



**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ & ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ  
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΖΩΪΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

**ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΓΑΛΑΚΤΟΣ  
& ΓΑΛΑΚΤΟΚΟΜΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ**

**Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία**

Επιδράσεις της κλιματικής αλλαγής στα συστήματα γαλακτοπαραγωγής

**Βασίλειος Λ. Κεραμάρης**

Επιβλέπων καθηγητής:

Παναγιώτης Σιμιτζής, Επίκουρος Καθηγητής ΓΠΑ

**ΑΘΗΝΑ  
2022**

**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ & ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ  
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΖΩΪΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

**Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία**

Επιδράσεις της κλιματικής αλλαγής στα συστήματα γαλακτοπαραγωγής

“Effects of climate change on dairy production systems”

**Βασίλειος Λ. Κεραμάρης**

Εξεταστική επιτροπή:

Παναγιώτης Σιμιτζής, Επίκουρος Καθηγητής ΓΠΑ (επιβλέπων)

Μαρία Χαρισσιάδου, Επίκουρη Καθηγήτρια ΓΠΑ

Γεώργιος Λαλιώτης, Επίκουρος Καθηγητής ΓΠΑ

## **Επιδράσεις της κλιματικής αλλαγής στα συστήματα γαλακτοπαραγωγής**

*ΔΠΜΣ Ολοκληρωμένη Διαχείριση Παραγωγής Γάλακτος & Γαλακτοκομικών Προϊόντων  
Τμήμα Επιστήμης Τροφίμων & Διατροφής του Ανθρώπου  
Τμήμα Επιστήμης Ζωικής Παραγωγής*

### **Π Ε Ρ Ι Λ Η Ψ Η**

Η παρούσα εργασία η οποία υλοποιείται στο πλαίσιο του Διατμηματικού Προγράμματος Μεταπτυχιακών σπουδών (Δ.Π.Μ.Σ.) των συνεργαζόμενων Τμημάτων Επιστήμης Τροφίμων & Διατροφής του Ανθρώπου και Επιστήμης Ζωικής Παραγωγής του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών (ΓΠΑ) με τίτλο ‘Ολοκληρωμένη Διαχείριση Παραγωγής Γάλακτος και Γαλακτοκομικών Προϊόντων’, ασχολείται με τις επιδράσεις της κλιματικής αλλαγής στα συστήματα γαλακτοπαραγωγής. Στο πρώτο μέρος της εργασίας γίνεται εκτενής αναφορά στα αίτια και τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής και συγκεκριμένα στην υπερθέρμανση του πλανήτη, καθώς και στην κλιματική επιβάρυνση που προκύπτει από τα γαλακτοπαραγωγά μηρυκαστικά ζώα. Στο δεύτερο μέρος αναλύονται οι αρνητικές επιδράσεις στη φυσιολογία και την παραγωγικότητα των ζώων, με έμφαση στο θερμικό στρες που υφίστανται, καθώς και τρόποι πρόληψης και αποφυγής αυτών. Στο τρίτο μέρος παρουσιάζεται ο βαθμός περιβαλλοντικής επιβάρυνσης των συστημάτων εκτροφής (εντατικών, εκτατικών) καθώς και σενάρια προσαρμοστικότητας τους στις προβλεπόμενες αλλαγές του κλίματος. Ακόμη προτείνονται αλλαγές στη διαχείριση του συνόλου μίας κτηνοτροφικής εκμετάλλευσης, με σκοπό τη μείωση των περιβαλλοντικών ρύπων και βελτίωση των αποδόσεων. Στο τέταρτο και τελευταίο κεφάλαιο λαμβάνει χώρα το ερευνητικό μέρος της εργασίας. Συμπληρώθηκαν ερωτηματολόγια με σκοπό την αποτύπωση του βαθμού ενημέρωσης των πολιτών για το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής γενικά, αλλά και ειδικά στον τομέα της κτηνοτροφίας, όπως επίσης και κατά πόσο είναι διαθέσιμοι να αλλάξουν καταναλωτικές και διατροφικές συνήθειες με στόχο τη χαμηλότερη περιβαλλοντική επιβάρυνση. Στο τέλος του κεφαλαίου παρουσιάζονται τα συμπεράσματα και στο παράρτημα εμπεριέχεται αυτούσιο το ερωτηματολόγιο, με τη μορφή που δόθηκε στους ερωτηθέντες.

**Λέξεις κλειδιά:** κλιματική αλλαγή, αέρια του θερμοκηπίου, εκπομπές μεθανίου, θερμικό στρες, εντατικά-εκτατικά συστήματα

## **Effects of climate change on dairy production systems**

*MSc Integrated Management of Milk & Dairy Production  
Department of Food Science & Human Nutrition  
Department of Animal Production*

### **ABSTRACT**

The present study, which is being implemented in the framework of the Interdepartmental Postgraduate Programme of the collaborating Departments of Food Science & Human Nutrition and Animal Production Science of the Agricultural University of Athens (A.U.A), entitled 'Integrated Management of Milk and Dairy Production', focuses on the effects of climate change on dairy production systems. In the first part of the thesis, extensive reference is made to the causes and impacts of climate change and specifically to global warming, as well as to the environmental impact resulting from dairy ruminants. The second part analyses the negative effects on animal physiology and productivity, with emphasis on heat stress, as well as ways to prevent and alleviate them. The third part presents the degree of environmental impact of farming systems (intensive, extensive) and scenarios of their adaptability to the predicted climate changes. It also proposes changes in the management of the whole livestock farm, with the aim of reducing environmental pollutants and improving yield. The fourth and final chapter is the experimental part of the thesis. Questionnaires were formulated in order to assess the level of awareness of citizens about climate change in general and specifically in the livestock sector, as well as their willingness to change their consumption and eating habits in order to reduce their environmental impact. The conclusions are presented at the end of the chapter and the annex contains the questionnaire used in the present study.

**Keywords:** climate change, greenhouse gases, methane emissions, heat stress, intensive-extensive systems

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου Παναγιώτη Σιμιτζή, Επίκουρο Καθηγητή ΓΠΑ, για την κατανόηση που επέδειξε, την καθοδήγηση που μου προσέφερε και το χρόνο που διέθεσε δίνοντάς μου χρήσιμες συμβουλές και οδηγίες για την ολοκλήρωση της διπλωματικής μου εργασίας. Στο ίδιο πλαίσιο ευγνωμοσύνης, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους καθηγητές του Διατμηματικού Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών για τη συμβολή τους στην επιστημονική και τεχνολογική μου συγκρότηση κατά την περίοδο φοίτησής μου στο τμήμα. Οφείλω επίσης ένα μεγάλο ευχαριστώ σε όλους εκείνους που συνέβαλαν είτε πρακτικά (π.χ. συμπλήρωση ερωτηματολογίων) είτε ψυχικά (βοήθεια και παραινέσεις) στην ολοκλήρωση της εργασίας μου. Τέλος, ένα μεγάλο ευχαριστώ στους γονείς μου, στις αδερφές μου, στους συγγενείς και στους φίλους μου για την ηθική υποστήριξη σε όλο το διάστημα των σπουδών μου.

# Π Ε Ρ Ι Ε Χ Ο Μ Ε Ν Α

<b>Ε Ι Σ Α Γ Ω Γ Η</b> .....	1
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1</b> .....	2
Εκφάνσεις της κλιματικής αλλαγής .....	2
<b>1.1 Αίτια υπερθέρμανσης του πλανήτη</b> .....	2
<b>1.2 Τα αέρια που οδηγούν σε αύξηση της θερμοκρασίας</b> .....	3
<b>1.3 Υπερθέρμανση του πλανήτη</b> .....	6
<b>1.4 Επιπτώσεις κλιματικής αλλαγής</b> .....	9
<b>1.5 Εκπομπές αερίων από την κτηνοτροφία</b> .....	12
<b>1.6 Ο ρόλος των γαλακτοπαραγωγών αγελάδων στην παγκόσμια κλιματική αλλαγή</b> .....	15
<b>1.7 Ο ρόλος των μικρών μηρυκαστικών στην παγκόσμια κλιματική αλλαγή</b> ..	17
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2</b> .....	20
Επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στη φυσιολογία και την παραγωγικότητα των γαλακτοπαραγωγών ζώων .....	20
<b>2.1 Επιδράσεις στην κτηνοτροφία-ζωική παραγωγή</b> .....	20
<b>2.2 Θερμικό στρες μηρυκαστικών</b> .....	21
<b>2.3 Αγελάδες γαλακτοπαραγωγής</b> .....	22
2.3.1 Δείκτης θερμοκρασίας-υγρασίας (ΤΗΙ) .....	22
2.3.2 Μηχανισμός αντιμετώπισης της θερμικής καταπόνησης στις αγελάδες....	23
2.3.3 Παράγοντες που επηρεάζουν το μέγεθος της γαλακτοπαραγωγής υπό .....	24
θερμικό στρες στις αγελάδες .....	24
2.3.4 Φυσιολογικές επιδράσεις του θερμικού στρες σε αγελάδες γαλακτοπαραγωγής.....	26
2.3.5 Επιδράσεις του θερμικού στρες στη συμπεριφορά και την υγιεινή κατάσταση .....	27
2.3.6 Πρόληψη και θεραπεία θερμικού στρες .....	33
<b>2.4 Αιγοπρόβατα</b> .....	35
2.4.1 Δείκτης θερμοκρασίας-υγρασίας (ΤΗΙ) .....	35
2.4.2 Γενικές επιπτώσεις θερμικού στρες και φυσιολογικοί μηχανισμοί θερμορύθμισης.....	36
2.4.3 Επιδράσεις του θερμικού στρες στα μικρά μηρυκαστικά .....	38

2.4.4 Μέθοδοι για την ανακούφιση του θερμικού στρες.....	44
2.4.5 Προσαρμοστικότητα και μορφές απόκρισης των αιγοπροβάτων στο θερμικό στρες .....	46
2.4.6 Επιδράσεις στη λειτουργία του πεπτικού συστήματος των αιγοπροβάτων.	48
2.4.7 Ανθεκτικότητα των αιγών σε συνθήκες θερμικής καταπόνησης .....	53
<b>2.5 Εξάπλωση ζωικών ασθενειών .....</b>	<b>54</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 .....</b>	<b>58</b>
Συνεισφορά των συστημάτων εκτροφής των γαλακτοπαραγωγών ζώων στην κλιματική αλλαγή – Διαμόρφωση των συστημάτων για την ελαχιστοποίηση των αρνητικών επιπτώσεων στο περιβάλλον.....	58
3.1 Προσαρμογή των εκτατικών και εντατικών συστημάτων σε ένα προβλεπόμενο σενάριο κλιματικής αλλαγής.....	59
3.2 Τρόποι μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από τις κτηνοτροφικές μονάδες.....	62
3.3 Ενσωμάτωση διαφορετικών ειδών στα συστήματα ζωικής παραγωγής.....	65
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 .....</b>	<b>68</b>
<b>Ερευνητικό μέρος.....</b>	<b>68</b>
4.1 Ερευνητική μεθοδολογία.....	68
4.2 Αποτελέσματα και ανάλυση δημογραφικών στοιχείων ερωτηματολογίου .....	68
4.2.1 Ηλικία .....	68
4.2.2 Φύλο .....	70
4.2.3 Επίπεδο εκπαίδευσης.....	70
4.2.4 Είδος εργασίας.....	70
4.3 Αποτελέσματα και ανάλυση γενικών ερωτήσεων ερωτηματολογίου .....	71
4.3.1 Γνώση της έννοιας της κλιματικής αλλαγής .....	71
4.3.2 Πηγές πληροφόρησης της έννοιας της κλιματικής αλλαγής .....	71
4.3.3 Σημαντικότητα της κλιματικής αλλαγής .....	72
4.3.4 Μακροπρόθεσμες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής .....	72
4.3.5 Αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής.....	73
4.4 Αποτελέσματα και ανάλυση ειδικών ερωτήσεων ερωτηματολογίου .....	73
4.4.1 Σύνδεση της κλιματικής αλλαγής με την κτηνοτροφία.....	73
4.4.2 Κατάταξη περιβαλλοντικών επιπτώσεων ανά είδος εκτροφής .....	73
4.4.3 Κατάταξη περιβαλλοντικών επιπτώσεων ανά τύπο εκτροφής.....	74

4.4.4 Βαθμός μακροπρόθεσμης επιρροής των γαλακτοπαραγωγικών συστημάτων εκτροφής.....	74
4.4.5 Βαθμός μακροπρόθεσμης επιρροής των γαλακτοπαραγωγικών συστημάτων ανά τύπο εκτροφής .....	75
4.4.6 Πρόθεση μεταβολής διατροφικών συνηθειών.....	75
4.4.7 Πρόθεση μεταβολής καταναλωτικής συμπεριφοράς.....	76
4.4.8 Πρόθεση συμμετοχής σε ενημερωτικές δράσεις.....	76
4.5 Ανάλυση και συσχετισμός αποτελεσμάτων ερωτηματολογίου .....	77
4.5.1 Ανάλυση ψυχογραφικών χαρακτηριστικών .....	77
<b>4.6 Συζήτηση.....</b>	<b>78</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 .....</b>	<b>80</b>
<b>Συμπεράσματα.....</b>	<b>80</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ .....</b>	<b>81</b>
<b>Βιβλιογραφία .....</b>	<b>84</b>



## **ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ**

<b>Εικόνα 1.1:</b> Σχηματική παράσταση του φαινομένου του θερμοκηπίου.....	2
<b>Εικόνα 1.2:</b> Παγκόσμιες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου του έτους 2014, ανά αέριο.....	5
<b>Εικόνα 1.3:</b> Γεωγραφική κατανομή πηγών CO <sub>2</sub> για το 2009.....	5
<b>Εικόνα 1.4:</b> Παγκόσμια επιφανειακή θερμοκρασία 2001-2005 .....	7
<b>Εικόνα 1.5:</b> Παγκόσμια επιφανειακή θερμοκρασία 2020.....	7
<b>Εικόνα 1.6:</b> Παγκόσμιες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ανά οικονομικό τομέα ..	8
<b>Εικόνα 1.7:</b> Παγκόσμιες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ανά οικονομικό τομέα με ανάλυση στην κτηνοτροφία .....	8
<b>Εικόνα 1.8:</b> Πεπτικός σωλήνας αγελάδας.....	13
<b>Εικόνα 1.9:</b> Άμεσες και έμμεσες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από γαλακτοκομικές εκμεταλλεύσεις .....	16
<b>Εικόνα 2.1:</b> Διάγραμμα του δείκτη θερμοκρασίας-υγρασίας για τις αγελάδες γαλακτοπαραγωγής.....	23
<b>Εικόνα 2.2:</b> Θερμοουδέτερη ζώνη (TNZ), χαμηλότερη κρίσιμη θερμοκρασία (LCT) και ανώτερη κρίσιμη θερμοκρασία (UCT) μιας αγελάδας γαλακτοπαραγωγής .....	28
<b>Εικόνα 2.3:</b> Αγελάδα που δείχνει σημάδια θερμικού στρες .....	32
<b>Εικόνα 2.4:</b> Δείκτες θερμικής καταπόνησης βοοειδών.....	33
<b>Εικόνα 2.5:</b> Στόμαχος αιγοπροβάτων .....	49
<b>Εικόνα 2.6:</b> Επίδραση του θερμικού στρες στην πεπτικότητα, στις λειτουργίες της μεγάλης κοιλίας και στο μικροβιακό της πληθυσμό .....	50
<b>Εικόνα 2.7:</b> Διάφοροι παράγοντες που επηρεάζουν την εντερική εκπομπή μεθανίου στις αίγες.....	52
<b>Εικόνα 2.8:</b> Οίδημα χειλέων, προσώπου και υπογνάθιας χώρας σε πρόβατο .....	55
<b>Εικόνα 2.9:</b> Υπεραιμία της στεφανιαίας αύλακας της χηλής (Ποδοδερματίτιδα), σε πρόβατο.....	56
<b>Εικόνα 2.10:</b> Αλωπεκία σε πρόβατο .....	56
<b>Εικόνα 2.11:</b> Οζώδης δερματίτιδα σε αγελάδα.....	57
<b>Εικόνα 3.1:</b> Συμβολή των ζωικών ειδών (ανά ζωικό είδος) στις παγκόσμιες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου.....	58

## **ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ**

<b>Πίνακας 1-1:</b> Αέρια του Θερμοκηπίου (Α.Φ.Θ.) και δραστηριότητες που συμβάλλουν στην παραγωγή τους .....	4
<b>Πίνακας 1-2:</b> Αύξηση των επιπέδων των αερίων του φαινομένου του θερμοκηπίου και χρόνος παραμονής τους στην ατμόσφαιρα .....	6
<b>Πίνακας 1-3:</b> Εκπομπές αερίων (NO, N <sub>2</sub> O, CH <sub>4</sub> ) ανά κτηνοτροφική δραστηριότητα .....	12
<b>Πίνακας 1-4:</b> Ετήσιες εκπομπές σε kg μεθανίου ανά ζώο ( kg CH <sub>4</sub> / ζώο) .....	14
<b>Πίνακας 1-5:</b> Ετήσιες εκπομπές μεθανίου από τα πρόβατα, σύμφωνα με το σωματικό τους βάρος (Σ.Β), ανά τον κόσμο .....	18
<b>Πίνακας 1-6:</b> Ετήσιες εκπομπές μεθανίου από τις αίγες, σύμφωνα με το σωματικό τους βάρος (Σ.Β) ανά τον κόσμο .....	19
<b>Πίνακας 2-1:</b> Δείκτης θερμοκρασίας-υγρασίας (THI) για τα ζώα σε συγκεκριμένες θερμοκρασίες και επίπεδα σχετικής υγρασίας.....	35
<b>Πίνακας 2-2:</b> Χαρακτηριστικά ανθεκτικότητας αιγών σε δύσκολες κλιματολογικές συνθήκες .....	53
<b>Πίνακας 4-1:</b> Περιγραφική ανάλυση της ηλικίας.....	69
<b>Πίνακας 4-2:</b> Κατανομή του δείγματος ανά ηλικιακή ομάδα.....	69
<b>Πίνακας 4-3:</b> Κατανομή του δείγματος ανά φύλο.....	70
<b>Πίνακας 4-4:</b> Κατανομή του δείγματος σύμφωνα με το επίπεδο εκπαίδευσης.....	70
<b>Πίνακας 4-5:</b> Κατανομή του δείγματος σύμφωνα με το επίπεδο εκπαίδευσης.....	71
<b>Πίνακας 4-6:</b> Γνώση της έννοιας της κλιματικής αλλαγής.....	71
<b>Πίνακας 4-7:</b> Πηγές πληροφόρησης της έννοιας της κλιματικής αλλαγής .....	72
<b>Πίνακας 4-8:</b> Σημαντικότητα της κλιματικής αλλαγής .....	72
<b>Πίνακας 4-9:</b> Μακροπρόθεσμες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής.....	72
<b>Πίνακας 4-10:</b> Αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής .....	73
<b>Πίνακας 4-11:</b> Σύνδεση της κλιματικής αλλαγής με την κτηνοτροφία .....	73
<b>Πίνακας 4-12:</b> Κατάταξη περιβαλλοντικών επιπτώσεων ανά είδος εκτροφής .....	74
<b>Πίνακας 4-13:</b> Κατάταξη περιβαλλοντικών επιπτώσεων ανά τύπο εκτροφής .....	74
<b>Πίνακας 4-14:</b> Βαθμός μακροπρόθεσμης επιρροής των γαλακτοπαραγωγικών συστημάτων εκτροφής .....	75
<b>Πίνακας 4-15:</b> Βαθμός μακροπρόθεσμης επιρροής των γαλακτοπαραγωγικών συστημάτων ανά τύπο εκτροφής .....	75

<b>Πίνακας 4-16:</b> Πρόθεση μεταβολής διατροφικών συνηθειών.....	76
<b>Πίνακας 4-17:</b> Πρόθεση μεταβολής καταναλωτικής συμπεριφοράς.....	76
<b>Πίνακας 4-18:</b> Πρόθεση συμμετοχής σε ενημερωτικές δράσεις .....	76
<b>Πίνακας 5-1:</b> Πρόθεση διαφοροποίησης διατροφικών και καταναλωτικών συνηθειών .....	77
<b>Πίνακας 5-2:</b> Πρόθεση καταναλωτικού κοινού για συμμετοχή σε δράσεις ενημέρωσης.....	77

## **ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ**

<b>Διάγραμμα 4.1:</b> Ποσοστιαία ταξινόμηση ηλικιών .....	69
---	----

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

‘Το κλίμα είναι ένα μέτρο το οποίο αναφέρεται στην κατά μέσο όρο υπολογιζόμενη διακύμανση της θερμοκρασίας-υγρασίας-ατμοσφαιρικής πίεσης και καταμέτρησης των σωματιδίων του ανέμου και άλλων μετεωρολογικών μεταβλητών σε μια δεδομένη περιοχή για, μεγάλης διάρκειας, χρονικές περιόδους. Το κλίμα είναι διαφορετικό από τις καιρικές συνθήκες, οι οποίες αναφέρονται μόνο στις βραχυπρόθεσμες συνθήκες αυτών των μεταβλητών σε μια δεδομένη περιοχή. Ως κλίμα, γενικώς, θεωρείται το σύνολο των καιρικών συνθηκών σε μία συγκεκριμένη τοποθεσία. Το κλίμα μπορεί να μετρηθεί σε πολλές γεωγραφικές κλίμακες (πόλεις-χώρες-ηπείρους) με τη χρήση της στατιστικής για την εκτίμηση της μέσης θερμοκρασίας, του μέσου αριθμού βροχερών ημερών, τη συχνότητα ξηρασιών κτλ.’ **(Μικροκλίμα και κλιματική αλλαγή, n.d )**.

‘Η επιστήμη η οποία μελετά το κλίμα ονομάζεται Κλιματολογία και έχει σαν αντικειμενικό και κύριο στόχο να ανακαλύψει και να εξηγήσει την κανονική συμπεριφορά των ατμοσφαιρικών φαινομένων, να περιγράψει και να εξηγήσει τη φύση του κλίματος και τις μεταβολές αυτού από τόπο σε τόπο και να προσδιορίσει τη σύνδεση αυτού με τα άλλα στοιχεία του φυσικού περιβάλλοντος και με τις ανθρώπινες δραστηριότητες.’ **(Γενική Κλιματολογία, n.d)**.

Η κλιματική αλλαγή αναφέρεται σε μια αλλαγή στην κατάσταση του κλίματος που μπορεί να προσδιοριστεί με στατιστική ανάλυση, η οποία επιμένει για παρατεταμένο χρονικό διάστημα, συνήθως δεκαετίες ή και περισσότερο. Η κλιματική αλλαγή μπορεί να οφείλεται σε φυσικές εσωτερικές διεργασίες ή σε εξωτερικές επιδράσεις, όπως οι διαφοροποιήσεις των ηλιακών κύκλων, οι ηφαιστειακές εκρήξεις και οι ανθρωπογενείς αλλαγές στη σύνθεση της ατμόσφαιρας ή στη χρήση της γης. Σύμφωνα με το άρθρο 1 του ‘Framework Convention on Climate Change’ (UNFCCC), η κλιματική αλλαγή ορίζεται ως: "μια αλλαγή του κλίματος που αποδίδεται άμεσα ή έμμεσα σε ανθρώπινη δραστηριότητα, η οποία μεταβάλλει τη σύνθεση της παγκόσμιας ατμόσφαιρας και η οποία προστίθεται στη φυσική κλιματική μεταβλητότητα που παρατηρείται σε συγκρίσιμες χρονικές περιόδους" Συνεπώς, η UNFCCC κάνει διάκριση μεταξύ της κλιματικής αλλαγής που αποδίδεται σε ανθρώπινες δραστηριότητες που μεταβάλλουν τη σύνθεση της ατμόσφαιρας και της κλιματικής μεταβλητότητας που αποδίδεται σε φυσικά αίτια **(Ipcc.ch. 2022)**.

Ο όρος παγκόσμια θέρμανση (global warming) δηλώνει μία ειδική περίπτωση κλιματικής μεταβολής και αναφέρεται στην αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας, της γης και των ωκεανών **(Σαρηγιάννης, n.d)**.

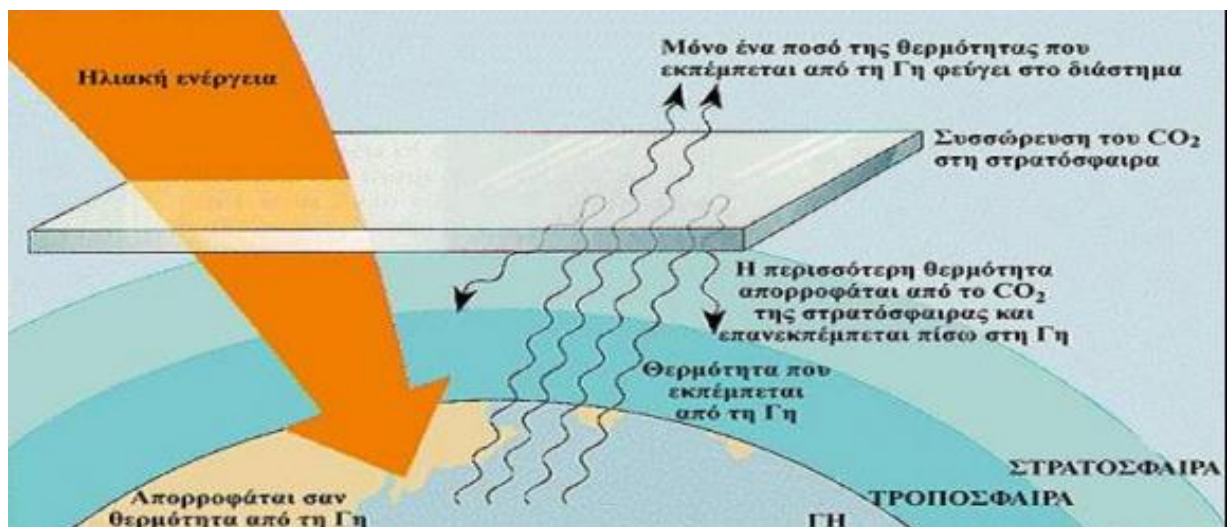
# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

## Εκφάνσεις της κλιματικής αλλαγής

### 1.1 Αίτια υπερθέρμανσης του πλανήτη

Διάφορες παράμετροι είχαν σαν αποτέλεσμα την ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου τα τελευταία χρόνια (**Ζέρβας, n.d**), όπως:

- Η αύξηση του πληθυσμού στα 6 δις-εκατ. το 1999 (με προβλέψεις 10 δις το 2050),
- Ο δεκαπλασιασμός της αστυφιλίας (50% του πληθυσμού ζει σε μεγάλες πόλεις),
- Το 50% της καλλιεργήσιμης γης άλλαξε χρήση, λόγω μεταβολής της ανθρώπινης δραστηριότητας,
- Η ενέργεια που χρησιμοποιήθηκε τον 20ο αιώνα ήταν δεκαπλάσια αυτής που είχε χρησιμοποιηθεί τα τελευταία 1000 χρόνια



**Εικόνα 1.1:** Σχηματική παράσταση του φαινομένου του θερμοκηπίου (Τσιλιγκιρίδης, 2015)

Το κύριο αίτιο της κλιματικής αλλαγής είναι η ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου (Εικόνα 1.1). Το φαινόμενο του θερμοκηπίου διατηρεί τη μέση θερμοκρασία του πλανήτη στους 15 βαθμούς Κελσίου, παγιδεύοντας τη θερμότητα του ηλίου και εμποδίζοντάς την να διαχυθεί στο διάστημα.

Τα αέρια του θερμοκηπίου [διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), μεθάνιο (CH<sub>4</sub>) υποξείδιο του αζώτου (N<sub>2</sub>O)] υπάρχουν στη φύση και δρουν σαν ένα κάλυμμα στην ατμόσφαιρα της Γης, εγκλωβίζοντας ένα μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας. Αν όλη η ακτινοβολία του ήλιου που έφτανε στη Γη έφευγε μετά στο διάστημα, η θερμοκρασία της θα ήταν αρκετά κάτω από 0°C, θα ήταν σχεδόν 33°C ψυχρότερη απ' όσο είναι τώρα: περίπου -18°C αντί για 15°C (Σαρηγιάννης, n.d).

Όμως, η ανθρώπινη δραστηριότητα (χρήση ορυκτών καυσίμων, αποψίλωση των δασών, κτηνοτροφία-γεωργία) έχει αυξήσει τη συγκέντρωση των παραπάνω αερίων στην ατμόσφαιρα, με αποτέλεσμα την υπερθέρμανση του πλανήτη.

Όσο οι συγκεντρώσεις των αερίων αυτών αυξάνονται, το φαινόμενο του θερμοκηπίου ενισχύεται, αυξάνοντας και τη θερμοκρασία. Η συγκέντρωση του CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα το έτος 2014 ήταν 430ppm, ενώ πριν από τη βιομηχανική επανάσταση ήταν μόλις στα 280ppm. Με αυτόν τον ρυθμό, το 2035 μπορεί να φτάσει τα 550ppm. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα να αυξηθεί η μέση θερμοκρασία του πλανήτη κατά 2°C (Σολωμός, 2014).

## 1.2 Τα αέρια που οδηγούν σε αύξηση της θερμοκρασίας

Όπως φαίνεται και στον Πίνακα 1-1, πολλές από τις ανθρώπινες δραστηριότητες συνδέονται με την αύξηση της παραγωγής των αερίων του θερμοκηπίου:

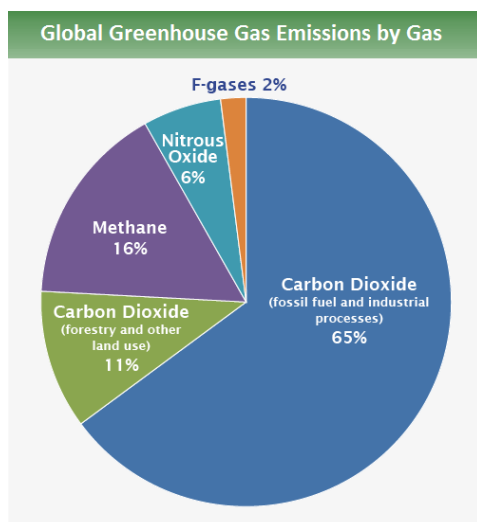
- **Καύση ορυκτών καυσίμων (άνθρακας, πετρέλαιο, φυσικό αέριο):** Παράγεται CO<sub>2</sub> και υποξείδιο του αζώτου.
- **Αποψίλωση των δασών:** Τα δένδρα απορροφούν το διοξείδιο του άνθρακα από την ατμόσφαιρα συμβάλλοντας έτσι στη ρύθμιση του κλίματος. Με την απουσία αυτών, ο άνθρακας που θα δεσμεύονταν απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα, επιδεινώνοντας έτσι το φαινόμενο του θερμοκηπίου.
- **Αύξηση του όγκου των βιοαερίων, μέσω της κτηνοτροφίας:** Οι αγελάδες, κυρίως, και τα αιγοπρόβατα, δευτερευόντως, κατά την πέψη της τροφής τους παράγουν μεγάλες ποσότητες μεθανίου.
- **Αζωτούχα λιπάσματα:** Απελευθερώνουν υποξείδιο του αζώτου.

- **Φθοριούχα αέρια:** Παράγονται, κυρίως, από προϊόντα και εξοπλισμό ψύξης-κλιματισμού, με πολύ μεγάλη θερμοκρατική επίδραση (23.000 φορές μεγαλύτερη από του διοξειδίου του άνθρακα). **(Causes of climate change, n.d)**
- **Δραστηριότητες βιομηχανίας:** Οι βιομηχανικές δραστηριότητες περιλαμβάνουν τη μεταποίηση, τη διύλιση, την παραγωγή τροφίμων κ.λπ. Ορισμένες χημικές αντιδράσεις που είναι απαραίτητες για την παραγωγή αγαθών από πρώτες ύλες εκπέμπουν ποσότητες αερίων του θερμοκηπίου **(Co2nsensus. 2022).**

**Πίνακας 1-1:** Αέρια του Θερμοκηπίου (Α.Φ.Θ.) και δραστηριότητες που συμβάλλουν στην παραγωγή τους **(Τσιλιγκιρίδης, 2015)**

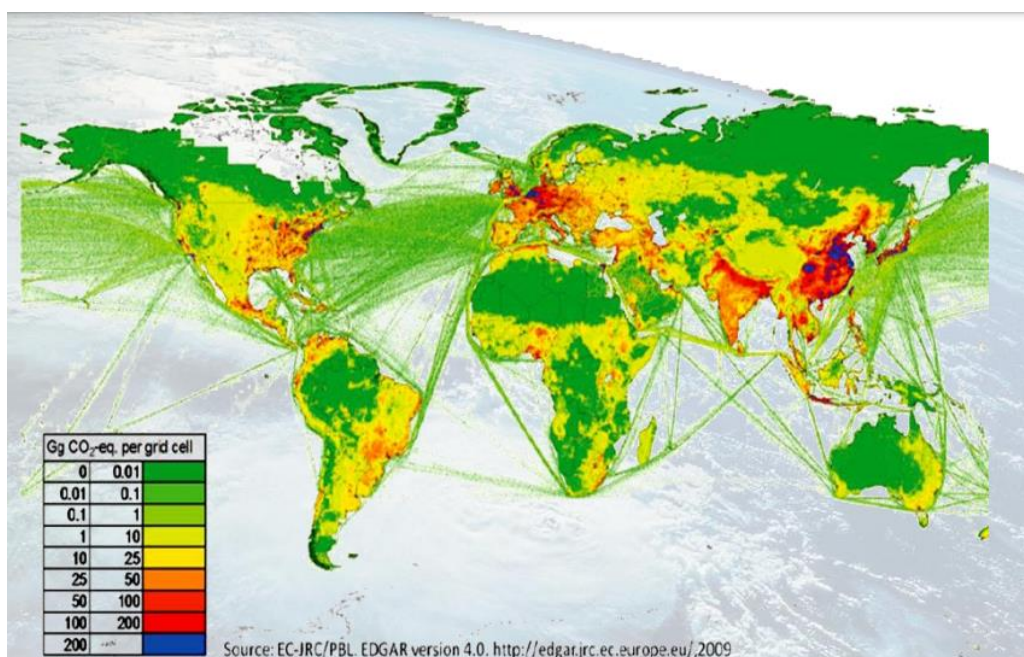
Α. Φ.Θ	Πηγές
Διοξείδιο του άνθρακα	Καύση ορυκτών καυσίμων, Πυρκαγιές σε Δάση, Ηφαίστεια, Οργανική σήψη, Αποψίλωση δασών
Μεθάνιο	Ορυζώνες, Έλη, Οργανική σήψη, Τερμίτες, Άντληση πετρελαίου και φυσικού αερίου, Μηρυκαστικά, ΧΥΤΑ
Οξείδιο του Αζώτου	Ωκεανοί, Αλλαγές χρήσης γης, Καύση ορυκτών καυσίμων, Καύση βιομάζας, Χρήση λιπασμάτων

Από τις συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου το διοξείδιο του άνθρακα αποτελεί το 76%, με το 1/6 περίπου αυτής της ποσότητας να προέρχεται από χρήσεις γης και το υπόλοιπο από τη χρήση ορυκτών καυσίμων. Το μεθάνιο συμβάλει κατά 16% και ακολουθούν το οξείδιο του αζώτου και τα φθοριούχα αέρια με μικρότερα ποσοστά (Εικόνα 1.2).



