

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ:
«ΚΑΙΝΟΤΟΜΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΕΙΦΟΡΟΥ
ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ»**

Κατεύθυνση: «Συστήματα Ακριβείας στη Ζωική Παραγωγή»

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**«ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΗΣ
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΗΣ
ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΕΓΚΥΩΝ ΧΟΙΡΟΜΗΤΕΡΩΝ»**

ΕΛΕΝΗΣ ΜΑΡΑΝΤΙΔΟΥ

**Επιβλέπων Καθηγητής: Κωνσταντίνος Κουσενίδης
Τίτλος Επιβλέποντα: Επίκουρος Καθηγητής**

Θεσσαλονίκη, Μάρτιος, 2023

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ:
«ΚΑΙΝΟΤΟΜΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΕΙΦΟΡΟΥ
ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ»**

Κατεύθυνση: «Συστήματα Ακριβείας στη Ζωική Παραγωγή»

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**«ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΗΣ
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΗΣ
ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΕΓΚΥΩΝ ΧΟΙΡΟΜΗΤΕΡΩΝ»**

ΕΛΕΝΗΣ ΜΑΡΑΝΤΙΔΟΥ

**Επιβλέπων Καθηγητής: Κωνσταντίνος Κουσενίδης
Τίτλος Επιβλέποντα: Επίκουρος Καθηγητής**

Θεσσαλονίκη, Μάρτιος, 2023



Ευχαριστίες

Ευχαριστώ θερμά τους γονείς μου Γιώργο και Συμέλα και τον αδερφό μου Απόστολο για την αμέριστη υποστήριξη τους στην ολοκλήρωση των Μεταπτυχιακών μου σπουδών. Επίσης, τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Κουσενίδη Κωνσταντίνο, Επίκουρο Καθηγητή, για την πολύτιμη συνεισφορά του στην συγγραφή της Μεταπτυχιακής Διατριβής μου, καθώς και την Εταιρία Jygatech για την παραχώρηση των δεδομένων.

Μαραντίδου Ελένη



Πρόλογος

Το κίνητρο για την έναρξη των Μεταπτυχιακών μου Σπουδών ήταν να εμπλουτίσω τις γνώσεις μου πάνω στον τομέα της Ζωικής παραγωγής και ειδικότερα στα «Συστήματα Ακριβείας». Είναι επιτακτική ανάγκη ολοένα και περισσότερο να εφαρμοστούν στις Σύγχρονες Κτηνοτροφικές Επιχειρήσεις.

Οι σπουδές μου στο Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών (ΠΜΣ) «Καινοτόμα Συστήματα Αειφόρου Αγροτικής Παραγωγής» ολοκληρώνεται με την εκπόνηση της συγκεκριμένης μεταπτυχιακής Διατριβής. Αξιοποιώντας την υπάρχουσα συσσωρευμένη επιστημονική γνώση, η συγκεκριμένη εργασία παράγει νέα δεδομένα, τα οποία τίθενται στην κρίση της επιστημονικής κοινότητας, καθώς η συγκεκριμένη έρευνα διεξάγεται πρώτη φορά στην Ελλάδα.



Περίληψη

Η παρούσα έρευνα αναφέρεται στην εφαρμογή και τα αποτελέσματα της ηλεκτρονικής διαχείρισης της τροφοδοσίας εγκύων χοιρομητέρων. Σκοπός της έρευνας ήταν να διαπιστωθεί από την εκτροφή κατά πόσο έχει επιτευχθεί ο στόχος που έχει τεθεί για την μέση κατανάλωση της τροφής και κατά πόσο οι ηλεκτρονικοί σταθμοί τροφοδοσίας βοήθησαν για να πετύχει ο στόχος αυτός.

Όπως είναι γνωστό, κατά την διάρκεια της κύησης, οι ανάγκες σε θρεπτικά συστατικά για τις χοιρομητέρες είναι σχετικά μεταβλητές). Η ταυτοποίηση και η αναγνώριση μεμονωμένων ζώων στην εκτροφή θα επιτρέψει στους εκτροφείς να αντιμετωπίζουν και πάλι τα ζώα τους ως μεμονωμένα ζώα και όχι ως κοπάδι. Με τον τρόπο αυτό η ατομική φροντίδα των ζώων θα μπορούσε να διευκολύνει την εξατομικευμένη διατροφή αλλά και να οδηγήσει στον περιβαλλοντικό έλεγχο. Και τα δύο έχουν τεράστια επίδραση, και ως εκ τούτου, υπάρχει δυνατότητα βελτίωσης της παραγωγικότητας και της ευζωίας.

Οι παράγοντες που ερευνήθηκαν ήταν το κελί, ο αριθμός τοκετού και η διατροφική κατάσταση της χοιρομητέρας σε σχέση με το μέσο όρο ημερήσιας κατανάλωσης τροφής και το ποσοστό επί του στόχου κατανάλωσης. Για την διεξαγωγή των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε η στατιστική μέθοδος one way ANOVA.

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από το πειραματικό μέρος είναι ότι, η μέση κατανάλωση της τροφής είναι ανάλογη με τον αριθμό τοκετού της χοιρομητέρας, δηλαδή, όσο αυξάνεται ο αριθμός τοκετών τόσο αυξάνεται και η κατανάλωση της τροφής. Ένα δεύτερο συμπέρασμα είναι ότι, η μέση κατανάλωση της τροφής είναι αντιστρόφως ανάλογη με την διατροφική κατάσταση της χοιρομητέρας. Δηλαδή, χοιρομητέρες με λιγότερα κιλά τρώνε περισσότερο, ενώ οι υπέρβαρες χοιρομητέρες τρώνε λιγότερο. Ένα τρίτο συμπέρασμα είναι ότι το ποσοστό επί του στόχου που έχει θέσει η εκτροφή δεν επηρεάζεται από το τον αριθμό τοκετού και από την διατροφική κατάσταση της χοιρομητέρας.

Λέξεις κλειδιά: ηλεκτρονική διαχείριση τροφοδοσίας, έγκυος χοιρομητέρα, αριθμός τοκετού, διατροφική κατάσταση, κτηνοτροφικά συστήματα ακριβείας



Abstract

This research refers to the implementation and the results of the electronic feeding management of parity sows. The purpose of the research was to establish from the breeding whether the goal set for the average feed consumption has been achieved and whether the electronic feeding stations have helped to achieve this goal.

As is well known, during pregnancy, the nutrient requirements of sows are relatively variable. Identification and recognition of individual animals in breeding will allow breeders to once again treat their animals as individual animals and not as a herd. In this way individual animal care could facilitate personalized nutrition but also lead to environmental control. Both have a huge impact, and furthermore, there is a potential to improve productivity and well-being.

The factors investigated were the pen, the parity number and the body condition of the sows in relation to the average daily feed consumption and the average percentage of the consumption target. The one way ANOVA statistical method was used to conduct the results.

The main result obtained from the experimental process is that the average feed consumption is proportional to the number of parity of the sow. More specifically, as the number of parity increases, the feed consumption increases also. A second conclusion is that the average feed consumption is inversely proportional to the body condition of the sow. In this case, underweight sows eat more, while overweight sows eat less. A third conclusion is that the percentage on the goal set by the breeder is not affected by the number of parity and the body condition of the sow.

Keywords: electronic feed management, pregnant sow, parity number, body condition, precision livestock systems



Περιεχόμενα

| | |
|--|------|
| ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ | i |
| ΠΡΟΛΟΓΟΣ | ii |
| ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΣΤΑ ΕΛΛΗΝΙΚΑ | iii |
| ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΣΤΑ ΑΓΓΛΙΚΑ | iv |
| ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ | v |
| ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ | vii |
| ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΩΝ | vii |
| ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ | viii |
| ΕΙΣΑΓΩΓΗ | 1 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ | 3 |
| 1.1. Η ΧΟΙΡΟΤΡΟΦΙΑ ΣΤΙΣ ΜΕΡΕΣ ΜΑΣ | 3 |
| 1.2 Η ΤΑΣΗ ΠΟΥ ΕΠΙΚΡΑΤΕΙ ΣΤΗΝ ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΑ | 4 |
| 1.2.1 Η ΕΚΤΡΟΦΗ ΧΟΙΡΩΝ ΣΤΟΝ ΚΟΣΜΟ | 6 |
| 1.2.2 Η ΕΚΤΡΟΦΗ ΧΟΙΡΩΝ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ | 6 |
| 1.2.3 ΜΕΤΑΒΑΣΗ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΚΤΑΤΙΚΗ ΣΤΗΝ ΕΝΤΑΤΙΚΗ ΜΟΡΦΗ ΕΚΤΡΟΦΗΣ | 8 |
| 1.3 ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΧΟΙΡΟΜΗΤΕΡΑΣ | 8 |
| 1.3.1 ΟΙΣΤΡΟΣ | 9 |
| 1.3.2 ΚΥΟΦΟΡΙΑ | 10 |
| 1.3.3 ΤΟΚΕΤΟΣ | 12 |
| 1.3.4 ΓΑΛΟΥΧΙΑ | 12 |
| 1.3.5 ΑΠΟΓΑΛΑΚΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΓΟΝΙΜΗ ΟΧΕΙΑ | 13 |
| 1.4 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΧΟΙΡΟΜΗΤΕΡΑΣ | 13 |
| 1.5 ΜΕΤΑΒΑΣΗ ΣΕ ΝΕΕΣ ΕΚΤΡΟΦΕΣ ΜΕ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΣΥΓΧΡΟΝΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ | 17 |
| 1.6. ΣΧΕΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΕΚΤΡΟΦΗΣ ΚΑΙ ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ | 17 |
| 1.7 ΟΦΕΛΗ ΑΠΟ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ | 19 |
| 1.7.1 ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΑ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ | 19 |
| 1.7.2 ΧΟΙΡΟΤΡΟΦΙΑ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ | 21 |
| 1.7.3 ΟΡΙΣΜΟΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΑ | 22 |



| | |
|---|----|
| 1.7.4 Η ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ | 23 |
| 1.7.5 ΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΚΑΙ ΤΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ | 25 |
| 1.7.6 ΣΤΟΧΟΣ ΚΑΙ ΣΚΟΠΟΣ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ | 26 |
| 1.8 ΧΡΗΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΣΤΗΝ ΠΡΑΞΗ | 27 |
| 1.9 ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ | 27 |
| 1.9.1 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ | 29 |
| 1.9.2 ΣΥΛΛΟΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ | 30 |
| 1.9.3 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ | 30 |
| 1.9.4 Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΒΑΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ | 31 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ | 33 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ | 41 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΓΕΝΙΚΟΣ ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ | 53 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ/ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ | 58 |
| ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ | 61 |
| ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ | 62 |
| ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ | 72 |
| ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΩΝ | 73 |



Περιεχόμενα εικόνων

| | |
|--|----|
| Εικόνα 1.1 Ο Ευρωπαϊκός πληθυσμός κτηνοτροφίας από το 2010 έως το 2021 (Eurostat, 2021) | 5 |
| Εικόνα 1.2 Κορυφαίες περιφέρειες στην ΕΕ για την κτηνοτροφία (εκατομμύρια κεφάλια ανά περιφέρειες NUTS 2) (Eurostat, 2021) | 5 |
| Εικόνα 1.3 Αποτίμηση χοιρομητέρων αναπαραγωγής στην Ευρώπη και στην Ελλάδα (Eurostat, 2021) | 7 |
| Εικόνα 1.4 Χαρακτηριστικά ζώου που βρίσκεται σε οίστρο | 10 |
| Εικόνα 1.5 Η χρήση των προηγμένων τεχνολογιών στην κτηνοτροφία (Neethirajan, 2020) | 18 |

Περιεχόμενα πινάκων

| | |
|--|----|
| Πίνακας 2.1 Ανάλυση σιτηρεσίου χοιρομητέρων ξηράς περιόδου | 34 |
| Πίνακας 2.2 Αναλυτική περιγραφή του στόχου κατανάλωσης όλων των κατηγοριών, αριθμός τοκετού και διατροφικής κατάστασης | 37 |
| Πίνακας 2.3 Ομαδοποίηση των ομάδων διατροφικής κατάστασης και αριθμός τοκετού | 38 |
| Πίνακας 3.1. Σχέση κατανάλωσης τροφής με κελί σταβλισμού. | 41 |
| Πίνακας 3.2. Σχέση κατανάλωσης τροφής με αριθμό τοκετού. | 43 |
| Πίνακας 3.3. Σχέση κατανάλωσης τροφής με διατροφική κατάσταση. | 45 |
| Πίνακας 3.4. Σχέση ποσοστού επί του στόχου με κελί σταβλισμού | 47 |
| Πίνακας 3.5. Σχέση ποσοστού επί του στόχου με αριθμό τοκετού. | 49 |
| Πίνακας 3.6. Σχέση ποσοστού επί του στόχου με διατροφική κατάσταση. | 51 |



Περιεχόμενα γραφημάτων

| | |
|---|----|
| Γράφημα 3.1. Σχέση κατανάλωσης τροφής με κελί σταβλισμού. | 42 |
| Γράφημα 3.2. Σχέση κατανάλωσης τροφής με αριθμό τοκετού. | 44 |
| Γράφημα 3.3. Σχέση κατανάλωσης τροφής με διατροφική κατάσταση. | 46 |
| Γράφημα 3.4. Σχέση ποσοστού επί του στόχου με κελί σταβλισμού | 48 |
| Γράφημα 3.5. Σχέση ποσοστού επί του στόχου με αριθμό τοκετού. | 51 |
| Γράφημα 3.6. Σχέση ποσοστού επί του στόχου με διατροφική κατάσταση. | 52 |



ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η τάση που επικρατεί στην κτηνοτροφία τα τελευταία χρόνια είναι λιγότερες φάρμες, περισσότερα ζώα. Πολλοί άνθρωποι σε αρκετές χώρες παγκοσμίως, ιδιαίτερα στην Ασία, την Ινδία και τη Νότια Αμερική, έχουν περισσότερες οικονομικές δυνατότητες να αγοράσουν ζωική πρωτεΐνη. Το γεγονός αυτό, σε συνδυασμό με την αλλαγή της διατροφής αυτών των ανθρώπων στις συγκεκριμένες χώρες, θα οδηγήσει σε αύξηση της παγκόσμιας ζήτησης για ζωικά προϊόντα (κρέας, αυγά και γάλα) κατά 70% έως το 2050. Κατά συνέπεια, ο αριθμός των ζώων θα αυξάνεται, ενώ παράλληλα θα μειώνεται ο αριθμός των εκτροφέων. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα πολύ μεγαλύτερα κοπάδια ανά εκτροφή (Berckmans, 2017).

Η κτηνοτροφία ακριβείας μπορεί να προσφέρει ένα εργαλείο διαχείρισης που επιτρέπει στον εκτροφέα να παρακολουθεί αυτόματα τα ζώα και να δημιουργεί προστιθέμενη αξία συμβάλλοντας στη διασφάλιση βελτιωμένης υγείας, ευζωίας, παραγωγικότητας και περιβαλλοντικών επιπτώσεων (Berckmans, 2014).

Πάρα πολλά δεδομένα καταγράφονται στους υπολογιστές των κτηνοτροφικών μονάδων ωστόσο στην πράξη οι χοιροτρόφοι δεν χρησιμοποιούν αυτές τις χρήσιμες πληροφορίες. Αυτό συνεπάγεται, οι κτηνοτρόφοι να χάνουν χρήματα γιατί τα πιθανά προβλήματα που καταγράφονται δεν γίνονται αντιληπτά ή παρατηρούνται πολύ αργά. Η μεγαλύτερη λοιπόν πρόκληση των συστημάτων ακριβείας είναι να μετατρέψουν αυτόν τον μεγάλο όγκο δεδομένων σε χρήσιμες πληροφορίες, ώστε να είναι σε θέση ο κτηνοτρόφος να μπορέσει να τις εκμεταλλευτεί προς όφελος της επιχείρησής του (Vranken & Berckmans, 2017).

Η σημαντικότητα της παρούσας έρευνας είναι να παραθέσει νέα στοιχεία που προκύπτουν από την επεξεργασία δεδομένων της ηλεκτρονικής τροφοδοσίας. Και επιπλέον, να ερμηνεύσει τα αποτελέσματα που προκύπτουν, καθώς η συγκεκριμένη έρευνα διεξάγεται πρώτη φορά στην Ελλάδα.

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μια βιβλιογραφική ανασκόπηση, για το αναπαραγωγικό σύστημα και τα συστήματα διατροφής της χοιρομητέρας και την εκτροφή των χοίρων στον κόσμο και στην Ευρώπη. Επίσης, αναφέρει τα οφέλη από την χρήση νέων τεχνολογιών στις εκτροφές, παρατίθενται αναφορές για τη χρησιμότητα των συστημάτων



ακριβείας στην κτηνοτροφία και τέλος γίνεται αναφορά στην εφαρμογή τροφοδοσίας ακριβείας.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στα υλικά και στις μεθόδους που χρησιμοποιήθηκαν για να διεξαχθεί η παρούσα έρευνα. Επίσης, γίνεται λόγος για τις παραμέτρους που μελετήθηκαν, όπως είναι το κελί, ο αριθμός τοκετού και η διατροφική κατάσταση σε σχέση με το μέσο όρο της ημερήσιας κατανάλωσης τροφής καθώς επίσης και του ποσοστού επί του στόχου. Τέλος γίνεται αναφορά και στην στατιστική ανάλυση που εφαρμόστηκε.

Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας και παράλληλα γίνεται και ο σχολιασμός τους. Παρατίθενται πίνακες και γραφήματα ανάλογα με τις παραπάνω παραμέτρους.

Στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά σε έναν γενικό σχολιασμό των αποτελεσμάτων. Με την παράθεση συμπερασμάτων άλλων ερευνητών γίνεται σύγκριση των αποτελεσμάτων της συγκεκριμένης έρευνας. Κατά πόσο δηλαδή τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας είναι σύμφωνα με τα αποτελέσματα άλλων ερευνητών.

Στο πέμπτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στα συμπεράσματα που απορρέουν από την παρούσα έρευνα καθώς και μελλοντικές προτάσεις που θα μπορούσαν να γίνουν από άλλους ερευνητές για την αποτελεσματικότερη διαχείριση και ερμηνεία των αποτελεσμάτων από την ηλεκτρονική διαχείριση τροφοδοσίας εγκύων χοιρομητέρων.

Σκοπός της έρευνας ήταν να διαπιστωθεί από την εκτροφή κατά πόσο έχει επιτευχθεί ο στόχος που έχει τεθεί για την μέση κατανάλωση της τροφής και κατά πόσο οι ηλεκτρονικοί σταθμοί τροφοδοσίας βοήθησαν για να πετύχει ο στόχος αυτός.

Αρχικά, ερευνήθηκε η πιθανότητα να επηρεάζεται η κατανάλωση τροφής από την κάθε μια από τις πέντε θέσεις τροφοδοσίας ή το κελί σταβλισμού. Στη συνέχεια, οι ερευνητικές υποθέσεις αφορούσαν στη διερεύνηση της επίδρασης αριθμού τοκετού και της διατροφικής κατάστασης των χοιρομητέρων, ώστε να αναδειχθεί κατά πόσο η εφαρμογή και τα αποτελέσματα της χρήσης ηλεκτρονικών θέσεων τροφοδοσίας συμβάλουν στους στόχους της εκτροφής. Αυτοί ήταν, η επίτευξη κατανάλωσης τροφής σύμφωνα με τις καμπύλες διατροφής που είχαν τεθεί και ο έλεγχος της διατροφικής κατάστασης των χοιρομητέρων.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

1.1 Η ΧΟΙΡΟΤΡΟΦΙΑ ΣΤΙΣ ΜΕΡΕΣ ΜΑΣ

Οι χοίροι, από οικονομική άποψη είναι ένα περιουσιακό στοιχείο που αντιπροσωπεύει ένα απόθεμα πλούτου ή ένα δίκτυ ασφαλείας για περιόδους κρίσης, ενώ, από κοινωνιολογική άποψη, οι παραδοσιακές τελετές και οι πεποιθήσεις σε ορισμένα μέρη επικεντρώνονται στο χοίρο ως ένα πλεονέκτημα ζωτικής σημασίας για το σύστημα πεποιθήσεων τους. Ο αναπτυσσόμενος τομέας παραγωγής χοίρων αντιμετωπίζει ποικίλες προκλήσεις. Η βιώσιμη ανάπτυξη του κλάδου συνεπάγεται μια συνοδευτική ανάπτυξη των υποδομών, η οποία, σε πολλές χώρες, δεν συμβαίνει με τον ίδιο ρυθμό. Αυτή η απόκλιση, σε συνδυασμό με την αυξανόμενη σημασία του κλάδου στη διαβίωση ολόενα και περισσότερων ανθρώπων, τον καθιστά ευάλωτο στοιχείο της οικονομικής και κοινωνικής ραχοκοκαλιάς ορισμένων χωρών. Η ανασφαλής διαθεσιμότητα ζωοτροφών, η ανεπαρκής υγιεινή και η κακή χοιροτροφία, καθώς και η έλλειψη υγιών κτηνιατρικών υπηρεσιών και επιθεώρησης κρέατος είναι παράγοντες που οδηγούν σε κακή υγεία των ζώων, της δημόσιας υγείας και του περιβάλλοντος. Προκειμένου να αναπτυχθούν κατάλληλες στρατηγικές για την ανάπτυξη του κλάδου, συμπεριλαμβανομένων των μέτρων ελέγχου των ασθενειών, απαιτείται καλύτερη κατανόηση σε διαφορετικούς τομείς των χοίρων, των αλυσίδων που έχουν σχέση με την αγορά και τη θέση των χοίρων στην κοινωνία (FAO, 2012).

Οι χοίροι που εκτρέφονται σήμερα ανήκουν στο υποείδος *Sus scrofa domestica*. Αυτό το υποείδος προήλθε από την εξημέρωση και την διασταύρωση ατόμων που ανήκουν στα τρία υποειδή αγριόχοιρων:

1. *Sus scrofa scrofa*: αναφέρεται στον αγριόχοιρο της Ευρώπης και της βόρειας και δυτικής Ασίας
2. *Sus scrofa vittatus*: αναφέρεται στον αγριόχοιρο της νοτιοανατολικής Ασίας
3. *Sus scrofa leucomystax*: αναφέρεται στον αγριόχοιρο της Ιαπωνίας

Γεννήτορες και των τριών αυτών υποειδών μπορούν να συζευχθούν μεταξύ τους, όπως επίσης και με εξημερωμένους χοίρους και να δώσουν γόνιμους χοίρους (Κατσαούνης, Σπαής, 1998).



Οι χοίροι είναι παραγωγικά ζώα με καλύτερη κρεοπαραγωγική ικανότητα σε σύγκριση με άλλα ζώα όπως είναι τα βοοειδή. Από την μια παράγουν χοιρινό κρέας χωρίς να συμβάλλουν στην υποβάθμιση των βοσκοτόπων και από την άλλη το χοιρινό είναι ιδιαίτερα κατάλληλο για επεξεργασία. Επιπλέον, το χοιρινό κρέας παρέχει μια μεγαλύτερη ποικιλία διατροφής για την αγροτική οικογένεια καθώς οι χοίροι είναι ένα από τα λίγα κτηνοτροφικά ζώα όπου μπορούν να καταναλωθούν σχεδόν όλα τα μέρη του σώματος του. Επίσης, ένα άλλο θετικό είναι ότι διαφορετικές φυλές χοίρων έχουν προσαρμοστεί σε διαφορετικές κλιματικές συνθήκες με καλά ποσοστά επιτυχίας (FAO, 2011).

1.2 Η ΤΑΣΗ ΠΟΥ ΕΠΙΚΡΑΤΕΙ ΣΤΗΝ ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΑ

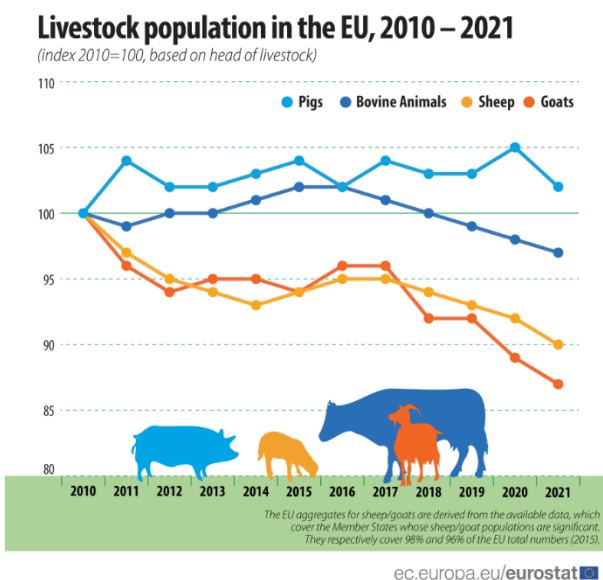
Η τάση που επικρατεί στην κτηνοτροφία τα τελευταία χρόνια είναι λιγότερες φάρμες, περισσότερα ζώα. Πολλοί άνθρωποι σε αρκετές χώρες παγκοσμίως, ιδιαίτερα στην Ασία, την Ινδία και τη Νότια Αμερική, έχουν περισσότερες οικονομικές δυνατότητες να αγοράσουν ζωική πρωτεΐνη. Το γεγονός αυτό, σε συνδυασμό με την αλλαγή της διατροφής αυτών των ανθρώπων στις συγκεκριμένες χώρες, θα οδηγήσει σε αύξηση της παγκόσμιας ζήτησης για ζωικά προϊόντα (κρέας, αυγά και γάλα) κατά 70% έως το 2050. Κατά συνέπεια, ο αριθμός των ζώων θα αυξάνεται, ενώ παράλληλα θα μειώνεται ο αριθμός των εκτροφέων. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα πολύ μεγαλύτερα κοπάδια ανά εκτροφέα (Berckmans, 2017).

Όσοι δηλώνουν ότι η λύση βρίσκεται στη διακοπή ή τη μείωση της κατανάλωσης κρέατος φαίνεται να ξεχνούν ότι δεν είναι εύκολο να σταματήσουν ή να απαγορεύσουν στους ανθρώπους να τρώνε κρέας και να αλλάξουν συνήθειες. Ως εκ τούτου, θα πρέπει να βρεθούν λύσεις για να προβλεφθούν τα αυξανόμενα προβλήματα (Berckmans, 2017). Ωστόσο, σήμερα, η παραγωγή χοιρινού κρέατος αυξάνεται ταχύτατα στην Ασία και σε κάποιο βαθμό στη Λατινική Αμερική, περισσότερο από ό,τι στη Βόρεια Αμερική και την Ευρώπη. Η καινοτομία στην τεχνολογία παραγωγής αρχίζει να εμφανίζεται καθώς κατασκευάζονται νέες φάρμες (Garcia & McGlone, 2022).

Οι ταχύτερα αναπτυσσόμενοι κτηνοτροφικοί τομείς παγκοσμίως είναι η παραγωγή χοίρων και η παραγωγή πουλερικών, μια τάση όπου αναμένεται να συνεχιστεί και για τα επόμενα χρόνια. Η ανάπτυξη του κλάδου συμβαίνει κυρίως σε αναπτυσσόμενες χώρες,

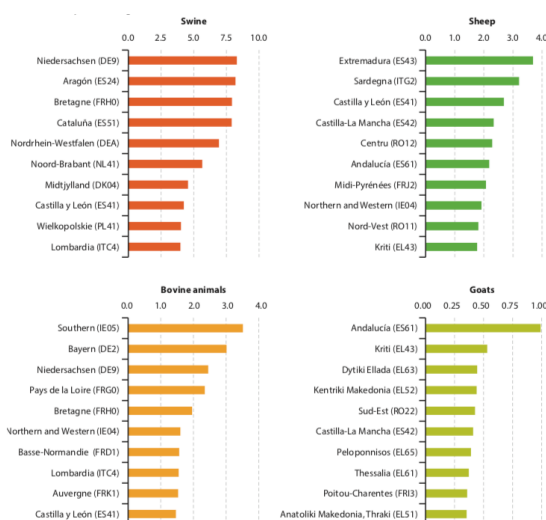


ενώ ο αριθμός των ζώων στις ανεπτυγμένες χώρες είναι σταθερός ή ελαφρώς μειώνεται. Η παραγωγή χοίρων αποκτά σημασία σε κοινωνίες που επί του παρόντος υφίστανται μια στροφή από την κτηνοτροφική παραγωγή μηρυκαστικών στην κτηνοτροφία μονογαστρικών. Η αυξανόμενη ζήτηση, ο συντομότερος κύκλος ζωής με υψηλότερα ποσοστά επιστροφών και τα πλεονεκτήματα αποδοτικότερης τροφοδοσίας αποτελούν βασικούς λόγους για αυτήν την εξέλιξη (FAO, 2012).



Εικόνα 1.1 Ο Ευρωπαϊκός πληθυσμός κτηνοτροφίας από το 2010 έως το 2021

Πηγή: Eurostat, 2021



Εικόνα 1.2 Κορυφαίες περιφέρειες στην ΕΕ για την κτηνοτροφία (εκατομμύρια κεφάλια ανά περιφέρειες NUTS 2)

Πηγή: Eurostat, 2021



1.2.1 Η ΕΚΤΡΟΦΗ ΧΟΙΡΩΝ ΣΤΟΝ ΚΟΣΜΟ

Σύμφωνα με τον Οργανισμό Τροφίμων και Γεωργίας των Ηνωμένων Εθνών (2020), η παγκόσμια παραγωγή χοιρινού κρέατος το 2010 από 109,9 εκατομμύρια τόνους αυξήθηκε σε 115,6 εκατομμύρια τόνους το 2019 (Shi et al., 2022). Καθώς επίσης, σύμφωνα κα με το China Statistical Yearbook (2019), η Κίνα είναι η μεγαλύτερη χώρα εκτροφής χοίρων παγκοσμίως και κυριαρχεί στην παγκόσμια παραγωγή χοιρινού κρέατος, με 544,19 εκατομμύρια χοίρους για σφαγή και 42,55 εκατομμύρια τόνους παραγωγής χοιρινού κρέατος (Shi et al., 2022).

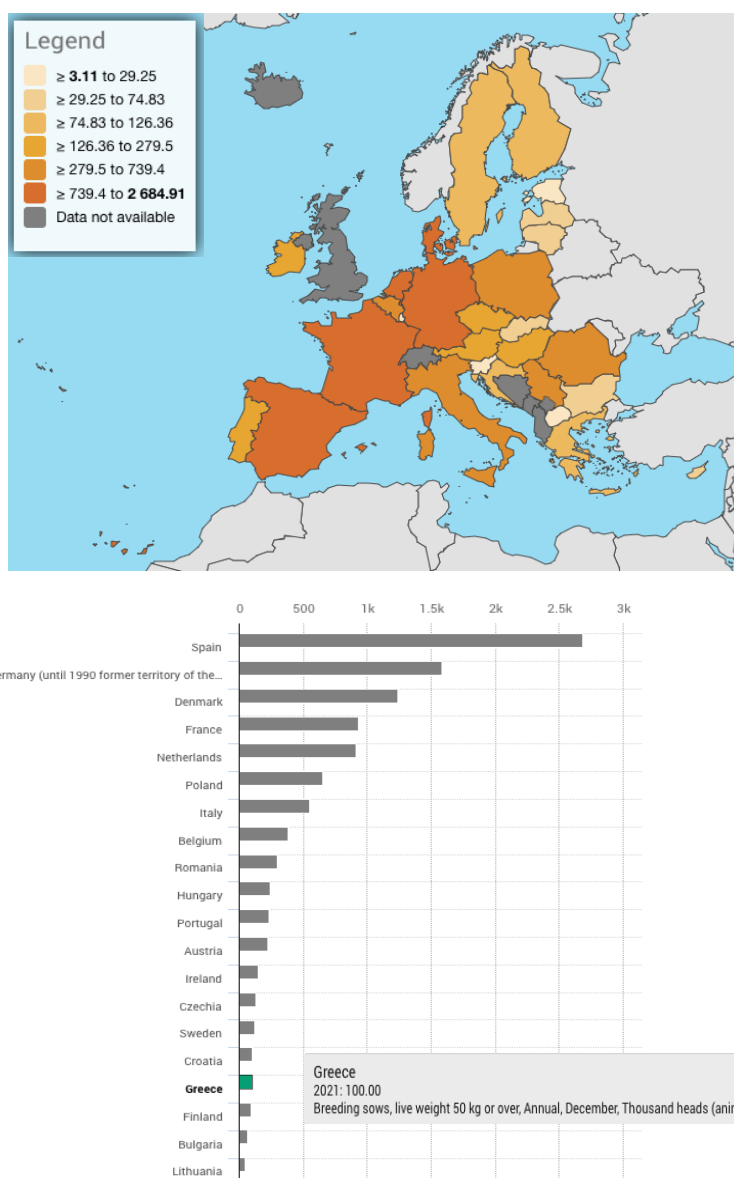
Στην Κίνα, το κρέας αποτελεί ένα μεγάλο μέρος της διατροφής τους, ιδιαίτερα το χοιρινό, φθάνοντας το 64,1% της συνολικής παραγωγής κρέατος τα τελευταία πέντε χρόνια (FAO, 2016). Ως εκ τούτου, η μεγάλη ζήτηση για χοιρινό κρέατος τόνωσε την ανάπτυξη μεγάλης και εντατικής παραγωγής χοίρων (Wang et al., 2015 & Qian et al. 2018). Εν τω μεταξύ, με τη βελτίωση του βιοτικού επιπέδου, ο αυξανόμενος πληθυσμός δίνει μεγαλύτερη προσοχή στην ποιότητα των τροφίμων. Υπό αυτές τις συνθήκες, η παραγωγή σύμφωνα με την πιστοποίηση China Green Food έχει λάβει μεγαλύτερη προσοχή (Lyu et al., 2022).

