιχα, 800 και 500 kg/tn καρπού, στερεά υπολείμματα και 250 και 1200 l/tn καρπού, υγρά απόβλητα. Γίνεται κατανοητό ότι από τις δραστηριότητες των ελαιοτριβείων προκύπτει μεγάλος όγκος αποβλήτων που επιβαρύνει σημαντικά το περιβάλλον.

Όσον αφορά το στερεό υπόλειμμα, αυτό αποτελεί το 35-37% του αρχικού βάρους των υπό κατεργασία καρπών της ελιάς και ονομάζεται «ελαιόπιτα». Η ακατέργαστη ελαιόπιτα περιλαμβάνει το σπασμένο πυρήνα του ελαιόκαρπου, το περικάρπιο, την πούλπα του καρπού, περίπου 25% νερό και ποσότητα ελαίου που έχει παραμείνει μετά την εξαγωγή του ελαιόλαδου. Με βάση αυτό το ποσοστό η παγκόσμια παραγωγή ελαιόπιτας εκτιμάται γύρω στους 2.900.000 τόνους.

Ανάλογα με τη διαδικασία εξαγωγής του ελαιόλαδου προκύπτουν διαφορετικά υποπροϊόντα, τα οποία διακρίνονται σε:

- α) ακατέργαστη ελαιόπιτα (24% νερό και 9% λάδι),
- β) ελαιόπιτα μετά από αφαίρεση του ελαίου,
- γ) ελαιόπιτα μετά από μερική αφαίρεση του πυρήνα,
- δ) ελαιόπιτα μετά από μερική αφαίρεση του πυρήνα και αφαίρεση του ελαίου,
- ε) πούλπα ελιάς, η οποία είναι πάστα που έχει αφαιρεθεί ο πυρήνας
- στ) πυρηνόξυλο,
- ζ) φύλλα

Τα υποπροϊόντα αυτά της ελαιουργίας μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη διατροφή των παραγωγικών ζώων και να οδηγήσουν στην παραγωγή ζωοκομικών προϊόντων και επομένως να αποκτήσουν προστιθέμενη αξία. Στη διατροφή των παραγωγικών ζώων μέχρι σήμερα χρησιμοποιούνται κυρίως η ακατέργαστη ελαιόπιτα και η ελαιόπιτα μετά από την αφαίρεση του ελαίου.

Από τα υποπροϊόντα της ελαιουργίας σημαντικό σε ποσότητα αποτελεί το πυρηνόξυλο ελαιοπυρήνων, το οποίο προκύπτει από τη διαδικασία εξαγωγής του πυρηνέλαιου. Η ετήσια παραγωγή πυρηνόξυλου στην Ελλάδα ανέρχεται

περίπου σε 300.000 τόνους και προέρχεται από τους 460.000 τόνους ελαιοπυρήνα που παράγονται σε όλη την επικράτεια.

Τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί νέα προϊόντα-προσθετικά ζωοτροφών στη διατροφή των ζώων τα οποία αποτελούνται κατά το μεγαλύτερο ποσοστό από λιγνινοκυτταρίνη. Η λιγνινοκυτταρίνη αυτή προέρχεται από τα ξυλώδη μέρη διαφόρων ειδών, όπως του πυρηνόξυλου, καθώς και άλλων φυτικών ειδών, όπως του καλαμποκιού και διαφόρων δέντρων. Η λιγνινοκυτταρίνη χρησιμοποιείται κυρίως στη διατροφή των μονογαστρικών. Χορήγησή της στα ζώα αυτά ικανοποιεί το αίσθημα κορεσμού, μειώνει τη μετατόπιση των παθογόνων μικροοργανισμών στο λεπτό έντερο, μετατοπίζει τις ζυμώσεις στο τελευταίο τμήμα του εντέρου (κόλον), βελτιώνει την ποιότητα των κοπράνων, δεσμεύει και αδρανοποιεί τους παθογόνους μικροοργανισμούς μειώνοντας έτσι τα κρούσματα διάρροιας, έχει πρεβιοτική δράση και δεσμεύει τις μυκοτοξίνες.

Η χρήση του στους νεαρούς μόσχους που τρέφονται ακόμα με γάλα και εν συνεχεία με συμπυκνωμένες ζωοτροφές, βοηθάει στην ανάπτυξη των προστομάχων και στην ομαλή μετάβαση από μονογαστρικό σε πολυγαστρικό, μειώνοντας τις διάρροιες και τη μείωση του ρυθμού ανάπτυξης εκείνη την κρίσιμη για τους μόσχους περίοδο.

Η ενσωμάτωση της λιγνινοκυτταρίνης στα ζώα αυτά βελτιώνει την ανάπτυξη του πεπτικού συστήματος των ζώων, αυξάνει τη δυνατότητα κατανάλωσης ξηράς ουσίας, βελτιώνει την ικανότητα αντοχής στις ασθένειες και μειώνει την καταπόνηση απογαλακτισμού.

Υποπροϊόντα της βιομηχανίας επεξεργασίας γάλακτος

Το τυρόγαλο είναι ένα υποπροϊόν της βιομηχανίας επεξεργασίας γάλακτος που για σειρά ετών θεωρείτο ως απόβλητο και πρόβλημα για το περιβάλλον. Στην πραγματικότητα, όμως, πρόκειται για μία πολύ χρήσιμη πρώτη ύλη για παραγωγή σειράς προϊόντων διατροφής. Η βιολογική επεξεργασία του τυρογάλακτος είναι σχετικά προβληματική εξαιτίας του ιδιαίτερα μεγάλου ρυπαντικού του φορτίου και διότι δεν ανακτάται σε μεγάλο βαθμό η μεγάλη προστιθέμενη αξία που είναι ενσωματωμένη.