**Εικόνα 1.2:** Παγκόσμιες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου του έτους 2014, ανά αέριο (Global Greenhouse Gas Emissions Data, n.d)

Η υπερβολική παραγωγή CO<sub>2</sub> σε κάποιες χώρες του πλανήτη, όπως φαίνεται και στην (Εικόνα 1.3), από ανθρώπινες δραστηριότητες, είναι ο κυριότερος παράγοντας που συμβάλλει στην υπερθέρμανση του πλανήτη. Μετρήσεις του 2020 έδειξαν αυξημένη συγκέντρωση κατά 45%, σε σχέση με τις τιμές πριν το 1750. Ακολουθούν σε μικρότερες συγκεντρώσεις το μεθάνιο, το οποίο θεωρείται ως πιο επιβαρυντικό αέριο αλλά με μικρότερη διάρκεια ζωής στην ατμόσφαιρα και το υποξείδιο του αζώτου (Πίνακας 1.2) (Causes of climate change, n.d).



**Εικόνα 1.3:** Γεωγραφική κατανομή πηγών CO<sub>2</sub> για το 2009 (Σαρηγιάννης, n.d)

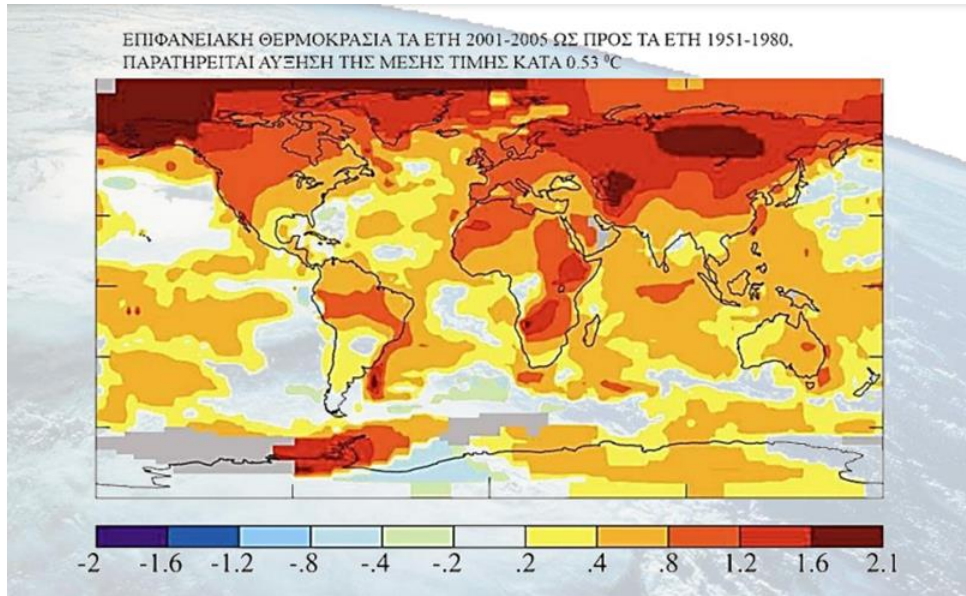


**Πίνακας 1-2:** Αύξηση των επιπέδων των αερίων του φαινομένου του θερμοκηπίου και χρόνος παραμονής τους στην ατμόσφαιρα (Τσιλιγκιρίδης, 2015)

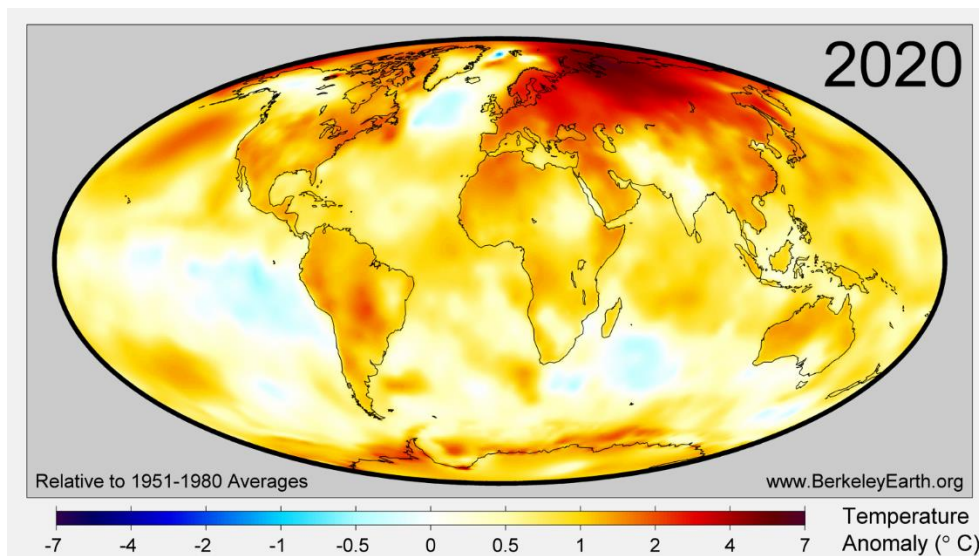
A. Φ.Θ.	Συγκέντρωση το 1750	Συγκέντρωση το 1996	% αλλαγή	Έτη παραμονής στην ατμόσφαιρα
<b>Διοξείδιο του άνθρακα</b>	278 ppm	358 ppm (379 το 2004)	29%	200 - 450
<b>Μεθάνιο</b>	0.70 ppm	1.70 ppm	143 %	12- 15
<b>Οξείδιο του Αζώτου</b>	275 ppb	311 ppb	11 %	120

### 1.3 Υπερθέρμανση του πλανήτη

Η αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη από ανθρωπογενή αίτια αυξάνεται με ρυθμό 0,2°C ανά δεκαετία. Η θερμοκρασία, τα έτη 2001-2005 συγκριτικά με τα έτη 1951-1980, αυξήθηκε κατά 0,53 °C (Εικόνα 1.4). (Causes of climate change, n.d). Το 2020, το 87% της επιφάνειας της Γης ήταν σημαντικά θερμότερο από τη μέση θερμοκρασία κατά την περίοδο 1951-1980, το 12% είχε παρόμοια θερμοκρασία και μόνο το 1,3% ήταν σημαντικά ψυχρότερο (Εικόνα 1.5) (Berkeleyearth.org, 2022). Η περίοδος 2011-2020 καταγράφηκε ως η θερμότερη δεκαετία στην ιστορία, με την μέση θερμοκρασία τους έτους 2019 να είναι κατά 1,1°C υψηλότερη σε σχέση με την προβιομηχανική εποχή. Γίνονται προσπάθειες για περιορισμό αυτής της θερμοκρασιακής διαφοράς στους 1,5°C, καθώς μία αύξηση των 2°C θα είχε πολύ σοβαρές αρνητικές επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον και την υγεία των ανθρώπων. Τα φυσικά αίτια αύξησης της θερμοκρασίας του πλανήτη (μεταβολές της ηλιακής ακτινοβολίας ή της ηφαιστειακής δραστηριότητας) έχουν συμβάλει λιγότερο από 0,1 °C στη συνολική αύξηση, από το 1890 έως και το 2010 (Causes of climate change, n.d).



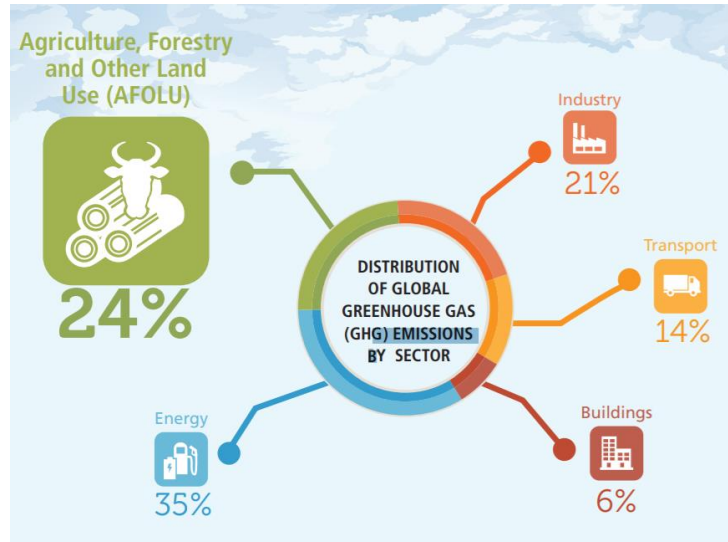
**Εικόνα 1.4:** Παγκόσμια επιφανειακή θερμοκρασία 2001-2005 (Σαρηγιάννης, n.d)



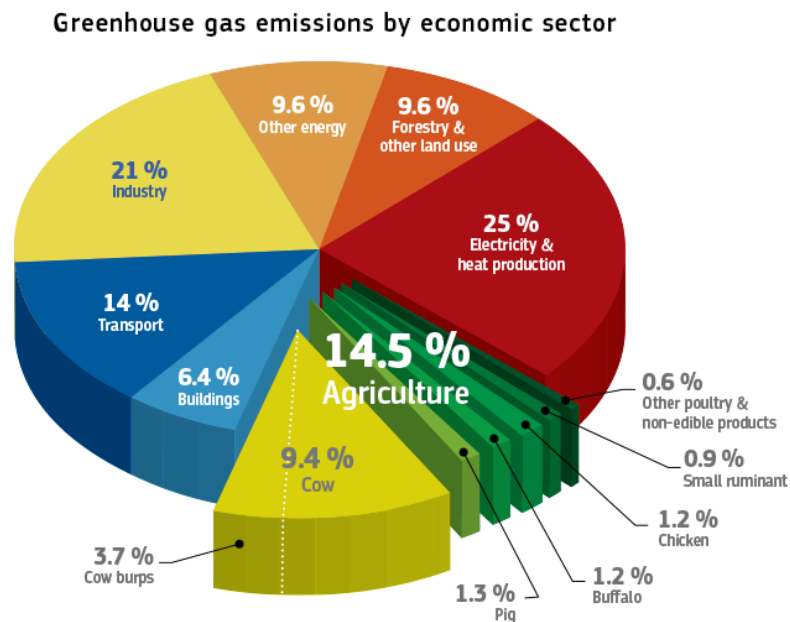
**Εικόνα 1.5:** Παγκόσμια επιφανειακή θερμοκρασία 2020 (Berkeleyearth.org. 2022)

Στις παγκόσμιες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ανά οικονομικό τομέα, την πρώτη θέση κατέχει ο τομέας της ενέργειας (εξόρυξη διύλιση, καύση άνθρακα-φυσικού αερίου-πετρελαίου), την 2<sup>η</sup> θέση η γεωργία-δασοκομία (γεωργία-κτηνοτροφία-αποψίλωση δασών), την 3<sup>η</sup> θέση η βιομηχανία (χρήση ορυκτών καυσίμων κατά τις παραγωγικές διαδικασίες) και ακολουθούν οι τομείς των μεταφορών (οδικές-σιδηροδρομικές-αεροπορικές-θαλάσσιες) και των κτηρίων (θέρμανση) (Εικόνα 1.6).

Αναλυτικότερα, από το συνολικό ποσοστό εκπομπών του κλάδου Γεωργίας-Δασοκομίας το 14,5% οφείλεται στην κτηνοτροφία, με τις αγελάδες να κατέχουν το μεγαλύτερο μερίδιο (Εικόνα 1.7)



**Εικόνα 1.6:** Παγκόσμιες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ανά οικονομικό τομέα (F.A.O, 2016)



**Εικόνα 1.7:** Παγκόσμιες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ανά οικονομικό τομέα με ανάλυση στην κτηνοτροφία (Gillman, S., 2015)

## 1.4 Επιπτώσεις κλιματικής αλλαγής

Οι παροδικοί καύσωνες έχουν αυξηθεί σε αρκετές περιοχές του κόσμου, ενώ τα αντίστοιχα κύματα ψύχους έχουν μειωθεί σε πλήθος και διάρκεια. Η αύξηση της θερμοκρασίας έχει μεγάλη επίδραση και στον όγκο των πάγων. Για παράδειγμα, η επιφάνεια των πάγων της Αρκτικής μειώνεται κατά περίπου 10% κάθε δεκαετία. Οι κυριότερες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής συνοψίζονται ως εξής (Σολωμός, 2014).

- **Θερμοκρασία:** Αύξηση κυρίως σε περιοχές με μεγάλο γεωγραφικό πλάτος του βόρειου ημισφαιρίου. Η αλλαγή είναι μεγαλύτερη στην ξηρά απ' ότι στη θάλασσα. Αύξηση των ημερών με θερμοκρασία πάνω από 37°C, ο αριθμός αυτός των ημερών θα αυξηθεί κατά 60-90 ημέρες. Έτσι, οι ασθένειες που σχετίζονται με τις υψηλές θερμοκρασίες και την έντονη ηλιακή ακτινοβολία θα αυξηθούν. Οι καύσωνες μπορούν να προκαλέσουν θανάτους, φωτιές σε δάση και απώλειες στις σοδειές. Τα 5 πιο θερμά καλοκαίρια από το 1500 συνέβησαν μετά το 2002, ενώ ο αριθμός των θανάτων λόγω της ζέστης το 2003 ανήλθε στους 70.000.

**Νερό:** Λειψυδρία-ξηρασία, λόγω αύξησης της θερμοκρασίας. Ερημοποίηση ολόκληρων περιοχών και καταστροφή οικοσυστημάτων. Αρκετά είδη φυτών δεν θα είναι πλέον σε θέση να αναπτυχθούν και να αναπαραχθούν με επαρκή τρόπο, προκαλώντας σοβαρή απώλεια βιοποικιλότητας. Ορισμένα είδη ζώων θα εξαφανιστούν, καθώς θα πεθαίνουν από πείνα και δίψα. Η υπεράντληση των υπόγειων υδάτων που θα ακολουθήσει, θα οδηγήσει σε υφαλμύρωση των καλλιεργήσιμων εδαφών και υποβάθμιση τους με αποτέλεσμα την μείωση των γεωργικών αποδόσεων. Επίσης, θα εμφανιστούν ασθένειες και επιδημίες λόγω ανεπαρκών συνθηκών υγιεινής. Όλα τα παραπάνω θα έχουν κοινωνικοοικονομικές επιπτώσεις και υποβάθμιση του βιοτικού επιπέδου του ανθρώπου.

- **Ακραία καιρικά φαινόμενα:** Συχνότερες και μεγαλύτερης έντασης καταιγίδες ακόμα και σε μέρη που είχαν χαμηλό ποσοστό βροχόπτωσης. Αρκετά περισσότερες ζεστές ημέρες παρά κρύες. Αύξηση στη συχνότητα θυελλωδών ανέμων.

- **Λιώσιμο των πάγων:** Υπολογίζεται ότι το μεγαλύτερο μέρος των πάγων στην Αρκτική θάλασσα θα έχει εξαφανιστεί μέχρι το τέλος του 21<sup>ου</sup> αιώνα. Πρόσφατες μελέτες υποδεικνύουν ότι μπορεί να μην υπάρχει πάγος τα αρκτικά καλοκαίρια ήδη από το 2025-2030. Περισσότερο από το 1/6 του παγκόσμιου πληθυσμού εξαρτάται από τους παγετώνες για την ύπαρξη πόσιμου νερού.
- **Στάθμη της θάλασσας:** Αύξηση του επιπέδου της θάλασσας:
  - 1) από το λιώσιμο των παγετώνων που πέφτουν στη θάλασσα
  - 2) από τη παγκόσμια θέρμανση ωκεανών, αφού όταν θερμαίνεται το νερό διαστέλλεται.

Η άνοδος του επιπέδου της θάλασσας έχει άμεση σχέση με τις ακτογραμμές. Πρέπει να αναφερθεί ότι μερικές από τις πιο πυκνοκατοικημένες περιοχές του πλανήτη βρίσκονται σε χαμηλό υψόμετρο, κοντά σε θάλασσα. Αν το μέσο επίπεδο της θάλασσας ανέβει κατά 0.5 μέτρα (σε σχέση με το 1990), οι πλημμύρες θα επηρεάσουν από 5-200 εκατομμύρια ανθρώπους παγκοσμίως.
- **Οξίνιση των ωκεανών:** Όσο το CO<sub>2</sub> αυξάνεται στην ατμόσφαιρα, οι ωκεανοί προσπαθούν να επαναφέρουν την ισορροπία απορροφώντας ένα ποσοστό του. Απορροφούν περίπου το 25% των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Όμως, το διοξείδιο αντιδρά με το θαλασσινό νερό σχηματίζοντας ένα αδύναμο οξύ. Από το 1750-1994 έχει παρατηρηθεί μία μείωση 0.1 pH στην επιφάνεια του νερού. Όσο αυξάνεται η θερμοκρασία των ωκεανών, τόσο μειώνεται η ικανότητα να απορροφούν το διοξείδιο χωρίς τοξικοποίηση. Μία μεγαλύτερη όμως αλλαγή του pH θα είναι καταστροφική για τα θαλάσσια είδη, καθώς θα τους είναι πολύ πιο δύσκολο να δημιουργήσουν σκελετούς και κελύφη.
- **Βροχόπτωση:** Οι υψηλές θερμοκρασίες αυξάνουν την εξάτμιση του νερού από ωκεανούς-λίμνες-φυτά και χώμα, οπότε οι ξηρές περιοχές θα γίνουν ξηρότερες και περιοχές με αρκετές βροχοπτώσεις θα έχουν περισσότερες. Επίσης, για κάθε αύξηση της θερμοκρασίας κατά 1°C θα παρατηρηθεί 5-10% μείωση στη βροχόπτωση σε μέρη όπως οι έρημοι.
- **Οικοσυστήματα:** Όλα τα είδη, είτε υδρόβια είτε στη ξηρά, θα αλλάξουν τόπο διαμονής, όταν δε θα μπορούν να μείνουν άλλο στον τόπο γέννησής τους. Όμως, μερικά είδη δεν θα έχουν τη δυνατότητα να ανταπεξέλθουν ή να αλλάξουν τόπο διαμονής. Ιδιαίτερα, θα κινδυνέψουν είδη που ζουν σε κρύες περιοχές (κορυφές βουνών-γενικότερα σε υψηλά γεωγραφικά πλάτη). Η

θέρμανση των ωκεανών σπρώχνει ήδη πολλά είδη προς τους πόλους. Με 2°C αύξηση της θερμοκρασίας, κινδυνεύει με εξαφάνιση συνολικά το 15-40% των ειδών. Με 3°C αύξηση της θερμοκρασίας το ποσοστό αυτό εκτοξεύεται στο 20-50%. Αν οι εκπομπές συνεχίσουν με αυτό τον ρυθμό, ο πλανήτης θα ζεσταθεί κατά 4-5°C, χωρίς να γνωρίζουμε το πλήρες εύρος των επιπτώσεων.

- **Αγροτικός τομέας:** Αυξημένο ποσοστό διοξειδίου του άνθρακα θα οδηγήσει σε υψηλότερες θερμοκρασίες, περισσότερα ακραία καιρικά φαινόμενα και αύξηση ζιζανίων, που θα επηρεάσουν αρνητικά τη γεωργία. Η αύξηση της θερμοκρασίας μπορεί να βοηθήσει στη βλάστηση πολλών ειδών φυτών χωρίς αυτό να σημαίνει απαραίτητα και καλύτερη σοδειά. Για κάθε 1 °C αύξησης της θερμοκρασίας, οι σοδειές καλαμποκιού σε ΗΠΑ, Αφρική και οι σοδειές σιτηρών στην Ινδία μειώνονται 5-15%, για κάθε 2°C αύξηση της θερμοκρασίας μελέτες δείχνουν επιπλέον 5% μείωση στη παραγωγή δημητριακών και για 4°C επιπλέον μείωση 10%. Με 4°C αύξηση ολόκληρες περιοχές θα είναι αδύνατο να καλλιεργηθούν, γιατί θα είναι πολύ θερμές και ξηρές. Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στη γεωργία εξαρτώνται όμως και από το βαθμό της προσαρμογής (εισοδήματα-αγορές).
- **Υγεία:** Με συχνά ακραία καιρικά φαινόμενα, πολλοί άνθρωποι θα κινδυνεύουν, οι περισσότεροι εκ των οποίων σε αναπτυσσόμενες χώρες. Με την αύξηση της θερμοκρασίας, ασθένειες, όπως ο δάγκειος πυρετός και η ελονοσία θα εξαπλωθούν. Με τη βροχή και την υγρασία επιβιώνουν και εξαπλώνονται ευκολότερα και τα κουνούπια, μεταφέροντας μολυσματικές ασθένειες.
- **Ωκεάνια ρεύματα:** Το ρεύμα του Ατλαντικού (*Atlantic Meridional Overturning Circulation*) ρυθμίζει σημαντικά το κλίμα του πλανήτη. Χαρακτηρίζεται από μία ροή θερμού θαλασσινού νερού προς τον Βορρά και από μία ροή πιο κρύου νερού προς τον Νότο. Η αλλαγή του κλίματος μπορεί να επηρεάσει αυτή τη διαδικασία, μειώνοντας τη θέρμανση στη Δυτική Ευρώπη και τη Γροιλανδία και αυξάνοντας τη θέρμανση σε περιοχές του Νοτίου Ημισφαιρίου, μεταβάλλοντας με αυτό τον τρόπο το αντίστοιχο οικοσύστημα (Σολωμός, 2014).

## 1.5 Εκπομπές αερίων από την κτηνοτροφία

Η κτηνοτροφία είναι πηγή εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, όπως το μονοξείδιο του αζώτου (NO), το υποξείδιο του αζώτου (N<sub>2</sub>O) και το μεθάνιο (CH<sub>4</sub>), (Πίνακας 1-3).

### 1.5.1. Εκπομπές CH<sub>4</sub> από τις εντερικές ζυμώσεις

Το μεθάνιο παράγεται από τα μηρυκαστικά-φυτοφάγα ζώα κατά τη διαδικασία της πέψης. Θεωρείται παραπροϊόν της εντερικής ζύμωσης, στην οποία οι υδρογονάνθρακες διασπώνται από μικροοργανισμούς σε απλά μόρια, τα οποία στη συνέχεια, απορροφώνται από το κυκλοφορικό σύστημα του ζώου (αίμα). Παρατηρούνται μεγάλες διαφορές ανάμεσα στα βοοειδή και τα μικρά μηρυκαστικά. Μεθάνιο, επίσης, παράγεται και από τα μη μηρυκαστικά ζώα, όπως τα γουρούνια, αλλά σε πολύ μικρότερο ποσοστό (Πίνακας 1-4).

**Πίνακας 1-3:** Εκπομπές αερίων (NO, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>) ανά κτηνοτροφική δραστηριότητα (Τσιλιγκιρίδης, 2015)

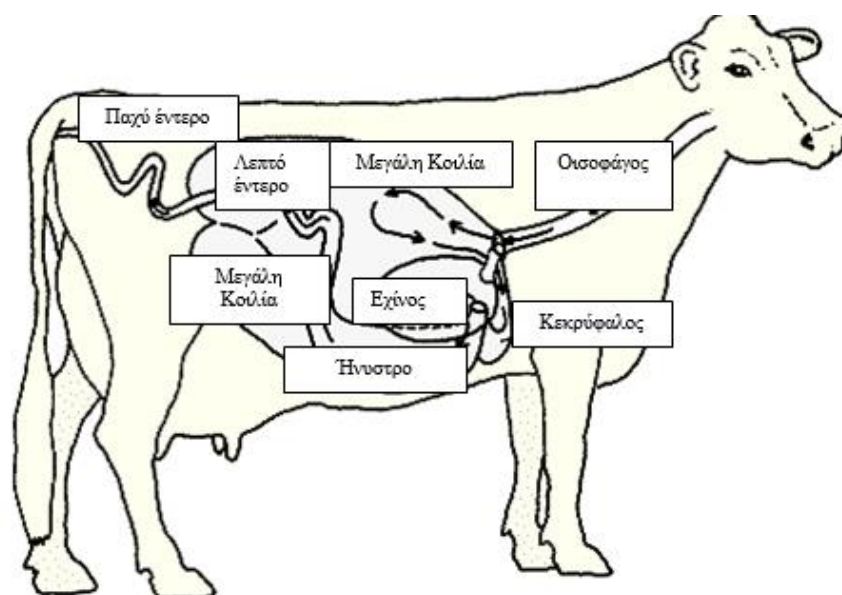
Κτηνοτροφική δραστηριότητα	NO	N <sub>2</sub> O	CH <sub>4</sub>
Εντερικές ζυμώσεις			+
Σταβλισμός ζώων		+	+
Αποθήκευση λυμάτων έκτος στάβλων	+	+	+
Επιφανειακή διασπορά λυμάτων		+	
Ελευθέρα βοσκή		+	

Η ποσότητα του παραγόμενου μεθανίου εξαρτάται από:

- το είδος του ζώου
- το βάρος
- την ηλικία
- την ποσότητα και ποιότητα της τροφής
- την κατανάλωση ενέργειας από το ίδιο το ζώο



Υπάρχει μία θετική συσχέτιση ανάμεσα στο σωματικό βάρος (Σ.Β) των αγελάδων και των εκπομπών εντερικού μεθανίου. Η συσχέτιση αυτή προέρχεται από την αναλογική σχέση μεταξύ του Σ.Β και του μεγέθους της μεγάλης κοιλίας και του μήκους του πεπτικού σωλήνα (Εικόνα 1.6). Η χωρητικότητα της μεγάλης κοιλίας επηρεάζει τον χρόνο μηρυκασμού και την ποσότητα οργανικής ύλης της ζωοτροφής προς χώνεψη. Κατά συνέπεια, αγελάδες με χαμηλό Σ.Β έχουν χαμηλή πρόσληψη ξηράς ουσίας και χαμηλές επίσης εκπομπές μεθανίου (CH<sub>4</sub>) (Velarde-Guillén et al., 2019). Μελέτες του Grandl et al. (2016) έδειξαν ότι οι εντερικές εκπομπές μεθανίου είναι χαμηλότερες στις μοσχίδες έναντι των αγελάδων, καθώς, εκτός του μειωμένου σωματικού τους βάρους, το πεπτικό τους σύστημα βρίσκεται υπό ανάπτυξη.



**Εικόνα 1.8:** Πεπτικός σωλήνας αγελάδας. Διακρίνεται ο οισοφάγος (esophagus), η μεγάλη κοιλία (rumen), ο κεκρύφαλος (reticulum), ο εχίνος (omasum), το ήνυστρο (abomasums), το λεπτό έντερο (small intestine) και το παχύ έντερο (large intestine) (Νικολακάκης, 2010)

Οι εκπομπές μεθανίου είναι υψηλές σε αγελάδες ηλικίας 4 έως 6,5 ετών, ενώ χαμηλότερες έχουν οι αγελάδες από 6,5 έως 10 ετών. Οι μεγαλύτερες σε ηλικία αγελάδες έχουν μικρότερες απαιτήσεις συντήρησης και χαμηλότερη πεπτικότητα. Σε αντίθεση, οι αγελάδες μέσης ηλικίας έχουν καλύτερη αποτελεσματικότητα μάσησης της τροφής με αποτέλεσμα υψηλότερη πεπτικότητα (Grandl et al., 2016).

Η μείωση αναλογίας χονδροειδών ζωοτροφών στο σιτηρέσιο αγελάδων και ταυτόχρονα η αύξηση αναλογίας συμπυκνωμένων ζωοτροφών, μειώνει τις εκπομπές



εντερικού μεθανίου (Grandl et al., 2016). Επίσης, ένα αυξημένο σε ενέργεια σιτηρέσιο, με την προσθήκη ελαιούχων σπερμάτων (βάμβακος, ηλίανθου κ.α.), μειώνει τα ποσοστά εκπομπών (Σιντόρη και συν., 2022). Επίσης, η πρόσληψη αυξημένης ποσότητας τροφής από μία αγελάδα, οδηγεί σε λιγότερες εκπομπές εντερικού μεθανίου, καθώς μικραίνει ο χρόνος διατήρησης της τροφής στον πεπτικό σωλήνα και η όλη διαδικασία της πέψης (Grandl et al., 2016).

#### 1.5.2. Εκπομπές CH<sub>4</sub> από τη διαχείριση της κόπρου

Μεθάνιο, επίσης, παράγεται κατά την αποσύνθεση οργανικών ενώσεων μέσα στα ζωικά εκκρίματα.

Η παραγόμενη ποσότητα εξαρτάται από:

- Το σύνολο της ποσότητας των ζωικών εκκρινμάτων
- Το ποσοστό ζωικών εκκρινμάτων που αποσυντίθενται αναερόβια

Εάν τα ζωικά εκκρίματα συσσωρευτούν σε λάκκους (διατηρούμενα σε υγρή μορφή), τότε αποσυντίθενται αναερόβια παράγοντας μεθάνιο. Αντίθετα, εάν συσσωρευτούν σε στεγνούς σωρούς ή εναποτεθούν σε βοσκοτόπους, τότε αποσυντίθενται αερόβια, παράγοντας CO<sub>2</sub> και όχι μεθάνιο (ελάχιστο έως καθόλου). Αυξημένες εκπομπές παρατηρούνται σε εύκρατες περιοχές της Δυτικής Ευρώπης (Πίνακας 1-4) (Τσιλιγκιρίδης, 2015).

**Πίνακας 1-4:** Ετήσιες εκπομπές σε kg μεθανίου ανά ζώο ( kg CH<sub>4</sub> / ζώο)  
(Τσιλιγκιρίδης, 2015)

ΕΙΔΟΣ ΖΩΟΥ	ΕΝΤΕΡΙΚΗ ΖΥΜΩΣΗ		ΖΩΙΚΑ ΕΚΚΡΙΜΑΤΑ			
	Δυτική Ευρώπη	Ανατολική Ευρώπη	Δυτική Ευρώπη		Ανατολική Ευρώπη	
			Ψυχρό κλίμα	Εύκρατο κλίμα	Ψυχρό κλίμα	Εύκρατο κλίμα
Αγελάδες γαλακτοπαραγωγής	100	81	14	44	6	19
Άλλα βοοειδή						

(νεαρής ηλικίας, που προορίζονται για τροφή και για αναπαραγωγή)	48	56	6	20	4	7
Πρόβατα	8	8	0,19	0,28	0,19	0,28
Αίγες	5	5	0,12	0,18	0,12	0,18
Γουρούνια	1,5	1,5	3	10	4	7

### **1.6 Ο ρόλος των γαλακτοπαραγωγών αγελάδων στην παγκόσμια κλιματική αλλαγή**

Οι αγελαδοτροφικές μονάδες γαλακτοπαραγωγικής κατεύθυνσης συμβάλλουν σημαντικά στις συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Το 72% των εκπομπών εμφανίζεται πριν από την έξοδο του γάλακτος από το αγρόκτημα και περιλαμβάνουν το μεθάνιο (CH<sub>4</sub>), το υποξείδιο του αζώτου (N<sub>2</sub>O) και το διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>). Πηγές CH<sub>4</sub> είναι η εντερική ζύμωση και η κοπριά. Έμμεσες εκπομπές N<sub>2</sub>O μπορούν να προκαλέσουν η αμμωνία και τα νιτρικά άλατα της ενσωματωμένης κοπριάς στο έδαφος, μέσω της διαδικασίας νιτροποίησης και απονιτροποίησης. Το CO<sub>2</sub> προστίθεται στις συνολικές εκπομπές από ανθρωπογενείς πηγές, όπως η καύση ορυκτών καυσίμων (μηχανήματα-εξοπλισμός) και οι εδαφοβελτιωτικές παρεμβάσεις (γεωργικός ασβέστης-ουρία) (Εικόνα 1.7).



**Εικόνα1.9:** Άμεσες και έμμεσες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από γαλακτοκομικές εκμεταλλεύσεις (Rotz, 2018)

Οι εντερικές εκπομπές είναι συνήθως η μεγαλύτερη πηγή αερίων του θερμοκηπίου σε μια εκτροφή αγελάδων γαλακτοπαραγωγής. Στα εντατικά συστήματα εκμεταλλεύσεων αντιστοιχούν στο 45% περίπου των συνολικών εκπομπών της εκτροφής. Στα εκτατικά συστήματα αυτό το ποσοστό μπορεί να αυξηθεί. Μετρήσεις εκπομπών σε εκμεταλλεύσεις εκτατικής εκτροφής της Νέας Ζηλανδίας σύμφωνα με IPCC (2006), έδειξαν 81 kg CH<sub>4</sub>/αγελάδα ανά έτος.