1.2.2 Η ΕΚΤΡΟΦΗ ΧΟΙΡΩΝ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ

Τον Δεκέμβριο του 2019, οι χοίροι ήταν τα ζώα που εκτρέφονταν πιο συχνά στην ΕΕ (143,1 εκατομμύρια ζώα), έπειτα ακολουθούσαν τα βοοειδή (όπως αγελάδες, 77,2 εκατομμύρια ζώα), μετά τα πρόβατα (κατ' εκτίμηση 62,5 εκατομμύρια ζώα) και τέλος οι κατσίκες (κατ' εκτίμηση 12,1 εκατομμύρια ζώα). Ο συνολικός πληθυσμός ζώων για αυτούς τους τέσσερις τύπους ζώων στην ΕΕ ήταν 295 εκατομμύρια ζώα (Eurostat, 2021). Η Γερμανία, η Ισπανία και η Γαλλία συνεισφέρουν περισσότερο από το ήμισυ της συνολικής ποσότητας χοιρινού κρέατος που παράγεται στην ΕΕ. Ο τομέας είναι πολύ ποικιλόμορφος, με τεράστιες διαφορές στις μεθόδους εκτροφής και στα μεγέθη των εκμεταλλεύσεων ανά κράτη μέλη. Οι εκτροφές ποικίλουν από οικόσιτη εκτροφή έως βιομηχανικές εγκαταστάσεις με χιλιάδες ζώα. Το 2018, σχεδόν τα τρία τέταρτα των χοίρων της ΕΕ εκτρέφονταν σε έξι κράτη μέλη της ΕΕ: Ισπανία (20,8 %), Γερμανία (17,8 %), Γαλλία (9,3 %), Δανία (8,5 %), Ολλανδία (8,1 %) και Πολωνία (7,4 %).



Επί του παρόντος η ΕΕ είναι ο κορυφαίος εξαγωγέας προϊόντων χοιρινού κρέατος στον κόσμο και ο λόγος είναι ότι οι εξαγωγές της έχουν ενισχυθεί από την πτώση της παραγωγής στην Ασία, όπου η αφρικανική πανώλη των χοίρων αποδεκατίζει εκατομμύρια ζώα. Ως αποτέλεσμα αυτών η αυξημένη ζήτηση για χοιρινό κρέας της ΕΕ ώθησε τις τιμές σε κορύφωση στις αρχές του 2020.



Εικόνα 1.3 Αποτίμηση χοιρομητέρων αναπαραγωγής στην Ευρώπη και στην Ελλάδα

Πηγή: Eurostat, 2021



1.2.3 ΜΕΤΑΒΑΣΗ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΚΤΑΤΙΚΗ ΣΤΗΝ ΕΝΤΑΤΙΚΗ ΜΟΡΦΗ ΕΚΤΡΟΦΗΣ

Η μετάβαση από την εκτατική στην εντατική μορφή εκτροφής έχει προκαλέσει μεγάλες αλλαγές στην εκτροφή χοίρων. Ένα παράδειγμα είναι ότι τα χοιρίδια απογαλακτίζονται από μόνα τους σε ηλικία περίπου 17 εβδομάδων (Jensen & Recen, 1989), ενώ υπό συνθήκες εντατικής εκτροφής απογαλακτίζονται συνήθως πρόωρα σε ηλικία περίπου 4-5 εβδομάδων. Επίσης, οι χοιρομητέρες που σε εκτατική εκτροφή θα αναπαράγονται δύο φορές το χρόνο, ενώ όταν στεγάζονται εντατικά ο αριθμός αυτός ανεβαίνει κατά 15 - 20 % υψηλότερα (Παπαδόπουλος, 2005). Αυτό δείχνει ότι οι χοίροι μεγαλώνουν σε μέγεθος και φτάνουν στην εφηβεία και την ενηλικίωση πολύ πιο γρήγορα από τους αντίστοιχους χοίρους σε ελεύθερη βοσκή ή σε εκτατική εκτροφή. Ένα κοινωνικό ζήτημα που προέκυψε από αυτή τη μετάβαση, είναι η έλλειψη χώρου, με αποτέλεσμα οι χοίροι να μην μπορούν να εκφράσουν τις φυσικές τους συμπεριφορές, όπως για παράδειγμα η εξερεύνηση και η αναζήτηση τροφής. Αν και η εμφάνιση της συμπεριφοράς έχει μια πολυπαραγοντική προέλευση, αυτές οι αλλαγές συνέβαλαν στην αύξηση της επιθετικότητας (Peden et al., 2018). Εάν μια ασθένεια δεν μπορεί να προληφθεί με τη χρήση ιατρικών μεθόδων όπως ο εμβολιασμός, πρέπει να ανιχνευθεί όσο το δυνατόν νωρίτερα για να δοθεί χρόνος στον εκτροφέα να δράσει και να αποτραπεί αποτελεσματικά η διασπορά της εντός του θαλάμου των χοίρων (Pessoa et al., 2021). Καθώς η συχνότητα των αντιστάσεων στα αντιβιοτικά τείνει να αυξάνεται λόγω της εκτεταμένης λήψης συμπληρωμάτων (EFSA, 2019), η ανάγκη για εναλλακτικές μεθόδους μείωσης της χρήσης τους είναι μεγάλης σημασίας (Girard and Bee, 2019). Η συνεχής επιτήρηση στη σύγχρονη χοιροτροφία για την αξιολόγηση της εξάπλωσης ασθενειών είναι μια πιθανή προσέγγιση για το πρόβλημα (Boyd et al., 2019). Υπό αυτές τις συνθήκες η Precision Livestock Farming (PLF) θα μπορούσε να προσφέρει λύσεις σε αυτά τα προβλήματα (Tzanidakis et al., 2021).

1.3 ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΧΟΙΡΟΜΗΤΕΡΑΣ

Η αποδοτικότητα της χοιρομητέρας διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη βιωσιμότητα και στην ανταγωνιστικότητα των χοιροτροφικών μονάδων. Η αποδοτικότητα ορίζεται με το μέσο αριθμό των απογαλακτιζομένων χοιριδίων ανά χοιρομητέρα και έτος διατήρησης.



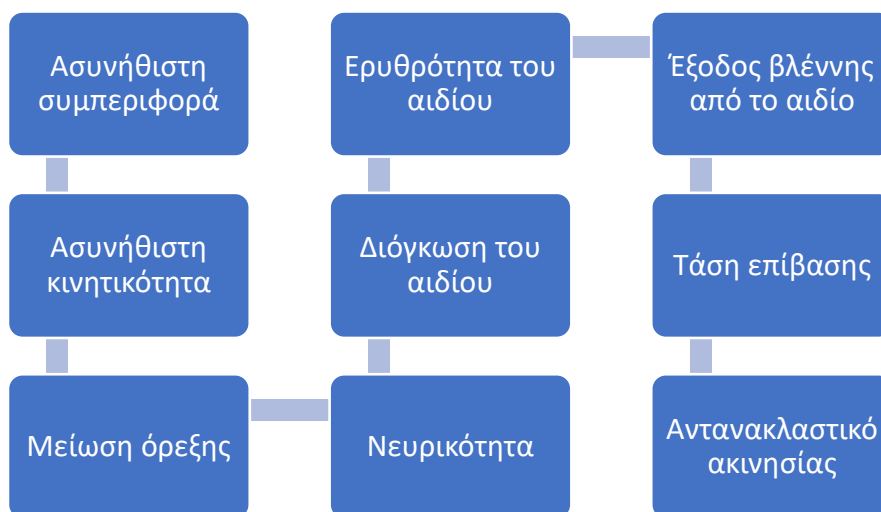
Η αποδοτικότητα της χοιρομητέρας εκφράζεται καλύτερα με τον όρο παραγωγικότητα, επειδή ο αριθμός των απογαλακτιζομένων χοιριδίων ανά χοιρομητέρα δεν εξαρτάται μόνο από την αναπαραγωγική της ικανότητα, αλλά εκφράζει το αποτέλεσμα της δράσης όλων των συντελεστών της παραγωγής που τη διαμορφώνουν, όπως είναι η διατροφή, ο γονότυπος, τα μέτρα διαχείρισης των ζώων και οι συνθήκες διατήρησης. Παρότι στις ελληνικές εκτροφές γίνεται χρήση προγραμμάτων Η/Υ, σπάνια αναζητούνται, μέσα από αυτά, οι αιτίες που οι χοιρομητέρες έχουν χαμηλές αποδόσεις, και ακόμα πιο σπάνια προλαμβάνουν, παίρνοντας μέτρα, για την βελτίωση της παραγωγικότητας της εκτροφής (Παπαδόπουλος, 2005). Η παραγωγικότητα των χοιρομητέρων επιτυγχάνεται με τη συνεχή και τη συνεπή εκδήλωση πλήρων αναπαραγωγικών κύκλων. Δηλαδή, οίστρος-κυοφορία-τοκετός-γαλουχία-απογαλακτισμός (Κουσενίδης, 2019).

1.3.1 ΟΙΣΤΡΟΣ

Ο οιστρικός κύκλος της χοιρομητέρας, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, έχει περιοδική επανάληψη, ανά 21 μέρες καθ' όλη την διάρκεια του έτους. Η περιοδική επανάληψη του ρυθμίζεται από τον άξονα υποθάλαμος, υπόφυση, ωθήκη της χοιρομητέρας, υπό την επίδραση του οποίου προκαλείται μεταβολή ορμονών.

Ο οίστρος είναι η σημαντικότερη φάση του οιστρικού κύκλου και εκδηλώνεται όταν κορυφώνεται η συγκέντρωση των οιστρογόνων και η διάρκεια του κυμαίνεται από 24-72 ώρες. Οι ενήλικες χοιρομητέρες σε σχέση με τις νεαρές έχουν μεγαλύτερη διάρκεια οίστρου. Στις δυτικές φυλές έχει παρατηρηθεί ότι ο πρώτος εμφανής οίστρος εκδηλώνεται σε ηλικία 5 με 6 μηνών και επαναλαμβάνεται κανονικά. Επίσης, οι ενήλικες χοιρομητέρες που εκτρέφονται υπό κανονικές συνθήκες, κατά 95% εκδηλώνουν οίστρο τις πρώτες 10 ημέρες μετά τον απογαλακτισμό των χοιριδίων.

Κατά την διάρκεια του οίστρου, λαμβάνει χώρα η ωοθυλακιορρηξία και η γονιμοποίηση των ωαρίων. Ο οίστρος γίνεται αντιληπτός από έναν έμπειρο κτηνοτρόφο από κάποια χαρακτηριστικά σημεία του ζώου και την αλλαγή της συμπεριφοράς του θηλυκού. Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται όλες οι αλλαγές που παρατηρούνται στα ζώα κατά την περίοδο του οίστρου.



Εικόνα 1.4 Χαρακτηριστικά ζώου που βρίσκεται σε οίστρο

Το πιο σημαντικό από τα χαρακτηριστικά του οίστρου είναι το αντανακλαστικό της ακινησίας. Αυτό διαπιστώνεται είτε από τον άνθρωπο, με επίβαση στην οσφύ της χοιρομητέρας ή με ισχυρή πίεση του ανθρώπου με τις παλάμες του στο αντίστοιχο σημείο του ζώου, είτε από ενήλικο έμπειρο κάπρο ανιχνευτή.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν τόσο τον πρώτο εμφανή οίστρο των θηλυκών ζώων, όσο και την επίσπευση του οίστρου είναι η έκθεση στον κάπρο, η διατροφή, η γαλουχία, η εποχή του έτους η διάρκεια του φωτισμού, η διατήρηση, η υγιεινή κατάσταση των ζώων και άλλοι παράγοντες, όπως είναι η ψευδοκύηση.

1.3.2 ΚΥΟΦΟΡΙΑ

Η μεγαλύτερη φάση του αναπαραγωγικού κύκλου της χοιρομητέρας είναι η κυοφορία. Η πρώτη μέρα της κυοφορίας θεωρείται η μέρα που έχουν γονιμοποιηθεί τα ωάρια, περιλαμβάνει όλες τις φυσιολογικές λειτουργίες ανάπτυξης των εμβρύων στη μήτρα και ολοκληρώνεται μετά από 114-116 μέρες με την διαδικασία του τοκετού. Παρά το μικρό εύρος διακύμανσης, η κυοφορία δεν θεωρείται σταθερή και επηρεάζεται από την φυλή, την εποχή, το μέγεθος της τοκετοομάδας, τον αριθμό τοκετού και τέλος από την ατομικότητα της χοιρομητέρας.

Μετά την ολοκλήρωση της οχείας, η διατροφή της χοιρομητέρας θα πρέπει να διασφαλίζει τη συγκράτηση του μεγαλύτερου δυνατού αριθμού γονιμοποιηθέντων εμβρύων. Έπειτα, κατά το στάδιο της κυοφορίας, το σιτηρέσιο θα πρέπει να είναι έτσι



δομημένο ώστε να καλύπτει τις ανάγκες για ενέργεια και θρεπτικά συστατικά, για ομαλή ανάπτυξη του κυήματος και της χοιρομητέρας ανάλογα με το σωματικό της βάρος και την θρεπτική της κατάσταση.

Το επίπεδο διατροφής των ζώων και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του σιτηρεσίου επηρεάζουν την ομαλή εξέλιξη της κυοφορίας

1. Το υψηλό επίπεδο διατροφής μετά την φυσική οχεία ή μετά την τεχνητή σπερματέγχυση, χωρίς να εμφανίζει δυσμενή συμπτώματα στη χοιρομητέρα, προκαλεί απώλειες σε ωάρια που έχουν γονιμοποιηθεί, με πιθανό αντίκτυπο να γεννηθούν χοιρίδια σε μικρότερο αριθμό. Από την άλλη πλευρά, κατά την περίοδο της κυοφορίας, το χαμηλό επίπεδο διατροφής προκαλεί απίσχναση των χοιρομητέρων πολυδιψία, πολουρία και τέλος προκαλεί αποβολή σε οποιοδήποτε στάδιο της κυοφορίας. Ακόμα, το χαμηλό επίπεδο διατροφής κατά την περίοδο της γαλουχίας προκαλεί μείωση κατά 10-15% της επιβίωσης των ωαρίων που έχουν γονιμοποιηθεί. Το υψηλό επίπεδο διατροφής διαπιστώνεται από το ιστορικό και την τεχνική της διατροφής των ζώων, ενώ το χαμηλό επίπεδο διαπιστώνεται από την σωματική κατάσταση των χοιρομητέρων.
2. Όσον αφορά, τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του σιτηρεσίου, η πλήρης έκπτυξη του παραγωγικού δυναμικού του ζώου εξασφαλίζεται, όταν το σιτηρέσιο ισόρροπο, σε σχέση με την ενέργεια και τις πρωτεΐνες αλλά και σε σχέση με όλα τα δυναμικά θρεπτικά χαρακτηριστικά. Η πορεία και η εξέλιξη της κυοφορίας της χοιρομητέρας επηρεάζεται και από πενίες των παραπάνω και από παρουσία τοξικών ουσιών στο σιτηρέσιο. Για παράδειγμα, η έλλειψη βιταμινών και ιχνοστοιχείων προκαλεί απορρόφηση εμβρύων, αποβολές, θάνατο εμβρύων, θνησιγενή ή ασθενικά χοιρίδια και τέλος πρόωρο τοκετό κατά 4 έως 16 μέρες.

Εντός κάθε φυλής η έκταση της εμβρυϊκής θνησιμότητας επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες, ένας από αυτούς είναι και το επίπεδο διατροφής της χοιρομητέρας. Το υψηλό επίπεδο διατροφής της χοιρομητέρας μετά την οχεία, έχει ως επακόλουθο την αύξηση της εμβρυϊκής θνησιμότητας, μέσω ενός μηχανισμού, που συνδέεται με την προγεστερόνη. Στην αντίθετη περίπτωση, το χαμηλό επίπεδο διατροφής μετά την γονιμοποίηση, αυξάνει τη συγκέντρωση της προγεστερόνης και την επιβίωση των εμβρύων. Όσον αφορά, την ενήλικη χοιρομητέρα, η ορμονική ισορροπία της κυοφορίας



καθώς και η εμβρυϊκή θνησιμότητα, φαίνεται να εξαρτάται περισσότερο από την αλληλεπίδραση στην κατανάλωση τροφής, μεταξύ του σταδίου της κυοφορίας και της γαλουχίας. Παράλληλα, σε σχέση με την διατροφή, η απουσία από το σιτηρέσιο ειδικών δυναμικών θρεπτικών συστατικών, όπως για παράδειγμα η βιταμίνη A, E, C, βοηθάει στην αύξηση της εμβρυϊκής θνησιμότητας.

1.3.3 ΤΟΚΕΤΟΣ

Η προγενετική περίοδος που είναι ± 5 μέρες από τον τοκετό είναι η πιο κρίσιμη περίοδος του αναπαραγωγικού κύκλου της χοιρομητέρας. Κατά την διάρκεια αυτής τη περιόδου, η κατάλληλη μεταχείριση της χοιρομητέρας από πλευράς προετοιμασίας, διατροφής, υγιεινής και συνθηκών διατήρησης, ασκεί θετική επίδραση στην πορεία του τοκετού που εξελίσσεται ομαλά, μειώνει τον αριθμό των χοιριδίων που γεννιούνται νεκρά και αυξάνει τέλος τον αριθμό των χοιριδίων που γεννιούνται ζωντανά. Ο τοκετός είναι η διαδικασία με την οποία τα έμβρυα εξωθούνται για έξοδο από την μήτρα και αρχίζει η επαναφορά των γενετικών οργάνων της χοιρομητέρας στην κατάσταση που βρίσκονταν πριν την εγκυμοσύνη.