Ποσοτικά ο ορός του γάλακτος ή τυρόγαλα είναι φτωχότερος σε πρωτεΐνη από το γάλα, αλλά το μεγαλύτερο μέρος της πρωτεΐνης του είναι β-λακταλβουμίνη πολύ καλής ποιότητας. Χορηγείται συνήθως κατά βούληση και σε υγρή μορφή στους χοίρους. Η σκόνη αποβουτυρωμένου γάλακτος και η σκόνη τυρογάλακτος χρησιμοποιούνται για την παρασκευή υποκατάστατων γάλακτος που προορίζονται για νεαρούς μόσχους.

Ο ορός γάλακτος είναι ένα ιδιαίτερα θρεπτικό συστατικό, το οποίο μπορεί να ενσωματωθεί στο σιτηρέσιο των παραγωγικών ζώων είτε ως νωπός, είτε ως συμπυκνωμένος, είτε ως ξηρός. Στα μηρυκαστικά ο νωπός ορός γάλακτος μπορεί να χορηγηθεί έως και 30% της ΞΟ, χωρίς μείωση της παραγωγικότητάς τους. Οι χοίροι μπορεί να εμφανίσουν διάρροια, όταν ο ορός γάλακτος χορηγηθεί σε υγρή μορφή περισσότερο από το 20% της ΞΟ του σιτηρεσίου. Ο ζυμούμενος συμπυκνωμένος ορός γάλακτος είναι ένα αποδεκτό συμπλήρωμα πρωτεΐνης για τα μηρυκαστικά.

Υποπροϊόντα της βιομηχανίας παραγωγής βιοκαυσίμων

Στην Ελλάδα τα κυριότερα ενεργειακά φυτά που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή βιοντίζελ είναι η ελαιοκράμβη, ο ηλίανθος, το γλυκό και το κυτταρινούχο σόργο, η σόγια, το σιτάρι, το κριθάρι, τα ζαχαρότευτλα, ο αραβόσιτος, το καλάμι, ο ευκάλυπτος, η ψευδακακία, η αγριοαγκινάρα και το βαμβάκι. Από τη διαδικασία παραγωγής βιοκαυσίμων προκύπτει ένα υποπροϊόν, η γλυκερίνη (ή αλλιώς γλυκερόλη).

Η γλυκερίνη παρουσιάζει ένα ευρύ φάσμα χρήσεων, μεταξύ των οποίων και ως πρόσθετο ζωοτροφών στη διατροφή των χοίρων. Στα σιτηρέσια των μηρυκαστικών η γλυκερόλη μπορεί να συμπεριληφθεί ως συστατικό των σιτηρεσίων ολικής ανάμιξης ή ως συστατικό των συμπλήκτων με συνέπεια τη βελτίωση της ποιότητάς τους. Επίσης, η γλυκερόλη μπορεί να χρησιμοποιηθεί στα σιτηρέσια των κονίκλων και των πτηνών χωρίς αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία και την παραγωγικότητά τους.

3.3 Ισχύον νομοθετικό πλαίσιο διάθεσης – διαχείρισης αποβλήτων

3.3.1 Σχετικά με την επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων αστικών λυμάτων στην άρδευση γεωργικών καλλιεργειών

Ισχύει μέχρι στιγμής η ΚΥΑ 145116/2011 (ΦΕΚ Β 354/2011). Σε σύγκριση με «προκατόχους» της σε τέτοια θέματα είναι αρκετά λεπτομερέστερη και πληρέστερη, και διαθέτει αρκετούς Πίνακες με επιτρεπτά όρια για πολλές παραμέτρους και περιπτώσεις άρδευσης. Μεταξύ πολλών άλλων θεμάτων, προβλέπει σχετικά με την άρδευση με επεξεργασμένα λύματα ότι θα πρέπει πρώτα να έχει εκπονηθεί σχετική μελέτη που θα ρυθμίζει λεπτομέρειες σχεδιασμού, όπως πχ δόση άρδευσης, εύρος άρδευσης κ.ά. Επισημαίνεται όμως ότι ο σχεδιασμός τέτοιας άρδευσης (αφού δηλαδή θα έχει κριθεί ότι όντως το διαθέσιμο επεξεργασμένο νερό πληροί κάποιες προϋποθέσεις) είναι αρκετά ένα περίπλοκο θέμα, που δεν εξαντλείται στα όρια της, καλά τα άλλα, περιεκτικής αυτής ΚΥΑ.

Σε επίπεδο Ε.Ε. έχει ήδη ξεκινήσει επισήμως να συζητείται / σχεδιάζεται επόμενο νομοθέτημα που θα αφορά τέτοια θέματα. Μέχρι στιγμής φαίνεται ότι θα χαρακτηρίζεται, μετά και από την ενσωμάτωσή του στο εθνικό δίκαιο, από παρόμοιο πνεύμα με την υφιστάμενη ΚΥΑ (δηλαδή, ως παράδειγμα, θα αναγνωρίζεται / λαμβάνεται υπ' όψιν η πολυπαραμετρικότητα του όλου θέματος), όμως θα είναι ακόμα λεπτομερέστερο και περιεκτικότερο (θα ελέγχονται δηλαδή πιο πολλές παράμετροι και για περισσότερες διακριτές περιπτώσεις), ενώ προβλέπεται αυστηροποίηση και χαλάρωση ορίων για διάφορες περιπτώσεις άρδευσης.