Οι παράγοντες εκπομπής μεθανίου, από την κοπριά των γαλακτοπαραγωγών βοοειδών, επηρεάζονται από την μέση ετήσια θερμοκρασία της περιοχής. Ο μέσος όρος ετήσιων εκπομπών σύμφωνα με IPCC (2006), κυμαίνεται περίπου 27 kg CH<sub>4</sub>/αγελάδα σε εκμεταλλεύσεις εκτατικής εκτροφής της Νέας Ζηλανδίας.

Επίσης το ποσοστό εκπομπών ποικίλει ανάλογα με τις εγκαταστάσεις στέγασης των ζώων (συμπαγή δάπεδα σκυροδέματος, σχαρωτά δάπεδα με τάφρο συλλογής κοπριάς, δάπεδα με κομποστοποιημένο υπόστρωμα ή αχυροστρωμή). Στα συστήματα συμπαγών δαπέδων η κοπριά αφαιρείται με απόξεση ή έκπλυση, συνήθως μία φορά

την ημέρα, με αποτέλεσμα χαμηλό ποσοστό εκπομπών. Στα συστήματα σχαρωτών δαπέδων η συσσώρευση της κοπριάς στην τάφρο μπορεί να διαρκέσει από μερικές εβδομάδες έως και μήνες, με αποτέλεσμα υψηλό ποσοστό εκπομπών. Ενώ στα συστήματα υποστρώματος η κοπριά συσσωρεύεται αρκετούς μήνες, εφόσον το υπόστρωμα απορροφά την υγρασία, με αποτέλεσμα ακόμα υψηλότερων εκπομπών.

Η χρήση, ως εδαφοβελτιωτικού μέσου, του γεωργικού ασβέστη για αύξηση του pH του εδάφους και της ουρίας, ως αζωτούχος λίπανση, είναι μία κοινή πρακτική. Καθώς ο ασβέστης αποσυνθέτει την οργανική ουσία του εδάφους και η ουρία το εμπλουτίζει με άζωτο, απελευθερώνονται ποσότητες CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα. Για κάθε κιλό ασβέστη που εφαρμόζεται, εκλύονται περίπου 0,45 kg και για κάθε κιλό ουρίας 0,7 kg CO<sub>2</sub>, αντίστοιχα.

Για κάθε λίτρο ορυκτού καυσίμου που καταναλώνεται κατά την χρήση των γεωργικών μηχανημάτων, απελευθερώνεται ένα αντίστοιχο ποσοστό CO<sub>2</sub>. Κατά τη χρήση 1 λίτρου πετρελαίου κίνησης εκλύονται 2,7 kg CO<sub>2</sub>, από τη βενζίνη 2,3 kg CO<sub>2</sub>, από το φυσικό αέριο 2,2 kg CO<sub>2</sub> και από το υγραέριο 1,6 kg CO<sub>2</sub> (Rotz, 2018).

**1.7 Ο ρόλος των μικρών μηρυκαστικών στην παγκόσμια κλιματική αλλαγή**  
Ο ζωικός πληθυσμός αιγοπροβάτων στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης τον Δεκέμβριο του 2019 ήταν 62 εκατομμύρια πρόβατα και 12 εκατομμύρια αίγες. Στην Ελλάδα αντιστοιχούσε το 14 % του πληθυσμού προβάτων της ΕΕ και το 31 % του πληθυσμού αιγών (Ec.europa.eu, 2020).

Τα αιγοπρόβατα αντιπροσωπεύουν περίπου το 56% του παγκόσμιου πληθυσμού των μηρυκαστικών. Καταμετρούνται σε 1,2 δισεκατομμύρια πρόβατα και 1 δισεκατομμύριο αίγες περίπου, σύμφωνα με τον FAO (2016). Το 6,5% των παγκόσμιων εκπομπών αποδίδεται στα αιγοπρόβατα, (429 χιλιάδες Gg CO<sub>2</sub>-eq ή συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (Total Greenhouse Gas Emissions)), εκ των οποίων το 59% αποδίδεται στα πρόβατα και το 41% στις αίγες.

Οι εκπομπές των αιγών γαλακτοπαραγωγής είναι υψηλότερες από τις αίγες κρεοπαραγωγής, λόγω των εκτατικών συστημάτων παραγωγής και διαχείρισης (Πίνακας 1-6). Οι συνολικές παγκόσμιες εκπομπές των προβάτων ξεπερνούν τις αντίστοιχες των αιγών (Πίνακας 1-5) (Monteiro et al., 2018).

**Πίνακας 1-5:** Ετήσιες εκπομπές μεθανίου από τα πρόβατα, σύμφωνα με το σωματικό τους βάρος (Σ.Β), ανά τον κόσμο (Monteiro et al, 2018)

<b>ΠΡΟΒΑΤΑ</b>		
Εκπομπή μεθανίου CH <sub>4</sub> (kg / έτος)	Σ.Β (σωματικό βάρος)	Τοποθεσία
8	55	Παγκόσμια
6,9	37	Νέα Ζηλανδία
9,8	65	Ην. Βασίλειο
5,7	35	Νέα Ζηλανδία
7,3	47	Νέα Ζηλανδία
7,5	42	Νέα Ζηλανδία
6,1	36	Νέα Ζηλανδία
9,2	51	Νέα Ζηλανδία
8,3	35	Βραζιλία
14,6	59	Βραζιλία
8,6	60	Αυστραλία
6,6	52	Μογγολία
8,6	24	Βραζιλία
7,2	56	Γαλλία

**Πίνακας 1-6:** Ετήσιες εκπομπές μεθανίου από τις αίγες, σύμφωνα με το σωματικό τους βάρος (Σ.Β) ανά τον κόσμο (Monteiro et al 2018)

<b>ΑΙΓΕΣ</b>		
Εκπομπή μεθανίου CH <sub>4</sub> (kg / έτος)	Σ.Β (σωματικό βάρος)	Τοποθεσία
<b>Μη γαλακτοπαραγωγές Αίγες</b>		
5	40	Παγκόσμια
6,8	34	Η.Π.Α
3	25	Αφρική
9	40	Νέα Ζηλανδία
6,2	24	Κίνα
5	45	Ν. Κορέα
5,8	34	Ιαπωνία
5,6	34	Ινδία
4,6	45	Δανία
5	38	Ισπανία
9	47	Ισπανία
6,6	30	Βραζιλία
9,7	46	Ισπανία
6	20	Βραζιλία
3,4	19	Ν. Κορέα
0,5	7	Μπαγκλαντές
0,85	13	Μπαγκλαντές
<b>Γαλακτοπαραγωγές Αίγες</b>		
14,3	-	Γαλλία
13,7	-	Ισπανία

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### Επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στη φυσιολογία και την παραγωγικότητα των γαλακτοπαραγωγών ζώων

#### **2.1 Επιδράσεις στην κτηνοτροφία-ζωική παραγωγή**

Οι επιδράσεις της κλιματικής αλλαγής στην κτηνοτροφία μπορούν να διαχωρισθούν σε 4 διαφορετικές κατηγορίες:

1. στη Γεωργία για την παραγωγή πρώτων υλών που προορίζονται για τη διατροφή του ζωικού πληθυσμού. Οι επιδράσεις αυτές αφορούν κυρίως στην παραγωγή δημητριακών καρπών και πρωτεϊνούχων σπόρων και δευτερευόντως στην παραγωγή άλλων καρπών, βιομηχανικών φυτών κ.λπ., των οποίων τα υποπροϊόντα χρησιμοποιούνται στη διατροφή των ζώων.
2. στη βλάστηση λειμώνων και βοσκοτόπων, στην ποιότητα και ποσότητα της παραγόμενης βιομάζας που χρησιμοποιείται για την διατροφή των μηρυκαστικών αλλά και άλλων ζώων.
3. στους μικροβιακούς ή μη παράγοντες και διάφορους φορείς που προκαλούν ασθένειες στα ζώα.
4. στην ανάπτυξη, τη γαλακτοπαραγωγή, την κρεοπαραγωγή και την αναπαραγωγή των αγροτικών ζώων **(Κουτσούλη και Μπιζέλης, 2019)**.

Λόγω χαμηλών βροχοπτώσεων-ξηρασίας θα παρατηρείται στο μέλλον ολοένα και χαμηλότερη παραγωγή ζωοτροφών και βοσκήσιμης ύλης. Επίσης, αρνητικές επιπτώσεις θα υπάρξουν λόγω υψηλών θερμοκρασιών και της ηλιακής έκθεσης στην υγιεινή κατάσταση των ζώων. Σε αρκετά μέρη του πλανήτη τα ζώα θα υποστούν θερμικό στρες. Τα αιγοπρόβατα λόγω της μεγάλης προσαρμοστικότητάς τους πιστεύεται ότι δεν θα επηρεαστούν σε τόσο μεγάλο βαθμό.

Ειδικότερα θα επηρεαστούν:

Η φυσιολογία και η υγεία των ζώων:

- μείωση κατανάλωσης τροφής (ενέργειας)
- υψηλότερα ποσοστά θνησιμότητας
- μειωμένη ανταπόκριση του ανοσοποιητικού συστήματος
- μείωση επίπεδων γλυκόζης
- μεταβολές στη λειτουργία του ήπατος
- επέκταση των μολυσματικών ασθενειών

- υψηλότερη παραγωγή μυκοτοξινών

Η αναπαραγωγική ικανότητα των ζώων:

- μικρότερη ανάπτυξη των ωοκυττάρων
- χαμηλότερα ποσοστά σύλληψης
- μικρότερος ρυθμός ανάπτυξης των εμβρύων
- αύξηση της εμβρυϊκής θνησιμότητας
- μειωμένη εκδήλωση οίστρου
- μειωμένη γονιμότητα

Η γαλακτοπαραγωγή:

- μείωση παραγόμενης ποσότητας γάλακτος
- αλλαγές στην χημική σύσταση του γάλακτος, μείωση ποσοστών πρωτεΐνης και λίπους (ιδιαίτερα στις υπεραναγωγικές αγελάδες) (**Ζέρβας n.d.**).

## 2.2 Θερμικό στρες μηρυκαστικών

Οι ακραίες καιρικές συνθήκες επιδρούν στο μεταβολισμό των ζώων, την παραγωγικότητα και την ποιότητα των προϊόντων τους. Τα μηρυκαστικά ζώα διαθέτουν διάφορους φυσιολογικούς μηχανισμούς ομοιόστασης (αγωγιμότητα, μεταφορά, ακτινοβολία, εξάτμιση), για να εξασφαλίσουν την επιβίωσή τους σε συνθήκες θερμικού στρες.

Με την αύξηση της θερμοκρασίας, στις ημι-άνυδρες και άγονες περιοχές, μειώνεται η παραγωγή γάλακτος, μειώνεται ο ρυθμός ανάπτυξης και γονιμότητας, χειροτερεύει ο συντελεστής εκμετάλλευσης του σιτηρεσίου και αυξάνεται το λειτουργικό/σταθερό κόστος των εγκαταστάσεων. Αντίθετα, στις ψυχρές ή ακόμα και στις βορειότερες εύκρατες περιοχές μειώνεται η ανάγκη σε ζωοτροφές, λόγω της ύπαρξης άφθονης βοσκής, μειώνεται το ποσοστό θνησιμότητας των νεογέννητων και απογαλακτισμένων νεαρών ζώων και μειώνεται ο χρόνος απόσβεσης των εγκαταστάσεων.

Υπάρχει μία κλιμάκωση στις αντιδράσεις των μηρυκαστικών που υπόκεινται σε θερμικό στρες. Ξεκινούν από σοβαρή μείωση της σωματικής δραστηριότητας, με μειωμένη όρεξη για βόσκηση. Στη συνέχεια, επέρχονται αλλαγές στην έκκριση ορμονών, αύξηση των καρδιακών παλμών, παρατηρείται αγγειοδιαστολή, αύξηση της ταχύτητας πέψης, της αναπνοής και του ρυθμού εφίδρωσης. Σταδιακά το ζώο θα οδηγηθεί σε υπερθερμία με αποτέλεσμα τον θάνατο.



Με την αύξηση της θερμοκρασίας επηρεάζεται η παραγωγικότητα των ζώων και εκδηλώνονται αλλαγές στην αναπαραγωγική τους ικανότητα. Μειώνεται η διάρκεια και η ένταση εκδήλωσης οίστρου και αυξάνεται το ποσοστό σιωπηλών ωοθυλακιορρηξιών. Κατά τους θερινούς μήνες τα ποσοστά σύλληψης στις αγελάδες μειώνονται κατά 20-30%.

Επίσης, επηρεάζεται και ο ρυθμός ανάπτυξης. Σε θερμές περιοχές παρατηρείται χαμηλό βάρος γέννησης, μικρότερη κινητικότητα των νεογνών, μικρός ρυθμός ανάπτυξης των νεογνών (μειωμένο σωματικό βάρος και ύψος των νεαρών ζώων), έως την ωριμότητά τους.

Τα υψιπαραγωγά ζώα είναι περισσότερο ευάλωτα στο θερμικό στρες επειδή παράγουν υψηλότερη θερμότητα, λόγω των αυξημένων μεταβολικών διεργασιών (πρόσληψης τροφής και πέψης). Το θερμικό στρες διαταράσσει τις συγκεντρώσεις ελεύθερων ριζών σε σταθερή βάση, οδηγώντας σε κυτταρική οξειδωτική βλάβη. Κάτω από αυτές τις συνθήκες, ο οργανισμός αναδιατάσσει τα σωματικά αποθέματα και ο μεταβολισμός μειώνεται, ανεξάρτητα από τη μείωση της κατανάλωσης τροφής. Η ανάπτυξη, η παραγωγή, η αναπαραγωγή δεν είναι πλέον οι υψηλότερες προτεραιότητες στο μεταβολισμό των θερμικά καταπονημένων ζώων (Κουτσούλη και Μπιζέλης, 2019).

## **2.3 Αγελάδες γαλακτοπαραγωγής**

### 2.3.1 Δείκτης θερμοκρασίας-υγρασίας (THI)

Το θερμικό στρες επηρεάζεται από τη θερμοκρασία του αέρα, την υγρασία, την κίνηση του αέρα, την ηλιακή ακτινοβολία και τις βροχοπτώσεις. Ο δείκτης θερμοκρασίας-υγρασίας (THI) είναι μια ενιαία τιμή που απεικονίζει τις ολοκληρωμένες επιδράσεις της θερμοκρασίας και της υγρασίας του αέρα που σχετίζονται με το επίπεδο θερμικής καταπόνησης. Ο THI ενσωματώνει τις επιδράσεις τόσο της θερμοκρασίας όσο και της σχετικής υγρασίας και χρησιμοποιείται συνήθως για τον ποσοτικό προσδιορισμό του βαθμού θερμικής καταπόνησης στα γαλακτοπαραγωγά βοοειδή, που προκαλείται από τις καιρικές συνθήκες. Αποτελεί τον καλύτερο προγνωστικό δείκτη της θερμοκρασίας του σώματος σε αγελάδες σε σχέση με άλλες μετρήσεις των περιβαλλοντικών συνθηκών. Όταν λαμβάνει τιμές 70 ή λιγότερο, αυτές θεωρούνται ανεκτές για τις αγελάδες, τιμές 75-78 προκαλούν στρες και τιμές μεγαλύτερες από το 78 προκαλούν εξαιρετική δυσφορία και τα ζώα δεν είναι σε θέση να διατηρούν τους

θερμορυθμιστικούς μηχανισμούς ή την κανονική τους θερμοκρασία (Εικόνα 2.1) (Χαϊδάς, 2019).

Temp		Relative Humidity (%)																
F	C	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
77	25.0						72	72	73	73	74	74	75	75	76	76	77	MILD
78	25.6					72	73	73	74	74	75	75	76	76	77	77	77	STRESS
79	26.1				72	76	73	74	74	75	76	76	77	77	78	78	79	
80	26.7		72	72	73	76	74	74	75	76	76	77	78	78	79	79	80	
81	27.2	72	72	73	73	74	75	75	76	77	77	78	78	79	80	80	81	
82	27.8	72	73	73	74	75	75	76	77	77	78	79	79	80	81	81	82	
83	28.3	73	73	74	74	75	76	77	78	78	79	80	80	81	82	83	84	SEVERE
84	28.9	73	74	75	75	76	77	78	78	79	80	80	81	82	83	83	84	STRESS
85	29.4	74	75	75	76	77	78	79	79	80	81	81	82	83	84	84	85	
86	30.0	74	75	76	77	78	78	79	80	81	81	82	83	84	84	85	86	
87	30.6	75	76	77	77	78	79	80	81	81	82	83	86	85	85	86	87	
88	31.1	75	76	77	78	79	80	81	81	82	83	84	85	86	86	87	88	
89	31.7	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	86	87	88	89	89	
90	32.2	77	78	79	79	80	81	82	83	84	85	86	86	87	88	89	90	
91	32.8	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	86	87	88	89	90	91	
92	33.3	78	79	80	81	82	83	84	85	85	86	87	88	89	90	91	92	
93	33.9	79	80	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	VERY
94	34.4	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	SEVERE
95	35.0	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	STRESS
96	35.6	80	81	82	83	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	
97	36.1	81	82	83	84	85	86	87	88	89	91	92	93	94	95	96	97	
98	36.7	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	93	94	95	96	97	98	
99	37.2	82	83	84	85	87	88	89	90	91	92	93	94	96	97	98	99	
100	37.8	83	84	85	86	87	88	90	91	92	93	94	95	97	98	99	100	
101	38.3	83	86	86	87	88	89	90	92	93	96	95	96	97	99	100	101	
102	38.9	86	85	86	87	89	90	91	92	96	95	96	97	96	99	101	102	
103	39.4	86	86	87	88	89	91	92	94	95	96	97	98	100	101	102	103	
104	40.0	85	86	88	88	90	91	93	94	95	96	97	99	100	101	103	104	
105	40.6	86	87	88	89	91	92	93	96	96	97	98	99	100	101	104	105	DEAD
106	41.1	86	88	89	90	91	93	94	95	97	98	99	101	102	103	105	106	CATTLE
107	41.7	87	88	89	91	92	94	95	96	98	99	101	102	103	105	106	107	
108	42.2	87	89	90	92	93	94	96	97	98	100	101	102	104	105	106	108	
109	42.8	88	89	91	92	94	95	96	98	99	101	102	103	105	106	107	109	
110	43.3	88	90	91	92	94	96	97	98	100	101	102	104	105	106	108	110	
111	43.9	89	91	93	94	95	96	98	99	101	102	103	105	106	107	109	111	

**Εικόνα 2.1:** Διάγραμμα του δείκτη θερμοκρασίας-υγρασίας για τις αγελάδες γαλακτοπαραγωγής (Χαϊδάς, 2019)

### 2.3.2 Μηχανισμός αντιμετώπισης της θερμικής καταπόνησης στις αγελάδες

Το σώμα των ζώων διαθέτει ομοιοστατικούς μηχανισμούς που περιλαμβάνουν αγγειοδιαστολή και εφίδρωση διασκορπίζοντας την υπερβολική θερμότητα στο περιβάλλον. Όταν η θερμοκρασία του σώματος ξεπεράσει τους 37 βαθμούς Κελσίου, αρχίζει η αγγειοδιαστολή, καθώς η καρδιά αυξάνει τη ροή αίματος προς τα μικροσκοπικά αγγεία στα ανώτερα στρώματα του δέρματος και συνεπώς η περίσσεια θερμότητας μεταφέρεται στο εξωτερικό περιβάλλον που είναι ψυχρότερο. Εάν η αύξηση της κυκλοφορίας του αίματος στο δέρμα δεν μπορεί να δροσίσει επαρκώς το

σώμα ή εάν ο περιβάλλοντας αέρας είναι θερμότερος από το δέρμα, τότε ο εγκέφαλος στέλνει σήμα στους ιδρωτοποιούς αδένες για να απελευθερωθεί ο ιδρώτας από το δέρμα. Ο ιδρώτας στη συνέχεια εξατμίζεται, μεταφέροντας επιπλέον θερμότητα από το σώμα καθώς υφίσταται τη μετάβαση φάσης από το υγρό προς το αέριο. Η υψηλή υγρασία του περιβάλλοντος μειώνει την ταχύτητα της εξάτμισης του ιδρώτα και κατά συνέπεια την ικανότητα του σώματος να διαχέει τη θερμότητα μέσω αυτού του μηχανισμού (Χαϊδάς, 2019).

### 2.3.3 Παράγοντες που επηρεάζουν το μέγεθος γαλακτοπαραγωγής υπό θερμικό στρες στις αγελάδες

#### ➤ Μεταβολική παραγωγή θερμότητας και απόδοση γάλακτος

Οι αγελάδες διατηρούν σταθερή τη θερμοκρασία του σώματος εξασφαλίζοντας ισορροπία μεταξύ της αύξησης και της απώλειας θερμότητας. Στις θηλάζουσες αγελάδες, η μεταβολική παραγωγή θερμότητας συνδέεται στενά με την παραγωγή γάλακτος. Οι αγελάδες που παράγουν 31,6 kg/ημέρα γάλα έχουν 17% υψηλότερο μεταβολικό ρυθμό σε σύγκριση με τις αγελάδες που παράγουν 18,5 kg/ημέρα. Η αυξημένη μεταβολική παραγωγή θερμότητας με υψηλότερη απόδοση γάλακτος προκύπτει από τη μεγαλύτερη πρόσληψη και τις σχετικές πεπτικές και παραγωγικές διεργασίες. Ωστόσο, λόγω της μεγαλύτερης μεταβολικής παραγωγής θερμότητας, είναι πιο δύσκολο, για τις γαλακτοπαραγωγικές αγελάδες υψηλής παραγωγής, να διατηρήσουν τη θερμική ισορροπία κατά τη διάρκεια συνθηκών θερμικής καταπόνησης. Επομένως, οι αγελάδες υψηλότερης παραγωγής είναι πιο ευαίσθητες και παρουσιάζουν εντονότερα προβλήματα, όταν εκτίθενται σε θερμικό στρες. Επίσης, η δραστηριότητα του θυρεοειδούς αδένος σχετίζεται με τη μεταβολική παραγωγή θερμότητας και το θερμικό στρες μειώνει την απελευθέρωση της θυρεοειδικής ορμόνης. Η μειωμένη παραγωγή θερμότητας, λόγω θερμικού στρες, οφείλεται στη χαμηλότερη δραστηριότητα του θυρεοειδούς αδένος. Επίσης, το θερμικό στρες μειώνει τις συγκεντρώσεις γλυκόζης στο αίμα των γαλακτοπαραγωγικών αγελάδων, το οποίο είναι κυρίως αποτέλεσμα μειωμένης κατανάλωσης τροφής και της σχετικής παραγωγής γλυκόζης σε ολόκληρο το σώμα (Orellana et al., 2020).

➤ Στάδιο γαλακτικής περιόδου

Επηρεάζεται περισσότερο αρνητικά, η γαλακτοπαραγωγή των αγελάδων που βρίσκονται στα μέσα της γαλακτικής περιόδου (100-200 ημέρες μετά τον τοκετό). Ακολουθούν οι αγελάδες που βρίσκονται στο τέλος και λιγότερο επηρεάζονται αυτές που βρίσκονται στην αρχή της γαλακτικής περιόδου (**Orellana et al., 2020**).

➤ Παραγωγή και συστατικά γάλακτος

Σε περιοχές με υψηλές καλοκαιρινές θερμοκρασίες περιβάλλοντος, έχει παρατηρηθεί μείωση 15% στην παραγωγή γάλακτος σε σχέση με την χειμερινή περίοδο. Στις Νοτιοανατολικές Ηνωμένες Πολιτείες, οι αγελάδες γαλακτοπαραγωγής περνούν σχεδόν το 50% όλων των ετήσιων ωρών, υπό θερμικό στρες. Η απώλεια γάλακτος σε αυτές τις περιοχές μπορεί να φτάσει έως και τα 2.072 kg/αγελάδα, ετησίως. Οι γαλακτοπαραγωγικές αγελάδες υπό θερμικό στρες μπορεί να έχουν αλλοιωμένη σύνθεση γάλακτος. Ορισμένοι ερευνητές βρήκαν ότι το θερμικό στρες σχετίζεται με μείωση της συνολικής απόδοσης σε πρωτεΐνη και ολικό λίπος, το οποίο μπορεί να φτάσει το 9,7% (**Becker et al., 2020**).

➤ Κατανάλωση της τροφής και πεπτικότητα

Η μείωση της κατανάλωσης της τροφής παρατηρείται ως μια προσπάθεια ελαχιστοποίησης της μεταβολικής παραγωγής θερμότητας, αλλά συμβάλλει σημαντικά στη μειωμένη παραγωγή γάλακτος, λόγω θερμικής καταπόνησης (**Orellana et al., 2020**). Οι γαλακτοπαραγωγές αγελάδες πρέπει να καταναλώνουν μεγάλες ποσότητες τροφής για να διατηρήσουν υψηλές αποδόσεις γάλακτος. Με την απώλεια όρεξης που προκαλείται από τις συνθήκες θερμικού στρες, δεν ικανοποιούνται οι ενεργειακές απαιτήσεις των αγελάδων αυτών. Στις αγελάδες μέσης γαλακτοπαραγωγής, η μειωμένη κατανάλωση τροφής ευθύνεται για το ήμισυ της απώλειας γάλακτος που προκαλείται από το θερμικό στρες (**Becker et al., 2020**).

➤ Ανάπτυξη και λειτουργία των μαστικών αδένων

Στις αγελάδες γαλακτοπαραγωγής, η ροή του αίματος στο μαστό μειώνεται μετά από έκθεση σε θερμικό στρες, το οποίο οφείλεται κυρίως στη μειωμένη πρόσληψη τροφής. Το θερμικό στρες επηρεάζει έντονα τον μεταβολισμό του μαστού, μειώνεται η πρόσληψη θρεπτικών ουσιών, ο μεταβολισμός της γλυκόζης, των λιπαρών οξέων και της πρωτεϊνικής σύνθεσης (**Orellana et al., 2020**).

#### 2.3.4 Φυσιολογικές επιδράσεις του θερμικού στρες σε αγελάδες γαλακτοπαραγωγής

Οι αγελάδες παρουσιάζουν έντονη δραστηριότητα κατά τη διάρκεια της ημέρας με μεγαλύτερη περίοδο ύπνου-αδράνειας τη νύχτα, με αποτέλεσμα να παράγεται μεγαλύτερη ποσότητα θερμότητας την ημέρα σε σύγκριση με την νύχτα. Επίσης, σε περιβάλλον περιορισμού επιλέγουν τις πρώτες πρωινές ώρες για σίτιση (από το σούρουπο μέχρι την αυγή). Μετά από ένα γεύμα, ο μηρυκασμός και η απορρόφηση θρεπτικών συστατικών στο κατώτερο πεπτικό σύστημα συσσωρεύουν μεγάλη ποσότητα μεταβολικής ενέργειας. Όταν, όμως, η θερμοκρασία και η υγρασία του περιβάλλοντος δεν μειώνονται αρκετά τη νύχτα, σε σύγκριση με την ημέρα, οι αγελάδες δεν μπορούν να αποβάλλουν την θερμότητα που αποκτήθηκε κατά την διάρκεια της ημέρας, με αποτέλεσμα να βρίσκονται σε μία συνεχή κατάσταση θερμικού στρες. Κάποιες φυλές δεν έχουν καλή προσαρμοστικότητα σε συνθήκες υπερβολικού θερμικού στρες, όπως πχ η φυλή Holstein στις Νοτιοανατολικές Ηνωμένες Πολιτείες. Γενικά, τα βοοειδή με σκούρο τρίχωμα απορροφούν περισσότερη ηλιακή ακτινοβολία σε σχέση με τις αγελάδες ανοιχτόχρωμου τριχώματος.

Οι αγελάδες μπορούν να διαχέουν τη θερμότητα μέσω της αγωγιμότητας, της μεταφοράς, της ακτινοβολίας και της εξάτμισης. Το πόσο αποτελεσματική θα είναι η απαγωγή θερμότητας εξαρτάται από την διαφορά θερμοκρασίας του σώματος της αγελάδας και του περιβάλλοντος. Οι μηχανισμοί ψύξης του σώματος με εξάτμιση (ιδρώτας και λαχάνιασμα) παρατηρούνται σε υψηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος, ενώ οι μη εξατμιστικοί μηχανισμοί ψύξης (αγωγιμότητα, συναγωγή, ακτινοβολία) ενεργοποιούνται σε ηπιότερες θερμοκρασίες.

Η αγωγιμότητα λειτουργεί μέσω της φυσικής επαφής με τα γύρω αντικείμενα. Εάν πχ το έδαφος είναι πιο δροσερό από το περιβάλλον, η θερμότητα από την αγελάδα θα ρέει μέσω της αγωγιμότητας προς το ψυχρότερο αντικείμενο.

Η διάχυση θερμότητας με μεταφορά συμβαίνει όταν ο θερμός αέρας του περιβάλλοντος αντικαθίσταται με ένα στρώμα ψυχρότερου αέρα κοντά στην επιφάνεια του δέρματος. Όταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι χαμηλότερη από τη θερμοκρασία του σώματος, οι αγελάδες μπορούν να μεταφέρουν τη θερμότητα που παράγεται στο περιβάλλον μέσω της ακτινοβολίας. Η διάχυση θερμότητας μέσω ακτινοβολίας και μεταφοράς δεν απαιτεί κατανάλωση ενέργειας.

Ψύξη του σώματος με εξάτμιση συμβαίνει όταν ο ιδρώτας ή η υγρασία εξατμίζεται από το δέρμα ή την αναπνευστική οδό. Όταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος αυξάνεται

αρκετά, ο οργανισμός της αγελάδας ψύχει το σώμα με εξάτμιση. Με την απώλεια θερμότητας από το λαχάνιασμα και την εξάτμιση εμφανίζεται εφίδρωση. Περίπου το 15% της συσσωρευμένης μεταβολικής θερμότητας αποβάλλεται από την αναπνευστική οδό με την εξάτμιση. Η αποβολή θερμότητας, μέσω της εξάτμισης, απαιτεί από το ζώο κατανάλωση ενέργειας. Σε περιοχές με ζεστά, ξηρά κλίματα, η ψύξη με εξάτμιση από την επιφάνεια του δέρματος είναι αρκετά αποτελεσματική. Σε περιοχές, όμως, με τροπικό κλίμα, η υψηλή υγρασία του περιβάλλοντος μειώνει κατά πολύ την απώλεια θερμότητας μέσω της ψύξης με εξάτμιση.

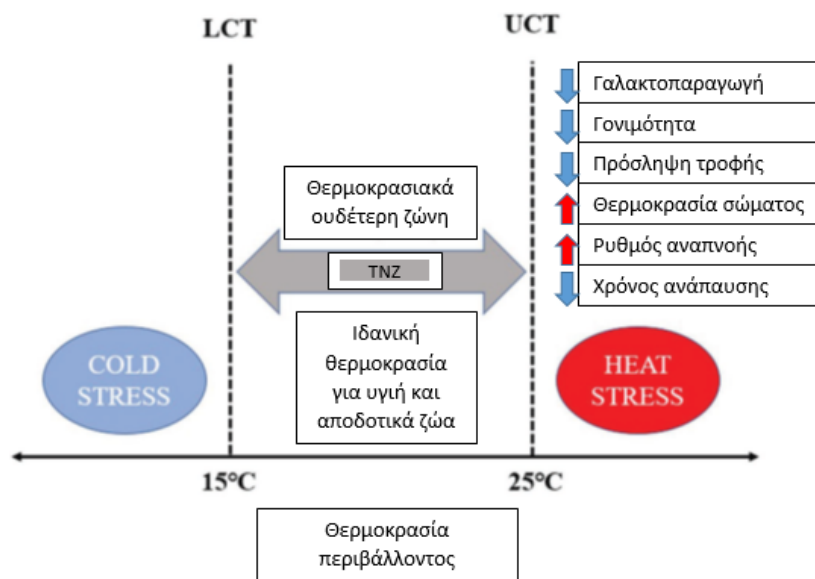
Όταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι αυξημένη, οι φυσικές μέθοδοι απαγωγής θερμότητας καθίστανται ανεπαρκείς. Τότε αυξάνεται η θερμοκρασία του σώματος της αγελάδας με αποτέλεσμα τη μείωση της γαλακτοπαραγωγής (Becker et al., 2020). Ειδικότερα, όταν η θερμοκρασία περιβάλλοντος υπερβαίνει τους 29°C παρατηρείται σημαντική μείωση της ημερήσιας γαλακτοπαραγωγής στις αγελάδες (Κουτσούλη και Μπιζέλης, 2019). Το ιδανικό εύρος θερμοκρασιών, όπου οι αγελάδες δεν επηρεάζονται αρνητικά, είναι μεταξύ 15°C και 25°C (Εικόνα 2.2).

### 2.3.5 Επιδράσεις του θερμικού στρες στη συμπεριφορά και την υγιεινή κατάσταση

#### 2.3.5.1. Συμπεριφορά κατάκλισης - ορθοστασίας:

Κατά μέσο όρο, σε θερμοουδέτερες συνθήκες, μια αγελάδα γαλακτοπαραγωγής καταναλώνει από 11 έως 14 ώρες την ημέρα ξαπλωμένη. Καθώς, όμως, η θερμοκρασία του περιβάλλοντος αυξάνεται, οι αγελάδες θα μειώσουν αυτόν τον χρόνο κατά 30%, έτσι ώστε να αυξηθεί η επιφάνεια του σώματός τους που θα έρθει σε επαφή με τον ατμοσφαιρικό αέρα διευκολύνοντας έτσι την απαγωγή θερμότητας. (Becker et al, 2020).





**Εικόνα 2.2:** Θερμοουδέτερη ζώνη (TNZ), χαμηλότερη κρίσιμη θερμοκρασία (LCT) και ανώτερη κρίσιμη θερμοκρασία (UCT) μιας αγελάδας γαλακτοπαραγωγής (Becker et al., 2020)

Σε εκτροφές ελευθέρως βοσκής, παρατηρήθηκε ότι ο χρόνος ανάπαυσης των αγελάδων μειώθηκε κατά 3 ώρες/ημέρα. Επιπλέον, οι αγελάδες που έχουν υποστεί θερμική καταπόνηση περνούν περισσότερο χρόνο όρθιες στους διαδρόμους των εγκαταστάσεων, για να δροσιστούν από τους ανεμιστήρες (Orellana et al., 2020).