1.3.4 ΓΑΛΟΥΧΙΑ

Μετά την κυοφορία ακολουθεί η γαλουχία, όπου αρχίζει από τον τοκετό και τελειώνει με τον απογαλακτισμό των χοιριδίων. Κατά το στάδιο αυτό, ο σκοπός της φροντίδα της χοιρομητέρας από τον κτηνοτρόφο, αποσκοπεί στην έκπτυξη του δυναμικού της γαλακτοπαραγωγής και τη διατήρηση της σε καλή σωματική κατάσταση. Σύμφωνα με τον πρώτο σκοπό, εξασφαλίζεται ο εφοδιασμός των νεογέννητων χοιριδίων με τα αναγκαία συστατικά για την επιβίωση και την ανάπτυξη τους μέχρι τον απογαλακτισμό. Σύμφωνα με τον δεύτερο σκοπό, μπαίνουν ο βάσεις και διασφαλίζονται οι προϋποθέσεις για ένα γόνιμο και αποδοτικό αναπαραγωγικό κύκλο που ακολουθεί. Το χρονικό διάστημα της γαλουχίας δεν είναι σταθερό, στις σύγχρονες χοιροτροφικές επιχειρήσεις κυμαίνεται από 21 έως 35 μέρες ή ανέρχεται κατά μέσο όρο σε 28 ημέρες. Σε περίπτωση που η γαλουχία διαρκεί λιγότερο από 21 μέρες, τότε απαιτούνται ειδικές τεχνικές διατροφής και εκτροφής των χοιριδίων. Αντίθετα σε περίπτωση που η γαλουχία διαρκεί περισσότερο από 35 μέρες ευνοεί από την μια το μέγεθος της ωοθυλακιορρηξίας και



ενδεχομένως της επόμενης τοκετοομάδας, από την άλλη οδηγεί σε αύξηση της διάρκειας του αναπαραγωγικού της κύκλου και μειώνει τον αριθμό των τοκετών ανά έτος.

1.3.5 ΑΠΟΓΑΛΑΚΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΓΟΝΙΜΗ ΟΧΕΙΑ

Η τρίτη μη παραγωγική φάση του αναπαραγωγικού κύκλου της χοιρομητέρας είναι το διάστημα του απογαλακτισμού-γόνιμης οχείας. Το διάστημα αυτό εξαρτάται από την συχνότητα εμφάνισης του οίστρου μετά τον απογαλακτισμό και το ποσοστό γονιμότητας. Ο οίστρος στις περισσότερες χοιρομητέρες, στις σύγχρονες χοιροτροφικές μονάδες, εκδηλώνεται μέσα στις πρώτες 7 ημέρες μετά τον απογαλακτισμό με μια κανονική κατανομή περί την 5^η ημέρα. Η γονιμότητα στις πρωτότοκες χοιρομητέρες είναι 50% τις πρώτες τέσσερις μέρες από τον απογαλακτισμό, ωστόσο αυτό δεν φαίνεται να ισχύει όταν η χοιρομητέρα βρίσκεται στον δεύτερο τοκετό και έπειτα. Το χαμηλό επίπεδο διατροφής της χοιρομητέρας κατά το στάδιο της γαλουχίας, δεν μεταβάλλει το ύψος της γαλακτοπαραγωγής, ενώ οδηγεί σε γραμμική αύξηση του χρόνου για εμφάνιση του πρώτου οίστρου εξαιτίας της απώλειας βάρους. Από αυτό οδηγούμαστε στο συμπέρασμα ότι όσο μεγαλύτερη είναι η απώλεια βάρους, τόσο αργεί να εκδηλωθεί ο πρώτος οίστρος.

1.4 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΧΟΙΡΟΜΗΤΕΡΑΣ

Σύμφωνα με τον Παπαδόπουλο (2005), η διατροφή των χοιρομητέρων χωρίζεται σε τρία στάδια. Πρώτο στάδιο είναι η διατροφή κατά την κυοφορία, δεύτερο στάδιο είναι η διατροφή κατά την γαλουχία και τρίτο στάδιο είναι η διατροφή κατά το διάστημα απογαλακτισμού – οχείας.

Στόχος της διατροφής της χοιρομητέρας μετά την γονιμοποίηση και μέχρι την ώρα του τοκετού είναι, η ομαλή εγκατάσταση και η εξέλιξη της κυοφορίας, η ανάκτηση των σωματικών απωλειών για την στήριξη της προηγηθείσης γαλακτοπαραγωγής, η κανονική σωματική ανάπτυξη της χοιρομητέρας και τέλος η βελτίωση της σωματικής κατάστασης στον επιθυμητό βαθμό μέχρι τον τοκετό για πλήρη έκπτυξη της επόμενης γαλακτοπαραγωγής.

Κατά την διάρκεια της κυοφορίας οι ενεργειακές ανάγκες της χοιρομητέρας βρίσκεται σε συνεχή αύξηση και η μεταβολικής της κατάσταση είναι συνεχώς αναβολική. Η περίοδος της κυοφορίας χωρίζεται σε τρεις φάσεις, όπου σε κάθε φάση χορηγείται τόση



ποσότητα όση να ικανοποιεί το μέσο επίπεδο των ενεργειακών αναγκών της χοιρομητέρας.

Η πρώτη φάση λαμβάνει χώρα κυρίως τις τρεις πρώτες εβδομάδες της κυοφορίας, όπου πραγματοποιείται η εγκατάσταση και η διαπίστωση της κυοφορίας. Σε αυτή την φάση το επίπεδο διατροφής θα πρέπει να είναι χαμηλό για να επιτευχθεί η αύξηση της προγεστερόνης και του ποσοστού εμβρυϊκής επιβίωσης.

Η δεύτερη φάση λαμβάνει χώρα από την 21^η-28^η έως 84^η-91^η ημέρα της κυοφορίας. Σε αυτή την φάση οι ανάγκες της κυοφορίας εστιάζονται περισσότερο στην ανάπτυξη του πλακούντα και δευτερευόντως στο έμβρυο και στην μήτρα. Στόχος της Διατροφής στην δεδομένη στιγμή είναι η ανάκτηση του βάρους που χάθηκε κατά την περίοδο της γαλουχίας που προηγήθηκε, για να συνεχίσει την ανάπτυξη της και να βελτιώσει την σωματική της κατάσταση ώστε να είναι σε θέση να στηρίξει την επόμενη γαλακτοπαραγωγή της. Το επίπεδο διατροφής είναι μεγαλύτερο από την προηγούμενης περιόδου κατά 2.5-3.5 MJ ΠΕ/ημέρα και το ύψος του διαμορφώνεται σε σχέση με την σωματική κατάσταση της χοιρομητέρας. Το υψηλό επίπεδο διατροφής, που σημαίνει πάχυνση των ζώων, κατά την περίοδο αυτή επηρεάζει έντονα την κατανάλωση της τροφής κατά την γαλουχία.

Η τρίτη φάση λαμβάνει χώρα από την 85^η-91^η ημέρα της κυοφορίας έως 1-2 μέρες του τοκετού που περιμένει ο κτηνοτρόφος. Η τελευταία αυτή φάση είναι και η πιο σημαντική γιατί θα πρέπει να καλύψει το 60% των συνολικών αναγκών της κυοφορούσας μήτρας και το 45% της ανάπτυξης των μαστών της χοιρομητέρας. Εξαιτίας της ανεπάρκειας σε ενέργεια και θρεπτικά συστατικά, αυξάνεται το εύρος διακύμανσης του βάρους των χοιριδίων στη γέννηση, με αποτέλεσμα την αύξηση της θνησιμότητας του κατά την γαλουχία, η χοιρομητέρα κατά τον τοκετό βρίσκεται σε κακή κατάσταση και διακυβεύεται η γαλακτοπαραγωγή της. Σε αντίθεση με την προηγούμενη φάση το υψηλό επίπεδο διατροφής εδώ δεν επηρεάζει δυσμενώς την κατανάλωση της τροφής κατά την γαλουχία. Κατά τις δυο τελευταίες ημέρες κυοφορίας η χορήγηση τροφής περιορίζεται σημαντικά από 2-2.3Kg/ημέρα. Αυτό γίνεται για να προληφθεί ο υπερβολικός γαστρικός φόρτος που οδηγεί σε δυσχερή τοκετό και η χοιρομητέρα έχει μια προδιάθεση για μαστίτιδα. Κατά το διάστημα αυτό η αντικατάσταση του μίγματος με πίτυρα ή υγρά στέμφυλα σακχαροποιίας δίνει καλύτερα αποτελέσματα για διευκόλυνση των κενώσεων



και αποφυγής της δυσκοιλιότητας, γεγονότα που προδιαθέτουν την μητέρα να εκδηλώσει το σύνδρομο Μαστίτιδα-Μητρίτιδα-Αγαλαξία.

Κατά την γαλουχία η διατροφή των σύγχρονων βελτιωμένων χοιρομητέρων σκοπό έχει την έκπτυξη του γαλακτοπαραγωγικού τους, για να ικανοποιηθούν οι ανάγκες για την ανάπτυξη 10 τουλάχιστον χοιριδίων, που απογαλακτίζονται μετά από 21-28 ημέρες, με σωματικό βάρος 6.4-7 χιλιόγραμμα. Για να εκπληρωθεί ο στόχος αυτός θα πρέπει να γίνει διατηρηθεί η σωματική κατάσταση της χοιρομητέρας στον απογαλακτισμό σε επιθυμητά επίπεδα. Κατά τον απογαλακτισμό η καλή σωματική κατάσταση της χοιρομητέρας, οδηγεί σε άμεση εκδήλωση του οίστρου και κανονική λειτουργία της αναπαραγωγής.

Οι παράγοντες που καθορίζουν το ύψος γαλακτοπαραγωγής είναι το μέγεθος της τοκετοομάδας και η ευρωστία των χοιριδίων. Οι σύγχρονοι γονότυποι χοιρομητέρων δίνουν μεγάλες τοκετοομάδες και αποδίδουν μεγάλες ποσότητες γάλακτος, από 12 έως 15Kg/ημέρα. Για να καλυφθούν οι ανάγκες σε συντήρηση και γαλακτοπαραγωγή, η υψηλή κατανάλωση της τροφής είναι αναγκαία, η οποία είναι μεγαλύτερη από 10Kg/ημέρα. Κατά το παρελθόν, έχουν επινοηθεί διάφορες τεχνικές διατροφής που εφαρμόζονται ακόμα και σήμερα. Ο λόγος είναι ότι δεν είναι δυνατόν να εκτιμηθεί άμεσα η γαλακτοπαραγωγή της χοιρομητέρας. Για παράδειγμα:

1. Χορηγείται στην χοιρομητέρα 1,8Kg τροφής για την κάλυψη των αναγκών της και 0,5Kg επιπλέον για κάθε θηλάζων χοιρίδιο.
2. Χορηγείται στην χοιρομητέρα 2Kg τροφής την πρώτη ημέρα και στην συνέχεια αυξάνεται βαθμιαία μέχρι την δυνατή κατανάλωση.
3. Παρέχεται στην χοιρομητέρα τροφή για κατανάλωση κατά βούληση από την δεύτερη ή τέταρτη ημέρα μετά τον τοκετό.

Ωστόσο επειδή κάθε τεχνική έχει τα θετικά και τα αρνητικά της, πάντα αναζητείται μια καλύτερη μέθοδος διατροφής που βασίζεται στις ανάγκες που διαμορφώνονται από το ύψος και την πορεία της γαλακτοπαραγωγής.

Μια ενδεδειγμένη κλίμακα χορήγησης και κατανάλωσης τροφής είναι η παρακάτω:

1. Την ημέρα του τοκετού δεν παρέχεται τροφή στην χοιρομητέρα.
2. Μετά την ολοκλήρωση του τοκετού και την αποβολή του πλακούντα ή την επόμενη μέρα παρέχεται τροφή στην χοιρομητέρα που δεν είναι περισσότερη από 2,5Kg.



3. Από την δεύτερη μέρα η τροφή που χορηγείται στην χοιρομητέρα έχει αυξητική τάση κατά 0,5Kg/ημέρα. Αυτό συνεχίζεται μέχρι την δέκατη μέρα, όπου το ενεργειακό της περιεχόμενο συναντά την καμπύλη των ημερήσιων αναγκών των χοιρομητέρων γενικώς.
4. Στην συνέχεια η ατομική διατροφή της χοιρομητέρας βασίζεται στο μέγεθος και την ανάπτυξη της τοκετοομάδας και ενθαρρύνεται για περισσότερη κατανάλωση, αν η σωματικής της κατάσταση δεν είναι ικανοποιητική.

Με όλα τα παραπάνω καλύπτονται οι συνολικές ανάγκες της χοιρομητέρας κατά την περίοδο της γαλουχίας, προλαμβάνεται το σύνδρομο Μαστίτιδα-Μητρίτιδα-Αγαλαξία και αποφεύγονται οι πεπτικές διαταραχές. Επίσης, προάγεται ομαλά η γαλακτοπαραγωγή, χωρίς έντονο καταβολισμό της σωματικής ύλης και χωρίς να εμφανίζονται παρεκκλίσεις στην όρεξη της χοιρομητέρας.

Αντίθετα αποτελέσματα εμφανίζονται, όταν υπάρχει μειωμένη κατανάλωση τροφής κατά την γαλουχία. Για παράδειγμα, υπάρχει μεγάλη απώλεια σωματικού βάρους, μειωμένη γαλακτοπαραγωγή, κακή σωματική κατάσταση της χοιρομητέρας κατά τον απογαλακτισμό και τέλος παρατηρείται αλλαγή στη σύσταση του γάλακτος. Η μειωμένη κατανάλωση τροφής επιδρά δυσμενώς και στην αναπαραγωγική λειτουργία της χοιρομητέρας. Αυτό έγκειται στα παρακάτω:

1. Παρατηρείται μικρότερο ποσοστό γονιμότητας.
2. Η επόμενη τοκετοομάδα είναι μικρότερη.
3. Αυξάνεται το διάστημα από τον απογαλακτισμό μέχρι τον επόμενο οίστρο
4. Αυξάνεται το ποσοστό που απομακρύνεται από την αναπαραγωγή, κυρίως των πρωτότοκων χοιρομητέρων.

Κατά το διάστημα απογαλακτισμού και οχείας. Η απότομη διακοπή τροφής την ημέρα του απογαλακτισμού προκαλεί stress στην χοιρομητέρα, η οποία αποποιείται την τροφή. Η όρεξη του ζώου επανέρχεται μετά από μια με δυο ημέρες, όποτε ο κτηνοτρόφος χορηγεί την τροφή που έδινε κατά την γαλουχία. Η ποσότητα τροφής που θα δοθεί στην χοιρομητέρα εξαρτάται από την σωματική της κατάσταση κατά τον απογαλακτισμό. Όσον αφορά τις χοιρομητέρες οι οποίες παρουσιάζουν κακή σωματική κατάσταση το διάστημα του απογαλακτισμού-οίστρου εμφανίζεται παρατεταμένο, ως επακόλουθο να απαιτείται υψηλότερο επίπεδο διατροφής που επιτυγχάνεται με την κατανάλωση της



τροφής κατά βούληση. Όσον αφορά τις χοιρομητέρες με καλή σωματική κατάσταση, χορηγείται αυξημένη ποσότητα τροφής τουλάχιστον 3,5Kg/ημέρα, που σκοπό έχει την αύξηση του μεγέθους της ωοθυλακιορρηξίας.

1.5 ΜΕΤΑΒΑΣΗ ΣΕ ΝΕΕΣ ΕΚΤΡΟΦΕΣ ΜΕ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΣΥΓΧΡΟΝΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ

Και μέχρι πριν από μια δεκαετία, οι περισσότεροι κτηνοτρόφοι δεν είχαν πρόσβαση σε σύγχρονες τεχνολογίες όπως internet υψηλής ταχύτητας, έξυπνα τηλέφωνα και φθηνή υπολογιστική ισχύ. Τώρα, και οι δύο αυτές συνθήκες αλλάζουν γρήγορα.

Πρώτον, η παγκόσμια ζήτηση για διάφορα κρέατα και ζωικά προϊόντα αναμένεται να αυξηθεί πάνω από 70% τις επόμενες τρεις δεκαετίες. Γνωρίζουμε τώρα ότι παγκοσμίως, όπου αυξήθηκαν οι πληθυσμοί και τα εισοδήματα, η κατανάλωση κρέατος έχει επίσης αυξηθεί. Αυτό σημαίνει ότι τώρα πρέπει να παράγουμε περισσότερα ζώα με περιορισμένη ποσότητα γης, νερού και άλλων φυσικών πόρων. Δεύτερον, σήμερα, περισσότερο από το ήμισυ του παγκόσμιου πληθυσμού είναι συνδεδεμένο στο διαδίκτυο είτε μέσω smartphone είτε μέσω υπολογιστών. Τα φθηνά τηλέφωνα που μπορούμε να τα μεταφέρουμε στις τσέπες μας, έχουν τώρα μεγαλύτερη υπολογιστική ισχύ από τους υπολογιστές στο Apollo 11, το πρώτο επανδρωμένο διαστημόπλοιο που προσγειώθηκε στη Σελήνη. Αυτό σημαίνει ότι η υπολογιστική ισχύς είναι πλέον εύκολα προσβάσιμη από εκατομμύρια κτηνοτρόφους (Neethirajan, 2020).