3.3.2. Σχετικά με την διάθεση ιλύος από αστικά απόβλητα στην γεωργία

Υπάρχει ακόμα σε ισχύ η ΚΥΑ 80568/4225 (ΦΕΚ Β 641/07-08-1991), η οποία ρυθμίζει σχετικά. Εστιάζει κυρίως στο πρόβλημα των περιεχόμενων βαρέων μετάλλων, με λίγες αναφορές / ρυθμίσεις και για άλλα θέματα. Κατά καιρούς έχει συζητηθεί η έκδοση νεότερης νομοθεσίας σχετικά με το θέμα, όμως μέχρι στιγμής δεν έχει γίνει κάτι τέτοιο.

3.3.3. Σχετικά με την διάθεση πτηνο-κτηνοτροφικών λυμάτων στην άρδευση
Δεν υπάρχει αντίστοιχο νομοθέτημα. Υπάρχει όμως εγκύκλιος οδηγία, η 145447/2011 (από το τότε ΥΠΕΚΑ, νυν ΥΠΕΝ) που ρυθμίζει η περίπτωση αυτή επαναχρησιμοποίησης να εμπίπτει στις διατάξεις της άνωθεν 145116/2011, προβλέπει όμως ταυτόχρονα, σε λεπτομερέστερο χωρίο του κειμένου της, και κάποιες αποκλίσεις από αυτές. Αν μελλοντικά μετά το 2021 αλλάξει η ΚΥΑ 145116/2011, κατά πάσα πιθανότητα θα εκδοθεί και νέα αντίστοιχη εγκύκλιος, που για την άρδευση με λύματα πτηνο-κτηνοτροφικής προελεύσεως θα παραπέμπει στην διάδοχο της ΚΥΑ 145116.

3.3.4. Σχετικά με την διάθεση ιλύος από πτηνο-κτηνοτροφικά απόβλητα στην γεωργία.

Παρομοίως δεν υπάρχει αντίστοιχο νομοθέτημα. Επίσης δεν υπάρχει ούτε κάποια εγκύκλιος οδηγία που να ρυθμίζει το θέμα. Πρόσθετα, δεν υπάρχει ενεστωτικά κάποιο χρονοδιάγραμμα έκδοσης νομικού εργαλείου.

Σχετικά με τις παραπάνω περιπτώσεις πτηνο-κτηνοτροφικών αποβλήτων, διευκρινίζεται ότι κατά βάση αποτελούν παρόμοια περίπτωση με τα αστικά απόβλητα (εκκενώσεις ούρων και κοπράνων θηλαστικών, ενώ και των πτηνών δεν διαφοροποιούνται ουσιαστικά – οι ίδιοι μικροβιακοί δείκτες χρησιμοποιούνται). Η κύρια διαφοροποίηση μεταξύ τους προέρχεται ότι εντός του αποχετευτικού δικτύου των πόλεων εισέρχονται και άλλα απόβλητα, με τη χαρακτηριστική / κυρίαρχη περίπτωση διαφοράς να σχετίζεται με την περιεκτικότητα σε βαρέα μέταλλα.

3.3.5. Σχετικά με την διάθεση ιλύος στη γεωργία από διυλιστήρια για παραγωγή πόσιμου νερού

Κατά καιρούς προτείνεται τέτοιο θέμα, και πάλι δεν υπάρχει αντίστοιχη νομική ρύθμιση. Αυτή η ιλύς δεν φαίνεται κατά κανόνα να είναι περιβαλλοντικά επιβαρυνμένη, δεν είναι όμως και επαρκώς τεκμηριωμένο ότι όντως είναι ωφέλιμη για την γεωργία.

3.3.6. Σχετικά με τη διάθεση αποβλήτων ελαιοτριβείων στη γεωργία

ΚΥΑ υπ' αρ. οικ. 127402/1487/Φ15 (ΦΕΚ 3924 Β) 07/12/2016. Τροποποίηση της υπ' αρ. Φ. 15/4187/266/2012 (Β' 1275) κοινής απόφασης των Υπουργών Ανάπτυξης, Ανταγωνιστικότητας και Ναυτιλίας και Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κлиматικής Αλλαγής «Καθορισμός Πρότυπων Περιβαλλοντικών Δεσμεύσεων (ΠΠΔ), κατά κλάδο δραστηριότητας στην Άδεια Εγκατάστασης-Λειτουργίας, για τις δραστηριότητες που εμπίπτουν στο πεδίο εφαρμογής του Ν. 3982/2011 και κατατάσσονται στην Β κατηγορία του Άρθρου 1 του Ν. 4014/2011». Σε αυτό το νομοθέτημα ρυθμίζονται ρητώς, μεταξύ άλλων, θέματα διάθεσης του κασιόγαρου στη γεωργία.