Ο αυξημένος χρόνος όμως παραμονής σε όρθια στάση σε ένα 24ωρο συμβάλλει στη μειωμένη παραγωγή γάλακτος, μέσω του περιορισμού της ροής του αίματος προς τους μαστούς και στην μείωση του χρόνου ύπνου. Η έλλειψη ύπνου μπορεί να αλλάξει τις λειτουργίες του ενδοκρινικού συστήματος, να αυξήσει την κατανάλωση ενέργειας και να αποδυναμώσει το ανοσοποιητικό σύστημα.

Τους θερμούς καλοκαιρινούς μήνες, όταν παρέχεται σκιά στις αγελάδες, αυτές αφιερώνουν περισσότερο χρόνο για μηρυκασμό με αποτέλεσμα να έχουν υψηλότερη απόδοση γάλακτος και χαμηλότερες θερμοκρασίες σώματος σε σύγκριση με συνθήκες χωρίς σκιά. Βοοειδή υπό θερμικό στρες αναζητούν την σκιά κατά τη διάρκεια μιας ζεστής ημέρας. Αν δεν υπάρχει σκιά, ένα ζώο θα συνεχίσει να στέκεται όρθιο, προσπαθώντας να αποβάλλει τη συσσωρευμένη θερμότητα (Becker et al., 2020).

#### 2.3.5.2. Συμπεριφορά κατά την αναπαραγωγική περίοδο:

Το θερμικό στρες μπορεί να αλλάξει τη διάρκεια του οίστρου, τη λειτουργία της μήτρας, την ενδοκρινική κατάσταση και την ωοθυλακική ανάπτυξη. Οι εκτεταμένες περιόδους θερμικού στρες μπορούν, επίσης, να επηρεάσουν την πρώιμη ή/και όψιμη εμβρυϊκή ανάπτυξη και επιβίωση και την ποιότητα του πρωτογάλατος. Κατά τη διάρκεια περιόδων με υψηλή θερμοκρασία περιβάλλοντος, τα ποσοστά σύλληψης μειώνονται κάτω από 35%, συγκριτικά με περιόδους χωρίς θερμικό στρες. Ο οίστρος εκφράζεται από μια περίοδο υψηλής αναπαραγωγικής δραστηριότητας που κυμαίνεται από 10 έως 12 ώρες. Περίπου  $19,4 \pm 4,4$  ώρες μετά το τέλος της περιόδου υψηλής δραστηριότητας παρατηρείται η ωορρηξία και πρέπει να πραγματοποιηθεί η οχεία. Η ικανότητα μιας αγελάδας να επιδεικνύει φυσιολογική αναπαραγωγική συμπεριφορά επηρεάζεται αρνητικά από τις αυξημένες περιβαλλοντικές θερμοκρασίες που μπορεί να μειώσουν τη διάρκεια και την ένταση του οίστρου (Becker et al, 2020).

#### 2.3.5.3. Συμπεριφορά κατά την κατανάλωση νερού:

Λόγω της μεγάλης ποσότητας γάλακτος που παράγουν οι αγελάδες γαλακτοπαραγωγής, το νερό θεωρείται το πιο σημαντικό θρεπτικό συστατικό για την υγεία και την απόδοσή τους. Η πρόσβασή τους σε νερό είναι πολύ σημαντική, ειδικά σε περιόδους με υψηλή θερμοκρασία περιβάλλοντος. Το νερό είναι απαραίτητο για βασικές λειτουργίες του οργανισμού, όπως η πέψη, ο μεταβολισμός της ενέργειας και των θρεπτικών ουσιών, η μεταφορά θρεπτικών ουσιών και μεταβολιτών προς και από τα κύτταρα στο αίμα και η απέκκριση των μη απαραίτητων (μέσω ούρων, κοπράνων και αναπνοής).

Η αυξημένη πρόσληψη νερού είναι μια σημαντική φυσιολογική αντίδραση στο θερμικό στρες. Σε υψηλές θερμοκρασίες, οι αγελάδες θα αυξήσουν την πρόσληψη νερού για να αναπληρώσουν το νερό που χάνεται μέσω του ιδρώτα, της αναπνευστικής εξάτμισης, των κοπράνων και του γάλακτος.

Όταν η θερμοκρασία περιβάλλοντος υπερβαίνει τους 25°C, η πρόσληψη νερού μπορεί να αυξηθεί κατά 1,2 έως 2 kg ανά βαθμό Κελσίου. Όταν η πρόσληψη νερού είναι χαμηλή, η απόδοση, η υγεία και η συμπεριφορά των ζώων μεταβάλλονται.

Η χαμηλή πρόσληψη νερού μπορεί να αυξήσει τις τιμές του αιματοκρίτη και την ουρία του αίματος, να μειώσει το ρυθμό αναπνοής και τις συσπάσεις της μεγάλης κοιλίας, ενώ, επίσης, μπορεί να προκαλέσει επιθετικές συμπεριφορές γύρω από τις ποτίστρες. Οι αγελάδες καταναλώνουν λιγότερο νερό όταν βρίσκονται σε σκιά, με αποτέλεσμα να



έχουν μικρότερη απώλεια σωματικών υγρών, μέσω της αναπνοής, της εφίδρωσης και της ούρησης (Becker et al, 2020).

#### 2.3.5.4. Υγιεινή κατάσταση:

Η λειτουργία του ανοσοποιητικού, κατά τη διάρκεια του θερμικού στρες, στις γαλακτοπαραγωγές αγελάδες καταστέλλεται, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση της εμφάνισης κλινικών ασθενειών, όπως η *μαστίτιδα* και η *μητρίτιδα*. Μειώνεται η παραγωγή, ο πολλαπλασιασμός, η μετανάστευση των λεμφοκυττάρων στον μαστό και η βιωσιμότητά τους. Τα βοοειδή που υπόκεινται σε υψηλό θερμικό στρες εμφανίζουν αυξημένο αριθμό λευκών αιμοσφαιρίων από 21 έως 26% και αύξηση στην αναλογία ουδετερόφιλων προς λεμφοκύτταρα, ο οποίος είναι δείκτης που υποδηλώνει φλεγμονή και μόλυνση (Becker et al., 2020). Τα περιστατικά κλινικής μαστίτιδας και ο αριθμός των σωματικών κυττάρων του γάλακτος είναι συνήθως υψηλότερα κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού σε σύγκριση με άλλες εποχές, γεγονός που υποδηλώνει αυξημένη μόλυνση του μαστού. Αυτό αποδίδεται στη μεγαλύτερη ανάπτυξη και επιβίωση των παθογόνων στο ζεστό και υγρό περιβάλλον (Orellana et al., 2020).

Η μείωση του συνολικού αριθμού των μαστικών επιθηλιακών κυττάρων μπορεί να εξηγήσει, εν μέρει, τη μείωση της απόδοσης γάλακτος που παρατηρείται σε γαλακτοπαραγωγές αγελάδες, υπό θερμικό στρες. Ο αριθμός των σωματικών κυττάρων είναι ο αριθμός των λευκοκυττάρων ανά χιλιοστόλιτρο γάλακτος και είναι ένας κοινός δείκτης της ποιότητας του γάλακτος. Ο αριθμός των σωματικών κυττάρων χρησιμοποιείται ως δείκτης για την ένταση της φλεγμονώδους απόκρισης του μαστού. Τα λευκά αιμοσφαίρια, συγκεκριμένα τα πολυμορφοπύρρηνα ουδετερόφιλα λευκοκύτταρα, είναι η κύρια πηγή αύξησης των σωματικών κυττάρων κατά τη διάρκεια μιας φλεγμονής.

Η συχνότητα εμφάνισης της *χωλότητας* έχει αποδειχθεί ότι αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας περιβάλλοντος. Αυτό οφείλεται στην αύξηση του χρόνου παραμονής των αγελάδων σε όρθια στάση προσπαθώντας να δροσίσουν την επιφάνεια του σώματός τους. Ο αυξημένος χρόνος παραμονής σε όρθια στάση ασκεί πίεση στις χηλές, περιορίζοντας την ροή του αίματος και την παροχή οξυγόνου. Περιστατικά χωλότητας έχουν σαν αποτέλεσμα την αύξηση της πιθανότητας πρόωμης απομάκρυνσης από το κοπάδι.

Η συχνότητα εμφάνισης μητρίτιδας αυξάνεται, επίσης, σε περιόδους θερμικής καταπόνησης. Το θερμικό στρες κατά την όψιμη κύηση καταστέλλει τους αμυντικούς μηχανισμούς της μήτρας. Η υψηλή θερμοκρασία και υγρασία του περιβάλλοντος αυξάνουν το φορτίο παθογόνων στο περιβάλλον που μπορούν να προκαλέσουν ασθένειες. Οι αγελάδες που εμφανίζουν μητρίτιδα, έχουν μειωμένα ποσοστά σύλληψης και αυξάνεται ο κίνδυνος αποβολής κατά την εγκυμοσύνη (Becker et al., 2020).

#### 2.3.5.5. Δείκτες θερμικής καταπόνησης:

Η θερμοκρασία του σώματος των βοοειδών είναι ένας σημαντικός δείκτης της υγείας, της αναπαραγωγικής επιτυχίας και της παραγωγικότητας. Τους καλοκαιρινούς μήνες, η μέση θερμοκρασία του σώματος είναι υψηλότερη από ό,τι τους ανοιξιάτικους ή χειμερινούς μήνες. Οι παράγοντες που επηρεάζουν τη θερμοκρασία του σώματος περιλαμβάνουν τη γενική υγεία, τη θερμοκρασία περιβάλλοντος, το επίπεδο δραστηριότητας, τον οίστρο, την εγκυμοσύνη, την φυλή και την κατανάλωση τροφής και νερού. Χρησιμοποιούνται διαφορετικές τεχνολογίες για τη μέτρηση της θερμοκρασίας του σώματος των αγελάδων σε διάφορες περιοχές του σώματος (ορθό, δέρμα, κόλπος). Κάθε περιοχή έχει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα στην θερμομέτρηση (Becker et al., 2020).

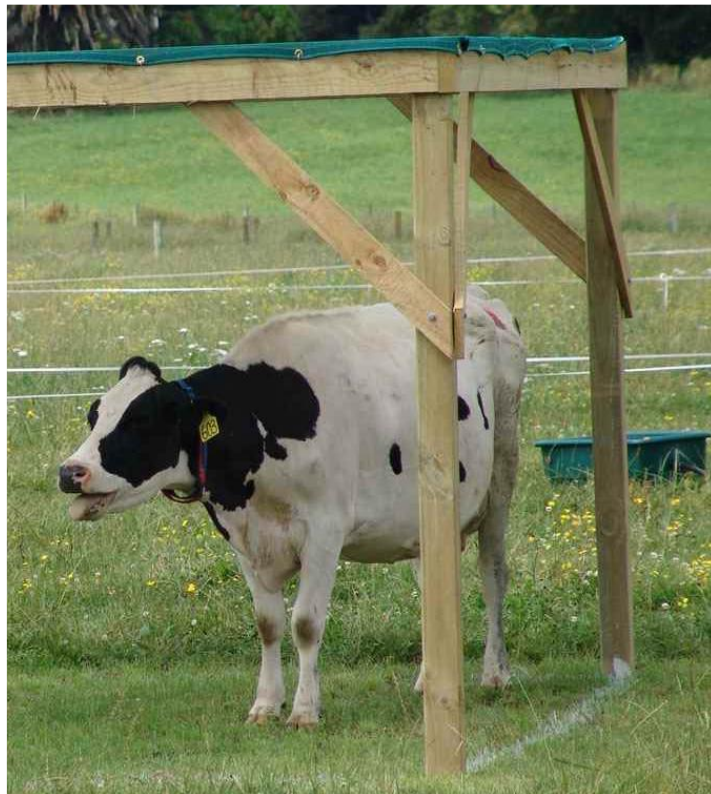
Η θερμοκρασία του απευθυσμένου μετριέται με ένα απλό ψηφιακό θερμόμετρο στο ορθό του ζώου και παραμένει σχεδόν σταθερή ( $38,8^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ ) σε θερμοκρασιακό εύρος  $15\text{-}25^{\circ}\text{C}$  (TNZ), αλλά τείνει να αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος (Ohnstad, 2022). Η θερμοκρασία του δέρματος μετριέται με υπέρυθρο θερμόμετρο σε ξυρισμένη περιοχή της ωμοπλάτης του ζώου και η κοιλιακή θερμοκρασία μετριέται με ειδικό κοιλιακό θερμόμετρο.

Ο ρυθμός αναπνοής (RR, respiration rate) των βοοειδών είναι ένας πρώιμος προειδοποιητικός δείκτης για την έναρξη του θερμικού στρες. Το φυσιολογικό εύρος τιμών ανέρχεται σε 10-30 αναπνοές/λεπτό. Οι τιμές του μπορούν να επηρεαστούν από πολλούς παράγοντες, όπως η ηλικία, η σωματική κατάσταση, η κατανάλωση της τροφής, οι εγκαταστάσεις του στάβλου (συστήματα ψύξης-αερισμού) και η προηγούμενη έκθεση σε θερμές συνθήκες. Η αύξηση του RR είναι ένας από τους πιο ευαίσθητους φαινοτυπικούς δείκτες θερμικής καταπόνησης. Εάν ο δείκτης RR λάβει τιμές πάνω από 60 αναπνοές/λεπτό, οι αγελάδες γαλακτοπαραγωγής υφίστανται ήπιο θερμικό στρες. Όταν ο δείκτης RR είναι  $\geq 120$  αναπνοές/λεπτό, η αγελάδα βιώνει έντονο θερμικό στρες. Η μέτρηση του RR πραγματοποιείται, συνήθως, μέσω οπτικής

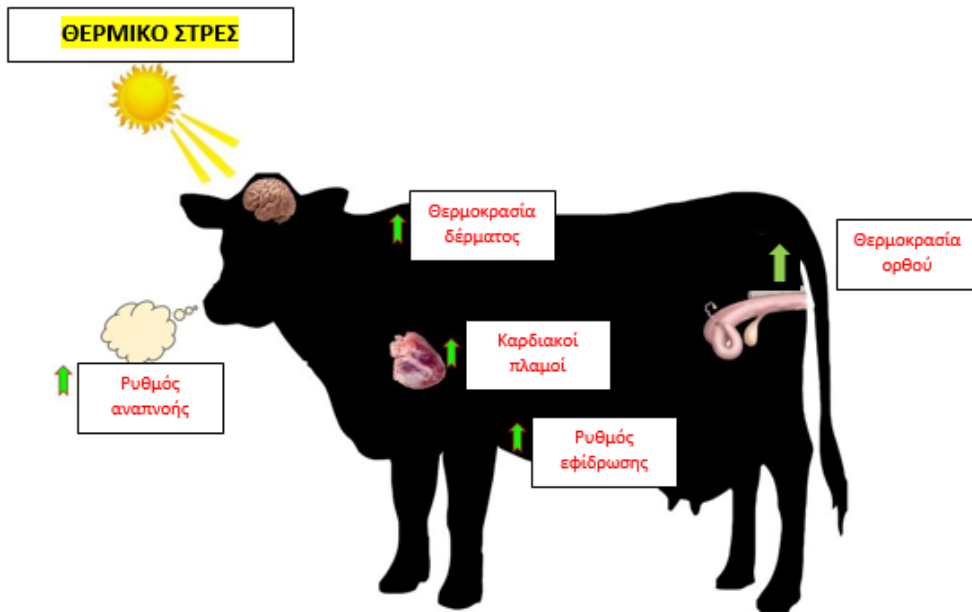
ανίχνευσης, με ανθρώπινη παρατήρηση, παρακολούθηση δηλαδή της συχνότητας της αναπνοής (Banhazi, 2020). Τα βοοειδή που αντιμετωπίζουν θερμικό στρες μπορεί να εκδηλώνουν κοπιαστικό λαχάνιασμα με ανοιχτό το στόμα τους (Εικόνα 2.3) (Becker et al, 2020).

Ο ρυθμός εφίδρωσης εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τον ρυθμό ροής του αίματος και τους ιδρωτοποιούς αδένες. Οι μετρήσεις γίνονται με εξειδικευμένες συσκευές, όπως το εξατμισόμετρο σε ξυρισμένο δέρμα του ζώου.

Ο αυξημένος καρδιακός παλμός είναι, επίσης, ένας έμμεσος δείκτης θερμικής καταπόνησης στις αγελάδες (Εικόνα 2.4), καθώς αρκετοί παράγοντες μπορούν να αυξήσουν τον καρδιακό ρυθμό. Η μέτρηση μπορεί να γίνει με ένα απλό στηθοσκόπιο (Banhazi, 2020).



**Εικόνα 2.3:** Αγελάδα που δείχνει σημάδια θερμικού στρες (Macey et al., n.d)



Εικόνα 2.4: Δείκτες θερμικής καταπόνησης βοοειδών (Rashamol, 2018)

### 2.3.6 Πρόληψη και θεραπεία θερμικού στρες

Στις βασικές ενδείξεις θερμικού στρες, περιλαμβάνονται:

- Η μειωμένη πρόσληψη τροφής, αφού τα ζώα επιλέγουν να βοσκήσουν τις δροσερές ώρες της ημέρας.
- Η παραμονή των ζώων σε όρθια στάση (αντί να ξαπλώσουν) και η συγκέντρωσή τους σε σκιά ή γύρω από την πηγή νερού.
- Η γρήγορη αναπνοή με ανοιχτό στόμα και λαχάνιασμα, με παράλληλη εφίδρωση και αυξημένη παραγωγή σιέλου.
- Η έλλειψη συντονισμού και ρίγη.
- Η αυξημένη πρόσληψη νερού.

Εάν περισσότερο από το 20% των αγελάδων της αγέλης παρουσιάζουν αρκετά από αυτά τα συμπτώματα ο κτηνοτρόφος πρέπει να επέμβει άμεσα.

### Τρόποι μείωσης-αποφυγής θερμικού στρες

- Προστασία από την άμεση έκθεση των ζώων στην ηλιακή ακτινοβολία, παροχή σκίασης (φυσική ή τεχνητή),  $4,18\text{m}^2$  / αγελάδα με την κατάλληλη στρωμνή.
- Παροχή καθαρού νερού υπό σκιά. Μία ποτίστρα ανά 20 αγελάδες, με παροχή 11-19 λίτρων/λεπτό και ελάχιστο βάθος 8 εκατοστών.

- Πλήρως αεριζόμενες σταβλικές εγκαταστάσεις και χρήση ανεμιστήρων.
- Ελαχιστοποίηση του χρόνου αναμονής των αγελάδων πριν από την απογευματινή άμελξη, με ταυτόχρονη χρήση συστημάτων υδρονέφωσης.
- Στρεσογόνοι χειρισμοί (π.χ ευνουχισμός-εμβολιασμός) να πραγματοποιούνται τις πρώτες πρωινές ώρες.
- Μεταφορά ζώων τις βραδινές ώρες (8μ.μ – 8π.μ).
- Παροχή ζωοτροφών υψηλής ποιότητας.
- Γρήγορη εναλλαγή βοσκοτόπων, καθώς οι άκρες της χλόης συγκρατούν περισσότερη υγρασία (Macey et al., n.d).

Η σκίαση ελαχιστοποιεί το ηλιακό φορτίο που δέχεται το ζώο, μειώνοντας έτσι το συνολικό θερμικό φορτίο του. Καθίσταται πιο ωφέλιμη για τις σκουρόχρωμες αγελάδες. Η στρωμνή συμβάλει στην απώλεια θερμικής ενέργειας από το σώμα των αγελάδων, μέσω της αγωγιμότητας. Κατάλληλα υλικά στρωμνής με υψηλή αγωγιμότητα είναι ο ασβεστόλιθος και η άμμος. Οι σταβλικές εγκαταστάσεις τύπου τούνελ με ανεμιστήρες έχουν πλεονέκτημα 0,5°C (διαφορά θερμοκρασίας εισόδου-εξόδου), σε σχέση με τους φυσικά αεριζόμενους στάβλους.

*Συστήματα ψύξης:* Τα συστήματα καταιονισμού αποδίδουν καλύτερα συγκριτικά με τα συστήματα υδρονέφωσης, καθώς στην πρώτη περίπτωση οι μεγάλες σταγόνες νερού έρχονται σε άμεση επαφή με το δέρμα της αγελάδας, με αποτέλεσμα η θερμότητα του σώματος της αγελάδας να βοηθά στην εξάτμιση του νερού. Αντίθετα, στη δεύτερη περίπτωση οι μικρές σταγόνες νερού εξατμίζονται γρήγορα χωρίς καμία επίδραση στη θερμότητα του σώματος της αγελάδας. Τα συστήματα ψύξης των ζώων, με χρήση νερού, βελτιώνουν την γαλακτοπαραγωγή κατά 2,1 κιλά/αγελάδα. Τα απλά συστήματα ψύξης (μόνο ανεμιστήρας ή μόνο σκίαση) βελτιώνουν την γαλακτοπαραγωγή κατά 0,4 έως 0,8 κιλά/αγελάδα. Ωστόσο, τα συστήματα καταιονισμού ενδέχεται να απαιτούν από 3.650 έως 15.500 λίτρα νερού/αγελάδα για μια περίοδο ψύξης 120 ημερών (Banhazi, 2020).



## 2.4 Αιγοπρόβατα

### 2.4.1 Δείκτης θερμοκρασίας-υγρασίας (THI)

Η υπερβολική ζέστη σε συνδυασμό με υψηλή υγρασία προκαλεί στρες στα ζώα. Για να έχουμε ακριβή μέτρηση της θερμικής καταπόνησης (υπερθερμία) στα ζώα λαμβάνουμε υπόψιν τις τιμές τόσο της θερμοκρασίας όσο και της υγρασίας. Το ασφαλές εύρος τιμών (THI) για τα αιγοπρόβατα είναι: Κανονικό <23, Αυξημένο 24-25,5, Κίνδυνος 26-28, Έκτακτη ανάγκη >29 (Πίνακας 2-1).

**Πίνακας 2-0-1:** Δείκτης θερμοκρασίας-υγρασίας (THI) για τα ζώα σε συγκεκριμένες θερμοκρασίες και επίπεδα σχετικής υγρασίας (Richardson, 2015)

Ambient air		Relative Humidity (%)					
Temp. °F	Temp. °C	20	30	40	50	60	70
100	37.8	26	29	30	31	33	34
98	36.7	26	28	29	31	32	33
96	35.6	26	27	28	30	31	32
94	34.4	26	27	28	29	31	32
92	33.3	25	26	27	28	29	30
90	32.2	25	26	26	27	28	29
88	31.1	24	24	26	27	27	28
86	30	23	24	25	26	27	27
84	28.9	22	23	24	25	26	27
82	27.8	22	23	23	24	25	26
80	26.7	21	22	23	23	24	24
78	25.6	20	21	22	23	23	24
76	24.4	19	21	21	22	22	23
<b>Livestock Safety Index (°C)</b>		<b>Normal &lt;23</b>	<b>Alert 24-25.5</b>	<b>Danger 26-28</b>	<b>Emergency &gt;29</b>		

Μερικά ζώα έχουν μεγαλύτερη ανοχή στις υψηλές θερμοκρασίες. Τα αιγοπρόβατα είναι λιγότερο ευαίσθητα από τα βοοειδή. Οι αίγες είναι πιο ανθεκτικές στην ζέστη από τα πρόβατα. Διαφορές, όμως, υπάρχουν και μεταξύ των ίδιων ζώων, οι φυλές των παχύρουν προβάτων είναι πιο ανθεκτικές στην θερμότητα σε σχέση με τις λεπτόουρες. Τα σκουρόχρωμα ζώα είναι πιο ευαίσθητα συγκριτικά με τα ανοιχτόχρωμα, τα οποία είναι επιρρεπή σε ηλιακά εγκαύματα. Τα θηλυκά

διαχειρίζονται καλύτερα την θερμοκρασία του σώματός τους σε σχέση με τα αρσενικά. Τα ζώα, όμως, με αυξημένο σωματικό βάρος επηρεάζονται αρνητικά από τις υψηλές θερμοκρασίες. Τα κερασφόρα ζώα αποβάλουν ευκολότερα τη θερμότητα σε σχέση με τα μη κερασφόρα ζώα. Τα νεαρά αρνιά και κατσίκια είναι πιο ευαίσθητα στο θερμικό στρες, ενώ τα μεγαλύτερα όχι, με εξαίρεση τα ηλικιωμένα ζώα που έχουν εξασθενημένο οργανισμό. Κάθε ζώο, όμως, που δεν λαμβάνει τα απαραίτητα συστατικά μέσω της διατροφής του, είναι πιο ευαίσθητο στις ακραίες θερμοκρασίες (Shoenian, 2010).

#### 2.4.2 Γενικές επιπτώσεις θερμικού στρες και φυσιολογικοί μηχανισμοί θερμορύθμισης

Το θερμικό στρες στα μικρά μηρυκαστικά έχει ως αποτέλεσμα μειωμένη ανάπτυξη, αναπαραγωγή, χαμηλή ποιότητα και ποσότητα γαλακτοπαραγωγής και χαμηλή φυσική ανοσία, καθιστώντας τα ζώα πιο ευάλωτα σε ασθένειες, ακόμη και σε θάνατο, με μεγάλες οικονομικές απώλειες για τον κτηνοτρόφο. Επηρεάζει τις συμπεριφορικές, φυσιολογικές, μοριακές/κυτταρικές, αιματολογικές, βιοχημικές και ανοσολογικές αποκρίσεις των προβάτων και των αιγών. Επίσης, έχει δυσμενείς επιπτώσεις στην πρόσληψη τροφής και στην κατανάλωση νερού. Επηρεάζεται η λειτουργία των ωοθηκών και η εμβρυϊκή ανάπτυξη, οδηγώντας σε μειωμένη γονιμότητα.

Σε παγκόσμιο επίπεδο, σύμφωνα με Dwyer (2019), υπάρχουν περισσότερες από 1000 φυλές προβάτων και 600 αιγών. Παρατηρούνται, λοιπόν, αρκετές διαφορές μεταξύ τους όσον αφορά στην προσαρμοστικότητα τους σε διαφορετικές κλιματικές συνθήκες. Οι εισαγωγές, όμως, υψιπαραγωγικών φυλών από περιοχές με διαφορετικές κλιματικές συνθήκες δεν έχουν πάντα το αναμενόμενο αποτέλεσμα λόγω της κακής προσαρμογής των ζώων στις υψηλές θερμοκρασίες. Η διασταύρωση με αυτόχθονες φυλές είναι μια στρατηγική για την επίλυση αυτού του προβλήματος. Η σωστή επιλογή φυλής είναι πολύ σημαντική για τη διατήρηση της ζωικής παραγωγής σε ένα όλο και πιο απαιτητικό περιβάλλον.

##### 2.4.2.1. Εκτίμηση του βαθμού θερμικής καταπόνησης (μέτρο θερμικού φορτίου)

Ο βαθμός της θερμικής καταπόνησης εκτιμάται από τον δείκτη θερμοκρασίας-υγρασίας (THI) που περιλαμβάνει τόσο τη θερμοκρασία περιβάλλοντος όσο και τη σχετική υγρασία.

#### 2.4.2.2. Μηχανισμοί θερμορύθμισης και απαγωγής θερμότητας από αιγοπρόβατα

Τα αιγοπρόβατα είναι ομοιόθερμα ζώα, διατηρώντας σχεδόν σταθερή τη θερμοκρασία του σώματος σε ένα ευρύ φάσμα περιβαλλοντικών συνθηκών.

Το εύρος θερμοκρασίας, όπου ένα ζώο δεν χρειάζεται πρόσθετη ενέργεια για να διατηρήσει τη θερμοκρασία του σώματός του, ονομάζεται θερμοουδέτερη ζώνη. Τα ζώα λειτουργούν πιο αποτελεσματικά εντός αυτής της θερμοουδέτερης ζώνης. Ξεπερνώντας τα όρια αυτών των κρίσιμων θερμοκρασιών, τα ζώα εισέρχονται σε κατάσταση θερμικού στρες, πράγμα το οποίο περιορίζει την παραγωγικότητά τους.

Ο οργανισμός των αιγοπροβάτων ενεργοποιεί φυσικές, βιοχημικές και φυσιολογικές διεργασίες για να εξουδετερώσει τις αρνητικές επιδράσεις του θερμικού στρες και να διατηρήσει τη θερμική ισορροπία. Αυτές οι διεργασίες περιλαμβάνουν τη διάχυση θερμότητας στο περιβάλλον και τη μείωση της παραγωγής μεταβολικής θερμότητας, με μηχανισμούς ψύξης (εξάτμιση) από το δέρμα και την αναπνευστική οδό. Όταν οι φυσιολογικοί μηχανισμοί του ζώου αποτυγχάνουν να αναιρέσουν το υπερβολικό θερμικό φορτίο, η σωματική θερμοκρασία του ζώου αυξάνεται.

Οι αίγες έχουν διαφορετικούς μηχανισμούς προσαρμογής από τα πρόβατα (ανατομικούς, μορφολογικούς, φυσιολογικούς, συμπεριφορά διατροφής, μεταβολισμού και απόδοσης). Αυτά τα ζώα έχουν την ικανότητα να επιβιώνουν και να παράγουν καλύτερα από άλλα μηρυκαστικά σε σκληρά και θερμά περιβάλλοντα. Οι λόγοι είναι:

- εξειδικευμένη συμπεριφορά βόσκησης (φύλλα δένδρων και θάμνων),
- μικρό μέγεθος σώματος,
- υψηλή πεπτική απόδοση,
- χαμηλές μεταβολικές απαιτήσεις,
- ικανότητα μείωσης του μεταβολισμού,
- αποτελεσματικότητα της χρήσης ζωοτροφών με υψηλή περιεκτικότητα σε ίνες,
- αποτελεσματική ανακύκλωση ουρίας στην κοιλία που τους επιτρέπει να αφομοιώνουν αποτελεσματικά τις τροφές με χαμηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη,
- αποτελεσματική χρήση του νερού,
- μεγάλοι σιελογόνοι αδένες (Al-Dawood, 2017).



#### 2.4.2.2.1. Τρίχωμα-μαλλί

Το τρίχωμα ενός ζώου παίζει σημαντικό ρόλο στη ρύθμιση της θερμοκρασίας του σώματός του σε σχέση με το περιβάλλον, προστατεύει τα ζώα από το κρύο αλλά και από την υπερβολική ζέστη και λόγω της μονωτικής του ιδιότητας διαχέει τη θερμότητα γρήγορα (Shoenian, 2010). Είναι το πρώτο επίπεδο άμυνας από την έκθεση του ζώου στην ηλιακή ακτινοβολία. Ο βαθμός προστασίας διαφέρει ανάλογα με το χρώμα, το πάχος και το μήκος του τριχώματος. Τα ζώα με σκούρο τρίχωμα απορροφούν μεγαλύτερη θερμική ακτινοβολία και είναι πιο ευαίσθητα στη θερμότητα σε σχέση με τα ανοιχτόχρωμα.

Όσο πιο παχύ στρώμα μαλλιού και μακριά τρίχα διαθέτει ένα ζώο, τόσο καλύτερη θερμομόνωση του παρέχεται, λόγω του εγκλωβισμένου αέρα μεταξύ των τριχών. Οι μακρύτριχες αίγες (130mm) ανέχονται τη θερμότητα καλύτερα από τις κοντότριχες αίγες (97,5mm). Επίσης, πρόβατα με μήκος μαλλιού 8mm στρεσάρονται περισσότερο από αυτά με μήκος μαλλιού 20mm. Το βέλτιστο μήκος μαλλιού για προστασία από την ηλιακή ακτινοβολία στα πρόβατα είναι 40mm (Al-Dawood, 2017). Τα ζώα πρέπει να κουρεύονται την άνοιξη, πριν από την έναρξη του καλοκαιριού, έτσι ώστε να αποφύγουν τα ηλιακά εγκαύματα και το χειμώνα να αναπτυχθεί εκ νέου ένα πλούσιο μαλλί που θα τα προστατεύει από το κρύο (Shoenian, 2010).

Οι αυτόχθονες παχούρες φυλές προβάτων σε άνδρες και ημίξηρες περιοχές, αποβάλλουν καλύτερα τη θερμότητα από το σώμα τους. Η ύπαρξη υποδόριου λίπους σε ολόκληρη την επιφάνεια του σώματος ενός ζώου, δυσχεραίνει την αποβολή θερμότητας. Εφ' όσον τα αποθέματα λίπους συγκεντρώνονται στην ουρά και όχι τόσο στον υποδόριο λιπώδη ιστό, διευκολύνεται η απαγωγή θερμότητας από το υπόλοιπο σώμα, με την διαδικασία της εξάτμισης (Al-Dawood, 2017).

#### 2.4.3 Επιδράσεις του θερμικού στρες στα μικρά μηρυκαστικά

##### 2.4.3.1. Επιδράσεις του θερμικού στρες στις συμπεριφορικές αντιδράσεις των αιγοπροβάτων

Οι συμπεριφορικές αποκρίσεις των αιγοπροβάτων υπό θερμικό στρες περιλαμβάνουν: μάζεμα στη σκιά, γρήγορη αναπνοή με ανοιχτό στόμα (λαχάνιασμα), μείωση της πρόσληψης τροφής και αύξηση της κατανάλωσης νερού. Σε σοβαρές περιπτώσεις θερμικής καταπόνησης στα αιγοπρόβατα, μπορεί να παρατηρηθεί έλλειψη συντονισμού, ρίγη και κατάρρευση των ζώων (Al-Dawood, 2017).