Σήμερα, τεχνολογίες όπως οι υπολογιστές, οι αισθητήρες, το cloud computing, η μηχανική μάθηση (Machine Learning-ML) και η τεχνητή νοημοσύνη (Artificial Intelligence-AI) μεταμορφώνουν ήδη αρκετούς κλάδους. Δημιουργούν μεγαλύτερα κέρδη και αποτελεσματικότητα (Wolfert et al., 2017). Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο πρέπει να διερευνήσουμε πώς αυτές οι προηγμένες τεχνολογίες μπορούν να μας βοηθήσουν να επιτύχουμε μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα και κέρδη στη κτηνοτροφία (Neethirajan, 2020).

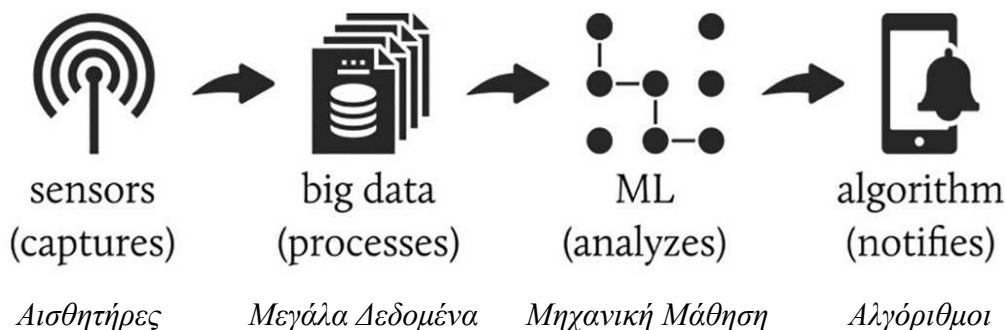
1.6. ΣΧΕΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΕΚΤΡΟΦΗΣ ΚΑΙ ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ

Ο κύριος παράγοντας κόστους στην εκτροφή ζώων είναι το ποσοστό εκτροφής, που ορίζεται ως ο αριθμός των ζώων που βόσκουν (συντηρούν) σε μια δεδομένη έκταση γης



για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Επιπλέον, τα δύο κύρια κόστη στη κτηνοτροφία είναι η διαχείριση των ζωοτροφών και η διαχείριση ασθενειών. Λόγω των οικονομικών κλίμακας, οι αγρότες μπορούν να βελτιστοποιήσουν το κύριο κόστος τους και να μειώσουν το κόστος παραγωγής τους αυξάνοντας τον αριθμό των ζώων που εκτρέφουν σε ένα σύστημα, σύμφωνα με τον Stigler (1958). Ωστόσο, οι περισσότερες πρακτικές εκτροφής ζώων σήμερα χρειάζονται χειρωνακτικές παρεμβάσεις σε κάποιο επίπεδο. Οι άνθρωποι αξιολογούν την ποσότητα των ζωοτροφών, εντοπίζουν και θεραπεύουν ασθένειες και φροντίζουν την παραγωγή. Αυτό θέτει όρια στο πόσα ζώα μπορούν να φροντιστούν. Θεωρητικά, εάν λιγότεροι άνθρωποι μπορούν να φροντίσουν πολλά περισσότερα ζώα, αυτό θα αφαιρέσει το μεγαλύτερο εμπόδιο στην αύξηση της παραγωγής καθώς και των κερδών (Neethirajan, 2020).

Τα μεγάλα δεδομένα (Big Data) διαδραματίζουν βασικό ρόλο στην εφαρμογή προηγμένων τεχνολογιών σε πρακτικές εκτροφής ζώων και προσφέρουν μια μεγάλη λύση για την αποθήκευση τεράστιων ποσοτήτων δεδομένων σε έναν απομακρυσμένο διακομιστή. Οι προηγμένοι αλγόριθμοι AI και ML μπορούν να χρησιμοποιήσουν αυτά τα εκτεταμένα δεδομένα για να αναλύσουν, να προβλέψουν και να ειδοποιήσουν τους αγρότες σε περίπτωση που υπάρχει κάτι μη φυσιολογικό. Επομένως, στο πλαίσιο της εκτροφής ζώων, οι αισθητήρες, τα μεγάλα δεδομένα και οι προηγμένοι αλγόριθμοι AI & ML συμβαδίζουν για να παρέχουν μια ολοκληρωμένη λύση. Συχνά, μέσω αυτής της εργασίας αναφερόμαστε σε αυτή τη συλλογή τεχνολογιών ως «προηγμένες τεχνολογίες» (Neethirajan, 2020).



Εικόνα 1.5 Η χρήση των προηγμένων τεχνολογιών στην κτηνοτροφία

Πηγή: (Neethirajan, 2020)



Στην πράξη, αυτές οι προηγμένες τεχνολογίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον καθορισμό βέλτιστων λύσεων σε πολλά προβλήματα εκτροφής ζώων. Μερικά παραδείγματα περιλαμβάνουν την εύρεση βέλτιστων λύσεων για την ελαχιστοποίηση του κόστους, τη μεγιστοποίηση της παραγωγής, την αύξηση της αποτελεσματικότητας και τη δημιουργία βέλτιστων διατροφικών συνθέσεων (Ferguson, 2014). Τα προηγμένα μοντέλα μπορεί ακόμη και να εξετάσουν μεταβλητές όπως η γενετική, το περιβάλλον και οι προτεραιότητες διαχείρισης, προκειμένου να βρουν σχετικές και με βάση τα συμφραζόμενα βέλτιστες λύσεις. Γενικά, όσο πιο διαφορετικά σύνολα δεδομένων συλλέγει και αναλύει ένα σύστημα, τόσο καλύτερες είναι οι πιθανότητές του να καταλήξει σε ακριβείς και βέλτιστες λύσεις (Ellis et al., 2020). Μια τέτοια λύση θα έχει επίσης το πλεονέκτημα ότι παρέχει στους αγρότες μια λύση βασισμένη σε στοιχεία ή βάσει δεδομένων.

1.7 ΟΦΕΛΗ ΑΠΟ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ

Ένα από τα μεγαλύτερα κόστη της κτηνοτροφίας είναι η διατροφή των ζώων (Piles et al. 2019). Όταν τα ζώα δεν λαμβάνουν επαρκή τροφή και υγρά, η παραγωγικότητα πλήττεται. Οι προοδευτικοί αγρότες παρακολουθούν πάντα αυτό το θέμα. Τώρα, η τεχνολογία μπορεί να τους βοηθήσει να το κάνουν αυτό με μεγαλύτερη ακρίβεια. Η πρόσληψη τροφής και υγρών μπορεί να διαφέρει πολύ (Neethirajan, 2020). Οι ισορροπημένες αναλογίες τροφής μπορούν να βοηθήσουν στην ενίσχυση του μεταβολισμού των ζώων. Για να υπολογίσουμε την αποτελεσματικότητα των ζωοτροφών, πρέπει να λάβουμε υπόψη παράγοντες όπως η ποσότητα της πρόσληψης τροφής και το βάρος που αποκτούν τα ζώα (Piles et al. 2019).

1.7.1 ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΑ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, εάν η παγκόσμια αύξηση των ζωικών προϊόντων θα αυξηθεί κατά 70% έως το 2050, θα αρχίσουμε να αντιμετωπίζουμε σοβαρά προβλήματα. Ο αριθμός των ζώων θα αυξάνεται, ενώ παράλληλα θα μειώνεται ο αριθμός των εκτροφέων. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα πολύ μεγαλύτερους πληθυσμούς ανά εκτροφή. Είναι αδύνατο για τους κτηνοτρόφους να ακολουθούν όλα τα ζώα τους με αξιόπιστο τρόπο σε τόσο μεγάλες ομάδες. Ένα σημαντικό πρόβλημα για τα επόμενα 10 χρόνια είναι



η συνεχής παρακολούθηση της υγείας των ζώων στις μεγάλες ομάδες ζώων. Λόγω του αυξανόμενου αριθμού των ζώων και του μειούμενου αριθμού των εκτροφέων, κάθε εκμετάλλευση θα εκτρέφει περισσότερα ζώα. Στο μέλλον, μια εκτροφή (ή πόλη ζώων) θα μπορούσε να έχει 25.000 αρμεγόμενες αγελάδες, 200.000 χοίρους πάχυνσης ή μερικά εκατομμύρια κοτόπουλα κρεατοπαραγωγής. Οι λοιμώξεις σε τόσο μεγάλες ομάδες θα έχουν καταστροφικές συνέπειες, ενώ η μείωση της χρήσης αντιβιοτικών αποτελεί πρωταρχική πρόκληση. Η ανάπτυξη των εμβολίων θα πάρει χρόνο και η αποτελεσματικότητα της εφαρμογής εμβολίων σε μεγάλα κοπάδια πρέπει να παρακολουθείται για τη βελτίωσή τους. Η υγεία των ζώων αποτελεί κορυφαία προτεραιότητα καθώς σχετίζεται με την υγεία του ανθρώπου (Berckmans, 2017).

Ταυτόχρονα, πολλά ζητήματα πρέπει να επιλυθούν στον κτηνοτροφικό τομέα, όπως η παρακολούθηση της υγείας και της καλής διαβίωσης των ζώων, η μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και η διασφάλιση της παραγωγικότητας της διαδικασίας. Η κτηνοτροφία ακριβείας (PLF) στοχεύει να προσφέρει ένα σύστημα παρακολούθησης και διαχείρισης σε πραγματικό χρόνο για τους αγρότες. Αυτό διαφέρει θεμελιωδώς από άλλες προσεγγίσεις που προσπάθησαν να παρακολουθήσουν την καλή διαβίωση των ζώων από εμπειρογνώμονες σε ανθρώπους που βαθμολογούν δείκτες με βάση τα ζώα. Αυτές οι μέθοδοι δεν βελτιώνουν τη ζωή του υπό εξέταση ζώου. Είναι ωραίο να εντοπίζει κανείς ένα πρόβλημα μετά την άφιξη ενός ζώου στο σφαγείο, αλλά είναι πολύ καλύτερο να ανιχνεύει ένα πρόβλημα ενώ το ζώο εκτρέφεται και να λαμβάνει άμεσα μέτρα διαχείρισης. Η ιδέα του PLF είναι να παρέχει μια προειδοποίηση σε πραγματικό χρόνο όταν υπάρχει πρόβλημα, έτσι ώστε ο κτηνοτρόφος να μπορεί να λάβει άμεσα μέτρα για την επίλυση του προβλήματος. Για να προωθηθεί περαιτέρω η τεχνολογία PLF σε εφαρμογή πεδίου, απαιτείται αυξημένη ανάπτυξη και δοκιμή τεχνολογιών PLF σε πραγματικές εκτροφές για την εφαρμογή αξιόπιστων λύσεων. Για την περαιτέρω ανάπτυξη και εισαγωγή τέτοιων υποστηρικτικών συστημάτων διαχείρισης PLF, πρέπει να τηρούνται ορισμένες βασικές αρχές (Berckmans, 2017).

Τα αποτελέσματα και οι δυνατότητες της τεχνολογίας PLF είναι ως επί το πλείστον άγνωστα στους επιστήμονες ζώων, τους κτηνιάτρους, τους ηθολόγους κ.λπ. λόγω της έλλειψης συνεργασίας μεταξύ διαφορετικών κλάδων. Ωστόσο, δεν υπάρχει αμφιβολία ότι ο συνδυασμός των νέων τεχνολογιών με τη βιολογία προσφέρει μεγάλες ευκαιρίες



στην ΕΕ όσον αφορά στην υλοποίηση και την εφαρμογή των οδηγιών καθώς και από οικονομική και κοινωνική άποψη. Πολλά δεδομένα έχουν ήδη καταχωρηθεί αυτόματα από τους υπολογιστές ελέγχου και συλλέγονται σε έναν υπολογιστή της εκτροφής. Στην πράξη, ωστόσο, οι χοιροτρόφοι σχεδόν δεν χρησιμοποιούν αυτές τις πληροφορίες. Ως αποτέλεσμα, χάνουν χρήματα επειδή οι αποκλίσεις στη διαδικασία παραγωγής δεν γίνονται αντιληπτές ή παρατηρούνται πολύ αργά. Ωστόσο, η μεγαλύτερη πρόκληση με το PLF είναι να μετατρέψει αυτόν τον αυξανόμενο όγκο δεδομένων σε χρήσιμες πληροφορίες, έτσι ώστε, καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας, ο εκτροφέας να μπορεί να χρησιμοποιεί τις σχετικές πληροφορίες απευθείας για τη διαχείριση των λειτουργιών (Vranken & Berckmans, 2017).

1.7.2 ΧΟΙΡΟΤΡΟΦΙΑ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ

Από την εκτατική στην εντατική εκτροφή προέκυψαν σημαντικές μεταβολές όπως είναι οι συνθήκες διαβίωσης των χοιριδίων. Ένα πρόβλημα που δημιουργήθηκε εξαιτίας αυτής της μετάβασης, είναι η ανεπάρκεια χώρου όπου τα ζώα εκφράζουν τις φυσικές τους συμπεριφορές, όπως είναι η εξερεύνηση και η αναζήτηση της τροφής. Επίσης, αυτές οι μεταβολές οδήγησαν στην αύξηση της επιθετικότητας, στην εμφάνιση ανεπιθύμητων συμπεριφορών, όπως για παράδειγμα παρενόχληση, κανιβαλισμός κ.α., και στη διαταραχή των κοινωνικών σχέσεων με αρνητικές επιπτώσεις για την υγεία, την ευζωία, την ποιότητα των ζώων με αποτέλεσμα, την οικονομική αποτελεσματικότητα των μονάδων (Tzanidakis et al., 2019).

Στις μέρες μας η χοιροτροφία είναι ένας από τους πιο αναπτυσσόμενους κλάδους παραγωγής καθώς επίσης και από τους πιο προηγμένους τεχνολογικά. Ενώ τα κοπάδια των χοίρων μεγαλώνουν παγκοσμίως, ταυτόχρονα ο αριθμός των χοιροτρόφων μειώνεται σταδιακά. Ως επακόλουθο της παραπάνω κατάστασης, είναι σχεδόν αδύνατον οι κτηνοτρόφοι να αξιολογήσουν κάθε ζώο μεμονωμένα και να διασφαλίσουν την ευζωία του. Η κτηνοτροφία ακριβείας θα μπορούσε να δώσει λύσεις σε αυτά τα προβλήματα (Tzanidakis et. al., 2021).



1.7.3 ΟΡΙΣΜΟΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΑ

Σύμφωνα με τον Berckmans (2004), η κτηνοτροφία ακριβείας περιλαμβάνει τις μετρήσεις, τις προβλέψεις και την ανάλυση δεδομένων από τις ζωικές μεταβλητές. Προσφέρει επίσης, εντελώς νέες δυνατότητες συλλογής και ανάλυσης δεδομένων από τα ζώα εκτροφής με έναν συνεχή και πλήρως αυτοματοποιημένο τρόπο. Η εφαρμογή αυτής της τεχνολογίας προσφέρει νέες δυνατότητες της ασφάλειας και της ποιότητας των τροφίμων, αποτελεσματική και βιώσιμη κτηνοτροφία, υγιή ζώα, εγγυημένη ευζωία των ζώων και αποδεκτές περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την κτηνοτροφική παραγωγή. Επίσης, όπως αναφέρει ο Tzanidakis et. al. (2021), μπορεί να μειώσει τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από τα ζώα και να επηρεάσει θετικά την οικονομική βιωσιμότητα της μονάδας.

Σύμφωνα με τον Berckmans (2004), ένα σύστημα PLF είναι:

- α) εργαλείο υποστήριξης και δεν σκοπεύει να αντικαταστήσει τον εκτροφέα,
- β) ένα ζωοκεντρικό εργαλείο
- γ) χρειάζεται ιδανικές συνθήκες για τις διαδικασίες παρακολούθησης και ελέγχου.

Η κτηνοτροφία ακριβείας (Precision Livestock Farming, PLF), είναι μια καινοτόμος προσέγγιση συστήματος παραγωγής που μπορεί να οριστεί ως «η διαχείριση του ζωικού κεφαλαίου χρησιμοποιώντας τις αρχές και τις τεχνολογίες της μηχανικής» (Wathes et al., 2008).

Η κτηνοτροφία ακριβείας συνεπάγεται την αυτοματοποιημένη απομακρυσμένη ανίχνευση και παρακολούθηση ατομικής αναγνώρισης για την υγεία και την καλή διαβίωση των ζώων χρησιμοποιώντας ανάλυση σε πραγματικό χρόνο εικόνων, ήχων, δεδομένων παρακολούθησης, βάρους και κατάστασης σώματος και βιολογικών μετρήσεων στα ζώα. Με αυτό τον τρόπο, υπάρχει η ικανότητα για έγκαιρη ανίχνευση της ασθένειας ή της φυσιολογικής κατάστασης σε επίπεδο αγροκτήματος (Berckmans, 2014).