3.3.7. Σχετικά με το θέμα «καύση καλαμιάς»

Αν και είναι γνωστό ότι η καύση των υπολειμμάτων των καλλιεργειών στα εδάφη καταστρέφει και την λίγη εναπομείνασα στα Ελληνικά εδάφη οργανική ουσία, δεν υπάρχει κάποιο κεντρικό νομικό εργαλείο. Υπάρχουν βέβαια οι κατά καιρούς και κατά τόπους ενάντιες συστάσεις. Είχε ξεκινήσει προσπάθεια από το ΥΠΕΝ να οργανωθεί – υποστηριχθεί – νομοθετηθεί η διάθεση της καλαμιάς σε μονάδες παραγωγής βιοαερίου, με τη κατ' αρχήν σύμφωνη γνώμη της αντίστοιχης Υπηρεσίας, όμως εκκρεμεί, χωρίς και να υπάρχει χρονοδιάγραμμα.

3.3.8 Σχετικά με τη προσαρμογή της γεωργίας στη κλιματική αλλαγή.

Υπάρχει μόνο το «Εθνικό Σχέδιο Προσαρμογής στη Κλιματική Αλλαγή», περιεχόμενο στον Ν. 4414/2016, ΦΕΚ 149 Α, «Νέο καθεστώς στήριξης των σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Συμπαγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης - Διατάξεις για το νομικό και λειτουργικό διαχωρισμό των κλάδων προμήθειας και διανομής στην αγορά του φυσικού αερίου και άλλες διατάξεις», συγκεκριμένα στα άρθρα 42, και 43, το οποίο περιλαμβάνει και αναφορές στη γεωργική δραστηριότητα. Έκτοτε η προσπάθεια προσαρμογής, σε ότι αφορά την γεωργία, έχει κυρίως εστιάσει στο θέμα της κατανάλωσης αρδευτικού

νερού, κι έχουν υποστηριχθεί νέοι αγρότες σε παλαιότερο αγροπεριβαλλοντικό πρόγραμμα να επιλέξουν μη υδροβόρες καλλιέργειες.

3.3.9 Σχετικά με τη μείωση εκπομπών αερίων θερμοκηπίου από τη γεωργία.

Η μείωση των εκπομπών αερίου του θερμοκηπίου, μέχρι στιγμής αφορά κυρίως άλλες παραγωγικές δραστηριότητες και όχι τόσο την γεωργική – δεν υπάρχει ρητή ρύθμιση που να αναφέρεται σε αυτήν, πέρα από το θέμα των χρήσεων γης («LULUCF» - και αυτό εστιάζει κυρίως στα δάση).

3.3.10 Σχετικά με αέριους ρύπους (δηλαδή πέραν του φαινομένου του θερμοκηπίου)

ΚΥΑ ΥΠΕΝ/ΔΝΕΠ/6746/3577, ΦΕΚ 4740 Β, 23/10/2018 «Μείωση των εθνικών εκπομπών ορισμένων ατμοσφαιρικών ρύπων, τροποποίηση της Οδηγίας 2003/35/ΕΚ και κατάργηση της Οδηγίας 2001/81/ΕΚ – μεταφορά στο εθνικό δίκαιο της Οδηγίας (ΕΕ) 2016/2284 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου (ΕΕL 344/1/17.12.2016).»

Εδώ θεσπίζονται οι εθνικές δεσμεύσεις μείωσης – μεταξύ άλλων - των ανθρωπογενών ατμοσφαιρικών εκπομπών οξειδίων του αζώτου, και αμμωνίας. Καθορίζεται επίσης θεσμικό πλαίσιο σχετικά με τη παρακολούθηση και την αναφορά των εκπομπών.

3.4 Χρήση υποπροϊόντων σε εφαρμογές εντάσεως κεφαλαίου

3.4.1 Βιοαέριο

Προς το παρόν, η πιο αποτελεσματική, ωριμότερη και πιο διαδεδομένη τεχνολογία για την μετατροπή των οργανικών αποβλήτων / παραπροϊόντων / υπολειμμάτων του αγροδιατροφικού τομέα σε ενέργεια είναι η αναερόβια χώνευση (ΑΧ). Ο αριθμός των μονάδων ΑΧ στην ΕΕ έχει αυξηθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια και αριθμεί περίπου 17.500 (στοιχεία 2016) με τυπική εγκατεστημένη ισχύ για κάθε μονάδα 125-1000 kWel (μέσος όρος περίπου 550 kWel). Στην Ελλάδα αυτή την στιγμή λειτουργούν περισσότερες από 20 μονάδες με συνολική εγκατεστημένη ισχύ τα 18 MWeI με τάση αύξησης (<http://european-biogas.eu/2017/12/14/eba-statistical-report-2017-published-soon/> European Biogas Association).

Η ΑΧ είναι μια βιολογική διεργασία, όπου κάτω από αναερόβιες συνθήκες (απουσία διαλυμένου οξυγόνου) η οργανική ύλη βιοδιασπάται και μετατρέπεται σε βιοαέριο. Το βιοαέριο είναι ένα μείγμα διαφόρων αερίων με τυπική περιεκτικότητα σε μεθάνιο (CH_4) 50-70%, διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) 25-50% CO_2 και σε χαμηλότερη συγκέντρωση (ppm), αζώτου (N_2), υδρόθειου (H_2S) και οργανικών ενώσεων του θείου, πυριτικές ενώσεις (siloxanes), υδρογονάνθρακες (BTX) και υδρατμών. Το βιοαέριο είναι καύσιμο κι έχει ενεργειακό περιεχόμενο 5-7 kWh/m³, ανάλογα με την περιεκτικότητά του σε μεθάνιο (που είναι το κύριο καύσιμο αέριο με ενεργειακό περιεχόμενο του μεθανίου είναι 10 kWh/m³). Τυπικά το βιοαέριο χρησιμοποιείται ως καύσιμο για την παραγωγή θερμότητας ή την συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας (ΣΗΘ). Μετά τον καθαρισμό και αναβάθμιση του βιοαερίου (αφαίρεση διοξειδίου του άνθρακα), το παραγόμενο βιομεθάνιο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο κίνησης (μέσα μαζικής μεταφοράς, ιδιωτικά αυτοκίνητα κλπ.) ή να εγχυθεί υπό πίεση στο δίκτυο φυσικού αερίου.