Τα αιγοπρόβατα, υπό κανονικές συνθήκες, έχουν τους κατάλληλους μηχανισμούς να διατηρήσουν την θερμοκρασία του σώματός τους σε ασφαλές εύρος, αρκεί να έχουν πρόσβαση σε σκιά και νερό. Σε συνθήκες έντονης ζέστης, κατά την διάρκεια της ημέρας, θα μειώσουν τον χρόνο βόσκησής τους και θα περνούν περισσότερο χρόνο στην σκιά. Θα βόσκουν κυρίως τις βραδινές και τις πρώτες πρωινές ώρες (Shoenian, 2010). Εάν δεν υπάρχει σκιά τα πρόβατα συνωστίζονται και στέκονται δίπλα-δίπλα το ένα στο άλλο για να μειώσουν την επίδραση της θερμότητας πάνω τους. Η γρήγορη αναπνοή-λαχάνιασμα θεωρείται ο πιο σημαντικός μηχανισμός απώλειας θερμότητας στα αιγοπρόβατα. Σε συνθήκες υψηλού θερμικού στρες ο χρόνος μηρυκασμού μειώνεται κατά 76%.

Τα ζώα αντιδρούν με φυσιολογικές ή με συμπεριφορικές αποκρίσεις, αλλά τις περισσότερες φορές με συνδυασμό και των δύο. Για παράδειγμα, αίγες υπό θερμικό στρες, όπου εμφανίζουν αυξημένους αναπνευστικούς και δερματικούς μηχανισμούς ψύξης, μπορεί να αφυδατωθούν, οπότε μειώνεται η συχνότητα της ούρησης (Al-Dawood, 2017). Εάν υπάρξει υποψία θερμικής καταπόνησης ενός ζώου, πρέπει να μεταφερθεί σε δροσερό και σκιερό μέρος με καλό αερισμό, ενθαρρύνοντας την πόση μικρών ποσοτήτων νερού και ψεκάζοντάς το με νερό στις περιοχές όπου στερείται μαλλιού. Άλλες εφαρμογές ψύξης του ζώου είναι η εμβάπτιση σε κρύο νερό, εφαρμογή πάγου και κλύσματα κρύου νερού. Με προσοχή πάντα αυτή η κρύα θεραπεία να μην είναι μεγάλο θερμοκρασιακό σοκ για το αγγειακό σύστημα του ζώου (Shoenian, 2010).

#### 2.4.3.2. Επίδρασεις του θερμικού στρες στους φυσιολογικούς μηχανισμούς των αιγοπροβάτων

- 1) Εκτροπή των αναπαραγωγικών λειτουργιών
- 2) Οξειδωτικό στρες
- 3) Ενζυμική δυσλειτουργία
- 4) Ανισορροπίες ηλεκτρολυτών
- 5) Προαγωγή μιας δυσμενούς ενδοκρινικής ανισορροπίας
- 6) Μείωση της πρόσληψης τροφής
- 7) Υποβάθμιση της ποιότητας του παραγόμενου γάλακτος και κρέατος.

Οι φυσιολογικές προσαρμογές είναι απαραίτητες για τη διατήρηση της φυσιολογικής θερμοκρασίας του σώματος και την πρόληψη της υπερθερμίας. Οι φυσιολογικές

παράμετροι είναι: θερμοκρασία του ορθού, καρδιακός ρυθμός, ο ρυθμός αναπνοής, η θερμοκρασία του δέρματος και ο ρυθμός εφίδρωσης.

#### 2.4.3.2.1. Θερμοκρασία του ορθού

Η θερμοκρασία του ορθού είναι ένας καλός αντιπροσωπευτικός δείκτης της θερμοκρασίας του σώματος. Αύξηση της θερμοκρασίας κατά 1°C είναι αρκετή για να μειώσει την απόδοση στα περισσότερα είδη ζώων. Τα αποτελέσματα είναι, μειωμένη πρόσληψη τροφής, ανακατανομή της ροής του αίματος και αλλαγές στις ενδοκρινικές λειτουργίες με αρνητικές επιπτώσεις στην παραγωγική και αναπαραγωγική απόδοση. Η φυσιολογική θερμοκρασία του ορθού στις αίγες κυμαίνεται μεταξύ 39,2°C και 39,8°C, ενώ για τα πρόβατα 38,3–39,9°C (Al-Dawood, 2017). Ένα θερμικά στρεσαρισμένο ζώο εμφανίζει αυξημένη θερμοκρασία του ορθού, μεγαλύτερη από 40,6 °C (Shoenian, 2010). Εάν η θερμοκρασία του ορθού ξεπεράσει τους 41,7°C, μπορεί το ζώο να καταλήξει σε θάνατο, καθώς τα ζωικά κύτταρα αρχίζουν να εκφυλίζονται (Dawood et al., 2017). Όταν οι μηχανισμοί εφίδρωσης και αναπνευστικής εξάτμισης αποτύχουν στη ρύθμιση της θερμοκρασίας αυξάνεται η θερμοκρασία του ορθού. Αυτή η φυσιολογική απόκριση ποικίλλει από φυλή σε φυλή και κλιματικές συνθήκες (Chiutia et al., 2021).

#### 2.4.3.2.2. Καρδιακός ρυθμός

Ο φυσιολογικός καρδιακός παλμός συνδέεται με τον κανονικό ρυθμό παλμών/λεπτό των αρτηριών, καθώς το αίμα διοχετεύεται μέσω αυτών στην καρδιά. Οι φυσιολογικοί καρδιακοί παλμοί για τις αίγες κυμαίνονται από 90 έως 95 παλμούς/λεπτό και από 70 έως 80 παλμούς/λεπτό για τα πρόβατα. Ο καρδιακός ρυθμός αυξάνεται υπό συνθήκες θερμικού στρες αυξάνοντας τη ροή του αίματος από τον πυρήνα προς την επιφάνεια του σώματος για να αποβληθεί περισσότερη θερμότητα.

#### 2.4.3.2.3. Ρυθμός αναπνοής

Η αναπνοή είναι η διαδικασία εισπνοής οξυγόνου (O<sub>2</sub>) και αποβολής διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>). Ο ρυθμός αναπνοής (αναπνοές/λεπτό) αλλάζει συχνά και επηρεάζεται έμμεσα από τις δραστηριότητες του ζώου (μεταβολισμός και μυϊκή δραστηριότητα) και από τις περιβαλλοντικές συνθήκες, αυξάνεται κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού και μειώνεται τον χειμώνα. Είναι ένας πρακτικός τρόπος αξιολόγησης της θερμικής καταπόνησης των ζώων. Ο ρυθμός αναπνοής καταγράφεται μετρώντας τις πλευρικές

κινήσεις του θώρακα των ζώων ανά λεπτό, από απόσταση 4–5 μέτρων, χωρίς να ενοχλούνται τα ζώα.

Ο φυσιολογικός ρυθμός αναπνοής στα πρόβατα είναι 16–30 αναπνοές/λεπτό και 15–30 αναπνοές/λεπτό στις αίγες. Μπορούμε να προσδιορίσουμε την σοβαρότητα του θερμικού στρες σύμφωνα με τον ρυθμό αναπνοών/λεπτό, ως χαμηλό: 40–60, μεσαίο: 60–80, υψηλό: 80–120 και σοβαρό: >200.

Με τον αυξημένο ρυθμό αναπνοής, τα ζώα προσπαθούν να διατηρήσουν την κανονική θερμοκρασία του σώματός τους αυξάνοντας τη διάχυση θερμότητας, μέσω της αναπνευστικής εξάτμισης.

#### 2.4.3.2.4. Η θερμοκρασία του δέρματος

Το δέρμα είναι μια δίοδος ανταλλαγής θερμότητας μεταξύ του σώματος του ζώου και του περιβάλλοντος. Υπάρχει μία ανταλλαγή θερμότητας μεταξύ του πυρήνα του σώματος και του δέρματος, μέσω της ροής του αίματος. Η θερμοκρασία του δέρματος των ζώων ποικίλλει ανάλογα με την έκθεση του ζώου στις ακτίνες του ηλίου (**Chiutia et al., 2021**).

#### 2.4.3.2.5. Ο ρυθμός εφίδρωσης

Σε υψηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος και όταν ο αναπνευστικός μηχανισμός αποτυγχάνει να διατηρήσει τη φυσιολογική θερμοκρασία του σώματος ενεργοποιείται ο μηχανισμός απώλειας θερμότητας μέσω εξάτμισης ή εφίδρωσης (**Chiutia et al., 2021**).

#### 2.4.3.3. Επιδράσεις του θερμικού στρες στην ποσότητα και την ποιότητα του γάλακτος των αιγοπροβάτων

Η γαλακτοπαραγωγή των αιγοπροβάτων μειώνεται υπό συνθήκες θερμικού στρες, με το 50% αυτής της μείωσης να οφείλεται στην μειωμένη πρόσληψη ξηράς ουσίας.

Για κάθε 1 μονάδα αύξησης του THI υπάρχει μείωση 1% στην απόδοση γάλακτος στις αίγες (Πίνακας 2-1).

THI < 23 (καμία επίδραση στην γαλακτοπαραγωγή)

24 ≤ THI < 25,5 (μέτρια επίδραση στην γαλακτοπαραγωγή)

26 ≤ THI < 28 (σοβαρή επίδραση στην γαλακτοπαραγωγή);

THI ≥ 29 (πολύ σοβαρή επίδραση και μπορεί να οδηγήσει ακόμα και σε θάνατο)

Παράλληλα, μειώνεται η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες και πρωτεϊνικά κλάσματα στο γάλα, καθώς η μειωμένη πρόσληψη πρωτεϊνών και ο αυξημένος ρυθμός εφίδρωσης περιορίζουν τη διαθεσιμότητα αμινοξέων για τη σύνθεση των πρωτεϊνών του γάλακτος. Αυτή η μείωση της περιεκτικότητας πρωτεΐνης στο γάλα μπορεί να οφείλεται και στη μειωμένη σύνθεση μικροβιακής πρωτεΐνης στη μεγάλη κοιλία λόγω της υψηλής πρόσληψης νερού. Το αίγιο γάλα παράγεται με μικρότερες συγκεντρώσεις λίπους και με διαφοροποίηση στις ιδιότητες πήξης του, με σημαντικό αντίκτυπο στην τυροκόμηση του γάλακτος.

#### 2.4.3.4. Επιδράσεις του θερμικού στρες στην ποιότητα του κρέατος και στα χαρακτηριστικά του σφάγιου των προβάτων και των αιγών

Υποβαθμίζεται η ποιότητα του κρέατος, επηρεάζοντας τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του σφάγιου (pH, χρώμα, υφή, υγρασία). Η έκκριση αδρεναλίνης, υπό συνθήκες θερμικού στρες, διεγείρει την περιφερειακή αγγειοδιαστολή και τη μυϊκή γλυκογονόλυση, αυξάνοντας το pH του σφάγιου και προσδίδοντάς του σκούρο χρώμα. Τα αιγοπρόβατα που σφάζονται σε θερμοκρασία περιβάλλοντος ~35°C έχουν υψηλότερο επίπεδο pH (5,78 έναντι 5,65) από εκείνα που σφάζονται στους 21°C.

#### 2.4.3.5. Επιδράσεις του θερμικού στρες στην πρόσληψη τροφής για πρόβατα και αίγες

Τα αιγοπρόβατα μειώνουν την πρόσληψη τροφής σε μια προσπάθεια να ελαχιστοποιήσουν την μεταβολική θερμότητα. Οι γαλακτοπαραγωγές αίγες μειώνουν την πρόσληψη ξηράς ουσίας κατά 30%. Η μειωμένη, όμως, πρόσληψη τροφής οδηγεί σε ανεπάρκεια θρεπτικών συστατικών. Μειώνεται, επίσης, η ροή του αίματος στην κοιλία (76% υπό έντονο στρες και 32% υπό μέτριο στρες).

Η απώλεια σωματικού βάρους, κατά τη διάρκεια του θερμικού στρες, αποδίδεται στην αύξηση της ενέργειας που δαπανάται για τη διάχυση θερμότητας μέσω της αναπνευστικής εξάτμισης και στη μείωση της ποσότητας του νερού που αποθηκεύεται **(Al-Dawood, 2017)**.

#### 2.4.3.6. Επιπτώσεις θερμικού στρες στην κατανάλωση του νερού στα αιγοπρόβατα

Η πρόσβαση των αιγοπροβάτων σε άφθονο και καθαρό νερό είναι η σημαντικότερη πρόληψη για την θερμική καταπόνηση αυτών των ζώων **(Shoenian, 2010)**. Το νερό είναι απαραίτητο για τη ρύθμιση της θερμοκρασίας του σώματος, την ανάπτυξη, την

αναπαραγωγή, τη γαλουχία, την πέψη, την ανταλλαγή θρεπτικών ουσιών, την απέκκριση των αποβλήτων και τη διατήρηση της θερμοκρασίας του σώματος. Οι απαιτήσεις σε νερό εξαρτώνται από την πρόσληψη της ξηράς ουσίας, τη θερμοκρασία περιβάλλοντος και το βαθμό απώλειας νερού από το σώμα των ζώων (εξάτμιση, ούρα, κόπρανα, γάλα) (Al-Dawood, 2017).

Οι υψηλές θερμοκρασίες συχνά συνοδεύονται από ξηρό καιρό, με αποτέλεσμα χαμηλότερη περιεκτικότητα υγρασίας στη βοσκήσιμη ύλη. Οι ξηρές ζωοτροφές, όμως, και η επιλογή ινωδών και λιγότερο εύπεπτων ζωοτροφών, αυξάνουν τις ανάγκες των ζώων για νερό (Shoenian, 2010). Κατά την διάρκεια θερμών ημερών, τα ζώα έχουν αυξημένες απαιτήσεις σε νερό, καθώς επιλέγουν περισσότερο ινώδεις και λιγότερο εύπεπτες ζωοτροφές. Υψηλότερη κατανάλωση νερού εξυπηρετεί και το μηχανισμό ψύξης με εξάτμιση στα αιγοπρόβατα (Al-Dawood, 2017). Τα νεαρά ζώα χρειάζονται να καταναλώσουν μεγαλύτερες ποσότητες νερού (με βάση το ποσοστό του σωματικού τους βάρους) σε σχέση με τα ενήλικα. Τα αιγοπρόβατα καταναλώνουν κατά μέσο όρο 3,5 – 7,5 λίτρα νερό/ημέρα. Τα θηλυκά που θηλάζουν καταναλώνουν ακόμα περισσότερο. Οι προβατίνες 3 ετών καταναλώνουν 9 - 11% του σωματικού τους βάρους σε νερό το χειμώνα και 19 - 25% το καλοκαίρι (Shoenian, 2010).

Συγκριτικά με άλλα οικόσιτα μηρυκαστικά, τα αιγοπρόβατα έχουν καλύτερη ανθεκτικότητα σε συνθήκες ξηρασίας. Παρατηρούνται όμως διακυμάνσεις στην ανοχή στέρησης νερού μεταξύ διαφορετικών φυλών. Οι αίγες της φυλής Black Bedouin και Barmer μπορούν να ζήσουν με κατανάλωση νερού μία φορά κάθε τέσσερις ημέρες. Οι προβατίνες Awassi αντέχουν για περισσότερο από 6 εβδομάδες με πόση νερού κάθε δύο ημέρες (Al-Dawood, 2017). Τα πρόβατα της φυλής Merinos πίνουν 12 φορές περισσότερη ποσότητα νερού το καλοκαίρι από το χειμώνα (Shoenian, 2010).

#### 2.4.3.7. Επιδράσεις του θερμικού στρες στην αναπαραγωγή και τη γονιμότητα των αιγοπροβάτων

Η υπερβολική ζέστη έχει σημαντική επίδραση στην παραγωγικότητα, ειδικά εάν η έναρξη της ζέστης είναι απότομη (Shoenian, 2010). Το θερμικό στρες επηρεάζει αρνητικά την αναπαραγωγή των ζώων που γονιμοποιούνται τους καλοκαιρινούς μήνες. Πιο έντονα επηρεάζονται τα γαλακτοπαραγωγά ζώα, καθώς η μεταβολική παραχθείσα θερμότητα κατά την γαλουχία δυσχεραίνει την ρύθμιση της θερμοκρασίας του σώματος. Τα κρεοπαραγωγά ζώα έχουν λιγότερες πιθανότητες εμφάνισης στειρότητας,

λόγω των εποχιακών προτύπων αναπαραγωγής που διασφαλίζουν ότι τα ζώα δεν εκτρέφονται τις ζεστές εποχές του χρόνου.

Γενικότερα επηρεάζεται η σεξουαλική συμπεριφορά, μειώνεται η σεξουαλική δραστηριότητα και η ποιότητα του σπέρματος με αποτέλεσμα αυξημένα ποσοστά ανεπιτυχούς σύλληψης (Al-Dawood, 2017). Οι υψηλές θερμοκρασίες πάνω από 32,2°C μπορούν να μειώσουν την αναπαραγωγική ικανότητα των κριών στερώντας τους την σεξουαλική επιθυμία. Ιδανικά, τα κριάρια πρέπει να κουρεύονται έξι με οκτώ εβδομάδες πριν από την έναρξη της αναπαραγωγικής περιόδου. Σε περιπτώσεις καύσωνα, πρέπει να είναι ενσταβλισμένα σε καλές συνθήκες αερισμού την ημέρα και το βράδυ να τοποθετηθούν στον ίδιο χώρο με τις προβατίνες. Από τη στιγμή που επηρεάζεται ένα κριάρι ή ένα τράγος από θερμικό στρες, θα χρειαστούν έξι έως επτά εβδομάδες προτού παράγει σπέρμα ικανό για γονιμοποίηση. Τα πλήρως ανεπτυγμένα σπερματοζώαρια είναι λιγότερο ευαίσθητα στο θερμικό στρες σε σχέση με τα σπερματοζώαρια που βρίσκονται σε αναπτυσσόμενα στάδια. Οι υψηλές θερμοκρασίες μπορεί, επίσης, να είναι επιζήμιες όσον αφορά στην ανάπτυξη και την επιβίωση των εμβρύων (Shoenian, 2010).

Η έμμεση επίδραση του θερμικού στρες στην αναπαραγωγή, οφείλεται στην μειωμένη πρόσληψη τροφής, προκειμένου να μειωθεί η μεταβολική παραγωγή θερμότητας, οδηγώντας σε αλλαγές στο ενεργειακό ισοζύγιο και στη διαθεσιμότητα των θρεπτικών ουσιών. Αυτές οι αλλαγές δρουν μέσω του άξονα υποθαλάμου-υπόφυσης και προκαλούν αρνητικές επιπτώσεις στην αναπαραγωγική απόδοση, επηρεάζεται η κυοφορία-εμβρυϊκή ανάπτυξη και παρατηρούνται μικροί ρυθμοί ανάπτυξης των ζώων.

#### 2.4.4 Μέθοδοι για την ανακούφιση του θερμικού στρες

##### 2.4.4.1. Σκίαση

Η σκίαση είναι η ευκολότερη μέθοδος για τη μείωση των επιπτώσεων της υψηλής ηλιακής ακτινοβολίας. Η παροχή σκίασης στα αιγοπρόβατα αυξάνει τον ημερήσιο ρυθμό αύξησης, την γαλακτοπαραγωγή και την αναπαραγωγική απόδοση. Επίσης, επιτρέπει την μείωση της σωματικής θερμοκρασίας και του ρυθμού αναπνοής (Al-Dawood, 2017). Η φυσική σκίαση (π.χ. μεγάλα δένδρα) παρέχουν εξαιρετική σκιά στα αιγοπρόβατα κατά την ελεύθερη βόσκησή τους. Πλούσια σκιά και δροσερό σημείο προς κατάκλιση πρέπει να προσφέρεται σε όλα τα ζώα και εντός των σταβλικών εγκαταστάσεων.



Οι στεγασμένοι χώροι πρέπει να έχουν καλό αερισμό, με καλύτερα αποτελέσματα να παρατηρούνται όταν υπάρχει εγκατάσταση ανεμιστήρων ή και συστημάτων ψύξης. Ο ψεκασμός με δροσερό νερό μειώνει το θερμικό στρες και βελτιώνει το επίπεδο ευζωίας τους. Τα ζώα δεν πρέπει να μεταφέρονται κατά την διάρκεια μίας θερμής ημέρας, αλλά νωρίς το πρωί ή αργά το βράδυ (Shoenian, 2010).

#### 2.4.4.2. Τροποποιήσεις του σιτηρεσίου

Η χρήση υψηλής ποιότητας φυτικών ινών, η αύξηση της ενεργειακής πυκνότητας (συμπληρωματικό προστατευμένο λίπος) και η χρήση προσθέτων ζωοτροφών (ρυθμιστικά διαλύματα [διτανθρακικό νάτριο]) νιασίνης, αντιοξειδωτικών και καλλιεργειών μυκήτων (καλλιέργεια ζύμης), συμβάλλουν στην βέλτιστη απόδοση των ζώων. Πυκνότερο σε θρεπτικά συστατικά σιτηρέσιο, μέσω της αύξησης κατά 4% των λιπαρών του σιτηρεσίου μειώνει την θερμοκρασία σώματος στις αίγες.

#### 2.4.4.3. Χρόνος βόσκησης.

Κατά τη διάρκεια των θερμών ωρών της ημέρας, τα ζώα μειώνουν τον χρόνο βόσκησής τους και περνούν περισσότερο χρόνο στη σκιά. Επιλέγουν να βοσκήσουν πριν από την ανατολή του ηλίου, την αυγή και τη νύχτα. Η μείωση της αναλογίας χορτονομής προς συμπύκνωμα οδηγεί σε πιο εύπεπτα σιτηρέσια.

#### 2.4.4.4. Πρόσθετες ύλες ζωοτροφών

Αντιοξειδωτικά (βιταμίνη C, E) προστατεύουν το αμυντικό σύστημα του σώματος, μειώνουν τη θερμοκρασία του ορθού και τον ρυθμό αναπνοής, ανακουφίζοντας έτσι τα αιγοπρόβατα υπό θερμικό στρες.

#### 2.4.4.5. Χειρισμοί των ζώων

Το άρμεγμα και η μεταφορά των ζώων πρέπει να πραγματοποιείται νωρίς το πρωί ή αργά το βράδυ. Μία αποτελεσματική μέθοδος είναι η καθυστέρηση του απογευματινού αρμέγματος κατά 1-2 ώρες.

#### 2.4.4.6. Αερισμός-ψύξη

Ο κακός αερισμός μειώνει την απόδοση των προβάτων. Κρίνεται απαραίτητη η εγκατάσταση ανεμιστήρων ή άλλων συστημάτων ψύξης στις σταβλικές εγκαταστάσεις.



Η ψύξη των αιγοπροβάτων με ψεκασμό μειώνει τα συμπτώματα του θερμικού στρες. Οι θερμικά στρεσαρισμένες αίγες (1h/ημέρα), ψεκασμένες με διαβροχή νερού, σε καλά αεριζόμενες σταβλικές εγκαταστάσεις, καταναλώνουν 18% περισσότερη τροφή, 7% περισσότερο νερό και παράγουν 21% περισσότερο γάλα.

Ο επαρκής χώρος, η διαχείριση των συσσωρευμένων περιττωμάτων και η σχολαστική παρακολούθηση της θερμοκρασίας, της σχετικής υγρασίας και της ποιότητας του αέρα είναι κρίσιμοι παράγοντες κατά τη στέγαση των αιγοπροβάτων (Al-Dawood, 2017).

#### 2.4.5 Προσαρμοστικότητα και μορφές απόκρισης των αιγοπροβάτων στο θερμικό στρες

Τα αιγοπρόβατα διαθέτουν αρκετούς μορφολογικούς και φυσιολογικούς προσαρμοστικούς μηχανισμούς, οι οποίοι διαφοροποιούνται από φυλή σε φυλή, με κάποιες να παρουσιάζουν καλές αναπαραγωγικές και παραγωγικές αποδόσεις, ακόμα και σε ακραία θερμοκρασιακά περιβάλλοντα.

Η προσαρμογή βιολογικά, ορίζεται ως τα μορφολογικά, ανατομικά, φυσιολογικά, βιοχημικά και συμπεριφορικά χαρακτηριστικά των ζώων, τα οποία προάγουν την ευζωία τους και ευνοούν την επιβίωση σε ένα συγκεκριμένο περιβάλλον. Σύμφωνα με τη γενετική, η προσαρμογή ορίζεται ως ένα από τα κληρονομήσιμα χαρακτηριστικά των ζώων που ευνοούν την επιβίωση ενός πληθυσμού σε ένα συγκεκριμένο περιβάλλον. Από την άποψη της φυσιολογίας, προσαρμογή ορίζεται η ικανότητα και η διαδικασία προσαρμογής των ζώων στο εξωτερικό φυσικό περιβάλλον τους.

Η ικανότητα προσαρμογής των αιγοπροβάτων σε υψηλές ακραίες θερμοκρασίες εξαρτάται από 3 μεταβλητές:

2.4.5.1. Μορφολογικές μεταβλητές: Ανήκουν, το ύψος, η περίμετρος, το μήκος και το σωματικό βάρος. Επίσης, το μήκος του κέρατος, του αυτιού, της ουράς, το μήκος-χρώμα του τριχώματος και του δέρματος. Με την πάροδο των ετών, τα μορφολογικά χαρακτηριστικά του είδους, έχουν διαφοροποιηθεί από τόπο σε τόπο, δημιουργώντας ξεχωριστές φυλές. Οι μικρότερες, σε μέγεθος, φυλές συναντώνται σε θερμότερες περιοχές και οι μεγαλύτερου μεγέθους φυλές στα πιο ψυχρά μέρη. Τα άκρα (αυτί, ουρά, μύτες) είναι μικρότερα στα είδη που κατοικούν σε ψυχρά κλίματα από εκείνα στα θερμότερα μέρη. Το χρώμα του τριχώματος και του δέρματος επηρεάζει το ποσοστό της θερμότητας, που θα αποβληθεί από το σώμα του ζώου. Τα ανοιχτόχρωμα ζώα αντανακλούν μεγαλύτερο ποσοστό ηλιακής ακτινοβολίας σε σχέση με τα

σκουρόχρωμα. Το σκούρο δέρμα προστατεύει τους εν τω βάθει ιστούς από την υπεριώδη ακτινοβολία. Όλα αυτά τα μορφολογικά χαρακτηριστικά είναι πολύ σημαντικά από την άποψη της προσαρμογής σε ένα περιβάλλον, καθώς επηρεάζουν άμεσα τους μηχανισμούς ανταλλαγής θερμότητας μεταξύ του σώματος των ζώων και του περιβάλλοντος. Ένα κοντότριχο ζώο, μικρόσωμης φυλής θα έχει δύσκολη προσαρμογή σε ένα ψυχρό περιβάλλον, σε αντίθεση με ένα μακρύτριχο, μεγαλόσωμης φυλής. Οι αυτόχθονες φυλές είναι σχετικά καλύτερα προσαρμοσμένες στη θερμική καταπόνηση στη γενέτειρά τους.

2.4.5.2. Μεταβλητές συμπεριφοράς: Είναι η αναζήτηση σκιερών καταφυγίων, ο χρόνος ορθοστασίας και κατάκλισης, η μείωση της πρόσληψης τροφής, η συχνότητα αφόδευσης-ούρησης και η συχνότητα πόσης νερού.

2.4.5.3. Φυσιολογικές μεταβλητές: Οι φυσιολογικές προσαρμογές προκαλούνται από οξείες στρεσογόνους παράγοντες. Αυτές οι αλλαγές εκδηλώνονται ως ρυθμός αναπνοής, θερμοκρασία σώματος (ορθού), θερμοκρασία δέρματος, καρδιακοί παλμοί και ρυθμός εφίδρωσης.

#### 2.4.5.4. Βιοχημική προσαρμοστική απόκριση

Η βιοχημική σύνθεση είναι ανάλογη με τη μεταβολική κατάσταση των αιγοπροβάτων και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως δείκτης προσαρμοστικότητας των ζώων σε θερμικούς στρεσογόνους παράγοντες. Η θερμική καταπόνηση επηρεάζει τον μεταβολισμό των πρωτεϊνών των αιγών και αυξάνει τα επίπεδα ολικής πρωτεΐνης και λευκωματίνης, λόγω αύξησης του ρυθμού αναπνοής, με σκοπό την ενίσχυση της ψύξης με εξάτμιση. **(Chiutia et al., 2021)**. Το προφίλ αίματος των ζώων είναι αρκετά ευαίσθητο στις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος. Το θερμικό στρες μειώνει την δραστηριότητα των ενζύμων (αλκαλικής φωσφατάσης, γαλακτικής αφυδρογονάσης) στα αιγοπρόβατα. Η μείωση αυτών των ενζύμων οφείλεται στη μείωση της δραστηριότητας του θυροειδούς αδένου. Ακόμα, η υψηλή θερμοκρασία σώματος των ζώων υπό συνθήκες θερμικού στρες σχετίζεται με την καταστολή της δραστηριότητας του θυροειδούς αδένου, με αποτέλεσμα χαμηλότερα επίπεδα θυροειδικής ορμόνης, επιτρέποντας στα ζώα να μειώσουν τον μεταβολικό τους ρυθμό. Τέλος, οι συγκεντρώσεις νατρίου, καλίου και χλωρίου στον ορό μειώνονται σε κατσίκες υπό θερμικό στρες, λόγω της εφίδρωσης **(Dawood et al., 2017)**.

#### 2.4.5.5. Νεύρο-ενδοκρινική προσαρμοστική απόκριση

Ο υποθάλαμος είναι η κύρια μονάδα ελέγχου για τις νεύρο-ενδοκρινικές αποκρίσεις. Λαμβάνει πληροφορίες από το περιφερειακό και από το κεντρικό νευρικό σύστημα και ενεργοποιεί ένα κατάλληλο ορμονικό σήμα για τη διατήρηση της ομοιοστασίας των ζώων.

Η ενεργοποίηση του άξονα υποθάλαμου-υπόφυσης-επινεφριδίων οδηγεί στην ενίσχυση της σύνθεσης και της απελευθέρωσης της κορτιζόλης και της αλδοστερόνης στην κυκλοφορία. Αυτές οι ορμόνες ρυθμίζουν το μεταβολισμό, καθώς και την απόκριση συμπεριφοράς στον θερμικό στρεσογόνο παράγοντα στις αίγες ευνοώντας τη γλυκογονόλυση, λιπόλυση και πρωτεόλυση για την παροχή ενέργειας που απαιτείται για την αποκατάσταση της ομοιόστασης.

Οι θυρεοειδικές ορμόνες (T3 και T4) διεγείρουν την κατανάλωση οξυγόνου και την παραγωγή θερμότητας από τα κύτταρα και ρυθμίζουν τη βασική μεταβολική παραγωγή θερμότητας στα ζώα. Η μείωση των επιπέδων T3 και T4, κατά τη διάρκεια της θερμικής καταπόνησης είναι μια προσαρμοστική απόκριση, η οποία επιτρέπει τη μείωση του βασικού μεταβολικού ρυθμού και συνεπώς της μεταβολικής παραγωγής θερμότητας των αιγών και της παραγωγής θερμότητας από τα κύτταρα.

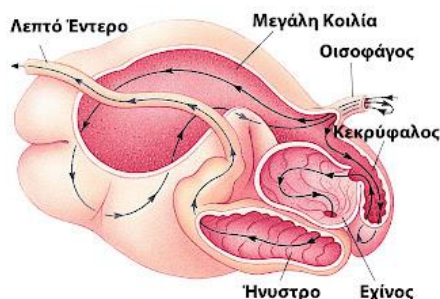
#### 2.4.5.6. Μοριακή προσαρμοστική απόκριση

Τα πρότυπα γονιδιακής έκφρασης που σχετίζονται με τους κυτταρικούς μηχανισμούς προσαρμογής των αιγών σε μοριακό επίπεδο, είναι ένα πολύπλοκο δίκτυο γονιδίων. Από αυτά, πολλά γονίδια καθορίζουν την ικανότητα ενός ατόμου να προσαρμοστεί στο θερμικό στρες. Τα θερμοανθεκτικά γονίδια παίζουν σημαντικό ρόλο στη διατήρηση σταθερής θερμοκρασίας του σώματος των αιγών. Θα μπορούσαν να είναι χρήσιμα για την παραγωγή μίας φυλής αίγας, μέσω τεχνητής επιλογής, ανθεκτικής στις υψηλές θερμοκρασίες (Chutia and Mili, 2021).

#### 2.4.6 Επιδράσεις στη λειτουργία του πεπτικού συστήματος των αιγοπροβάτων

Ο στόμαχος των αιγοπροβάτων αποτελείται από την μεγάλη κοιλία, τον κεκρύφαλο, τον εχίνο και το ήνυστρο (Εικόνα 2.5). Η μεγάλη κοιλία είναι μια αναερόβια δεξαμενή που παρέχει ένα ευνοϊκό περιβάλλον στη μικροχλωρίδα για τη ζύμωση των θρεπτικών συστατικών. Οι τρεις κύριες λειτουργίες της μεγάλης κοιλίας περιλαμβάνουν τη ζύμωση των δομικών υδατανθράκων, την ανακύκλωση της ουρίας και την αδρανοποίηση των τοξικών συστατικών των ζωοτροφών. Η διαδικασία ζύμωσης

παράγει τρία κύρια πτητικά λιπαρά οξέα (VFAs, το οξικό, βουτυρικό και προπιονικό). Η ισορροπία μεταξύ των συγκεντρώσεων των VFA είναι απαραίτητη για τη διατήρηση των φυσιολογικών λειτουργιών του μηρυκαστικού.