Η κτηνοτροφία ακριβείας είναι μια σειρά πρακτικών που στοχεύουν στην αύξηση της ικανότητας του εκτροφέα να διατηρεί επαφή με μεμονωμένα ζώα παρά την αυξανόμενη εντατικοποίηση της κτηνοτροφικής παραγωγής. Στοχεύει στην επίτευξη οικονομικά, περιβαλλοντικά και κοινωνικά βιώσιμης γεωργίας μέσω της παρατήρησης, της ερμηνείας της συμπεριφοράς και του ελέγχου της μικρότερης δυνατής ομάδας ζώων. Επιτρέπει στους αγρότες να μειώσουν το λειτουργικό κόστος, όπως οι δαπάνες για ζωοτροφές,



φάρμακα και ενέργεια. Επιπλέον, οι αγρότες μπορούν να χρησιμοποιήσουν τεχνολογίες PLF για την παρακολούθηση της υγείας και της καλής διαβίωσης των ζώων για να διασφαλίσουν ότι τα ζώα ζουν καλά και είναι απαλλαγμένα από ασθένειες. Τα συστήματα κτηνοτροφίας ακριβείας στοχεύουν στη μετατροπή της παραγωγής της τεχνολογίας σε χρήσιμες πληροφορίες για τον εκτροφέα (Vranken & Berckmans, 2017). Ο στόχος της PLF είναι να διαχειρίζεται μεμονωμένα ζώα με συνεχή παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο της υγείας, της ευζωίας, της παραγωγής/αναπαραγωγής και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Η λέξη "συνεχής" σημαίνει σε αυτήν την περίπτωση ότι η τεχνολογία PLF μετρά και αναλύει κάθε δευτερόλεπτο, 24 ώρες την ημέρα και 7 ημέρες την εβδομάδα. Οι εκτροφείς λαμβάνουν μια προειδοποίηση όταν υπάρχει πρόβλημα με τέτοιο τρόπο που το σύστημα PLF τους φέρνει στα ζώα που χρειάζονται την προσοχή τους εκείνη τη στιγμή. Η παρακολούθηση μπορεί να γίνει με κάμερα και αναλύσεις εικόνας σε πραγματικό χρόνο, με μικρόφωνο και αναλύσεις ήχου σε πραγματικό χρόνο ή με αισθητήρες γύρω ή πάνω στο ζώο (Berckmans, 2017).

Η εφαρμογή των αρχών και τεχνικών των διεργασιών της μηχανικής στην κτηνοτροφία για την παρακολούθηση, τη μοντελοποίηση και τη διαχείριση της ζωικής παραγωγής ονομάζεται κτηνοτροφία ακριβείας (PLF) (Vranken & Berckmans, 2017).

Το PLF είναι η πλήρως αυτοματοποιημένη συνεχής παρακολούθηση των ζώων, με έμφαση στην ατομικότητα (σε περίπτωση χοιροτροφίας σε κάθε κελί), χρησιμοποιώντας τις τεχνολογικές εξελίξεις ως μέρος της διαδικασίας διαχείρισης (Berckmans, 2017 Norton et al., 2019).

1.7.4 Η ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ

Η διαδικασία ανάπτυξης ενός συστήματος έγκαιρης προειδοποίησης PLF για το αγρόκτημα βασίζεται στην υπόθεση ότι όταν ένας χοίρος μέσα σε ένα θάλαμο βιώνει συνθήκες δυσφορίας, θα παρουσιάσει μια βιο-απόκριση όσον αφορά τις αλλαγές συμπεριφοράς (Berckmans, 2017). Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η πιο άμεση εικόνα για την αξιολόγηση της καλής διαβίωσης των ζώων είναι οι παρατηρήσεις με βάση τα ζώα (Temple et al., 2012), επομένως, η ανάλυση συμπεριφοράς θα πρέπει να βρίσκεται στον κύριο πυρήνα της έρευνας. Τα πρώτα σημάδια μιας αλλαγής συμπεριφοράς θα πρέπει να ανιχνεύονται από το σύστημα PLF, με επεξεργασία εικόνας/βίντεο, ανάλυση ήχου ή



οποιοδήποτε άλλο αισθητήρας ικανό να ανιχνεύει τα στοιχεία που είναι υπεύθυνα για αλλαγές συμπεριφοράς όπως RFID, θερμομέτρα κ.λπ. (Berckmans, 2014b). Επομένως, το πρώτο βήμα για τη δημιουργία ενός συστήματος που παρακολουθεί αυτόματα τη συμπεριφορά των χοίρων και αντιμετωπίζει ένα πρόβλημα με βάση τις βιοαπαντήσεις τους, είναι η τεκμηρίωση και η επισήμανση ενός συνόλου δεδομένων που συλλέγονται σε μια κατάλληλη χρονική περίοδο (Banhazi and Black, 2009). Με την ανάλυση που προκύπτει, είναι δυνατό να κατασκευαστεί ένας αυτόματος ταξινομητής που ταξινομεί μοτίβα που οδηγούν σε διαφορές συμπεριφοράς λόγω ακατάλληλων συνθηκών (Berckmans, 2009). Ωστόσο, η σωστή αποκωδικοποίηση και εκτίμηση αξίας των συλλεγόμενων δεδομένων είναι πολύ σημαντική, πριν από τη χρήση τους για τη βελτίωση του εφαρμοσμένου συστήματος διαχείρισης (Rojo-Gimeno et al., 2019). Το δεύτερο βήμα είναι η ανάπτυξη δυναμικών μαθηματικών μοντέλων με βάση τις παραμέτρους αυτών των προτύπων και ο καθορισμός συγκεκριμένων δεικτών για αυτές τις συμπεριφορές (Berckmans, 2014). Αυτό το πρωτόκολλο ενοποιημένο με ένα σύστημα υπολογιστή που ιχνηλατεί και παρακολουθεί συνεχώς αυτές τις παραμέτρους μπορεί να δημιουργήσει ένα εργαλείο για επίλυση προβλημάτων σε πραγματικό χρόνο που θα βελτιώσει την αποτελεσματικότητα της τροφής, την παροχή διατροφής και τις συνθήκες στέγασης και θα ελαχιστοποιήσει το ετήσιο κόστος λειτουργίας του χοιροστασίου (Berckmans, 2014a). Το τελευταίο βήμα για την ανάπτυξη ενός αυτόματου εργαλείου δυναμικού ελέγχου είναι η δημιουργία ενός μοντέλου που συνδέει αντιδράσεις συμπεριφοράς όπως ανάπαυση, σίτιση, πόση, λαχάνιασμα, κινητικότητα, περιοχή κατάληψης δαπέδου, επιθετική αλληλεπίδραση και δραστηριότητα με την παράμετρο ενδιαφέροντος όπως η ανάπτυξη, το σωματικό βάρος, η πρόσληψη τροφής, ο ρυθμός εκμετάλευσης της τροφής ή οι περιβαλλοντικές συνθήκες όπως η θερμοκρασία, η σχετική υγρασία, η συγκέντρωση σωματιδίων στον αέρα κ.λπ. Αυτό δεν είναι απλό έργο και αρκετοί επιστήμονες έχουν εργαστεί σε τέτοια μοντέλα προσομοίωσης για πολλές δεκαετίες (Berckmans, 2006).

Οι Vranken & Berckmans (2017) μέσα από την έρευνα τους επισημαίνουν ότι αυτές οι εξελίξεις, που εφαρμόζονται σε επίπεδο παραγωγής, στοχεύουν στην αύξηση της ικανότητας του εκτροφέα να παρακολουθεί συνεχώς την καθημερινή ζωή των χοίρων παρά το μέγεθος του κοπαδιού. Η παρακολούθηση και η ανάλυση βιοαποκρίσεων είναι



το σημείο εκκίνησης οποιουδήποτε συστήματος PLF, παρέχοντας το σύνολο των δεδομένων που θα χρησιμοποιηθούν για την ανάπτυξη αλγορίθμων που θα ελέγχουν ορισμένες παραμέτρους στη διαδικασία παραγωγής (Matthews et al., 2016). Όταν ανιχνεύεται ένα πρόβλημα εντός της μονάδας, ενεργοποιείται ένα προειδοποιητικό σήμα, έτσι ώστε να μπορούν να ληφθούν άμεσα μέτρα, οδηγώντας σε έγκαιρη λύση του προβλήματος (Berckmans, 2017). Έτσι, τα εργαλεία υποστήριξης αποφάσεων PLF μπορούν δυνητικά να βελτιώσουν την ευζωία των ζώων, την αποτελεσματικότητα των ζωοτροφών, τη χρήση και την απόδοση αντιβιοτικών, μειώνοντας τις εκπομπές αερίων των ζώων, ενισχύοντας ταυτόχρονα την οικονομική σταθερότητα των αγροτικών περιοχών και ελαχιστοποιώντας το ετήσιο κόστος λειτουργίας των μονάδων (Pomar et al., 2019).

1.7.5 ΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΚΑΙ ΤΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ

Η κτηνοτροφία ακριβείας βασίζεται στην υπόθεση ότι η συνεχής άμεση παρακολούθηση ή παρατήρηση των ζώων θα επιτρέψει στους κτηνοτρόφους να ανιχνεύουν και να ελέγχουν την κατάσταση της υγείας και της καλής μεταχείρισης των ζώων τους ανά πάσα στιγμή. Τελικά, ένα ζώο που απολαμβάνει καλή υγεία και ευζωία μπορεί να παρέχει την καλύτερη εγγύηση για την ποιότητα του προϊόντος μακροπρόθεσμα. Σήμερα, ο εκτροφέας μπορεί να χρησιμοποιήσει σύγχρονες τεχνολογίες για τη μέτρηση διαφορετικών παραμέτρων στο αγρόκτημα, όπως ο ρυθμός αερισμού, η παροχή τροφής και οι εισροές θέρμανσης/ψύξης, αλλά λίγα από τα διαθέσιμα εργαλεία μέχρι τώρα έχουν επικεντρωθεί στον πιο σημαντικό συμμετέχοντα στην παραγωγική διαδικασία, το ζώο. Η τεχνολογική ανάπτυξη και πρόοδος έχουν προχωρήσει σε τέτοιο βαθμό που είναι πλέον διαθέσιμα ακριβή, ισχυρά και οικονομικά εργαλεία. Αυτά περιλαμβάνουν κάμερες, μικρόφωνα, αισθητήρες (όπως τρισδιάστατα επιταχυνσιόμετρα, αισθητήρες θερμοκρασίας, αισθητήρες αγωγιμότητας δέρματος και αισθητήρες γλυκόζης), εργαλεία ασύρματης επικοινωνίας, συνδέσεις στο Διαδίκτυο και αποθήκευση cloud. Η σύγχρονη τεχνολογία καθιστά δυνατή την τοποθέτηση καμερών, μικροφώνων και αισθητήρων αρκετά κοντά ώστε να μπορούν να αντικαταστήσουν τα μάτια και τα αυτιά του εκτροφέα στην παρακολούθηση μεμονωμένων ζώων (Berckmans, 2014).



1.7. 6 ΣΤΟΧΟΣ ΚΑΙ ΣΚΟΠΟΣ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ

Ο στόχος του PLF είναι να συνδυάσει όλο το διαθέσιμο υλικό με έξυπνο λογισμικό προκειμένου να εξάγει πληροφορίες από ένα ευρύ φάσμα δεδομένων. Η κτηνοτροφία ακριβείας μπορεί να προσφέρει ένα εργαλείο διαχείρισης που επιτρέπει στον εκτροφέα να παρακολουθεί αυτόματα τα ζώα και να δημιουργεί προστιθέμενη αξία συμβάλλοντας στη διασφάλιση βελτιωμένης υγείας, ευζωίας, παραγωγικότητας και περιβαλλοντικών επιπτώσεων (Berckmans, 2014).

Ο κύριος σκοπός της κτηνοτροφίας ακριβείας είναι να ενισχύσει την κερδοφορία, την αποδοτικότητα και τη βιωσιμότητα των εκτροφών βελτιώνοντας την απόκτηση, τη διαχείριση και την χρήση δεδομένων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την βελτίωση των διατροφικών, περιβαλλοντικών και άλλων πτυχών διαχείρισης διάφορων ειδών ζώων (Banhazi et. al., 2012a).

Απομακρυσμένοι αισθητήρες όπως κάμερες, μικρόφωνα, θερμομέτρα και επιταχυνσιόμετρα παρακολουθούν ή καταγράφουν πληροφορίες όπως εικόνες, ήχο, θερμότητα ή κίνηση από ομάδες ή μεμονωμένα ζώα. Τα δεδομένα από τους αισθητήρες, που αποθηκεύονται σε εξωτερικές μονάδες δίσκου ή αποστέλλονται απευθείας σε έναν κόμβο επεξεργασίας (ανάλογα με τη μεταφορά φωτογραφιών από μια ψηφιακή κάμερα σε υπολογιστή) επεξεργάζονται στη συνέχεια με αλγόριθμους. Ένας αλγόριθμος χρησιμοποιείται για την επίλυση ενός συγκεκριμένου προβλήματος ή κατηγορίας προβλημάτων (Benjamin & Yik, 2019).

Στην κτηνοτροφική διαδικασία, ο κεντρικός και πιο πολύπλοκος παράγοντας είναι το ζώο. Λόγω της μεταβλητής συμπεριφοράς των ζώων που είναι ζωντανοί οργανισμοί, η παρακολούθηση της προσέγγισης PLF απαιτεί συνεχείς μετρήσεις των αποκρίσεων των ζώων απευθείας στο ζώο και όχι στο περιβάλλον που περιβάλλει τον ζωντανό οργανισμό. Η γενική προσέγγιση για τη συλλογή δεδομένων πεδίου σε πραγματικό χρόνο, γνωστά ως βιο-σήματα, στο ζώο είναι η χρήση αισθητήρων (π.χ. μέτρηση θερμοκρασίας, θέση GPS, δεδομένα επιταχυνσιόμετρου κ.λπ.), ανάλυση εικόνας σε πραγματικό χρόνο ή ανάλυση ήχου. Οι δύο τελευταίες τεχνικές έχουν κάποια πλεονεκτήματα όπως: δεν χρειάζεται σωματική επαφή, δεν υπάρχει κίνδυνος μόλυνσης ή μεταφοράς ασθένειας, δεν υπάρχει κίνδυνος επηρεασμού της απόκρισης του ζώου κατά τη διάρκεια της μέτρησης,



καμία ανάγκη ανάκτησης αισθητήρων από ζωντανά ζώα, μειωμένο κόστος από μία κάμερα ή μικρόφωνο μπορεί να παρακολουθεί μια μεγάλη ομάδα ζώων.

Δεδομένου ότι οι ατιδράσεις των ζώων μπορεί να είναι πολύ γρήγορες, είναι άχρηστο να διεξάγεται μια έρευνα μία φορά το χρόνο, μία φορά το μήνα ή την εβδομάδα ή ακόμη και δύο φορές την ημέρα. Υπάρχει ανάγκη για ένα εργαλείο συνεχούς παρακολούθησης / διαχείρισης. Ανάλογα με τη μεταβλητή που παρακολουθείται, η λέξη «συνεχής» μπορεί να σημαίνει κάθε δευτερόλεπτο (π.χ. για παρακολούθηση άγχους) ή μία φορά την ημέρα (π.χ. για παρακολούθηση βάρους).

1.8 ΧΡΗΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΣΤΗΝ ΠΡΑΞΗ

Πάρα πολλά δεδομένα καταγράφονται στους υπολογιστές των κτηνοτροφικών μονάδων ωστόσο στην πράξη οι χοιροτρόφοι δεν χρησιμοποιούν αυτές τις χρήσιμες πληροφορίες. Αυτό συνεπάγεται, οι κτηνοτρόφοι να χάνουν χρήματα γιατί τα πιθανά προβλήματα που καταγράφονται δεν γίνονται αντιληπτά ή παρατηρούνται πολύ αργά. Η μεγαλύτερη λοιπόν πρόκληση των συστημάτων ακριβείας είναι να μετατρέψουν αυτόν τον μεγάλο όγκο δεδομένων σε χρήσιμες πληροφορίες, ώστε να είναι σε θέση ο κτηνοτρόφος να μπορέσει να τις εκμεταλλευτεί προς όφελος της επιχείρησής του (Vranken & Berckmans, 2017).

Μόλις ο κλάδος αρχίσει να κατανοεί πόσο πολύτιμες είναι οι πληροφορίες που παράγει, όχι μόνο γι' αυτούς, αλλά και για άλλους ενδιαφερόμενους, όπως εταιρείες διατροφής, κτηνιάτρους, εταιρείες αναπαραγωγής, συμβούλους, μονάδες μεταποίησης, λιανοπωλητές, καθώς και για τους καταναλωτές, η επιθυμία για τα δεδομένα θα αυξηθεί εκθετικά, με αποτέλεσμα μια εντελώς διαφορετική προσέγγιση στην παραγωγή κρέατος. Αν αναλογιστεί κανείς τι έχει συμβεί σχεδόν σε κάθε άλλο κλάδο τα τελευταία 20 χρόνια, αυτή η προσέγγιση που βασίζεται στις πληροφορίες γίνεται αναπόφευκτη (Vranken & Berckmans, 2017).