Η ΑΧ είναι μια πολύπλοκη διεργασία και περιλαμβάνει τέσσερις αλληλοκαλυπτόμενες φάσεις: (1) φάση υδρόλυσης, όπου οι μεγαλομοριακές οργανικές ενώσεις, (υδατάνθρακες, πρωτεΐνες, λίπη κλπ.) διασπώνται σε απλούστερες ενώσεις (σάκχαρα, αμινοξέα, λιπαρά οξέα κλπ.), (2) φάση

οξεογένεσης, όπου τα προϊόντα της πρώτης φάσης ζυμώνονται δίδοντας κυρίως οργανικά πτητικά οξέα (βουτυρικό οξύ, προπιονικό οξύ, οξικό οξύ κλπ.), υδρογόνο και διοξείδιο του άνθρακα, (3) φάση οξικογένεσης όπου τα προϊόντα της δεύτερης φάσης μετατρέπονται σε οξικό οξύ, υδρογόνο και διοξείδιο του άνθρακα και (4) φάση μεθανογένεσης όπου τα προϊόντα των προηγούμενων φάσεων μετατρέπονται σε βιοαέριο. Λόγω της πολυπλοκότητας της διεργασίας, η σε βάθος γνώση της βιολογίας της ΑΧ είναι σημαντική για μια επιτυχημένη λειτουργία.

Εικόνα 6. Στάδια λειτουργίας μονάδας βιοαερίου

Τα αγρο-κτηνοτροφικά απόβλητα είναι κατά κανόνα πλούσια σε οργανική ουσία και για τον λόγο αυτό αποτελούν κατάλληλη πρώτη ύλη για την παραγωγή ενέργειας μέσω ΑΧ. Τα είδη των πρώτων υλών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως υπόστρωμα για την παραγωγή βιοαερίου φαίνονται στον **Πίνακα 5**.

Πίνακας 6. Πιθανές πρώτες ύλες για την αναερόβια χώνευση

Ανάλογα με τα φυσικο-χημικά χαρακτηριστικά των αποβλήτων, η παραγόμενη ποσότητα βιοαερίου μπορεί να κυμανθεί σημαντικά (**Πίνακας 6**).

Πίνακας 7. Χαρακτηριστικά κυριότερων πρώτων υλών και δυναμικό παραγωγής βιοαερίου

Συνοπτικά, τα βασικά κριτήρια για την επιλογή της πρώτης ύλης είναι: (1) το δυναμικό παραγωγής βιοαερίου ($\text{m}^3_{\text{CH}_4}/\text{t}$), το οποίο εκφράζει την ποσότητα του βιοαερίου που μπορεί να παραχθεί από κάθε τόνο νωπής βιομάζας, (2) το δυναμικό παραγωγής βιοαερίου ($\text{m}^3_{\text{CH}_4}/\text{m}^3$) εκφρασμένο κατά όγκο για να αξιολογείται το θέμα της μεταφοράς της, ο όγκος των βιοαντιδραστήρων, ο αποθηκευτικός χώρος (αν απαιτείται) και η ποσότητα των υγρών/στερεών εξαγωγής για την περεταίρω επεξεργασία (διαχωρισμός υγρά – στερεά, βιολογικός καθαρισμός / πώληση βιολιπάσματος κλπ), (3) τα βιοχημικά

χαρακτηριστικά (κυρίως λόγος άνθρακα προς άζωτο, pH, ολικά και πτητικά στερεά και παρουσία τοξικών και παρεμποδιστικών παραγόντων για την ανάπτυξη των αναερόβιων μικροοργανισμών) και (4) τα φυσικά χαρακτηριστικά (ειδικό βάρος, περιεχόμενη υγρασία, υφή ρευστή / ημίρευστη / υγρή (έχει σχέση με την δυσκολία και κόστος μεταφοράς/χειρισμού).

3.4.2 Χρήση υποπροϊόντων, αποβλήτων, υπολειμμάτων στην παραγωγή προϊόντων υψηλής προστιθέμενης αξίας