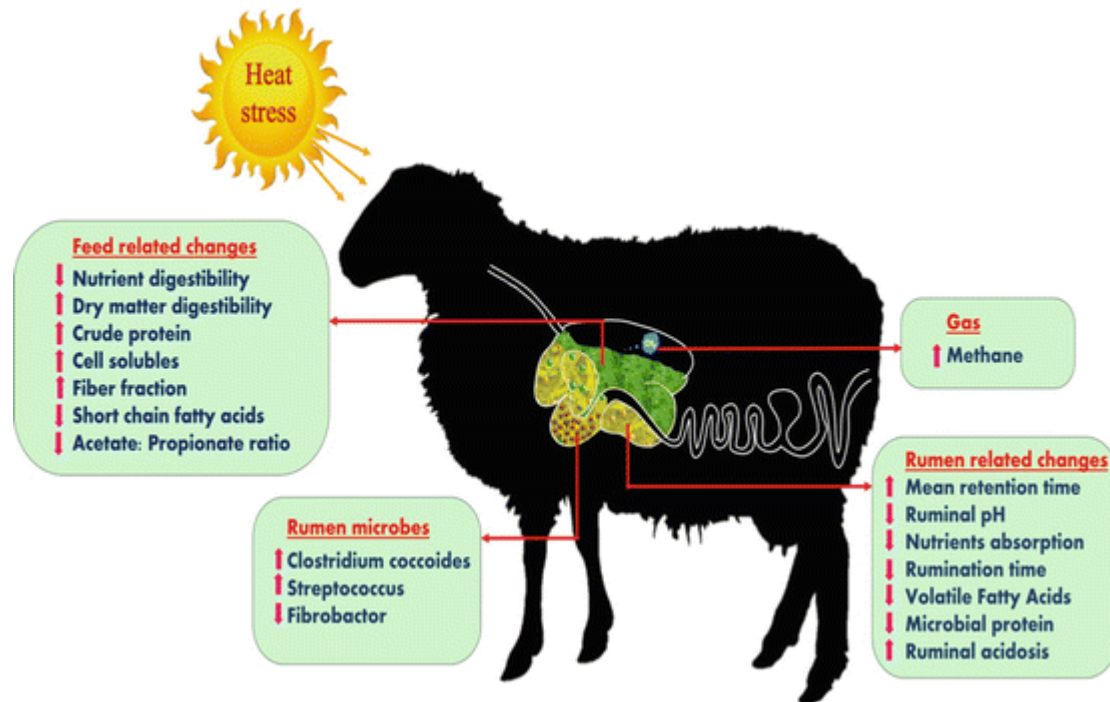


**Εικόνα 2.5:** Στόμαχος αιγοπροβάτων (Πρόβατα Assaf n.d)

#### 2.4.6.1. Επίδραση του θερμικού στρες στην πεπτικότητα της μεγάλης κοιλίας

Οι υψηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος έχουν σημαντική επίδραση στην πρόσληψη τροφής, στον μεταβολισμό και στην διατήρηση της θερμότητας. Σε ένα στρεσαρισμένο ζώο, το νευροενδοκρινικό σύστημα επηρεάζει αρνητικά την πρόσληψη τροφής, τον μηρυκασμό και άλλα δυναμικά χαρακτηριστικά της πέψης. Προβατίνες με χρόνιο θερμικό στρες παρουσιάζουν χαμηλότερη πεπτικότητα και χαμηλότερες τιμές pH στην μεγάλη κοιλία.

Κατά τη διάρκεια του θερμικού στρες, προκειμένου να διατηρηθεί η θερμοκρασία του σώματος, ρέει περισσότερο αίμα στα άκρα και λιγότερο στο επιθήλιο της μεγάλης κοιλίας, μεταβάλλοντας έτσι την οξεοβασική ισορροπία. Το θερμικό στρες προκαλεί, επίσης, μείωση της ποσότητας του σιέλου που διοχετεύεται στην μεγάλη κοιλία, το οποίο μπορεί να βλάψει τη λειτουργία της (Εικόνα 2.6).



**Εικόνα 2.6:** Επίδραση του θερμικού στρες στην πεπτικότητα, στις λειτουργίες της μεγάλης κοιλίας και στο μικροβιακό της πληθυσμό (Sejian et al., 2017)

#### 2.4.6.2. Σύνθεση μικροβιακών πρωτεϊνών

Το θερμικό στρες μειώνει τα επίπεδα πρωτεΐνης στο γάλα, λόγω μειωμένης πρόσληψης τροφής και μειωμένης σύνθεσης μικροβιακής πρωτεΐνης στην μεγάλη κοιλία. Οι αίγες που έχουν υποστεί θερμική καταπόνηση έχουν χαμηλότερη μικροβιακή πρωτεϊνική σύνθεση.

#### 2.4.6.3. Επίπεδα πτητικών λιπαρών οξέων VFA (Volatile fatty acids)

Οι μοριακές αναλογίες οξικού/προπιονικού/βουτυρικού οξέος είναι 70:20:10 σε πρόβατα που διατρέφονται με σανό και 55:35:15 σε πρόβατα που διατρέφονται με σιτηρά. Η αναλογία οξικού προς προπιονικό μειώνεται κατά το θερμικό στρες, και συγκεκριμένα μειώνεται η μοριακή συγκέντρωση του οξικού οξέος. Οι ζωοτροφές υψηλής ζύμωσης αυξάνουν την παραγωγή και την συγκέντρωση των λιπαρών οξέων βραχείας αλυσίδας, SCFA (Short-Chain Fatty Acids) στην μεγάλη κοιλία. Ένα σιτηρέσιο πλούσιο σε άμυλο αυξάνει το προπιονικό οξύ και μειώνει τη συγκέντρωση οξικού οξέος. Όταν τα ζώα βόσκουν με φρέσκο χόρτο ή όταν τρέφονται με σιτηρέσια πλούσια σε άμυλο, μπορούν να επιτευχθούν εξαιρετικά υψηλές τιμές προπιονικού οξέος.

Η θερμοκρασία και η υγρασία έχουν σημαντική επίδραση στη βακτηριακή σύνθεση της μεγάλης κοιλίας. Αυτό το γεγονός μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική μείωση της συγκέντρωσης των μικρής αλύσου λιπαρών οξέων (με μειωμένη κατανάλωση τροφής σε συνδυασμό με αυξημένες ενεργειακές δαπάνες), συμβάλλοντας έτσι στην μειωμένη απόδοση και ανάπτυξη των ζώων. Οι υψηλές θερμοκρασίες μειώνουν τη συνολική συγκέντρωση VFA και το pH.

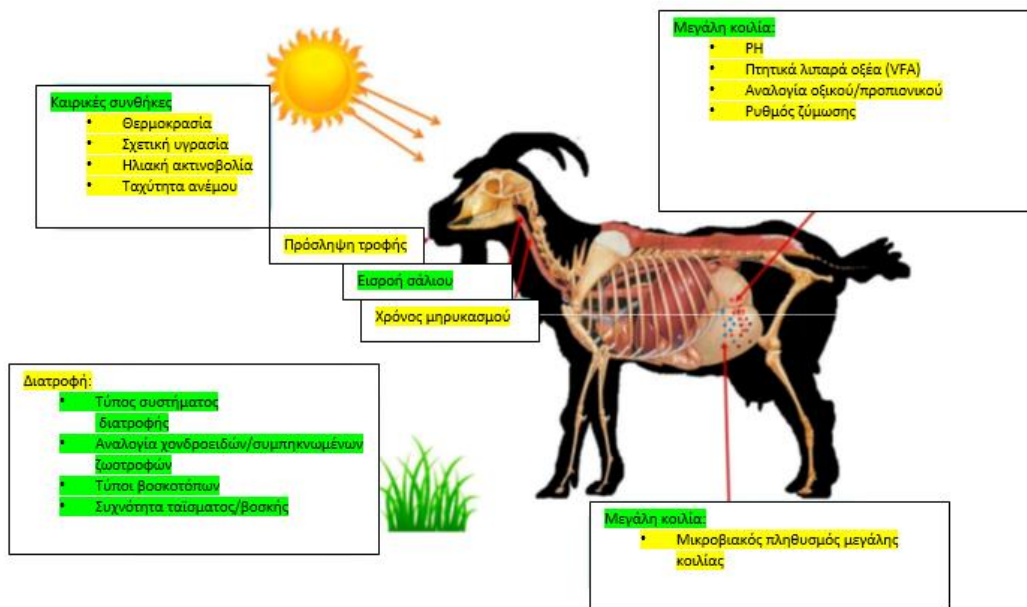
#### 2.4.6.4 Οξέωση της μεγάλης κοιλίας

Η υψηλότερη συχνότητα οξέωσης παρατηρείται σε εκτροφές κατά τους θερμούς καλοκαιρινούς μήνες. Τα μηρυκαστικά μειώνουν την πρόσληψη τροφής, μειώνοντας έτσι το ρυθμό διέλευσης από την πεπτική οδό, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η παραγωγή οξέος και να μειώνεται το pH της μεγάλης κοιλίας. Επίσης, οι αυξημένοι ρυθμοί αναπνοής (λαχάνιασμα) συμβάλλουν στην οξέωση της μεγάλης κοιλίας, καθώς το λαχάνιασμα προκαλεί αυξημένη απώλεια CO<sub>2</sub> από το σώμα του ζώου.

#### 2.4.6.5 Παραγωγή εντερικού μεθανίου

Το θερμικό στρες αυξάνει την παραγωγή εντερικού μεθανίου. Η μειωμένη κινητικότητα του εντέρου, ο μηρυκασμός, οι συσπάσεις και ο ρυθμός διέλευσης του πεπτικού υγρού κατά τη διάρκεια της υψηλής θερμοκρασίας περιβάλλοντος είναι οι κύριοι παράγοντες που επηρεάζουν την παραγωγή μεθανίου. Επίσης, επηρεάζονται οι μικροβιακοί πληθυσμοί της μεγάλης κοιλίας, αυξάνεται ο πληθυσμός των *Clostridium coccoides* και *Streptococcus spp.*, ενώ ο πληθυσμός των βακτηρίων του γένους *Fibrobacter* μειώνεται (Sejian et al., 2017). Αύξηση της εντερικής εκπομπής μεθανίου μετρήθηκε στα τέλη του καλοκαιριού (Αύγουστος-Σεπτέμβριος) σε σύγκριση με τις αρχές του καλοκαιριού (Ιούνιος-Ιούλιος) στο βόρειο ημισφαίριο. Η αυξημένη εκπομπή CH<sub>4</sub> (τέλη του καλοκαιριού) αποδίδεται στην ποιοτική υποβάθμιση (χαμηλότερη πεπτικότητα σε ξηρά ουσία, χαμηλότερη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες και διαλυτούς υδατάνθρακες και αυξημένη περιεκτικότητα σε λιγνίνη και άλλους κυτταρινούχους πολυσακχαρίτες) των βοσκοτόπων κατά τη θερινή περίοδο. Παράγοντες όπως ο καιρός, η εποχή, η αυξημένη θερμοκρασία περιβάλλοντος, η διατροφή, (σύνθεση, χρόνος μηρυκασμού, πρόσθετα ζωοτροφών) και παράγοντες που σχετίζονται με τα ζώα (εισροή σιέλου, τύποι μικροβιακού πληθυσμού, φυλή) επηρεάζουν την εκπομπή εντερικού μεθανίου (Εικόνα 2.7) (Pragna et al., 2018).





**Εικόνα 2.7:** Διάφοροι παράγοντες που επηρεάζουν την εντερική εκπομπή μεθανίου στις αίγες (Pragna et al., 2018)

#### 2.4.6.6 Παράγοντες μείωσης εκπομπών εντερικού μεθανίου

Η σύνθεση της τροφής: τα συμπυκνώματα περιέχουν λιγότερους δομικούς υδατάνθρακες από τις χονδροειδείς ζωοτροφές, επομένως η πρόσληψη συμπυκνωμάτων μπορεί να αυξήσει την παραγωγή προπιονικού και να μειώσει την παραγωγή οξικού οξέως, οδηγώντας σε μειωμένη παραγωγή CH<sub>4</sub>.

Πρόσθετα ζωοτροφών: ορισμένα μικροβιακά πρόσθετα ζωοτροφών έχουν χρησιμοποιηθεί για τη μείωση της παραγωγής CH<sub>4</sub>, όπως συμπληρώματα λίπους και ελαίων.

Η φυλή: είναι ένας άλλος σημαντικός παράγοντας που καθορίζει την εντερική παραγωγή CH<sub>4</sub>.

Η γεωγραφική θέση και το κλίμα: επηρεάζουν σημαντικά την παραγωγή CH<sub>4</sub>. Ζώα που εκτρέφονται σε άνυδρες και ημίξηρες περιοχές παράγουν λιγότερο CH<sub>4</sub> σε σύγκριση με ζώα σε εύκρατες περιοχές. Οι κλιματικές μεταβλητές, θερμοκρασία, υγρασία, ηλιακή ακτινοβολία και η ταχύτητα του ανέμου επηρεάζουν σημαντικά την παραγωγή CH<sub>4</sub>. Η αυξημένη θερμοκρασία περιβάλλοντος, σε συνδυασμό με την υψηλή σχετική υγρασία (RH), επηρεάζει άμεσα την παραγωγή CH<sub>4</sub> με μεταβολή του προφίλ ζύμωσης της μεγάλης κοιλίας και έμμεσα με μεταβολή της ποιότητας του βοσκοτόπου ή της χορτονομής.

#### 2.4.7 Ανθεκτικότητα των αιγών σε συνθήκες θερμικής καταπόνησης

Το θερμικό στρες μπορεί να επηρεάσει την διαδικασία πέψης-ζύμωσης της μεγάλης κοιλίας των αιγών, με αποτέλεσμα την μείωση της παραγωγικής τους απόδοσης. Η διατροφή, η φυλή και οι περιβαλλοντικές συνθήκες επηρεάζουν αρνητικά τη λειτουργία της μεγάλης κοιλίας και την εντερική εκπομπή μεθανίου (CH<sub>4</sub>). Η ικανότητα ενός ζώου να προσαρμοστεί στις μεταβολές του κλίματος εξαρτάται από τη λειτουργία της μεγάλης κοιλίας. Οι αίγες προσαρμόζονται σε ένα μεταβαλλόμενο κλίμα αρκετά πιο εύκολα από τα υπόλοιπα είδη μηρυκαστικών (Πίνακας 2-2). Ευδοκιμούν σε μέρη με περιορισμένη διαθεσιμότητα τροφής καθώς μπορούν να μειώσουν τις μεταβολικές διεργασίες τους για να εξοικονομήσουν ενεργειακούς πόρους (Pragna et al., 2018).

**Πίνακας 2-2:** Χαρακτηριστικά ανθεκτικότητας αιγών σε δύσκολες κλιματολογικές συνθήκες (Pragna et al., 2018)

Κριτήρια	Ειδικά Χαρακτηριστικά Αιγών
Ικανότητα προσαρμογής	Οι αίγες προσαρμόζονται καλύτερα σε ευρείες περιβαλλοντικές συνθήκες. Οι αίγες σε τροπικά θερμά κλίματα έχουν χαμηλό ύψος και μικρό σωματικό βάρος, ενώ οι αίγες σε ψυχρότερα κλίματα έχουν μεγαλύτερο μέγεθος και μακρύτερο τρίχωμα. Λόγω του μικρότερου σωματικού τους μεγέθους, οι μεταβολικές τους απαιτήσεις είναι αρκετά χαμηλές. Έχουν την ικανότητα να μειώνουν το μεταβολισμό τους και το χαλαρό δέρμα τους βοηθά στην εύκολη απαγωγή της θερμότητας του σώματος.
Θερμοαντοχή	Είναι πιο ανθεκτικές στη θερμότητα από όλα τα άλλα είδη μηρυκαστικών.
	Έχουν την ικανότητα να ευδοκιμούν σε ξηρές περιοχές λόγω της μειωμένης απαίτησης σε νερό σε σύγκριση με τα πρόβατα και άλλα οικόσιτα μηρυκαστικά.



Αντοχή στην ξηρασία	Έχουν καλύτερη ικανότητα διατήρησης του νερού από άλλα μηρυκαστικά λόγω της διατροφής τους. Επιπλέον, το έντερο, ειδικά η κοιλιά, λειτουργεί ως δεξαμενή νερού κατά τις περιόδους αφυδάτωσης.
---------------------	---

## 2.5 Εξάπλωση ζωικών ασθενειών

Η κλιματική αλλαγή διαταράσσει τα φυσικά οικοσυστήματα, παρέχοντας το κατάλληλο περιβάλλον για μολυσματικές ασθένειες, επιτρέποντας σε βακτήρια, ιούς και μύκητες, που προκαλούν ασθένειες, να μετακινηθούν σε νέες περιοχές. Ασθένειες, που περιορίζονταν σε τροπικές περιοχές, έχουν πλέον εξαπλωθεί. Το θερμικό στρες και η ξηρασία έχουν αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία των ζώων, καθιστώντας τα πιο ευαίσθητα σε παρασιτικές και μολυσματικές ασθένειες.

Η κλιματική αλλαγή έχει άμεσες και έμμεσες επιπτώσεις στις μολυσματικές ασθένειες. Οι άμεσες επιπτώσεις εκδηλώνονται ως μειωμένη ικανότητα των ξενιστών να αντιδράσουν σε μόλυνση (π.χ. λόγω θερμικού στρες) και οι έμμεσες επιδράσεις, σχετίζονται με τις κλιματικές αλλαγές του οικοσυστήματος, που μπορούν να ενισχύσουν την ανάπτυξη φορέα/παθογόνου ή την αύξηση της επαφής φορέα-παθογόνου-ξενιστή.

Οι θερμότεροι και πιο υγροί χειμώνες αυξάνουν τον κίνδυνο και την εμφάνιση ζωικών ασθενειών, καθώς ορισμένοι φορείς ασθενειών, όπως μύγες και κρότωνες, είναι πιο πιθανό να επιβιώσουν όλο το χρόνο. Επίσης, τα αυξημένα επίπεδα βροχοπτώσεων και η συσσώρευση νερού δημιουργούν ευνοϊκές συνθήκες αναπαραγωγής για τα κουνούπια. Επιπλέον, έχουν επηρεαστεί τα πρότυπα μετανάστευσης ορισμένων αποδημητικών πτηνών, καταφθάνοντας νωρίτερα στον προορισμό τους, μεταφέροντας πληθυσμούς από κρότωνες που εγκαθίστανται σε αυτές τις νέες περιοχές, λόγω ευνοϊκών περιβαλλοντικών θερμοκρασιών. Πολλές σημαντικές ασθένειες των ζώων, όπως η νόσος του καταρροϊκού πυρετού στα πρόβατα και η οζώδης δερματίτιδα στα βοοειδή, έχουν τα κουνούπια ως μέρος του κύκλου μετάδοσής τους. Η αύξηση της θερμοκρασίας και η αλλαγή των τοπικών καιρικών συνθηκών αλλάζουν και την γεωγραφική κατανομή των εντόμων αυτών. Παλαιότερα κρούσματα καταρροϊκού πυρετού περιορίζονταν μόνο στην Αφρική, τα τελευταία χρόνια εντοπίζονται και στην Ευρώπη ([Wakgari, 2020](#)).

**Ο καταρροϊκός πυρετός** είναι μια ιογενής λοιμώδης ασθένεια των μηρυκαστικών, που μεταδίδεται με έντομα του γένους *Culicoides*. Ανήκει στο γένος *Orbivirus* της οικογένειας *Reoviridae*. Επηρεάζει περισσότερο τα πρόβατα, τα οποία εκδηλώνουν κλινικά συμπτώματα, ενώ αντίθετα οι αίγες και τα βοοειδή είναι ασυμπτωματικά. Στις μεσογειακές χώρες η ασθένεια εμφανίζεται κυρίως στα τέλη του καλοκαιριού και το φθινόπωρο, όταν ξεκινούν οι βροχοπτώσεις, όπου και αυξάνεται ο πληθυσμός των εντόμων *Culicoides*.

Κλινικά συμπτώματα στα πρόβατα:

1. Υψηλός πυρετός, κατάπτωση.
2. Σιελόρροια και ρινικό έκκριμα.
3. Οίδημα χειλέων, γλώσσας (blue tongue), προσώπου, υπογνάθιας χώρας (Εικόνα 2.8).
4. Υπεραιμικός στοματικός και ρινικός βλεννογόνος.
5. Διαβρώσεις και έλκη στα ούλα.
6. Δακρύρροια.
7. Υπεραιμία της στεφαναϊάς αύλακας της χηλής (Ποδοδερματίτιδα), (Εικόνα 2.9).
8. Πνευμονία και πνευμονικό οίδημα.
9. Τριχόπτωση ή αλωπεκία (Εικόνα 2.10) (Χριστοδούλου, 2012).



**Εικόνα 2.8:** Οίδημα χειλέων, προσώπου και υπογνάθιας χώρας σε πρόβατο (Χριστοδούλου, 2012)



**Εικόνα 2.9:** Υπεραιμία της στεφαναϊάς αύλακας της χηλής (Ποδοδερματίτιδα), σε πρόβατο (Χριστοδούλου, 2012)



**Εικόνα 2.10:** Αλωπεκία σε πρόβατο (Χριστοδούλου, 2012)

**Η οζώδης δερματίτιδα** είναι μία ιογενής νόσος των βοοειδών και ανήκει στο γένος *Capripox virus* της οικογένειας *Poxviridae*. Μεταδίδεται, κυρίως, από τα κουνούπια αλλά και από μύγες, κρότωνες. Χαρακτηριστικά της νόσου είναι η μείωση της παραγωγής από 40% έως 60% και αύξηση των ποσοστών θνησιμότητας, όπου ξεπερνούν το 10%.

Κλινικά συμπτώματα στα βοοειδή:

1. Υψηλός πυρετός (40-41,5°C) διάρκειας 10-15 ημέρες.
2. Δημιουργούνται οζίδια (βλατίδες, φυσαλίδες και φλύκταινες) στην επιφάνεια του δέρματος, διαμέτρου 1-5 εκατοστών (Εικόνα 2-11).
3. Ανορεξία, σιελόρροια, ρινικό και οφθαλμικό έκκριμα, μείωση γαλακτοπαραγωγής μέχρι και πλήρη αγαλαξία.
4. Χωλότητα λόγω νέκρωσης τενόντων.
5. Διόγκωση των επιφανειακών λεμφογαγγλίων από 4 μέχρι 10 φορές.
6. Ορχίτιδα και ατροφία όρχεων.

Επιπροσθέτως, οι αλλοιώσεις και οι δευτερογενείς επιπλοκές μπορούν να προκαλέσουν αποβολές, στειρότητα, σηψαιμία, πνευμονία και μαστίτιδα στα βοοειδή.



**Εικόνα 2.11:** Οζώδης δερματίτιδα σε αγελάδα (**Κτηνιατρικές υπηρεσίες Κ.Δ., n.d**)

Τα μέτρα που πρέπει να ληφθούν από τους κτηνοτρόφους για την πρόληψη των ανωτέρω ασθενειών είναι:

- Καλές συνθήκες υγιεινής και αερισμού εντός και εκτός των μονάδων.
- Χρήση εγκεκριμένων εντομοαπωθητικών, εντομοκτόνων και παρασιτοκτόνων στα ζώα και στο χώρο.

Τήρηση προγράμματος εμβολιασμών, αναλόγως του στρατηγικού σχεδιασμού της εκάστοτε περιφέρειας (**Minagric.gr, 2022**).

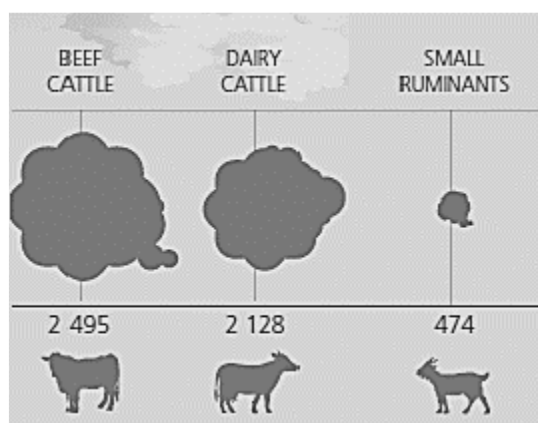
### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

#### Συνεισφορά των συστημάτων εκτροφής των γαλακτοπαραγωγών ζώων στην κλιματική αλλαγή – Διαμόρφωση των συστημάτων για την ελαχιστοποίηση των αρνητικών επιπτώσεων στο περιβάλλον.

Ο παγκόσμιος πληθυσμός αναμένεται να φτάσει περίπου τα 8,6 δισεκατομμύρια το 2030 και τα 9,7 δισεκατομμύρια το 2050, με βάση τα στοιχεία του ΟΗΕ (2019). Εκτιμάται ότι οι ανάγκες σε ζωικά προϊόντα θα διπλασιαστούν έως το 2050.

Ο κλάδος της ζωικής παραγωγής οδηγείται σε περιβαλλοντικό «αδιέξοδο», καθώς κατηγορείται ότι ευθύνεται για το 14,5% των συνολικών ανθρωπογενών εκπομπών αερίων θερμοκηπίου (Greenhouse gas, GhG) (Laliotis, 2020). Οι κύριες πηγές για αυτές τις εκπομπές θεωρούνται η εντερική ζύμωση μεθανίου, η παραγωγή και επεξεργασία ζωοτροφών, η κοπριά καθώς και η μεταφορά και η περαιτέρω επεξεργασία ζωικών προϊόντων.

Τα βοοειδή κρεοπαραγωγής, ακολουθούμενα από τα βοοειδή γαλακτοπαραγωγής θεωρούνται οι κύριοι συντελεστές των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου. Τα μικρά μηρυκαστικά έχουν χαμηλότερες εκπομπές (Εικόνα 3.1)



**Εικόνα 3.1:** Συμβολή των ζωικών ειδών (ανά ζωικό είδος) στις παγκόσμιες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (οι εντάσεις εκπομπών εκφράζονται σε ισοδύναμο Mt CO<sub>2</sub>· προσαρμοσμένο από [www.fao.org/climate-change](http://www.fao.org/climate-change)) (Laliotis, 2020)

Τα λιβάδια προς βόσκηση καλύπτουν περίπου το 30% της επιφάνειας της γης. Τα μηρυκαστικά είναι οι πιο αποτελεσματικοί οργανισμοί μετατροπής της βοσκήσιμης χορτονομής σε πρωτεΐνη. Ένα δισεκατομμύριο άνθρωποι εξαρτώνται από την κτηνοτροφία. Η εκτατική κτηνοτροφία εμφανίζεται στο 25% της παγκόσμιας



επιφάνειας της γης και υποστηρίζει περίπου 200 εκατομμύρια νοικοκυριά. Τα εκτατικά συστήματα κυριαρχούν σε χαμηλής πυκνότητας περιοχές, ενώ τα εντατικά σε υψηλής πυκνότητας (**Rust, 2019**).

Η κτηνοτροφική παραγωγή επηρεάζεται άμεσα και έμμεσα από την κλιματική αλλαγή. Ο αντίκτυπος της κλιματικής αλλαγής στη ζωική παραγωγή έχει κατηγοριοποιηθεί ως εξής:

1. διαθεσιμότητα ζωοτροφών (σιτηρά),
2. παραγωγή και ποιότητα της χορτονομής των βοσκοτόπων,
3. υγεία, ανάπτυξη και αναπαραγωγή,
4. εξάπλωση ασθενειών.

### 3.1 Προσαρμογή των εκτατικών και εντατικών συστημάτων σε ένα προβλεπόμενο σενάριο κλιματικής αλλαγής.

Θεωρείται ότι στα **εκτατικά** συστήματα παραγωγής θα ασκηθούν αυξημένες πιέσεις με βάση τα προβλεπόμενα σενάρια κλιματικής αλλαγής. Θα υπάρξει, κατά κάποια πιθανότητα, μία μικρή μείωση της συνολικής έκτασης των εκτατικών συστημάτων κτηνοτροφικής παραγωγής, τόσο στις ανεπτυγμένες χώρες όσο και στις αναπτυσσόμενες.

- Θα υπάρξει χωρική μετακίνηση. Εκτατικά συστήματα θα εξαφανιστούν από περιοχές που ασκούνταν παραδοσιακά, ενώ θα εμφανιστούν σε περιοχές που πριν λίγα χρόνια ήταν αδύνατο.
- Οι σταβλικές εγκαταστάσεις θα πρέπει να επανασχεδιαστούν, ώστε να παρέχουν: τεχνητή ή φυσική σκίαση και περισσότερες ποτίστρες κατάλληλα τοποθετημένες.
- Οι μονάδες εκτροφής θα αυξηθούν σε μέγεθος, αλλά με λιγότερα ζώα/εκτροφή.
- Θα κυριαρχήσουν οι αυτόχθονες καλά προσαρμοσμένες φυλές.
- Η αποδοτικότητα της κτηνοτροφικής μονάδας θα καταστεί υψίστης σημασίας (επιβίωση-αντοχή σε ασθένειες, ζέστη και υγρασία, καλά αναπαραγωγικά αποτελέσματα-γονιμότητα).
- Πραγματοποίηση γενετικής επιλογής θα εφαρμόζεται με την βοήθεια δεικτών.
- Οι αίγες θα κυριαρχήσουν σε ορισμένες περιοχές λόγω της ανθεκτικότητάς τους.

- Το κόστος της εκτατικής κτηνοτροφίας θα αυξηθεί με επακόλουθο την αύξηση της τιμής των προϊόντων, με πιθανή αντίσταση των καταναλωτών.
- Απαιτήση σχετικά υψηλού επιπέδου δεξιοτήτων από τους εκτατικούς κτηνοτρόφους.

Τα **εντατικά** συστήματα θα υποστούν σχετικά μικρότερη πίεση, σε σύγκριση με τα εκτατικά στο προβλεπόμενο σενάριο κλιματικής αλλαγής. Θα είναι η ευνοϊκότερη επιλογή για τους κτηνοτρόφους.

- Θα υπάρξει αύξηση της εντατικής κτηνοτροφικής παραγωγής.
- Η εντατική κτηνοτροφία θα πλησιάσει τις αστικές περιοχές (αστικοποίηση του συστήματος παραγωγής).
- Οι σταβλικές εγκαταστάσεις θα αλλάξουν σημαντικά με αυτάρκεια στην παροχή ενέργειας, συστήματα φιλτραρίσματος του αέρα, συστήματα ανακύκλωσης του νερού και εξελιγμένα συστήματα ψύξης.
- Μικρότερες κτηνοτροφικές μονάδες με λιγότερα ζώα /μονάδα.
- Εκλεπτυσμένα, ειδικά μελετημένα σιτηρέσια με βάση το περιβαλλοντικό κόστος παραγωγής.
- Διαχείριση της κοπριάς, για ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και παραγωγή επαναχρησιμοποιούμενης ενέργειας.
- Γενετική επιλογή ζώων με γρήγορη ανάπτυξη και αποδοτική σε έντονες συνθήκες, με τη βοήθεια κατάλληλων δεικτών.
- Θα υπάρξει στροφή από τα εκτατικά στα εντατικά συστήματα παραγωγής στις αναπτυσσόμενες χώρες.
- Το κόστος της εντατικής κτηνοτροφίας θα αυξηθεί με επακόλουθο την αύξηση της τιμής των προϊόντων, με πιθανή αντίσταση των καταναλωτών.
- Απαιτήση πολύ υψηλού επιπέδου δεξιοτήτων από τους εντατικούς κτηνοτρόφους **(Rust, 2019)**.

Αρκετές κτηνοτροφικές μονάδες που βασίζονταν στην βόσκηση των ζώων, ενσωματώνουν όλο και περισσότερα πρόσθετα συμπληρώματα διατροφής (συμπυκνώματα, σανό, ενσιρώματα). Αυτές οι συμπληρωματικές ζωοτροφές αυξάνουν το κόστος της γαλακτοπαραγωγής.

Για την σίτιση των αγελάδων, σε υπάρχον σύστημα βοσκοτόπων, απαιτούνται εγκαταστάσεις με ταΐστρες. Οι σωστά σχεδιασμένες, με καλή συντήρηση και ποιότητα

κατασκευής εγκαταστάσεις, μειώνουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Μειώνεται η σπατάλη ζωοτροφών, οι αγελάδες διατηρούνται καθαρές και υπάρχει η δυνατότητα συλλογής της κοπριάς (απόξεση ή πλύσιμο) από το δάπεδο σε μία εγκατάσταση συλλογής. Στη συνέχεια, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως κομπόστ ή και για παραγωγή ενέργειας, σε αναερόβιο χωνευτήρα παραγωγής βιοαερίου (Muller and Scholtz, 2014). Ο συχνός καθαρισμός και απομάκρυνση της κοπριάς μειώνει τις εκπομπές μεθανίου και οξειδίου του αζώτου πάνω από 40% (Mohankumar Sajeev et al., 2018), ενώ ο διαχωρισμός στερεής-υγρής κοπριάς οδηγεί σε 30% λιγότερες εκπομπές σε σχέση με την ακατέργαστη κοπριά (Montes et al., 2013).

Αντίθετα, στα ανοιχτά συστήματα τροφοδοσίας υπάρχει μεγάλη συσσώρευση κοπριάς, καθιστώντας δύσκολη τη συλλογή της λόγω της ύπαρξης της λάσπης. Στα συστήματα βοσκοτόπων, ο κύριος όγκος της κοπριάς εναποτίθεται στο βοσκότοπο, στη διαδρομή προς το αρμεκτήριο και κοντά στις πηγές υδροληψίας. Αυτή η ανομοιόμορφη διασπορά κοπριάς καθιστά αδύνατη την συλλογή και την περαιτέρω επεξεργασία της (Muller and Scholtz, 2014).

#### **Περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις εντατικών/εκτατικών συστημάτων εκτροφής.**

Τα εκτατικά συστήματα έχουν υψηλότερο περιβαλλοντικό αντίκτυπο ανά kg παραγόμενου προϊόντος σε σύγκριση με τα εντατικά συστήματα, λόγω των υψηλότερων εισροών που απαιτούνται για παραγωγή της ίδιας ποσότητας προϊόντος. Οι μονάδες εντατικού συστήματος με βελτιωμένες φυλές γαλακτοπαραγωγών προβάτων έχουν χαμηλό αποτύπωμα άνθρακα, σε σχέση με τις ημι-εντατικές εκμεταλλεύσεις που εκτρέφουν αυτόχθονες-τοπικές φυλές.