1.9 ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ

Η ταυτοποίηση και η αναγνώριση μεμονωμένων ζώων στην εκτροφή θα επιτρέψει στους εκτροφείς να αντιμετωπίζουν και πάλι τα ζώα τους ως μεμονωμένα ζώα και όχι ως κοπάδι. Με τον τρόπο αυτό η ατομική φροντίδα των ζώων θα μπορούσε να διευκολύνει



την εξατομικευμένη διατροφή αλλά και να οδηγήσει στον περιβαλλοντικό έλεγχο. Και τα δύο έχουν τεράστια επίδραση, και ως εκ τούτου, υπάρχει δυνατότητα βελτίωσης της παραγωγικότητας και της ευζωίας (Vranken & Berckmans, 2017).

Η τροφοδοσία ακριβείας είναι μια σημαντική ανακάλυψη στη διατροφή των χοίρων και ένας από τους πιο πολλά υποσχόμενους τρόπους για την προώθηση υψηλής ποιότητας και ασφαλούς χοιρινού κρέατος με τις χαμηλότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις (60% λιγότερη απέκκριση θρεπτικών ουσιών) και υψηλά πρότυπα καλής διαβίωσης των ζώων. Λιγότεροι ρύποι θα σήμαιναν βελτιωμένη ευζωία και υγεία του πληθυσμού, καθώς και μειωμένες οσμές, επιβλαβή απόβλητα και κίνδυνοι του νερού, του αέρα (π.χ. εκπομπές αμμωνίας και αερίων του θερμοκηπίου) και ρύπανσης του εδάφους. Η διαχείριση των ζωοτροφών και των ζώων μέσω προηγμένων ηλεκτρονικών τεχνολογιών καθιστά δυνατό τον έγκαιρο εντοπισμό ασθενειών και την εφαρμογή μεμονωμένων θεραπειών με ακρίβεια για τη βελτίωση της απόδοσης των ζώων, τη μείωση της χρήσης αντιβιοτικών και τη συμβολή στη βελτίωση της δημόσιας ασφάλειας (Pomar & Remus, 2019).

Στην παραπάνω διατύπωση συμφωνούν και άλλοι ερευνητές και διατυπώνουν ότι, η τροφοδοσία ακριβείας είναι μια πολλά υποσχόμενη τεχνική τροφοδοσίας για τη μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος των συστημάτων παραγωγής χοίρων (Gerber et al., 2013). Προσφέρει άμεσα και απτά οφέλη στον παραγωγό χοιρινού κρέατος, δεδομένου ότι η ατομική τροφοδοσία των χοίρων με καθημερινές προσαρμοσμένες δίαιτες μειώνει την πρόσληψη λυσίνης κατά περισσότερο από 25%, το κόστος σίτισης κατά περισσότερο από 8%, την απέκκριση αζώτου και φωσφόρου κατά σχεδόν 40% (Andretta et al., 2014, Andretta et al., 2016a) και την εκπομπή αερίων θερμοκηπίου κατά 6% (Andretta et al., 2018).

Αρκετές εταιρείες αναπαραγωγής σε όλο τον κόσμο χρησιμοποιούν ηλεκτρονικούς τροφοδότες για να δοκιμάσουν τη συμπεριφορά των ζώων στη διατροφή, την ανάπτυξη και την απόδοση των φυλών τους, καθώς τα δεδομένα που συλλέγονται από αυτά τα συστήματα τείνουν να είναι πολύ ακριβή και έχουν μεγάλες δυνατότητες στην παρακολούθηση της κοινωνικής συμπεριφοράς των χοίρων όταν συνδυάζονται με άλλους αισθητήρες (Hoy et al., 2012). Επίσης, πολλές εμπορικές μονάδες έχουν εγκαταστήσει τέτοια συστήματα για διάφορους σκοπούς, όπως ανίχνευση διαταραχών



υγείας, μετρήσεις πρόσληψης τροφής και έλεγχο τροφής μαζί με εκτίμηση της ποιότητας του κρέατος (Wallenbeck & Keeling, 2013).

Οι χοιρομητέρες που κυοφορούν συχνά τρέφονται με το ίδιο σιτηρέσιο κατά τη διάρκεια της κύησης, παρόλο που οι ανάγκες τους σε θρεπτικά συστατικά ποικίλλουν κατά τη διάρκεια της κύησης και μεταξύ των χοιρομητέρων (McPherson et al., 2004; Dourmad et al., 2008; Gaillard et al., 2020). Σε όλες τις περιπτώσεις, αυτή η στρατηγική ομαδικής τροφοδοσίας οδηγεί σε καταστάσεις χαμηλής ή υπερβολικής σίτισης πρωτεϊνών και μετάλλων που μπορεί να έχουν ως αποτέλεσμα έλλειψη απόδοσης και προβλήματα υγείας αφενός, και οικονομικές απώλειες και αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον αφετέρου. Για τη μείωση του περιβαλλοντικού φορτίου και του κόστους των ζωοτροφών, έχουν αναπτυχθεί νέες στρατηγικές διατροφής στην παραγωγή χοίρων (Dourmad et al., 2015; Andretta et al., 2016b). Σε συνδυασμό με βελτιωμένα διατροφικά μοντέλα, οι έξυπνες ταΐστρες είναι πλέον σε θέση να προσφέρουν μια ημερήσια μερίδα προσαρμοσμένη σε αμινοξέα (Amino Acids) σε κάθε ζώο σχετικά με τις ανάγκες του σε θρεπτικά συστατικά. Χρησιμοποιώντας μια προσέγγιση προσομοίωσης που βασίζεται σε βάσεις δεδομένων εκτροφών, ο Gaillard et al. (2020) αξιολόγησε το δυναμικό μιας τέτοιας στρατηγικής τροφοδοσίας ακριβείας (Precision Feeding) για χοιρομητέρες που κυοφορούν (ατομική και ημερήσια ανάμειξη δύο σιτηρεσίων με διαφορετική περιεκτικότητα σε αμινοξέα σε σύγκριση με μια στρατηγική συμβατικής τροφοδοσίας (Conventional Feeding), δηλαδή ένα σιτηρέσιο με σταθερή περιεκτικότητα σε αμινοξέα (Gaillard & Dourmad, 2022).

Το μοντέλο των Boumans et al. (2018) έδειξε ότι τα χαρακτηριστικά του χοίρου και της διατροφής αλληλεπιδρούν με το μέγεθος της ομάδας και επηρεάζουν τα καθημερινά πρότυπα τροφοδοσίας (Gaillard & Dourmad, 2022).

1.9.1 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ

Η τροφοδοσία ακριβείας αφορά τη χρήση τεχνικών σίτισης που παρέχουν στα ζώα σιτηρέσιο προσαρμοσμένο σύμφωνα με τους στόχους παραγωγής (δηλαδή μέγιστους ή ελεγχόμενους ρυθμούς παραγωγής), συμπεριλαμβανομένων των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και ευζωίας των ζώων (Pomar & Remus, 2019).



Η εφαρμογή συστημάτων τροφοδοσίας ακριβείας σε εμπορικές εκμεταλλεύσεις απαιτεί την ενοποίηση τριών τύπων δραστηριοτήτων: 1) αυτόματη συλλογή δεδομένων, 2) επεξεργασία δεδομένων σύμφωνα με την καθιερωμένη στρατηγική ελέγχου και 3) ενέργειες σχετικά με τον έλεγχο του συστήματος (Banhazi et al., 2012b). Η εφαρμογή της τροφοδοσίας ακριβείας σε ατομικό επίπεδο είναι δυνατή μόνο όταν οι μετρήσεις, η επεξεργασία δεδομένων και οι ενέργειες ελέγχου μπορούν να εφαρμοστούν στο μεμονωμένο ζώο (Wathes et al., 2008).

1.9.2 ΣΥΛΛΟΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Οι μετρήσεις για το ζώο, τις ζωοτροφές και το περιβάλλον είναι απαραίτητες για την τροφοδοσία ακριβείας και αυτές οι παράμετροι πρέπει να μετρώνται άμεσα και συχνά (αν είναι δυνατόν, συνεχώς). Στην πραγματικότητα, δεν μπορούμε να διαχειριστούμε και να ελέγξουμε ένα σύστημα χωρίς κατάλληλες μετρήσεις. Οι βασικές μετρήσεις για την τροφοδοσία ακριβείας στην εκτροφή χοίρων περιλαμβάνουν την πρόσληψη τροφής και το σωματικό βάρος. Η διαθεσιμότητα και η ταχεία ανάπτυξη νέων συσκευών και αναδυόμενων τεχνολογιών αισθητήρων προσφέρουν μεγάλες δυνατότητες για άλλες μετρήσεις (π.χ. σύσταση σώματος, φυσική δραστηριότητα, αλληλεπιδράσεις μεταξύ ζώων) που θα επιτρέψουν ακριβέστερη εκτίμηση των απαιτήσεων και παρακολούθηση των ζώων σε πραγματικό χρόνο (Pomar & Remus, 2019).

1.9.3 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Τα δεδομένα που συλλέγονται πρέπει να υποβάλλονται σε επεξεργασία σύμφωνα με τους στόχους της κτηνοτροφικής παραγωγής. Στα ζώα στα οποία προσφέρεται ζωοτροφή κατά βούληση, ο μόνος τρόπος ελέγχου της πρόσληψης θρεπτικών ουσιών είναι η αλλαγή της σύνθεσης της τροφής που θα χορηγηθεί.

Η μαθηματική μοντελοποίηση είναι μια μεθοδολογία που χρησιμοποιείται για την κατανόηση και την ποσοτικοποίηση πολύπλοκων βιολογικών φαινομένων που εμπλέκονται στη ζωική παραγωγή και αποτελεί τη βάση για την επεξεργασία δεδομένων σε συστήματα τροφοδοσίας ακριβείας. Τα μαθηματικά μοντέλα που αναπτύχθηκαν για την τροφοδοσία ακριβείας, ωστόσο, πρέπει να σχεδιαστούν ώστε να λειτουργούν σε πραγματικό χρόνο, χρησιμοποιώντας μετρήσεις συστήματος σε πραγματικό χρόνο.



Επομένως, διαφέρουν δομικά από τα παραδοσιακά μοντέλα διατροφής. Το πρώτο μαθηματικό μοντέλο που αναπτύχθηκε για να εκτιμήσει σε πραγματικό χρόνο τις ατομικές ανάγκες σε θρεπτικά συστατικά των χοίρων προτάθηκε από τους Hauschild et al. (2012) & (Pomar & Remus, 2019).

Η σωστή αποκωδικοποίηση και εκτίμηση αξίας των συλλεγόμενων δεδομένων είναι πολύ σημαντική, πριν από τη χρήση τους για τη βελτίωση του εφαρμοσμένου συστήματος διαχείρισης (Rojo-Gimeno et al., 2019). Ως εκ τούτου, οι βιο αποκρίσεις των ζώων θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ως αισθητήρας που παρέχει πληροφορίες, δηλαδή δεδομένα και οι ανεπτυγμένοι αλγόριθμοι του συστήματος προσπαθούν να τις μεταφράσουν σε μετρήσεις δεικτών παραγωγής, ευζωίας και βιωσιμότητας (Vranken and Berckmans, 2017). Επόμενο βήμα είναι η ανάπτυξη δυναμικών μαθηματικών μοντέλων με βάση τις παραμέτρους αυτών των προτύπων και ο καθορισμός συγκεκριμένων δεικτών για αυτές τις συμπεριφορές (Berckmans, 2014a). Αυτό το πρωτόκολλο σε συνδυασμό με ένα ηλεκτρονικό σύστημα που ανιχνεύει και παρακολουθεί συνεχώς αυτές τις παραμέτρους μπορεί να δημιουργήσει ένα εργαλείο για την επίλυση προβλημάτων σε πραγματικό χρόνο που θα βελτιώσει την αποτελεσματικότητα των ζωοτροφών, την χορήγηση τροφής και τις συνθήκες στέγασης και θα ελαχιστοποιήσει το ετήσιο κόστος εκτροφής των χοίρων (Berckmans, 2014a).

1.9.4 Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΒΑΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Οι εφαρμογές της ανάλυσης δεδομένων και πρόσφατα η μηχανική μάθηση στη χοιροτροφία έχουν διερευνηθεί στη βιβλιογραφία και τα αποτελέσματα υποδεικνύουν μεγάλες δυνατότητες για υποστήριξη αποφάσεων βάσει δεδομένων σε διάφορες κλίμακες του κλάδου - από την εκτροφή μέχρι τη διαχείριση ολόκληρων αλυσίδων εφοδιασμού. Ωστόσο, δεν υπάρχει επαρκής επισκόπηση των μελετών που έχουν πραγματοποιηθεί μέχρι στιγμής. Ιδιαίτερα, υπάρχει ελάχιστη εικόνα για την έκταση των μελετών που διεξάγονται στο πλαίσιο πραγματικών επιχειρηματικών υποθέσεων (Klompenburg & Kassahun, 2022).

Σύμφωνα με τον Wang (2020), στον τομέα του χοιρινού κρέατος, η αυξανόμενη ζήτηση για χοιρινό κρέας και το ξέσπασμα ασθενειών που απειλούν τη χοιροτροφία ανάγκασαν τους χοιροτρόφους να εφαρμόσουν πρακτικές εκτροφής ακριβείας. Η ταχεία εφαρμογή



της εκτροφής ακριβείας μετά το ξέσπασμα της αφρικανικής πανώλης των χοίρων και την επακόλουθη έλλειψη χοιρινού κρέατος αποτελεί ένα ενδεικτικό παράδειγμα της αξίας της λήψης αποφάσεων βάσει δεδομένων (Van Klompenburg & Kassahun, 2022).

Η λήψη αποφάσεων με γνώμονα τα δεδομένα στις χοιροτροφικές μονάδες σημαίνει ότι οι αποφάσεις που λαμβάνονται θα εξαρτώνται από τις προβλέψεις που γίνονται χρησιμοποιώντας τις πληροφορίες που συλλέγονται στο αγρόκτημα και σε όλη την αλυσίδα εφοδιασμού. Για την εκτέλεση επιτυχημένων προβλέψεων και τη βοήθεια στη λήψη αποφάσεων, μπορούν να χρησιμοποιηθούν τεχνικές ανάλυσης δεδομένων και μηχανικής μάθησης (Machine Learning). Πρόσφατα, τα μοντέλα μηχανικής μάθησης χρησιμοποιούνται για την πρόβλεψη διαφόρων μεταβλητών που ενδιαφέρουν τη λήψη αποφάσεων, όπως οι πωλήσεις και η απόδοση τροφοδοσίας (Neethirajan, 2020). Η συλλογή δεδομένων και οι αναλύσεις καθίστανται επομένως ζωτικής σημασίας για την απόκτηση ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος στον αγροτικό τομέα γενικά και στον τομέα του χοιρινού κρέατος ειδικότερα. Η διαθεσιμότητα και η προσβασιμότητα των δεδομένων είναι ζωτικής σημασίας για την απόδοση των μοντέλων μηχανικής μάθησης (Lee and Shin, 2020).

Σύμφωνα με τον Van der Meulen (2020), έχουν γίνει πολλές έρευνες σχετικά με τη χρήση της μηχανικής μάθησης στον αγροτικό τομέα, συμπεριλαμβανομένου του τομέα της κτηνοτροφίας. Η μηχανική εκμάθηση χρησιμοποιείται επίσης για τη βελτιστοποίηση της απόδοσης των ζωοτροφών και της πρόσληψης ενέργειας. Η βελτιστοποίηση της αποδοτικότητας των ζωοτροφών είναι ζωτικής σημασίας επειδή οι ζωοτροφές είναι ο μεγαλύτερος παράγοντας κόστους στη ζωική παραγωγή (Van Klompenburg & Kassahun, 2022).



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Παρακάτω παρουσιάζονται όλα εκείνα τα στοιχεία που χρειάστηκαν για να ολοκληρωθεί το ερευνητικό μέρος της παρούσας εργασίας.

Α. ΕΚΤΡΟΦΗ

Η χοιροτροφική μονάδα βρίσκεται στην Βόρεια Ελλάδα. Η δυναμικότητα της μονάδας είναι 400 χοιρομητέρες, ωστόσο κατά το πειραματικό διάστημα ήταν 380. Οι χοιρομητέρες μετά τον απογαλακτισμό μεταφέρονται σε ατομικά κελιά, όπου γονιμοποιούνται και παραμένουν εκεί μέχρι την διάγνωση της κυοφορίας, περίπου την 35^η ημέρα μετά τον απογαλακτισμό. Στη συνέχεια μεταφέρονται σε ομαδικό σταβλισμό. Πέντε από τα κελιά ομαδικού σταβλισμού είναι εφοδιασμένα με ηλεκτρονικές θέσεις τροφοδοσίας, ένα σε κάθε κελί, με δυνατότητα σίτισης έως 25 χοιρομητέρες η κάθε μια. Οι ηλεκτρονικές θέσεις τροφοδοσίας είναι μοντέλο Gestal 3G της εταιρίας JYGA Technologies. Επίσης, υπάρχουν 300 θέσεις τροφοδοσίας ξηράς περιόδου και 80 θέσεις τοκετού.