Τα μανιτάρια χρησιμοποιήθηκαν από τα αρχαιότερα χρόνια για τροφή, για λατρευτικούς και για φαρμακευτικούς σκοπούς. Σήμερα κάποια από αυτά καλλιεργούνται σε βιομηχανική κλίμακα για τροφή, άλλα δοκιμάζονται για την παραγωγή ενζύμων, φαρμάκων και άλλων ουσιών, ενώ η ικανότητα μερικών να αποικοδομούν πολύπλοκες οργανικές ενώσεις αξιοποιείται στη βιολογική επεξεργασία αποβλήτων. Ο ρόλος τους στη γεωργική οικονομία είναι σημαντικός, καθώς κατά την παραγωγή τους: (α) χρησιμοποιούνται πρώτες ύλες μικρής οικονομικής αξίας, όπως γεωργο-βιομηχανικά υπολείμματα, (β) μετατρέπονται άχρηστα και ενδεχομένως περιβαλλοντικά επιζήμια οργανικά υπολείμματα σε τροφή με αξιόλογες οργανοληπτικές ιδιότητες ή/και φαρμακευτική αξία, (γ) παράγονται υποπροϊόντα, όπως το εξαντλημένο υπόστρωμα καλλιέργειας, που διατίθενται περαιτέρω ως ζωοτροφές, βιο-λιπάσματα ή βελτιωτικά εδάφους, (δ) είναι συμφέρουσα η χρήση της γης λόγω της υψηλής παραγωγικότητας προϊόντος ανά μονάδα επιφανείας της.

Επιπλέον για τη χώρα μας, ιδιαίτερα έντονο εμφανίζεται το πρόβλημα της περαιτέρω διάθεσης και αξιοποίησης υπολειμμάτων ή παραπροϊόντων γεωργικής δραστηριότητας, όπως αυτά που προέρχονται από την καλλιέργεια σιτηρών, τον εκκοκκισμό βαμβακιού και αραβοσίτου, τα πυρηνελαιουργεία, τα αποστακτήρια αλκοολούχων ποτών, τα αποφλοιωτήρια ρυζιού, τα εργοστάσια ξυλείας, κ.λ.π. Τα συγκεκριμένα υλικά παράγονται σε μεγάλες ποσότητες, η εκμετάλλευσή τους είναι δυσχερής κύρια λόγω της χημικής τους σύστασης (μεγάλη περιεκτικότητα σε λιγνίνη, κυτταρίνη και σε ορισμένες περιπτώσεις φαινολικές ενώσεις) και συνήθως περιορίζεται στη χρησιμοποίησή τους ως καύσιμα ή την ενσωμάτωσή τους στο έδαφος. Η καλλιέργεια όμως των εδώδιμων μυκήτων αποτελεί μια διαδικασία βιομετατροπής τέτοιων περιβαλλοντικά επιβαρυντικών και οικονομικά μη ωφέλιμων υπολειμμάτων σε προϊόντα υψηλής προστιθέμενης αξίας, όπως είναι τα εδώδιμα και φαρμακευτικά μανιτάρια και η ανάπτυξή της προς την κατεύθυνση αυτή πρέπει να αποτελέσει ένα από τους κύριους στόχους στην εξέλιξη και αναβάθμιση του συγκεκριμένου γεωργικού τομέα.

Εξίσου σημαντική είναι και η ανάγκη για διεύρυνση στα είδη που παράγονται μέχρι σήμερα στη χώρα μας και για την εισαγωγή στην αγορά νέων προϊόντων. Είδη όπως τα *Lentinula edodes*, *Volvariella volvacea*, *Agrocybe aegerita*, *Stropharia rugoso-annulata*, κ.ά. διαθέτουν πολύ καλές οργανοληπτικές ιδιότητες και μπορούν να καλλιεργηθούν σε ένα μεγάλο εύρος υποστρωμάτων και κλιματικών συνθηκών προσφέροντας αξιόλογο εισόδημα στους παραγωγούς. Επιπροσθέτως, μεταξύ των ειδών που εμφανίζουν φαρμακευτική δράση, έχοντας ευεργετική επίδραση στη μείωση της συνολικής χοληστερόλης, στην ελάττωση της LDL (κακή χοληστερόλη), στη μείωση της αρτηριακής πίεσης και των επιπέδων σακχάρου στο αίμα, συγκαταλέγονται τα είδη: *Lentinula edodes*, *Ganoderma lucidum*, *Auricularia auricularia-judae*, *Cordyceps sinensis*, *Grifola frondosa*, *Pleurotus ostreatus*, *Tremella fuciformis*, *Agaricus bisporus*, *Hericium erinaceus*, *Flammulina velutipes*, *Trametes versicolor*, *Agaricus subrufescens*, *Schizophyllum commune* και *Coprinus comatus*.

Πολλές ουσίες με ανοσορυθμιστικές και/ή αντικαρκινικές ιδιότητες έχουν απομονωθεί από τα μανιτάρια. Αυτές περιλαμβάνουν κυρίως πρωτεΐνες, πολυσακχαρίτες (β-D-γλυκάνες) κ.α. Επιπλέον άλλες βιοενεργές ουσίες, όπως τριτερπένια, λιπίδια και φαινόλες, έχουν αναγνωρισθεί και χαρακτηριστεί σε μανιτάρια με αποδεδειγμένες φαρμακευτικές ιδιότητες. Οι σημαντικότερες ανοσορυθμιστικές επιδράσεις αυτών των ουσιών αφορούν στη πολλαπλασιαστικότητα και την ενεργοποίηση των κυττάρων του ανοσοποιητικού.

Στην αγορά σήμερα κυκλοφορούν ποικίλα παρασκευάσματα που είτε περιέχουν (σε λυοφιλιωμένη μορφή) ολόκληρο το καρπόσωμα ή τη βιομάζα του μακρομύκητα, είτε προέρχονται από εκχύλιση των καρποσωμάτων ή της βιομάζας, είτε περιέχουν μόνο τη ευεργετική δραστική ουσία που έχει απομονωθεί από το μανιτάρι, δρώντας σαν συμπλήρωμα διατροφής ή σαν φάρμακο ανάλογα.