Μελέτη του Salvador (2016), μεταξύ εκτατικών και εντατικών αγελαδοτροφικών μονάδων γαλακτοπαραγωγικής κατεύθυνσης, έδειξε ότι η εκπομπές αερίων είναι υψηλότερες στα εκτατικά από ότι στα εντατικά συστήματα εκτροφής ανά μονάδα τελικού παραγόμενου προϊόντος. Ωστόσο σε μονάδες μικτής παραγωγικής κατεύθυνσης (γάλα & κρέας) οι εκπομπές ήταν παρόμοιες, τόσο των εκτατικών όσο και των εντατικών εκτροφών.

Όμως, η μείωση των εκτατικών συστημάτων, με την αιτιολογία ότι είναι λιγότερο αποτελεσματικά, δεν θα ήταν η βέλτιστη λύση, καθώς συμβάλλουν σε διάφορες



κοινωνικοοικονομικές πτυχές, όπως το γεγονός ότι προσφέρουν εισόδημα σε χιλιάδες οικογένειες που ζουν σε (ημι-)ορεινές περιοχές.

Σε αυτά τα συστήματα εκτρέφονται κυρίως σπάνιες τοπικές φυλές. Αντιπροσωπεύουν, επίσης, μια δεξαμενή ζωικής βιοποικιλότητας, ως αποτέλεσμα της φυσικής και ζωοτεχνικής επιλογής, που εφαρμόστηκε τα τελευταία χρόνια. Με τον ίδιο τρόπο, αποτελούν μια «ζωντανή» γενετική δεξαμενή, η οποία θα μπορούσε να χρησιμεύσει ως όχημα για την υπέρβαση των μελλοντικών προκλήσεων. Αυτές οι φυλές έχουν υψηλή ανθεκτικότητα σε σκληρά περιβάλλοντα, ικανότητα εκμετάλλευσης φτωχών και άνυδρων βοσκοτόπων, παρουσιάζουν αντοχή σε ασθένειες, δυνατότητα επιβίωσης υπό περιορισμένη ποσότητα νερού και τροφής, καθώς και ικανότητα παραγωγής τελικών προϊόντων με μοναδικά ποιοτικά χαρακτηριστικά (**Laliotis, 2020**).

### 3.2 Τρόποι μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από τις κτηνοτροφικές μονάδες

Οι τρόποι για να μειωθούν οι αρνητικές επιπτώσεις της κτηνοτροφικής παραγωγής και η συμβολή της στην κλιματική αλλαγή είναι η βελτίωση της αποτελεσματικότητας των συστημάτων παραγωγής. Αυτό μπορεί να γίνει με (1) τροποποιήσεις στο περιβάλλον και στον τρόπο διαχείρισης της εκτροφής, (2) τροποποιήσεις στη διατροφή των ζώων, (3) βελτίωση της απόδοσης αναπαραγωγής και (4) χρήση γενετικών μεθόδων (**Muller and Scholtz, 2014**).

#### 3.2.1. Τροποποιήσεις στο περιβάλλον και στον τρόπο διαχείρισης της εκτροφής

Βελτίωση του φυσικού περιβάλλοντος μπορεί να επέλθει με αποδοτικά συστήματα σκίασης και εξαερισμού (φυσικά ή τεχνητά). Η φυσική σκιά των δένδρων προστατεύει τα ζώα από την ηλιακή ακτινοβολία, μειώνοντας το θερμικό φορτίο κατά 30 έως 50%. Η χρήση διαφόρων μονωτικών υλικών μπορεί να μειώσει την θερμοκρασία των εγκαταστάσεων έως και 10°C. Όταν, όμως, παράλληλα με την θερμοκρασία επικρατούν και υψηλές τιμές υγρασίας, η σκίαση αποδεικνύεται αναποτελεσματική. Σε αυτή την περίπτωση προτείνεται η χρήση συστημάτων εξαερισμού, ψύξης και ψεκασμού των ζώων. Ένας καλός συνδυασμός των παραπάνω επιφέρει αύξηση στην ημερήσια γαλακτοπαραγωγή από 10 έως 20%. Με χρήση αυτών των συστημάτων, τα ζώα καταναλώνουν περισσότερη τροφή αυξάνοντας την περιεκτικότητα του γάλακτος σε λίπος και πρωτεΐνη. Επίσης, βελτιώνεται και η αναπαραγωγική απόδοση των αγελάδων.

Επίσης, συστήνονται κάποιες αλλαγές στον τρόπο διαχείρισης της εκτροφής. Προτείνονται η μείωση της πυκνότητας των ζώων, η αποφυγή χειρισμών στα ζώα κατά την διάρκεια των θερμών ωρών και η παροχή άφθονου νερού.

### 3.2.2. Τροποποιήσεις στη διατροφή των ζώων

Θεωρείται ότι τα χαμηλής εισροής κτηνοτροφικά συστήματα έχουν μικρότερη επίδραση στο περιβάλλον, σε σχέση με τα υψηλής εισροής, ανά παραγόμενη μονάδα τελικού προϊόντος. Όμως, τελικά συμβαίνει το αντίθετο, καθώς στα χαμηλής εισροής συστήματα τα ζώα τρέφονται με υψηλά ποσοστά χορτονομής έναντι συμπυκνωμάτων. Η θερμική καταπόνηση επηρεάζει το μεταβολισμό των ζώων. Για να μην συμβεί αυτό πρέπει να μειωθεί η κατανάλωση ξηράς τροφής, να αποφευχθεί η κατανάλωση ενέργειας και πρωτεϊνών, να μειωθεί η πρόσληψη των ινωδών ουσιών και να αυξηθεί η πρόσληψη των υδατανθράκων. Στόχος είναι να αυξηθεί η ενεργειακή πυκνότητα του σιτηρεσίου **(Κουτσούλη και Μπιζέλης, 2019)**.

Μία διατροφή πλούσια σε φυτικές ίνες αυξάνει τις εκπομπές μεθανίου, ενώ η χρήση αμυλούχων συμπυκνωμάτων (δημητριακά κτλ.) βελτιώνει την πεπτικότητα και μειώνει την παραγωγή αερίων του θερμοκηπίου **(Muller and Scholtz, 2014)**. Η προσθήκη 1% λίπους στην διατροφή μειώνει την παραγωγή μεθανίου κατά 4-5%, όπως επίσης και τα αντιβιοτικά στις ζωοτροφές, που μειώνουν την εντερική ζύμωση **(Laliotis, 2020)**. Για τα συστήματα υψηλών εκροών, ένας τρόπος μείωσης των αρνητικών επιπτώσεων στο περιβάλλον, είναι η χορήγηση εύπεπτων ζωοτροφών, δηλαδή ζωοτροφών με συγκομιδή στο πρώιμο στάδιο ανάπτυξής τους.

Το θερμικό στρες προκαλεί οξειδωτικές βλάβες στα κύτταρα. Για να μειωθεί το οξειδωτικό στρες στα ζώα, τους χορηγούνται αντιοξειδωτικά. Η βιταμίνη Ε προστατεύει τις βιολογικές μεμβράνες και χρησιμοποιείται ως θερμό-προστατευτικός παράγοντας σε αγελάδες κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. Επίσης, η βιταμίνη C, διευκολύνει την απορρόφηση του φολικού οξέος. Στα πρόβατα υπό θερμικό στρες χορηγείται σελήνιο σε ενέσιμη μορφή, καθώς μειώνει την θερμοκρασία του σώματος και την απώλεια σωματικού βάρους **(Κουτσούλη και Μπιζέλης, 2019)**.

### 3.2.3. Βελτίωση των αναπαραγωγικών αποδόσεων

Βελτιωμένη απόδοση στα κοπάδια γαλακτοπαραγωγής δεν είναι μόνο η υψηλή γαλακτοπαραγωγή των αγελάδων, αλλά και η καλύτερη αναπαραγωγική τους απόδοση. Η βελτιωμένη απόδοση αναπαραγωγής στα γαλακτοπαραγωγά βοοειδή οδηγεί σε

μείωση των εκπομπών μεθανίου κατά 10-24% και μείωση των εκπομπών οξειδίου του αζώτου κατά 9-17% (Laliotis, 2020).

Οι απαιτήσεις σε ζωοτροφές κάθε αναπτυσσόμενης μοσχίδας αντιστοιχούν στο 25% του συνολικού κόστους για όλη την διάρκεια ζωής μιας γαλακτοπαραγωγού αγελάδας. Όσο περισσότερες, όμως, αγελάδες απομακρύνονται από την αγέλη, για διάφορους λόγους (ασθένειες, χωλότητα, κτλ.), τόσες μοσχίδες εκτρέφονται προς αντικατάστασή τους, με τις αντίστοιχες οικονομικές επιπτώσεις για την κτηνοτροφική μονάδα. Χαμηλά ποσοστά αντικατάστασης συμβάλλουν στην καλύτερη βιωσιμότητα της αγελαδοτροφικής μονάδας, καθώς μόνο το 26% της ενέργειας των ζωοτροφών μεταβολίζεται από τις αγελάδες, ενώ το υπόλοιπο ποσοστό ενέργειας αποβάλλεται από το σώμα του ζώου ως θερμότητα, μεθάνιο, ούρα και κόπρανα (Muller and Scholtz, 2014).

#### 3.2.4. Χρήση γενετικών μεθόδων

Για να αυξηθεί η γαλακτοπαραγωγή που παράγεται από τις ίδιες εισροές (ειδικά τις ζωοτροφές), πρέπει να εφαρμοσθεί πρόγραμμα βελτίωσης μέσω γονιδιοματικής επιλογής σε επίπεδο, όχι μόνο παραγωγικών χαρακτηριστικών, αλλά και φυσιολογικών δεικτών (π.χ. απόδοση της τροφής) ευζωίας και υγιεινής κατάστασης (αντίσταση σε παθογόνους μικροοργανισμούς, κ.λπ.) (Laliotis, 2020).

Όμως, η παραγωγή ζώων με καλή προσαρμογή, καλή αναπαραγωγική ικανότητα σε υψηλές θερμοκρασίες και παράλληλα με υψηλές αποδόσεις, δεν είναι εύκολος στόχος για την γενετική.

Συνοπτικά, προτείνονται τέσσερις στρατηγικές :

- 1) Επιλογή της περισσότερο θερμοανθεκτικής φυλής.
- 2) Εισαγωγή σε έναν πληθυσμό, ανθεκτικών γονιδίων στο θερμικό στρες, με τα κατάλληλα σχήματα διασταύρωσης.
- 3) Επιλογή από έναν πληθυσμό ίδιας φυλής, των πιο προσαρμοσμένων ατόμων στο θερμικό στρες.
- 4) Επιλογή αγελάδων χαμηλότερης παραγωγής μεθανίου.

Τα βοοειδή *Bos indicus* (Zebu) των τροπικών κλιμάτων, καθώς και φυλές με μεγάλο ποσοστό γονιδίων Zebu (φυλές Boran, Brahman, Africander, Nelore), χαρακτηρίζονται από καλή προσαρμοστικότητα στο θερμικό στρες, αποβάλλοντας αποτελεσματικά την θερμότητα, συγκριτικά με τις Ευρωπαϊκές φυλές, που προέρχονται από τα *Bos taurus*. Οι παραπάνω φυλές θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν σε περιοχές που έχουν

επηρεαστεί σημαντικά από την κλιματική αλλαγή. Οι φυλές Χίου, Μυτιλήνης και Awassi των προβάτων, χαρακτηρίζονται από καλή προσαρμοστικότητα σε ξηρές και ημίξηρες περιοχές (**Κουτσούλη και Μπιζέλης, 2019**).

Η γενετική βελτίωση των αγελάδων είναι σημαντική, καθώς έχει μόνιμα αποτελέσματα στα χαρακτηριστικά παραγωγής τους. Η στρατηγική αναπαραγωγής, λοιπόν, αγελάδων με λιγότερη παραγωγή μεθανίου, θα μειώσει τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Ο καλύτερος τρόπος, όμως, για την μείωση των εκπομπών μεθανίου (CH<sub>4</sub>), είναι να μειωθεί ο αριθμός των ζώων, να βελτιωθεί η πεπτικότητα των ζωοτροφών (καθώς η διαδικασία μηρυκασμού δεν μπορεί να αλλάξει σημαντικά σε μακροπρόθεσμη βάση, μπορεί να αλλάξει ελαφρώς μόνο με τη χρήση ορθολογικά καταρτισμένων σιτηρεσίων), να αυξηθεί η παραγωγικότητα των ζώων και να βελτιωθεί η αποτελεσματικότητα διαχείρισης της κοπριάς. Πρέπει, όμως, να γίνεται επαναξιολόγηση των χαρακτηριστικών των αγελάδων γαλακτοπαραγωγής, (χωλότητα, θερμικό στρες και εκπομπές μεθανίου), καθώς συμβάλλουν όλα στη μείωση των περιβαλλοντικών και οικονομικών επιπτώσεων της κτηνοτροφικής παραγωγής (**Silva et al., 2016**).

### 3.3 Ενσωμάτωση διαφορετικών ειδών στα συστήματα ζωικής παραγωγής

Η εκτροφή διαφορετικών ειδών σε ένα ποιμενικό-εκτατικό σύστημα είναι μία καλή στρατηγική κατά των ασθενειών-επιδημιών και των ελλείψεων ζωοτροφών. Αυτή η ποικιλομορφία της εκτροφής επηρεάζει την παραγωγική απόδοση αλλά και την ανθεκτικότητα του συστήματος. Οι κατάλληλοι συνδυασμοί κτηνοτροφικών ειδών, φυτικής και ζωικής παραγωγής μπορούν να αυξήσουν την παραγωγή της εκμετάλλευσης με σημαντικά οφέλη στην υγεία των ζώων.

#### 3.3.1. Ποικιλομορφία βοσκοτόπων

Οι βοσκότοποι πολλαπλών ειδών κτηνοτροφικών φυτών μπορούν να ωφελήσουν την παραγωγικότητα και την απόδοση των ζώων. Σε βοσκότοπους με ποικιλίες μονοετών ειδών φυτών, οι αποδόσεις των ζώων ήταν 30% υψηλότερες σε σχέση με βοσκότοπους όπου επικρατούσε μόνο ένα μονοετές είδος. Η ποικιλία των φυτών περιορίζει τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, διευρύνοντας το εποχικό εύρος της χορτονομής και αυξάνοντας την ανθεκτικότητα των βοσκοτόπων σε συνθήκες ξηρασίας. Η εναλλασσόμενη βόσκηση σε αγρούς με αυξημένη βοτανική πολυπλοκότητα, βελτιώνει την γαλακτοπαραγωγή των αγελάδων, λόγω της αυξημένης ημερήσιας πρόσληψης και

της υψηλής θρεπτικής αξίας των βοσκούμενων φυτών. Επίσης, μειώνονται οι εντερικές εκπομπές μεθανίου και η αποβολή αζώτου από τα ούρα.

### 3.3.2. Συνδυασμός Φυτικής και Ζωικής Παραγωγής

Οι κατάλληλοι συνδυασμοί φυτικής και ζωικής παραγωγής μπορούν να αυξήσουν την παραγωγικότητα μίας κτηνοτροφικής μονάδας. Αγελαδοτρόφοι σε βιολογικά συστήματα, που καλλιεργούν κτηνοτροφικά φυτά με το σύστημα της αμειψισποράς, για τις ανάγκες της εκμετάλλευσής τους, έχουν υψηλά ποσοστά απογαλακτισμένων μόσχων /αγελάδα και χαμηλότερες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Αντίθετα οι συμβατικές εκτροφές είναι κατά μέσο όρο λιγότερο αποτελεσματικές. Στα βιολογικά συστήματα εφαρμόζονται συστήματα αμειψισπορών σε ποσοστό 15% περισσότερο από τα συμβατικά. Αρκετές συγκαλλιέργειες ψυχανθών ή μη έχουν υψηλή θρεπτική αξία για τα μηρυκαστικά με αρκετά οφέλη στο οικοσύστημα, όπως η γονιμότητα του εδάφους, ο έλεγχος των ζιζανίων και η μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από τα ζώα.

### 3.3.3. Σύστημα μικτής βόσκησης

Κατά την μικτή βόσκηση προβάτων και βοοειδών, υπάρχει μία θετική επίδραση στην ημερήσια αύξηση του σωματικού βάρους των προβάτων, χωρίς αυτό να συμβαίνει και στα βοοειδή. Τα πρόβατα που βοσκούσαν μαζί με αγελάδες αυξάνονταν κατά 14,5 g/ημέρα πιο γρήγορα από αυτά που βοσκούσαν μόνα τους, με αποτέλεσμα την υψηλότερη παραγωγή κρέατος. Λόγω των μορφολογικών ικανοτήτων και των διατροφικών τους αναγκών, τα βοοειδή και τα πρόβατα παρουσιάζουν διαφορετικές συμπεριφορές βόσκησης, οι οποίες ωφελούν την θρεπτική αξία των βοσκοτόπων και την βιοποικιλότητα. Βελτιώνεται η ποικιλομορφία και η αφθονία έξι ομάδων υπέργειων και υπόγειων οργανισμών (φυτών, φυτοφάγων εντόμων, αρπακτικών εντόμων, βακτηρίων του εδάφους, μυκήτων και νηματωδών).

Ωστόσο, χρειάζεται προσοχή, καθώς έχει αναφερθεί μετάδοση βακτηριακών ασθενειών κατά την συν-βόσκηση βοοειδών με τα πρόβατα. Επίσης, απαιτείται προσεκτική διαχείριση της έντασης της βόσκησης, καθώς η υπερβόσκηση μπορεί να οδηγήσει σε υποβάθμιση του εδάφους.

Η αντικατάσταση των μιγμάτων τριφυλλιού-σίκαλης με χορτονομή πολλαπλών ειδών, όπως το κichάριο και η μηδική, αυξάνει το κέρδος στις γαλακτοκομικές εκμεταλλεύσεις, λόγω της αυξημένης βιομάζας που συλλέγεται στα αγροκτήματα. Στις

κρεοπαραγωγικές εκμεταλλεύσεις βοοειδών, η βόσκηση, τα ιδιοπαραγόμενα σιτηρά και η τροφοδοσία των βοοειδών με υπολείμματα καλλιεργειών, μπορούν να μειώσουν το κόστος παραγωγής κατά 30-35%. Σε περίπτωση έλλειψης ζωοτροφών, είναι, επίσης, δυνατή η τροφοδοσία των μηρυκαστικών με φύλλωμα δένδρων, π.χ. *Fraxinus excelsior* L. σε εύκρατες περιοχές ή *Leucaena leucocephala* στις τροπικές περιοχές, ως μέρος της καθημερινής τους διατροφής

Επίσης, οι μόσχοι μπορούν να πωληθούν ως άπαχοι αρσενικοί μόσχοι αμέσως μετά τον απογαλακτισμό ή ως νεαρές μοσχίδες για πάχυνση ή ως θηλυκά για αναπαραγωγή. Η πώληση των ζώων για τη μείωση της πυκνότητας της αγέλης αυξάνει τις τεχνοοικονομικές επιδόσεις της κτηνοτροφικής μονάδας και μετριάξει τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής αυξάνοντας έτσι την ανθεκτικότητα της μονάδας (**Dumont et al., 2020**).

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4**

### **Ερευνητικό μέρος**

#### **4.1 Ερευνητική μεθοδολογία**

Η συγκεκριμένη μελέτη βασίστηκε σε πρωτογενή στοιχεία, τα οποία συλλέχθηκαν μέσω ερωτηματολογίων, όπου το μέγεθος του δείγματος ανέρχεται σε 50 άτομα και η συλλογή των στοιχείων υλοποιήθηκε από την 17<sup>η</sup> μέχρι την 24<sup>η</sup> Ιανουαρίου του 2022. Η συλλογή των στοιχείων πραγματοποιήθηκε κατά 44% (22 δείγματα) μέσω διαδικτυακής φόρμας συμπλήρωσης, 26% (13 δείγματα) με προσωπική επαφή, δηλαδή άμεση συμπλήρωση από τους ερωτηθέντες και επιστροφή του ερωτηματολογίου την ίδια στιγμή, 18% (9 δείγματα) μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου και 12% (6 δείγματα) μέσω τηλεφωνικής συνέντευξης. Μετρήθηκαν 6 περιστατικά μη ανταπόκρισης, με την προσωπική μέθοδο, λόγω περιορισμένου διαθέσιμου χρόνου και 4 μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου.

Το ερωτηματολόγιο αποτελείται από 17 ερωτήσεις, χωρισμένο σε τρεις θεματικές ενότητες:

- 1) Ερωτήσεις που αφορούν δημογραφικά και προσωπικά στοιχεία.
- 2) Γενικές ερωτήσεις.
- 3) Ειδικές ερωτήσεις.

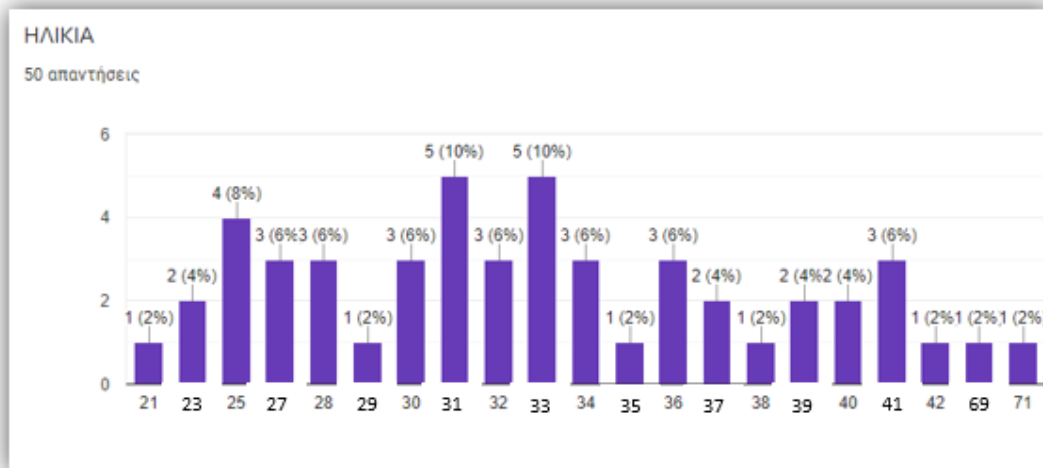
#### **4.2 Αποτελέσματα και ανάλυση δημογραφικών στοιχείων ερωτηματολογίου**

##### **4.2.1 Ηλικία**

Στην ερώτηση που αφορά την ηλικία των ατόμων, οι ερωτηθέντες κλήθηκαν να την αναγράψουν και οι απαντήσεις απεικονίζονται στο Διάγραμμα 4.1.

Στον Πίνακα 4-1 παρατηρείται ότι το εύρος ηλικίας είναι 50 έτη (Range= Max-Min). Ο μικρότερος σε ηλικία που έλαβε μέρος στην έρευνα ήταν 21 ετών (minimum) και ο μεγαλύτερος 71 ετών (maximum). Ο μέσος όρος της μεταβλητής της ηλικίας υπολογίζεται στα 33,74 έτη.





**Διάγραμμα 4.1:** Ποσοστιαία ταξινόμηση ηλικιών

**Πίνακας 4-1:** Περιγραφική ανάλυση της ηλικίας

ΗΛΙΚΙΑ				
Πλήθος	Εύρος	Minimum	Maximum	Μέσος όρος
50	50	21	71	33,74

Για την στατιστική ανάλυση της συγκεκριμένης μεταβλητής, ομαδοποιήθηκαν οι ηλικίες σε 4 κατηγορίες. Όπως φαίνεται και στον αντίστοιχο (Πίνακα 4-2), οι ηλικίες κατηγοριοποιήθηκαν ως εξής: από 21 ετών έως 30 ετών, από 31 έως 40, από 41 έως 50 και από 51 έως 71. Το μεγαλύτερο ποσοστό του δείγματος εντοπίζεται στην ηλικιακή κατηγορία 31-40 με 54%, ακολουθεί η κατηγορία 21-30 με 34%, έπειτα η κατηγορία 41-50 με 8% και τελευταία η κατηγορία 51-71 με 4%. Αθροιστικά το 86% του δείγματος είναι από 21 έως 40 ετών.

**Πίνακας 4-2:** Κατανομή του δείγματος ανά ηλικιακή ομάδα

Ηλικιακές κατηγορίες	Συχνότητα	Ποσοστιαία συχνότητα
21-30	17	34%
31-40	27	54%
41-50	4	8%
51-71	2	4%
<b>Σύνολο</b>	<b>50</b>	<b>100%</b>

#### 4.2.2 Φύλο

Το δείγμα αποτελείται από 50 ερωτηθέντα άτομα από τα οποία οι 26 είναι άνδρες και οι 24 γυναίκες, που μεταφράζονται ανά κατηγορία σε 52% και 48%, αντίστοιχα, όπως φαίνονται στο (Πίνακα 4-3).

**Πίνακας 4-3:** Κατανομή του δείγματος ανά φύλο

Φύλο	Συχνότητα	Ποσοστιαία συχνότητα
Ανδρας	26	52%
Γυναίκα	24	48%
<b>Σύνολο</b>	<b>50</b>	<b>100%</b>

#### 4.2.3 Επίπεδο εκπαίδευσης

Στην κατανομή του δείγματος, σύμφωνα με το επίπεδο εκπαίδευσης, παρατηρείται ότι το 54% είναι απόφοιτοι Α.Ε.Ι (27 άτομα), το 22% απόφοιτοι Τ.Ε.Ι (11), το 14% απόφοιτοι Ι.Ε.Κ (7), το 4% απόφοιτοι Λυκείου (2), το 4% κάτοχοι Μεταπτυχιακού τίτλου (2) και τέλος το 2% κάτοχοι Διδακτορικού τίτλου (1), όπως παρουσιάζεται και στον Πίνακα 4-4.

**Πίνακας 4-4:** Κατανομή του δείγματος σύμφωνα με το επίπεδο εκπαίδευσης

Επίπεδο εκπαίδευσης	Συχνότητα	Ποσοστιαία συχνότητα
Α.Ε.Ι	27	54%
Τ.Ε.Ι	11	22%
Ι.Ε.Κ	7	14%
Λύκειο	2	4%
Μεταπτυχιακό	2	4%
Διδακτορικό	1	2%
<b>Σύνολο</b>	<b>50</b>	<b>100%</b>

#### 4.2.4 Είδος εργασίας

Όσον αφορά στο είδος εργασίας των ερωτηθέντων, το 60% απασχολείται στον ιδιωτικό τομέα (30 άτομα), το 10% είναι Ελεύθεροι επαγγελματίες/Αυτοαπασχολούμενοι (5), το 10% είναι Άνεργοι (5), το 8% απασχολείται στον Δημόσιο τομέα (4), το 4% είναι

Αγρότες/Κτηνοτρόφοι (2), το 4% είναι Συνταξιούχοι (2) και το 4% είναι Φοιτητές (2) (Πίνακας 4-5).

**Πίνακας 4-5:** Κατανομή του δείγματος σύμφωνα με το επίπεδο εκπαίδευσης

Είδος εργασίας	Συχνότητα	Ποσοστιαία συχνότητα
Ιδιωτικός υπάλληλος	30	60%
Ελεύθερος Επαγγελματίας/Αυτοαπασχολούμενος	5	10%
Άνεργος	5	10%
Δημόσιος υπάλληλος	4	8%
Αγρότης/Κτηνοτρόφος	2	4%
Συνταξιούχος	2	4%
Φοιτητής	2	4%
<b>Σύνολο</b>	<b>50</b>	<b>100%</b>

#### 4.3 Αποτελέσματα και ανάλυση γενικών ερωτήσεων ερωτηματολογίου

##### 4.3.1 Γνώση της έννοιας της κλιματικής αλλαγής

Στην ερώτηση «Έχετε ακούσει την έννοια της κλιματικής αλλαγής;» το 100% των ερωτηθέντων απάντησε Ναι και το 0% Όχι , (Πίνακας 4-6).

**Πίνακας 4-6:** Γνώση της έννοιας της κλιματικής αλλαγής

	Συχνότητα	Ποσοστιαία συχνότητα
Ναι	50	100%
Όχι	0	0%
<b>Σύνολο</b>	<b>50</b>	<b>100%</b>

##### 4.3.2 Πηγές πληροφόρησης της έννοιας της κλιματικής αλλαγής

Στην ερώτηση «Εάν Ναι, από πού έχετε πάρει αυτές τις πληροφορίες;» το 54% απάντησε από το Διαδίκτυο/κοινωνικά δίκτυα (27), το 24% μέσω δομών εκπαίδευσης (12), το 18% από Τηλεόραση/ντοκιμαντέρ/ειδήσεις (9) και το 4% από το Φιλικό και οικογενειακό περιβάλλον (2) (Πίνακας 4-7).

**Πίνακας 4-7:** Πηγές πληροφόρησης της έννοιας της κλιματικής αλλαγής

	<b>Συχνότητα</b>	<b>Ποσοστιαία συχνότητα</b>
Διαδίκτυο/κοινωνικά δίκτυα	27	54%
Εκπαίδευση	12	24%
Τηλεόραση/ντοκιμαντέρ/ειδήσεις	9	18%
Φιλικό και οικογενειακό περιβάλλον	2	4%
<b>Σύνολο</b>	<b>50</b>	<b>100%</b>

#### 4.3.3 Σημαντικότητα της κλιματικής αλλαγής

Στην ερώτηση «Για εσάς προσωπικά, πόσο σημαντικό είναι το θέμα της κλιματικής αλλαγής;» το 66% απάντησε Πολύ (33), το 28% Αρκετά (14), το 6% Λίγο (3), και το 0% Καθόλου (0) (Πίνακας 4-8).

**Πίνακας 4-8:** Σημαντικότητα της κλιματικής αλλαγής

	<b>Συχνότητα</b>	<b>Ποσοστιαία συχνότητα</b>
Πολύ	33	66%
Αρκετά	14	28%
Λίγο	3	6%
Καθόλου	0	0%
<b>Σύνολο</b>	<b>50</b>	<b>100%</b>

#### 4.3.4 Μακροπρόθεσμες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής

Στην ερώτηση «Πιστεύετε ότι στο άμεσο μέλλον (5-10 χρόνια), οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής θα σας επηρεάσουν άμεσα;» το 88% των ερωτηθέντων απάντησε Ναι και το 12% Όχι, με αναλογία ατόμων 44 και 6, αντίστοιχα (Πίνακας 4-9).

**Πίνακας 4-9:** Μακροπρόθεσμες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής

	<b>Συχνότητα</b>	<b>Ποσοστιαία συχνότητα</b>
Ναι	44	88%
Όχι	6	12%
<b>Σύνολο</b>	<b>50</b>	<b>100%</b>

#### 4.3.5 Αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής

Στην ερώτηση «Ποιος είναι ο κύριος υπεύθυνος, ο οποίος πρέπει να λάβει μέτρα για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής;» το 66% απάντησε Διεθνείς και κρατικοί οργανισμοί (33), το 20% η Βιομηχανία (10), το 10% Ατομική πρωτοβουλία (5), και το 4% Περιβαλλοντικοί οργανισμοί (πχ Greenpeace) (2) (Πίνακας 4-10).

**Πίνακας 4-10:** Αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής

	Συχνότητα	Ποσοστιαία συχνότητα
Διεθνείς και κρατικοί οργανισμοί	33	66%
Βιομηχανία	10	20%
Ατομική πρωτοβουλία	5	10%
Περιβαλλοντικοί οργανισμοί (πχ Greenpeace)	2	4%
<b>Σύνολο</b>	50	100%

#### 4.4 Αποτελέσματα και ανάλυση ειδικών ερωτήσεων ερωτηματολογίου

##### 4.4.1 Σύνδεση της κλιματικής αλλαγής με την κτηνοτροφία

Στην ερώτηση «Θεωρείτε ότι η κλιματική αλλαγή συνδέεται με την άσκηση της κτηνοτροφίας;» το 80% απάντησε Ναι και το 20% απάντησε Όχι, με αναλογία ατόμων 40 και 10, αντίστοιχα (Πίνακας 4-11).

**Πίνακας 4-11:** Σύνδεση της κλιματικής αλλαγής με την κτηνοτροφία

	Συχνότητα	Ποσοστιαία συχνότητα
Ναι	40	80%
Όχι	10	20%
<b>Σύνολο</b>	50	100%

##### 4.4.2 Κατάταξη περιβαλλοντικών επιπτώσεων ανά είδος εκτροφής

Στην ερώτηση «Ποιες μονάδες θεωρείτε ότι συνδέονται σε μεγαλύτερο βαθμό με την κλιματική αλλαγή;» το 50% απάντησε οι Αγελαδοτροφικές (25), το 40% απάντησε Δεν γνωρίζω (20), το 6% οι Αιγοτροφικές (3) και το 4% οι Προβατοτροφικές (2) (Πίνακας 4-12).

**Πίνακας 4-12:** Κατάταξη περιβαλλοντικών επιπτώσεων ανά είδος εκτροφής

	<b>Συχνότητα</b>	<b>Ποσοστιαία συχνότητα</b>
Αγελαδοτροφικές	25	50%
Δεν γνωρίζω	20	40%
Αιγοτροφικές	3	6%
Προβατοτροφικές	2	4%
<b>Σύνολο</b>	<b>50</b>	<b>100%</b>

#### 4.4.3 Κατάταξη περιβαλλοντικών επιπτώσεων ανά τύπο εκτροφής

Στην ερώτηση «Ποια συστήματα εκτροφής θεωρείτε πιο επιβαρυντικά σε σχέση με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις τους;» το 42% απάντησε Δεν γνωρίζω (21), το 28% τα Εντατικά συστήματα (14), το 20% τα Εκτατικά συστήματα (10) και το 10% απάντησε ότι Δεν υπάρχει διαφορά μεταξύ τους (5) (Πίνακας 4-13).