*α. Ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του μανιταριού **Lentinula edodes***

Το μανιτάρι *L. edodes* (shiitake) είναι το δεύτερο πιο διάσημο μανιτάρι, παγκοσμίως, λόγω των γευστικών, θρεπτικών και φαρμακευτικών του ιδιοτήτων. Η συγκέντρωση της πρωτεΐνης στο *L. edodes* είναι 10-29% (επί ξ.β.), ενώ τα εννέα απαραίτητα αμινοξέα του ανθρώπινου οργανισμού υπάρχουν και μάλιστα σε αναλογία ανάλογη της ιδανικής για την ανθρώπινη διατροφή. Ακόμα το μανιτάρι αυτό είναι πλούσιο σε αμινοξέα λευκίνη και λυσίνη, στα οποία είναι ελλιπή πολλά δημητριακά. Σε ότι αφορά τους υδατάνθρακες, θεωρείται χαμηλής θερμιδικής αξίας. Επίσης αποτελεί καλή πηγή βιταμινών κυρίως του συμπλέγματος Β: Β1 (θειαμίνη), Β2 (ριβοφλαβίνη), νιασίνη, παντοθενικό οξύ και Β12 που παράγεται αποκλειστικά από βακτήρια και μύκητες. Τέλος, το μανιτάρι αυτό περιέχει 6-15% ιώδεις ουσίες.

Εικόνα 7. *Lentinula edodes* (μανιτάρι Σιιτάκε)

Οι ισχυρές αντικαρκινικές ιδιότητες του καρποσώματος και ιδίως του υψηλού μοριακού βάρους πολυσακχαρίτη του “Lentinan” έχει αναφερθεί και τεκμηριωθεί από πολλούς ερευνητές. Θεραπευτικές επιδράσεις του *Lentinan* σε διάφορους τύπους καρκίνου έχουν αναφερθεί σε καρκίνο του πεπτικού συστήματος, του προστάτη καθώς και του μαστού και του τραχήλου της μήτρας.

*Παραγωγική διαδικασία του μανιταριού **Lentinula edodes***

Το μανιτάρι *L. edodes* (ή shiitake) παραδοσιακά αναπτύσσεται σε κούτσουρα από βελανιδιά, καστανιά, δέντρο shii, καρπίνο, οξιά, σημύδα που κόβονται αργά το φθινόπωρο ή νωρίς την άνοιξη (όταν η υγρασία τους είναι 35-55%), με το μυκήλιο του να αναπτύσσεται 1,5 - 2 χρόνια μετά τον εμβολιασμό του κορμού με καβίλιες *L. Edodes* (‘σπόρος’). Αν και η υπαίθρια αυτή τεχνική απαιτεί μικρό αρχικό κεφάλαιο και δίνει πολύ καλής ποιότητας μανιτάρια, είναι ιδιαίτερα χρονοβόρα (καρποφορία σε 6-8 χρόνια) και δίνει μικρές αποδόσεις μανιταριών (~35%). Η μέθοδος αυτή έχει πλέον σχεδόν αντικατασταθεί από

την καλλιέργεια σε γεωργικά υπολείμματα (τεχνητά κούτσουρα) στην οποία χρησιμοποιούνται εμπλουτισμένα υποστρώματα από πριονίδια και άλλα λιγνινοκυτταρινούχα υλικά. Το πριονίδι είναι το βασικό συστατικό του υποστρώματος του μανιταριού *L. edodes*, ενώ άλλα υλικά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν είναι το άχυρο σιτηρών, άχυρο βαμβακιού, σκόνη ζαχαροκάλαμου, κέλυφος φιστικιών, σπάδικες καλαμποκιού, πριονίδια βελανιδιάς, λεύκης, οξιάς, ιτιάς, πεύκου, σφενδάμου και σημύδας καθώς και μίγματα αυτών. Ο παραγωγικός κύκλος, διαρκεί συνολικά 90-100 ημέρες (45-50 ημέρες αποικισμός του υποστρώματος, 45-50 ημέρες καρποφορία) και πραγματοποιείται σε ελεγχόμενες συνθήκες καλλιέργειας.

Το κυριότερο πλεονέκτημα, αυτής της μεθόδου είναι η μικρή χρονική περίοδος που απαιτείται για να ολοκληρωθεί η καλλιέργεια και οι υψηλότερες αποδόσεις που παίρνουμε (70-120%). Έτσι, με τον παραδοσιακό τρόπο καλλιέργειας σε κούτσουρα χρειάζονται 6-8 χρόνια για συγκομιδή μανιταριών 10-15kg/100kg υποστρώματος, ενώ με τον σύγχρονο τρόπο καλλιέργειας σε σάκους με λιγνοκυτταρινούχα υπολείμματα σε 90 ημέρες έχουμε παραγωγή 15kg/100kg υποστρώματος. Αμέσως μετά τη συγκομιδή, τα μανιτάρια είτε μεταφέρονται σε ψυκτικούς θαλάμους (3-4°C), όπου μπορούν να συντηρηθούν για 17-20 ημέρες, είτε ξεραίνονται κάτω από τον ήλιο ή σε θαλάμους (60°C, για 2-3 ημέρες).

*β. Ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του μανιταριού *Ganoderma**

Τα μανιτάρια του γένους *Ganoderma* αποτελούν μερικά από τα πιο διαδεδομένα μανιτάρια στη φύση και μάλιστα έχει αναφερθεί ότι διαθέτουν αντικαρκινικές, καταπραϋντικές και αντιαιμοφιλικές ιδιότητες και συμβάλουν στο ανοσολογικό, καρδιαγγειακό και αναπνευστικό σύστημα. Οι φαρμακευτικές τους αυτές ιδιότητες οφείλονται κυρίως σε διάφορα τερπενοειδή και πολυσακχαρίτες που παράγει οι συγκεκριμένοι μύκητες και πλέον, καταναλώνονται καθημερινά από χιλιάδες άτομα παγκοσμίως ως διατροφικό συμπλήρωμα, ενώ οι δραστικές τους ουσίες χρησιμοποιούνται σε κλινικές μελέτες αντιμετώπισης πολλών ασθενειών.

(<https://www.youtube.com/watch?v=fWKr17jOhyo>)

Εικόνα 8. Μανιτάρια του γένους *Ganoderma*: α) *G. lucidum*, β) *G. resinaceum*, γ) *G. applanatum*, δ) *G. adspersum*

*Παραγωγική διαδικασία του μανιταριού *Ganoderma**

Η παραγωγή καρποσωμάτων των μυκήτων του γένους *Ganoderma* και ιδιαίτερα του *G. lucidum* μπορεί να γίνει (<http://www.ganoderma-for-health.com/ganoderma-cultivation.html>) :

- με τον χρονοβόρο τρόπο καλλιέργειας επάνω σε φυσικούς κορμούς πλατύφυλλων δένδρων μικρής εμπορικής αξίας (καυσόξυλα, π.χ. οξιά, δρυς) συνήθως στην ύπαιθρο ή σε θερμοκηπιακούς χώρους με ελεγχόμενες συνθήκες αερισμού και υγρασίας. Αποτελεί μία μέθοδο ιδιαίτερα χρονοβόρα (από την έναρξη της καλλιέργειας ως την καρποφορία απαιτείται περίπου ένα-δύο έτη).

- σε μικρούς μήκους αποστειρωμένους κορμούς πλατύφυλλων δέντρων (π.χ. οξιά, δρυς, σφένδαμος; 15 cm διάμετρος και 15-24 cm μήκος), οι οποίοι κλείνονται σε σάκους πολυπροπυλενίου ή πολυαιθυλενίου που φέρουν ειδικό φίλτρο ανταλλαγής αερίων, αποστειρώνονται, εμβολιάζονται με καθαρή καλλιέργεια υγρού μυκηλίου ή καβίλιες πριονιδιού-πίτουρου με ανεπτυγμένο το μυκήλιο του μύκητα και μετά την επώαση και τον σχηματισμό των καταβολών ενσωματώνονται αμέσως, κάθετα στο έδαφος, όντας οι καταβολές πάνω από το επίπεδο του εδάφους. Αυτή η τεχνική καλλιέργειας παρέχει υψηλή απόδοση σε σχετικά σύντομο χρόνο, αφού χρειάζεται μόνο 4-5 μήνες για να επωαστεί το μυκήλιο και το καρπόσωμα μπορεί να είναι ληφθεί εντός του ίδιου έτους.

- με την πλέον διαδεδομένη και γρήγορη μέθοδο σε σάκους με υπόστρωμα από μίγμα πριονιδιού ξύλου (λεύκας, δρυός κλπ) και συστατικών εμπλουτισμού (πίτουρου σιταριού, σογιάλευρου κλπ). Σύμφωνα με αυτή, πλαστικοί σάκοι με φίλτρο γεμίζονται με το υπόστρωμα, αποστειρώνονται και αφού εμβολιαστούν με τον 'σπόρο' του μύκητα (συνήθως μυκήλιο ανεπτυγμένο σε σπόρους δημητριακών), τοποθετούνται σε κλειστούς χώρους

με τεχνητά ρυθμιζόμενες περιβαλλοντικές συνθήκες. Τα μανιτάρια αρχίζουν να εμφανίζονται σε περίπου 1-2 εβδομάδες μετά την έναρξη της διαδικασίας. Επιπλέον, κατά τη διάρκεια της καρποφορίας θα πρέπει να γίνεται τακτική ανανέωση του αέρα. Τέλος, σημαντική είναι και η παρουσία του φωτός κατά το στάδιο ανάπτυξης του καρποσώματος. Περίπου 2-3 μήνες μετά την εμφάνιση των καταβολών, τα μανιτάρια είναι έτοιμα για συγκομιδή. Ένα μανιτάρι θεωρείται ώριμο όταν το λευκό χρώμα γύρω από την άκρη του πύλου μετατραπεί σε κόκκινο. Το υπόστρωμα μπορεί να δώσει και άλλο κύκλο συγκομιδής μανιταριών, μετά την απομάκρυνση της πρώτης. Η υψηλή παραγωγικότητα της μεθόδου σε συνδυασμό με τη μεγάλη μείωση του κόστους μεγιστοποιεί τα περιθώρια κέρδους για τους παραγωγούς. Όμως, οι καρποφορίες που παράγονται έχουν συνήθως αλλοιωμένα μορφολογικά χαρακτηριστικά, καθώς το καρπόσωμα είναι μαλακό με αποτέλεσμα να χάνει την φυσιολογική του μορφή.

<https://www.youtube.com/watch?v=huW2xE6Y8QU>