**Πίνακας 4-13:** Κατάταξη περιβαλλοντικών επιπτώσεων ανά τύπο εκτροφής

	<b>Συχνότητα</b>	<b>Ποσοστιαία συχνότητα</b>
Δεν γνωρίζω	21	42%
Εντατικά	14	28%
Εκτατικά	10	20%
Δεν υπάρχει διαφορά μεταξύ τους	5	10%
<b>Σύνολο</b>	<b>50</b>	<b>100%</b>

#### 4.4.4 Βαθμός μακροπρόθεσμης επιρροής των γαλακτοπαραγωγικών συστημάτων εκτροφής

Στην ερώτηση «Πιστεύετε ότι η κλιματική αλλαγή θα επηρεάσει στο μέλλον τα συστήματα εκτροφής των γαλακτοπαραγωγών ζώων;» το 68% απάντησε Πολύ (34), το 28% Σε μέτριο βαθμό (14), το 2% Λίγο (1), και το 2% Καθόλου (1) (Πίνακας 4-14).

**Πίνακας 4-14:** Βαθμός μακροπρόθεσμης επιρροής των γαλακτοπαραγωγικών συστημάτων εκτροφής

	<b>Συχνότητα</b>	<b>Ποσοστιαία συχνότητα</b>
Πολύ	34	68%
Σε μέτριο βαθμό	14	28%
Λίγο	1	2%
Καθόλου	1	2%
<b>Σύνολο</b>	<b>50</b>	<b>100%</b>

4.4.5 Βαθμός μακροπρόθεσμης επιρροής των γαλακτοπαραγωγικών συστημάτων ανά τύπο εκτροφής

Στην ερώτηση «Ποια συστήματα θα επηρεαστούν περισσότερο;» το 44% απάντησε Δεν γνωρίζω (22) , το 22% απάντησε Στον ίδιο βαθμό και τα εκτατικά και τα εντατικά (11), το 22% τα Εκτατικά συστήματα (11) και το 12% τα Εντατικά (6) (Πίνακας 4-15).

**Πίνακας 4-15:** Βαθμός μακροπρόθεσμης επιρροής των γαλακτοπαραγωγικών συστημάτων ανά τύπο εκτροφής

	<b>Συχνότητα</b>	<b>Ποσοστιαία συχνότητα</b>
Δεν γνωρίζω	22	44%
Στον ίδιο βαθμό και τα εκτατικά και τα εντατικά	11	22%
Εκτατικά	11	22%
Εντατικά	6	12%
<b>Σύνολο</b>	<b>50</b>	<b>100%</b>

4.4.6 Πρόθεση μεταβολής διατροφικών συνηθειών

Στην ερώτηση «Θα μεταβάλατε τις διατροφικές σας συνήθειες με σκοπό τη μείωση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής;» το 36% απάντησε Πολύ (18), το 30% Σε μέτριο βαθμό (15), το 24% Λίγο (12), και το 10% Καθόλου (5) (Πίνακας 4-16).



**Πίνακας 4-16:** Πρόθεση μεταβολής διατροφικών συνηθειών

	<b>Συχνότητα</b>	<b>Ποσοστιαία συχνότητα</b>
Πολύ	18	36%
Σε μέτριο βαθμό	15	30%
Λίγο	12	24%
Καθόλου	5	10%
<b>Σύνολο</b>	<b>50</b>	<b>100%</b>

#### 4.4.7 Πρόθεση μεταβολής καταναλωτικής συμπεριφοράς

Στην ερώτηση «Θα αγοράζατε ένα γαλακτοκομικό προϊόν, στο οποίο αναγράφεται ότι έχει μειωμένο περιβαλλοντικό αποτύπωμα, αν η τιμή του ήταν υψηλότερη από αυτή του συμβατικού;» το 38% απάντησε Πολύ (19), το 36% Σε μέτριο βαθμό (18), το 20% Λίγο (10), και το 6% Καθόλου (3) (Πίνακας 4-17).

**Πίνακας 4-17:** Πρόθεση μεταβολής καταναλωτικής συμπεριφοράς

	<b>Συχνότητα</b>	<b>Ποσοστιαία συχνότητα</b>
Πολύ	19	38%
Σε μέτριο βαθμό	18	36%
Λίγο	10	20%
Καθόλου	3	6%
<b>Σύνολο</b>	<b>50</b>	<b>100%</b>

#### 4.4.8 Πρόθεση συμμετοχής σε ενημερωτικές δράσεις

Στην ερώτηση «Θα συμμετείχατε σε δράσεις ενημέρωσης με σκοπό την κατανάλωση φιλικότερων περιβαλλοντικά γαλακτοκομικών προϊόντων;» το 68% απάντησε Ναι και το 32% απάντησε Όχι, με αναλογία ατόμων 34 και 16, αντίστοιχα (Πίνακας 4-18).

**Πίνακας 4-18:** Πρόθεση συμμετοχής σε ενημερωτικές δράσεις

	<b>Συχνότητα</b>	<b>Ποσοστιαία συχνότητα</b>
Ναι	34	68%
Όχι	16	32%
<b>Σύνολο</b>	<b>50</b>	<b>100%</b>

#### 4.5 Ανάλυση και συσχετισμός αποτελεσμάτων ερωτηματολογίου

##### 4.5.1 Ανάλυση ψυχογραφικών χαρακτηριστικών

###### 1) Προθέσεις για αλλαγή διατροφικών και καταναλωτικών συνηθειών

Στη συγκεκριμένη ενότητα δηλώθηκαν κάποιοι τρόποι μείωσης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, στις οποίες κλήθηκαν οι ερωτώμενοι να δηλώσουν τον βαθμό πρόθεσής τους. Σκοπός της ενότητας αυτής είναι η μέτρηση των ψυχογραφικών χαρακτηριστικών του δείγματος. Αναλυτικά τα αποτελέσματα των απαντήσεων παρουσιάζονται στον Πίνακα 5-1.

**Πίνακας 5-1:** Πρόθεση διαφοροποίησης διατροφικών και καταναλωτικών συνηθειών

Προθέσεις	Πολύ	Σε μέτριο βαθμό	Λίγο	Καθόλου
Θα μεταβάλατε τις διατροφικές σας συνήθειες με σκοπό τη μείωση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής;	36	30	24	10
Θα αγοράζατε ένα γαλακτοκομικό προϊόν, στο οποίο αναγράφεται ότι έχει μειωμένο περιβαλλοντικό αποτύπωμα, αν η τιμή του ήταν υψηλότερη από αυτή του συμβατικού;	38	36	20	6

Συμπεραίνεται πως το μεγαλύτερο ποσοστό των ερωτηθέντων προτίθεται να συμβάλει στην μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, με το 37% εξ αυτών να απαντούν Πολύ, το 33% σε Μέτριο βαθμό και μόλις το 8% να έχουν αρνητική πρόθεση προς αλλαγή των διατροφικών και καταναλωτικών συνηθειών τους.

###### 2) Πρόθεση καταναλωτικού κοινού για συμμετοχή σε δράσεις ενημέρωσης

Στη συγκεκριμένη ενότητα κλήθηκαν οι ερωτώμενοι να δηλώσουν τον βαθμό πρόθεσής τους ως συμμετέχοντες σε ενημερωτικές δράσεις του καταναλωτικού κοινού. Αναλυτικά τα αποτελέσματα των απαντήσεων παρουσιάζονται στον Πίνακα 5-2.

**Πίνακας 5-2:** Πρόθεση καταναλωτικού κοινού για συμμετοχή σε δράσεις ενημέρωσης

Προθέσεις	Ναι	Όχι
	Ποσοστιαία συχνότητα	
Θα συμμετείχατε σε δράσεις ενημέρωσης με σκοπό την κατανάλωση φιλικότερων περιβαλλοντικά γαλακτοκομικών προϊόντων;	68	32

Παρατηρείται υψηλό ποσοστό πρόθεσης 68%, ενώ μόλις το 32% δεν ενδιαφέρεται.

#### 4.6 Συζήτηση

Το δείγμα της έρευνας ήταν 50 ενήλικα άτομα, εκ των οποίων οι 26 άνδρες και οι 24 γυναίκες. Το εύρος ηλικίας ήταν από 21 έως 71 ετών, με μέσο όρο ηλικίας τα 34, περίπου, έτη. Για τις ανάγκες των αναλύσεων κατηγοριοποιήθηκε το δείγμα σε 4 ηλικιακές κατηγορίες, 21-30 (34%), 31-40 (54%), 41-50 (8%) και 51-71 (4%). Σύμφωνα με το επίπεδο εκπαίδευσης του δείγματος, η πλειοψηφία ήταν Πτυχιούχοι Α.Ε.Ι (54%), ακολουθούν οι Πτυχιούχοι Τ.Ε.Ι (22%), οι Απόφοιτοι Ι.Ε.Κ (14%), οι Απόφοιτοι Λυκείου (4%), οι Κάτοχοι Μεταπτυχιακού τίτλου επίσης (4%) και οι Κάτοχοι Διδακτορικού (2%). Το 60% απασχολούνται στον ιδιωτικό τομέα, το 10% αυτοαπασχολούμενοι/ελ. Επαγγελματίες, το ίδιο ποσοστό (10%) άνεργοι και ακολουθούν οι δημόσιοι υπάλληλοι με 8% και τέλος οι αγρότες/κτηνοτρόφοι, οι συνταξιούχοι και οι φοιτητές, με 4% η κάθε κατηγορία.

Η κλιματική αλλαγή, τα τελευταία χρόνια, έχει γίνει πιο επίκαιρη από ποτέ, καθώς παρατηρείται πως η πλειονότητα του πληθυσμού γνωρίζει την έννοια της κλιματικής αλλαγής.

Συγκεκριμένα το 100% των ερωτηθέντων έχει ακούσει για την έννοια της κλιματικής αλλαγής, έχοντας αντλήσει πληροφορίες από το Διαδίκτυο (54%) καθώς και από την Εκπαίδευση (24%) που έχει λάβει. Με το 66% εξ αυτών να θεωρούν πολύ σημαντικό το θέμα της κλιματικής αλλαγής και μηδενικό ποσοστό να μην ενδιαφέρεται καθόλου. Μόνο το 12% πιστεύει πως σε 5-10 χρόνια δεν θα έχουν επηρεαστεί άμεσα από την κλιματική αλλαγή, ενώ το 88% υποστηρίζει το αντίθετο. Σύμφωνα με το 86% πρέπει να ληφθούν μέτρα αντιμετώπισης από Διεθνείς/Κρατικούς οργανισμούς (66%) και από την Βιομηχανία (20%), ενώ μόλις το 10% πιστεύει στην Ατομική Πρωτοβουλία.

Παρότι η πλειοψηφία γνωρίζει πως η κλιματική αλλαγή συνδέεται με την άσκηση της κτηνοτροφίας (80%) και πως μελλοντικά θα επηρεαστούν τα συστήματα εκτροφής γαλακτοπαραγωγών ζώων (68%), δεν έχουν την σωστή πληροφόρηση. Το 42% απάντησε πως δεν γνωρίζει σχετικά με το ποια συστήματα είναι περισσότερο επιβαρυντικά. Σχεδόν το ίδιο ποσοστό (44%) δεν γνωρίζει ποια συστήματα θα επηρεαστούν περισσότερο και το 22% υποστηρίζει πως θα επηρεαστούν εξίσου το ίδιο και τα εντατικά και τα εκτατικά συστήματα. Ακριβώς το μισό ποσοστό (50%) θεωρεί πως οι αγελαδοτροφικές μονάδες επιβαρύνουν περισσότερο το περιβάλλον, ενώ το

40% απάντησε πως δεν γνωρίζει, με το υπόλοιπο ποσοστό να μοιράζεται στις αιγοτροφικές και προβατοτροφικές μονάδες με 6% και 4%, αντίστοιχα.

Το 36% του δείγματος θα άλλαζε κατά πολύ τις διατροφικές του συνήθειες και το 30% σε μέτριο βαθμό, με σκοπό την μείωση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής. Λίγο μεγαλύτερο ποσοστό, 38% και 36%, αντίστοιχα, θα αγόραζε ένα ακριβότερο προϊόν χαμηλού περιβαλλοντικού αποτυπώματος. Σχετικά με το ενημερωτικό κομμάτι, το 68% του δείγματος θα συμμετείχε σε δράσεις ενημέρωσης για φιλικότερα περιβαλλοντικά γαλακτοκομικά προϊόντα, με το 32% να απέχει.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5**

### **Συμπεράσματα**

Είναι γεγονός πως η κλιματική αλλαγή απειλεί ήδη τις κτηνοτροφικές μονάδες και θα συνεχίσει ακόμη περισσότερο στο μέλλον. Η Κτηνοτροφία επηρεάζεται άμεσα και έμμεσα από την κλιματική αλλαγή. Έμμεσα επηρεάζεται από τις επιδράσεις που δέχεται η γεωργία στην παραγωγή καρπών και σπόρων που έχουν προορισμό τις ζωοτροφές, αλλά και από την ευαισθησία των βοσκοτόπων στην αλλαγή των κλιματικών συνθηκών, με αποτέλεσμα να επηρεάζονται περισσότερο τα εκτατικά συστήματα εκτροφής, εφ' όσον βασίζονται περισσότερο στην βόσκηση. Τα εντατικά συστήματα προσφέρονται ως λύση για τις αυξημένες καταναλωτικές απαιτήσεις, που προβλέπονται σε βάθος 20ετίας και υπό ορισμένες συνθήκες να έχουν χαμηλούς περιβαλλοντικούς ρύπους.

Οι άμεσες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής φαίνονται κατά βάση από το θερμικό στρες που υφίστανται τα ζώα, με αρνητικές επιδράσεις στην υγεία-ευζωία τους, στις αναπαραγωγικές και γαλακτοπαραγωγικές αποδόσεις, στον μεταβολισμό τους, αλλά και στην ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων τους.

Οι στρατηγικές διαχείρισης που θα εφαρμοστούν πρέπει να στοχεύσουν στη βελτίωση του περιβάλλοντος της εκτροφής, σε αλλαγές στην διατροφή και στην εκτροφή ανθεκτικών ζώων, μέσω γενετικής βελτίωσης ή εκτροφή αυτόχθονων φυλών.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

### Δελτίο ενημέρωσης ενδιαφερόμενου

Ο Οργανισμός Εργαστήριο Γενικής και Ειδικής Ζωοτεχνίας, Τμήματος Επιστήμης Ζωικής Παραγωγής ΓΠΑ, διεύθυνση Ιερά Οδός 75, 11855, Αθήνα, σας προσκαλεί να συμμετάσχετε σε μία έρευνα, η οποία πραγματοποιείται στα πλαίσια της εκπόνησης της Μεταπτυχιακής Μελέτης του κ. Κεραμάρη Βασιλείου στο Διατμηματικό Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών «ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΓΑΛΑΚΤΟΣ ΚΑΙ ΓΑΛΑΚΤΟΚΟΜΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ».

Η συνέντευξη διεξάγεται από τον ίδιο τον κ. Κεραμάρη Βασιλείο υπό την επίβλεψη του Επικ. Καθηγητή κ. Παναγιώτη Σιμιτζή.

Πριν αποφασίσετε να λάβετε μέρος στην παρούσα έρευνα, παρακαλώ αφιερώστε λίγο χρόνο για να διαβάσετε τις ακόλουθες πληροφορίες, ώστε να αποφασίσετε εάν θέλετε να συμμετέχετε σε αυτή την έρευνα.

Μπορείτε, είτε να δεχθείτε είτε να αρνηθείτε να λάβετε μέρος στην έρευνα. Εάν συμφωνήσετε να λάβετε μέρος, μπορείτε επίσης να επιλέξετε να μην απαντήσετε σε όλες τις ερωτήσεις, ή ανά πάσα στιγμή να σταματήσετε χωρίς να χρειάζεται να εξηγήσετε το λόγο.

Οι στόχοι της παρούσας Μεταπτυχιακής μελέτης είναι να συγκεντρωθούν χρήσιμα δεδομένα ως προς το, πώς οι καταναλωτές αντιλαμβάνονται τη συσχέτιση μεταξύ κλιματικής αλλαγής και συστημάτων παραγωγής γαλακτοπαραγωγών ζώων.

Η συμμετοχή σας σε αυτή την έρευνα περιλαμβάνει τη συμπλήρωση ενός ερωτηματολογίου και θα διαρκέσει περίπου 10 λεπτά.

Οι πληροφορίες που παρέχετε στο πλαίσιο αυτής της έρευνας περιορίζονται στη χρήση τους για την εξαγωγή των συμπερασμάτων της συγκεκριμένης μελέτης και θα αποθηκευτούν υπό αυστηρές συνθήκες ασφάλειας και εμπιστευτικότητας. Τα προσωπικά σας δεδομένα θα αρχειοθετηθούν και θα καταστούν ανώνυμα για τις ανάγκες της ανάλυσης.

\*\*\*\*\*

Για να διασφαλιστεί το δικαίωμά σας στην ιδιωτικότητα, σας ζητάμε τη ρητή συγκατάθεσή σας (παρακαλώ κυκλώστε την κατάλληλη δήλωση):

1/ Με το παρόν βεβαιώνω ότι έχω ενημερωθεί σχετικά με τις πληροφορίες που δόθηκαν παραπάνω και έχω λάβει διευκρινίσεις σε τυχόν ερωτήσεις μου:

ΝΑΙ ΟΧΙ

2/ Είχα στη διάθεσή μου αρκετό χρόνο για να σκεφτώ και να αποφασίσω τη συμμετοχή μου σε αυτή την έρευνα και γνωρίζω ότι η συμμετοχή μου είναι απολύτως εθελοντική:

ΝΑΙ ΟΧΙ

3/ Αποδέχομαι ότι όλες οι πληροφορίες που συλλέγονται στο πλαίσιο αυτής της έρευνας μπορούν να χρησιμοποιηθούν δωρεάν σε επιστημονικές ή εκλαϊκευμένες δημοσιεύσεις, υπό την προϋπόθεση της ανωνυμοποίησης (τυχόν προσωπικά δεδομένα που μου επιτρέπουν να αναγνωρίσω τον εθελοντή θα πρέπει να διαγραφούν)

ΝΑΙ ΟΧΙ

Ημερομηνία:

Ονοματεπώνυμο εθελοντή:

Ταχυδρομική ή ηλεκτρονική διεύθυνση:

Υπογραφή:

	<b>Προσωπικά στοιχεία</b>	
1	Ηλικία, φύλο, επίπεδο εκπαίδευσης και είδος εργασίας ερωτηθέντα	
	<b>Γενικές Ερωτήσεις</b>	
2	Έχετε ακούσει την έννοια της «κλιματικής αλλαγής»;	i. Ναι ii. Όχι
3	Αν ναι, από πού έχετε πάρει αυτές τις πληροφορίες;	i. Τηλεόραση – Ντοκιμαντέρ – Ειδήσεις ii. Διαδίκτυο – Κοινωνικά δίκτυα iii. Εκπαίδευση iv. Φιλικό και οικογενειακό περιβάλλον
4	Για εσάς προσωπικά, πόσο σημαντικό είναι το θέμα της κλιματικής αλλαγής;	i. Πολύ ii. Αρκετά iii. Λίγο iv. Καθόλου
5	Πιστεύετε ότι στο άμεσο μέλλον (5-10 χρόνια), οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής θα σας επηρεάσουν άμεσα;	i. Ναι ii. Όχι
6	Ποιος είναι ο κύριος υπεύθυνος, ο οποίος πρέπει να λάβει μέτρα για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής;	i. Διεθνείς και κρατικοί οργανισμοί ii. Η βιομηχανία iii. Περιβαλλοντικοί οργανισμοί (π.χ. Greenpeace) iv. Ατομική πρωτοβουλία
	<b>Ειδικές Ερωτήσεις</b>	
7	Θεωρείτε ότι η κλιματική αλλαγή συνδέεται με την άσκηση της κτηνοτροφίας;	i. Ναι ii. Όχι
8	Ποιες μονάδες θεωρείτε ότι συνδέονται σε μεγαλύτερο βαθμό με την κλιματική αλλαγή;	i. Αγελαδοτροφικές ii. Προβατοτροφικές iii. Αιγοτροφικές iv. Δεν γνωρίζω
9	Ποια συστήματα εκτροφής θεωρείτε πιο επιβαρυντικά σε σχέση με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις τους;	i. Εκτατικά ii. Εντατικά iii. Δεν υπάρχει διαφορά μεταξύ τους iv. Δεν γνωρίζω
10	Πιστεύετε ότι η κλιματική αλλαγή θα επηρεάσει στο μέλλον τα συστήματα εκτροφής των γαλακτοπαραγωγών ζώων;	v. Πολύ vi. Σε μέτριο βαθμό vii. Λίγο viii. Καθόλου
11	Ποια συστήματα θα επηρεαστούν περισσότερο;	i. Εκτατικά ii. Εντατικά iii. Στον ίδιο βαθμό και τα εντατικά και τα εκτατικά iv. Δεν γνωρίζω
12	Θα μεταβάλατε τις διατροφικές σας συνήθειες με σκοπό τη μείωση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής;	i. Πολύ ii. Σε μέτριο βαθμό iii. Λίγο iv. Καθόλου

13	Θα αγοράζατε ένα γαλακτοκομικό προϊόν, στο οποίο αναγράφεται ότι έχει μειωμένο περιβαλλοντικό αποτύπωμα, αν η τιμή του ήταν υψηλότερη από αυτή του συμβατικού;	<ul style="list-style-type: none"><li>i. Πολύ</li><li>ii. Σε μέτριο βαθμό</li><li>iii. Λίγο</li><li>iv. Καθόλου</li></ul>
14	Θα συμμετείχατε σε δράσεις ενημέρωσης με σκοπό την κατανάλωση φιλικότερων περιβαλλοντικά γαλακτοκομικών προϊόντων;	<ul style="list-style-type: none"><li>i. Ναι</li><li>ii. Όχι</li></ul>



## Βιβλιογραφία

### Ελληνική

- Ζέρβας, Γ., *Κλιματική αλλαγή και ζωική παραγωγή*. PowerPoint slides. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
- Κουτσούλη, Π., Μπιζέλης, Ι. 2019. *Κλιματική αλλαγή & Ζωική παραγωγή*. *Τριπτόλεμος*, (45), σελ.8-11.
- Νικολακάκης Ι. 2010. *Παραδόσεις στο εργαστήριο εφαρμοσμένης διατροφής μηρυκαστικών ζώων*. Τ.Ε.Ι Δυτικής Μακεδονίας, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας, Τμήμα Ζωικής Παραγωγής. Φλώρινα
- Σαρηγιάννης, Δ., *Φαινόμενο «Θερμοκηπίου», Παγκόσμια κλιματική αλλαγή και ατμοσφαιρική ρύπανση*. PowerPoint slides. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- Σολωμός, Ι., 2014. *Ένα γραφικό περιβάλλον για την αξιολόγηση πολιτικών μείωσης εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου*. Διπλωματική εργασία. Πολυτεχνείο Κρήτης.
- Τσιλιγκιρίδης, Γ., 2015. *Πηγές Ρύπανσης*. Εκπαιδευτικό βοήθημα. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- Χαϊδάς, Δ., 2019. *Φυλογενετική προέλευση και θερμοαντοχή: Υπάρχει σύνδεση; Το παράδειγμα των εκτρεφόμενων αγελάδων*. Διπλωματική εργασία. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

### Ξένη

- Al-Dawood, A., 2017. *Towards Heat Stress Management in Small Ruminants – A Review*. *Annals of Animal Science*, 17(1), pp.59-88.
- Becker, C., Collier, R. and Stone, A., 2020. Invited review: *Physiological and behavioral effects of heat stress in dairy cows*. *Journal of Dairy Science*, 103(8), pp.6751-6770
- Chutia T. Mili B., 2021. *Adaptive Mechanisms of Goat to Heat Stress*. *Goat Science - Environment, Health and Economy*.
- C.J.C. Muller<sup>1</sup> & M.M. Scholtz<sup>2,3</sup>, 2014. *Ways to reduce the environmental impact of dairy farming*. *Applied Animal Husbandry & Rural Development*, Volume 7.
- Dumont, B., Puillet, L., Martin, G., Savietto, D., Aubin, J., Ingrand, S., Niderkorn, V., Steinmetz, L. and Thomas, M., 2020. **Incorporating Diversity Into Animal Production Systems Can Increase Their Performance and Strengthen Their Resilience**. *Frontiers in Sustainable Food Systems*.

- Dwyer C.M. (2019). **The behavior of sheep and goats. In: The Ethology of Domestic Animals: An introductory text**, Jensen P. (ed.). CABI, 2<sup>nd</sup> ed., pp. 161–174.
- FAO, 2016. **Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistical Yearbook (Vol. 1)**. Rome, Italy
- Grandl, F., Amelchanka, S., Furger, M., Clauss, M., Zeitz, J., Kreuzer, M. and Schwarm, A., 2016. **Biological implications of longevity in dairy cows: Changes in methane emissions and efficiency with age**. *Journal of Dairy Science*, 99(5), pp.3472-3485.
- Ian Ohnstad, 2022. *Managing Heat Stress in Dairy Cows. NADIS Animal Health Skills*.
- Ji, B., Banhazi, T., Perano, K., Ghahramani, A., Bowtell, L., Wang, C. and Li, B., 2020. *A review of measuring, assessing and mitigating heat stress in dairy cattle. Biosystems Engineering*, 199, pp.4-26.
- Laliotis, G., 2020. *Livestock Production in Front of Population Growth and Climate Change Challenges: A Threaten to Extensive Farming Systems or A Balanced Coexistence with Intensive Systems? International Journal of Livestock Research*, Vol 10 (5) May,
- Macey A, Dr. C. Tucker, N. Anderson (DVM), *Heat stress in ruminants*. Produced in consultation with the ECOA Animal Welfare Task Force. Animal welfare on organic farms fact sheet series. Organic Agriculture Centre of Canada.
- Mohankumar Sajeev, E.P., Winiwarter, W., & Amon, B. (2018). *Greenhouse gas and ammonia emissions from different stages of liquid manure management chains: abatement options and emission interactions*. *J. Environ. Qual.* 47, 30–41
- Monteiro Alda Lúcia Gomes 1, Amanda Moser Coelho da Fonseca Faro2, Mylena Taborda Piquera Peres3, Rafael Batista3, Cesar Henrique Espirito Candal Poli4, Juan Jose Villalba5, 2018. *The role of small ruminants on global climate change*. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v. 40.
- Montes, F., Meinen, R., Dell, C., Rotz, A., Hristov, A.N., Oh, J., Waghorn, G., Gerber, P.J., Henderson, B., Makkar, H.P., et al (2013). *Special topics—mitigation of methane and nitrous oxide emissions from animal operations: II. A review of manure management mitigation options*. *J. Anim. Sci.* 91, 5070–5094.
- Muller C.J.C. & M.M. Scholtz, 2014. *Ways to reduce the environmental impact of dairy farming*. *Applied Animal Husbandry & Rural Development*, Volume 7.
- Ohnstad Ian, 2022. *Managing Heat Stress in Dairy Cows. NADIS Animal Health Skills*.

- Orellana Rivas, Tao, S., R., Marins, T., Chen, Y., Gao, J. and Bernard, J., 2020. *Impact of heat stress on lactational performance of dairy cows*. *Theriogenology*, 150, pp.437-444
- Pragna, P., Chauhan, S., Sejian, V., Leury, B. and Dunshea, F., 2018. *Climate Change and Goat Production: Enteric Methane Emission and Its Mitigation*. *Animals*, 8(12), p.235
- Rotz, C., 2018. **Modeling greenhouse gas emissions from dairy farms**. *Journal of Dairy Science*, 101(7), pp.6675-6690.
- Rust, J., 2019. *The impact of climate change on extensive and intensive livestock production systems*. *Animal Frontiers*, 9(1), pp.20-25.
- Sejian, V., Bhatta, R., Gaughan, J., Malik, P., Naqvi, S. and Lal, R., n.d. 2017. *Alteration in Rumen Functions and Diet Digestibility During Heat Stress in Sheep, Sheep Production Adapting to Climate Change*. pp 235-265.
- Silva, E., Brito Mendes, A. and Duarte Rosa, H., 2016. *Dairy Farming Systems' Adaptation to Climate Change*. *Agricultural Sciences*, 07(03), pp.137-145.
- Velarde-Guillén, J., Pellerin, D., Benchaar, C., Wattiaux, M. and Charbonneau, É., 2019. **Development of an equation to estimate the enteric methane emissions from Holstein dairy cows in Canada**. *Canadian Journal of Animal Science*, 99(4), pp.792-803.
- Wakgari, A., 2020. **Impact of Climate Change on Animal Production and Expansion of Animal Disease: A Review on Ethiopia Perspective**. *American Journal of Pure and Applied Biosciences*, pp.64-76

### Διαδικτυακή

- *Γενική Κλιματολογία*. [online] Available at: <http://www.geo.auth.gr/courses/gmc/gmc431e/th/Climatology.pdf>
- Κτηνιατρικές υπηρεσίες Κυπριακής Δημοκρατίας. *Λοιμώδης οξώδης δερματίτιδα των βοοειδών*. [online] *MoA.gov.cy*. Available at: [http://www.moa.gov.cy/moa/vs/vs.nsf/All/E52E1BF8CD1207B7C2257DB30043C3F4/\\$file/lumpy%20skin%20disease.pdf](http://www.moa.gov.cy/moa/vs/vs.nsf/All/E52E1BF8CD1207B7C2257DB30043C3F4/$file/lumpy%20skin%20disease.pdf)
- *Μικρόκλιμα και κλιματική αλλαγή*. [online] Available at: <https://slideplayer.gr/slide/11271228/#.YddfU9aQh4s.gmail>
- Πρόβατα assaf. *Στόμαχος προβάτου* [online] Available at: [http://provata-assaf.blogspot.com/2013/04/blog-post\\_9.html](http://provata-assaf.blogspot.com/2013/04/blog-post_9.html)
- Σιντόρη, Α., Τσιπλάκου, Ε. and Ζέρβας, Γ., 2022. *Συστήματα διατροφής με χονδροειδείς ζωοτροφές για χαμηλότερη εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου*. [online] Available at: [https://www.researchgate.net/publication/349195756\\_Systemata\\_diatrophes](https://www.researchgate.net/publication/349195756_Systemata_diatrophes)

[me chondroeideis zootrophes gia chamelotere ekpompe aerion tou thermo kepiou](#)

- Χριστοδούλου, Β., 2022. **ΚΑΤΑΡΡΟΪΚΟΣ ΠΥΡΕΤΟΣ (Νόσος bluetongue)**. [online] *Moa.gov.cy*. Available at: [http://www.moa.gov.cy/moa/vs/vs.nsf/All/95725957DE25617CC2257D69003C3B35/\\$file/%CE%9A%CE%91%CE%A4%CE%91%CE%A1%CE%A1%CE%9F%CE%99%CE%9A%CE%9F%CE%A3%20%CE%A0%CE%A5%CE%A1%CE%95%CE%A4%CE%9F%CE%A3.pdf?OpenElement](http://www.moa.gov.cy/moa/vs/vs.nsf/All/95725957DE25617CC2257D69003C3B35/$file/%CE%9A%CE%91%CE%A4%CE%91%CE%A1%CE%A1%CE%9F%CE%99%CE%9A%CE%9F%CE%A3%20%CE%A0%CE%A5%CE%A1%CE%95%CE%A4%CE%9F%CE%A3.pdf?OpenElement) [Accessed 8 February 2012].
- Berkeleyearth.org. 2022. **Global Temperature Report for 2020** – Berkeley Earth. [online] Available at: <http://berkeleyearth.org/global-temperature-report-for-2020/>
- **Causes of climate change**, European commission [online] Available at: [https://ec.europa.eu/clima/climate-change/causes-climate-change\\_el](https://ec.europa.eu/clima/climate-change/causes-climate-change_el)
- Co2nsensus. 2022. **Co2nsensus**. [online] Available at: <https://www.co2nsensus.com/blog/sectors-contributing-to-global-warming>
- Ec.europa.eu. 2020. **Livestock population in numbers**. [online] Available at: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/ddn-20200923-1>
- Fao.org. 2016. **GREENHOUSE GAS EMISSIONS from Agriculture, Forestry and Other Land Use**. [online] Available at: <https://www.fao.org/3/i6340e/i6340e.pdf>
- Gillman, S., 2015. **Can we make cow burps climate-friendly?**. [online] Horizon Magazine. Available at: <https://ec.europa.eu/research-and-innovation/en/horizon-magazine/can-we-make-cow-burps-climate-friendly>
- **Global Greenhouse Gas Emissions Data**. U.S. Environmental Protection Agency [online] Available at: <https://www.epa.gov/ghgemissions/global-greenhouse-gas-emissions-data>
- IPCC. 2006. **Guidelines for national greenhouse gas inventories. Volume 4, Agriculture, forestry and other land use. Chapter 10, Emissions from Livestock and manure management. Intergovernmental Panel on Climate Change**. [online] Available at: [https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4\\_Volume4/V4\\_10\\_Ch10\\_Livestock.pdf](https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4_Volume4/V4_10_Ch10_Livestock.pdf)
- Ipcch. 2022. Glossary — **Global Warming of 1.5 °C**. [online] Available at: <https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/glossary/>
- Minagric.gr, ΥΠ.Α.Α.Τ, 2022. **Ασθένειες Βοοειδών**. [online] Available at: <http://minagric.gr/index.php/el/for-farmer-2/animal-production/cattle/822-booeidhdiseases>

- Rashamol V P, Veerasamy Sejian, Bagath Madijagan (2018). *Physiological adaptability of livestock to heat Stress: an updated review*. [online] Available at: [https://www.researchgate.net/figure/Alterations-in-various-physiological-variables-in-heat-stressed-cattle\\_fig1\\_324965236](https://www.researchgate.net/figure/Alterations-in-various-physiological-variables-in-heat-stressed-cattle_fig1_324965236)
- Richardson, 2015. *Lowering Stress in Transported Goats* (Courtesy of the Canadian Agri-Food Research Council). [online] Available at: <http://www.omafra.gov.on.ca/english/livestock/goat/facts/15-013.htm>
- Schoenian, S., 2010, updated 2018. *Heat stress in sheep and goats* [online] Available at: <https://www.sheepandgoat.com/heatstress>