Οι ιδιοκτήτες της εταιρίας JYGA Technologies είναι και οι ίδιοι χοιροτρόφοι, γεγονός που τους κάνει καλύτερους γνώστες του αντικειμένου καθώς γνωρίζουν εκ των έσω τις πραγματικές ανάγκες των ζώων. Δουλεύοντας καθημερινά στην εκτροφή, συνειδητοποίησαν ότι το τάισμα των χοίρων είναι μια επαναλαμβανόμενη δουλειά που χρειάζεται ακρίβεια. Το 1994, η JYGA Technologies ήταν η πρώτη εταιρεία που σχεδίασε και κατασκεύασε ηλεκτρονικά συστήματα τροφοδοσίας, διασφαλίζοντας ότι όλες οι χοιρομητέρες θα μεγιστοποιήσουν την πρόσληψη τροφής και θα αποδώσουν εξαιρετικά αποτελέσματα.

Η καταγραφή των δεδομένων από τις ηλεκτρονικές θέσεις τροφοδοσίας διήρκησε 2 χρόνια, από τον Ιανουάριο του 2021 έως και τον Ιανουάριο του 2023.

Πιθανοί περιορισμοί της εργασίας ήταν οι χοιρομητέρες οι οποίες συμμετείχαν λιγότερες από 30 ημέρες στο διατροφικό πρόγραμμα που σχεδιάστηκε, με αποτέλεσμα να δίνει μη αναμενόμενα αποτελέσματα και αυτός ήταν ο λόγος που αφαιρέθηκαν από το πειραματικό μέρος.



B. ΖΩΑ

Οι περισσότερες χοιρομητέρες είναι υβριδικές F1 γενιάς 50% Landrace και 50% Large White. Επίσης στην μονάδα λειτουργεί αναπαραγωγικός πυρήνας περίπου 80 καθαρόαιμων χοιρομητέρων Large White. Στις χοιρομητέρες χορηγείται σιτηρέσιο που έχει προκαθοριστεί από τον διατροφολόγο της εκτροφής με τον εκτροφέα της μονάδας.

Πίνακας 2.1 Ανάλυση του σιτηρεσίου χοιρομητέρων ξηράς περιόδου της εκτροφής

FORMULA SHEET

| INGREDIENTS | FORMULA | NUTRIENTS | ANALYSIS |
|------------------|---------|-------------------|----------|
| Soybean meal 48% | 14,16 | Dry Matter %age | 87,256 |
| Barley S | 25 | Croude protein % | 15 |
| Maize S | 37,24 | Croude fibre % | 4,9 |
| Wheat bran S | 19,81 | Ether extract % | 3,198 |
| E-2 | 2,5 | Ash % | 5,33 |
| FAT | 0,43 | DE (Mj/Kg) | 13,088 |
| Limestone | 0,86 | Me (Mj/Kg) | 12,489 |
| | | Ne (Mj/Kg) | 9,3 |
| | | Lysine % | 0,733 |
| | | Methionine % | 0,242 |
| | | Threonine % | 0,543 |
| | | Tryptophane % | 0,172 |
| | | Calcium % | 0,75 |
| | | Phosphorus % | 0,659 |
| | | Pd % | 0,307 |
| | | SID Lysine % | 0,613 |
| | | SID Methionine % | 0,208 |
| | | SID Threonine % | 0,434 |
| | | SID Tryptophane % | 0,141 |
| | | MET +CYS % | 0,512 |
| | | Cystine % | 0,288 |



| | |
|---------------------|-------|
| Isoleucine % | 0,591 |
| Valine % | 0,765 |
| Phenylalanine % | 0,743 |
| Tyrosine % | 0,482 |
| PHE+TYR % | 1,194 |
| Histidine % | 0,39 |
| Arginine % | 0,918 |
| Magnesium % | 0,197 |
| Potassium % | 0,782 |
| Sodium % | 0,319 |
| Chlorine % | 0,311 |
| SID MET +CYS % | 0,451 |
| SID Cystine % | 0,242 |
| SID Isoleucine % | 0,507 |
| SID Valine % | 0,605 |
| SID Phenylalanine % | 0,623 |
| SID Tyrosine % | 0,427 |
| SID PHE+TYR % | 1,053 |
| SID Histidine % | 0,337 |
| SID Arginine % | 0,828 |

Γ. ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΘΕΣΗ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ

Η ηλεκτρονική θέση τροφοδοσίας έχει ρυθμιστεί για την Ξηρά Περίοδο με μέγιστη ποσότητα ανά γεύμα 0,150Kg-0,250Kg σε πολλά και μικρά γεύματα και η καθυστέρηση μεταξύ των γευμάτων έχει οριστεί στη μια ώρα. Το επίπεδο συναγερμού για την κατανάλωση είναι όταν είναι μικρότερη του 50%. Η ημερήσια διάρκεια παροχής τροφής είναι από 00:00πμ ώρα έως 23:30μμ. Θα πρέπει να είναι ανενεργή για κάποιο χρονικό διάστημα για να κάνει “reset” για να βγάλει τα αποτελέσματα. Η λειτουργία της δεν είναι συνεχόμενη.

Ο σταθμός GESTAL 3G πληροί τις απαιτήσεις καλής διαβίωσης των ζώων, απομονώνεται η χοιρομητέρα καθώς ταΐζεται, ελαχιστοποιεί τους κινδύνους επιθέσεων,



ενώ επιτρέπει σε κάθε χοιρομητέρα να τρώει με τον δικό της ρυθμό και να ακολουθεί τις δικές της διατροφικές απαιτήσεις. Μειώνει τον ανταγωνισμό και την επιθετικότητα για την πρόσβαση στην τροφή. Εξατομικεύει τη διατροφή και βελτιώνει τη διαχείριση της σωματικής κατάστασης μεμονωμένων χοιρομητέρων. Επιπλέον, επιτρέπει την απλή διαχείριση χοιρομητέρων που στεγάζονται σε ομάδες, τοποθετείται και προσαρμόζεται εύκολα σε κάθε τύπο ή μέγεθος κτιρίου καθώς επίσης προσφέρει ευελιξία σχεδιασμού κελιών για τη βελτιστοποίηση της ευημερίας της χοιρομητέρας. Αποτελεί αξιόπιστο ασύρματο σύστημα, καθώς κάθε μονάδα είναι 100% αυτόνομη. Είναι εύκολη η χρήση των ηλεκτρονικών μέσων χειρός και αυτοματοποιημένων αναφορών για τη βελτίωση της παρακολούθησης της χοιρομητέρας στον αχυρώνα. Χρησιμοποιώντας δύο γραμμές τροφοδοσίας, το 3G είναι σε θέση να συνδυάζει πολλαπλές δίαιτες σύμφωνα με τις προδιαγεγραμμένες ανάγκες κάθε χοιρομητέρας.

Δ. ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΟΥ ΜΕΛΕΤΗΘΗΚΑΝ

ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ

1. ΑΡΙΘΜΟΣ ΧΟΙΡΟΜΗΤΕΡΑΣ

Οι χοιρομητέρες της εκτροφής ήταν ταυτοποιημένες με το ευρωπαϊκό σύστημα ταυτοποίησης και εφοδιασμένες με ηλεκτρονικό ενώτιο.

2. ΑΡΙΘΜΟΣ ΤΟΚΕΤΟΥ

Οι χοιρομητέρες στην συγκεκριμένη μονάδα παραμένουν αυστηρά μέχρι και τον 6^ο τοκετό και έπειτα οδηγούνται στο σφαγείο. Ο ρυθμός αντικατάστασης είναι 60%. Οι ομάδες τοκετού (group) στην παρούσα εργασία είναι 5. Η ομάδα 4 και η ομάδα 5, εξαιτίας του τρόπου ρύθμισης των καμπυλών τροφοδοσίας έχουν γίνει μια ομάδα, συνεπώς η ομάδα 1 αφορά σε πρωτότοκες χοιρομητέρες, η ομάδα 2 σε δευτερότοκες, η ομάδα 3 σε χοιρομητέρες τρίτου τοκετού, η ομάδα 4 σε χοιρομητέρες που βρίσκονται στον 4^ο και 5^ο κύκλο και η ομάδα 5 στις χοιρομητέρες που βρίσκονται στον έκτο παραγωγικό κύκλο.

3. ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

Οι χοιρομητέρες κατατάσσονται σε επίπεδα διατροφικής κατάστασης με βάση τη μέτρηση του υποδόριου λίπους στην έναρξη της εγκυμοσύνης. Η κατάταξη κυμαίνεται



μεταξύ 11 και 17mm υποδόριου λίπους. Συνδυαστικά οι κατηγορίες αριθμός τοκετού και διατροφικής κατάστασης παρουσιάζονται στον πίνακα 2.2.

Πίνακας 2.2 Αναλυτική περιγραφή του στόχου κατανάλωσης όλων των κατηγοριών, αριθμός τοκετού και διατροφικής κατάστασης

| GROUP | DAYS | CONSUMPTION | | CONSUMPTION | |
|---------|------|-------------|--------|-------------|------|
| | | GOAL | DAYS | GOAL | DAYS |
| P1XXS* | 0-84 | 3,6 | 85-115 | 4,2 | |
| P1-XS | 0-84 | 2,9 | 85-115 | 3,2 | |
| P1-S | 0-84 | 2,7 | 85-115 | 3,1 | |
| P1-M | 0-84 | 2,4 | 85-115 | 2,8 | |
| P1-L | 0-84 | 2,3 | 85-115 | 2,7 | |
| P1-XL | 0-84 | 2,2 | 85-115 | 2,7 | |
| P2XXS | 0-84 | 3,6 | 85-115 | 4,2 | |
| P2-XS | 0-84 | 3,5 | 85-115 | 3,9 | |
| P2-S | 0-84 | 3,2 | 85-115 | 3,5 | |
| P2-M | 0-84 | 2,8 | 85-115 | 3,5 | |
| P2-L | 0-84 | 2,4 | 85-115 | 3,1 | |
| P2-XL | 0-84 | 2,2 | 85-115 | 2,7 | |
| P3XXS | 0-84 | 3,6 | 85-115 | 4 | |
| P3-XS | 0-84 | 3,5 | 85-115 | 3,9 | |
| P3-S | 0-84 | 3,3 | 85-115 | 3,5 | |
| P3-M | 0-84 | 3 | 85-115 | 3,5 | |
| P3-L | 0-84 | 2,6 | 85-115 | 3,2 | |
| P3-XL | 0-84 | 2,3 | 85-115 | 3 | |
| P4-XXS | 0-84 | 3,9 | 85-115 | 4,2 | |
| P45-XXS | 0-84 | 3,5 | 85-115 | 4 | |
| P5-XXS | 0-84 | 4 | 85-115 | 4,5 | |
| P45-XS | 0-84 | 3,4 | 85-115 | 4 | |
| P45-S | 0-84 | 3,3 | 85-115 | 4 | |
| P45M | 0-84 | 3,3 | 85-115 | 3,8 | |
| P45L | 0-84 | 2,5 | 85-115 | 3,1 | |
| P45XL | 0-84 | 2,5 | 85-115 | 3 | |



| | | | | |
|------|------|-----|--------|-----|
| P6XS | 0-84 | 3,5 | 85-115 | 4,2 |
| P6S | 0-84 | 3,5 | 85-115 | 4,2 |
| P6M | 0-84 | 3,4 | 85-115 | 3,8 |
| P6L | 0-84 | 3 | 85-115 | 3,6 |
| P6XL | 0-84 | 2,8 | 85-115 | 3,3 |

*P1,2,3,4,5,6,: parity=τοκετός, xxs,xs,s,m,l,xl: επίπεδα διατροφικής κατάστασης με σειρά από αδύνατη προς υπέρβαρη

Στον πίνακα 2.3 παρουσιάζονται οι ομάδες όπως τροποποιήθηκαν για την διευκόλυνση της ανάλυσης των στοιχείων της παρούσας μελέτης.

Πίνακας 2.3 Ομαδοποίηση των ομάδων διατροφικής κατάστασης και αριθμός τοκετού

| GROUP | DAYS | CONSUMPTION |
|----------|--------|-------------|
| | | GOAL |
| P1GROUP1 | 0-84 | 2,9-3,6 |
| | 85-115 | 3,2-4,2 |
| P1GROUP2 | 0-84 | 2,7 |
| | 85-115 | 3,1 |
| P1GROUP3 | 0-84 | 2,4 |
| | 85-115 | 2,8 |
| P1GROUP4 | 0-84 | 2,3 |
| | 85-115 | 2,7 |
| P1GROUP5 | 0-84 | 2,2 |
| | 85-115 | 2,7 |
| P2GROUP1 | 0-84 | 3,5-3,6 |
| | 85-115 | 3,9-4,2 |
| P2GROUP2 | 0-84 | 3,2 |
| | 85-115 | 3,5 |
| P2GROUP3 | 0-84 | 2,8 |
| | 85-115 | 3,5 |
| P2GROUP4 | 0-84 | 2,4 |
| | 85-115 | 3,1 |



| | | |
|----------|--------|---------|
| P2GROUP5 | 0-84 | 2,2 |
| | 85-115 | 2,7 |
| P3GROUP1 | 0-84 | 3,5-3,6 |
| | 85-115 | 3,9-4 |
| P3GROUP2 | 0-84 | 3,3 |
| | 85-115 | 3,5 |
| P3GROUP3 | 0-84 | 3 |
| | 85-115 | 3,5 |
| P3GROUP4 | 0-84 | 2,6 |
| | 85-115 | 3,2 |
| P3GROUP5 | 0-84 | 2,3 |
| | 85-115 | 3 |
| P4GROUP1 | 0-84 | 3,4-4 |
| | 85-115 | 4-4,5 |
| P4GROUP2 | 0-84 | 3,3 |
| | 85-115 | 4 |
| P4GROUP3 | 0-84 | 3,3 |
| | 85-115 | 3,8 |
| P4GROUP4 | 0-84 | 2,5 |
| | 85-115 | 3,1 |
| P4GROUP5 | 0-84 | 2,5 |
| | 85-115 | 3 |
| P5GROUP1 | 0-84 | 3,5 |
| | 85-115 | 4,2 |
| P5GROUP2 | 0-84 | 3,5 |
| | 85-115 | 4,2 |
| P5GROUP3 | 0-84 | 3,4 |
| | 85-115 | 3,8 |
| P5GROUP4 | 0-84 | 3 |
| | 85-115 | 3,6 |
| P5GROUP5 | 0-84 | 2,8 |
| | 85-115 | 3,3 |



4. ΚΕΛΙΑ (ΘΕΣΗ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ)

Υπήρχαν 5 κελιά και κάθε κελί ήταν εφοδιασμένο με μια ηλεκτρονική θέση τροφοδοσίας με αντίστοιχη αρίθμηση για την τροφοδοσία έως 25 χοιρομητέρων. Στην εκτροφή τοποθετούνται 23 χοιρομητέρες ανά κελί.

ΕΞΑΡΤΗΜΕΝΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ

5. ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΤΡΟΦΗΣ

Η ημερήσια κατανάλωση τροφής μετρήθηκε ανά χοιρομητέρα και στα αποτελέσματα παρουσιάζεται ο μέσος όρος από την κάθε υπό μελέτη κατηγορία.

6. ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙ ΤΟΥ ΣΤΟΧΟΥ

Είναι η ημερήσια κατανάλωση τροφής που παρουσιάζεται ως ποσοστό επί του στόχου (επιθυμητή ποσότητα ημερήσιας κατανάλωσης τροφής) και εκφράζεται σαν κλάσμα της μονάδας. Τέθηκε ανάλογα με τον αριθμό τοκετού και την διατροφική κατάσταση που σιτίστηκε η χοιρομητέρα.

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Στην παρούσα έρευνα επιλέχθηκε η στατιστική μέθοδος one way ANOVA και το στατιστικό πακέτο με το οποίο διεξήχθησαν τα αποτελέσματα ήταν το SPSS 10 της IBM. Η μονόδρομη ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) είναι μια στατιστική μέθοδος που χρησιμοποιείται για τον έλεγχο των διαφορών στους μέσους όρους δύο ή περισσότερων ανεξάρτητων ομάδων. Ο σκοπός αυτής της δοκιμής είναι να προσδιορίσει εάν υπάρχει σημαντική διαφορά στο μέσο όρο μιας εξαρτημένης μεταβλητής σε διαφορετικά επίπεδα μιας ανεξάρτητης μεταβλητής.

Αυτό το τεστ είναι ιδιαίτερα χρήσιμο όταν συγκρίνονται περισσότερες από δύο ομάδες και ο στόχος είναι να προσδιοριστεί εάν υπάρχει σημαντική διαφορά στους μέσους όρους αυτών των ομάδων.

Στην παρούσα έρευνα επιλέχθηκε η one way ANOVA, για τον έλεγχο των διαφορών στους μέσους όρους με ανεξάρτητες μεταβλητές το κελί, τον αριθμό τοκετού και την διατροφική κατάσταση και εξαρτημένες μεταβλητές την μέση ημερήσια κατανάλωση και το ποσοστό επί του στόχου.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ

Παρακάτω παρουσιάζονται τα στοιχεία που συλλέχθηκαν από την εφαρμογή ηλεκτρονικών σταθμών τροφοδοσίας της συγκεκριμένης μονάδας.

Στον πίνακα 1. και στο γράφημα 1. παρουσιάζεται η μέση κατανάλωση τροφής των χοιρομητέρων σε σχέση με το κελί στο οποίο σταβλίστηκαν.

Πίνακας 3.1. Σχέση κατανάλωσης τροφής με κελί σταβλισμού.

Descriptives

Average

| | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error | 95% Confidence Interval for Mean | | Minimum | Maximum |
|-------|------|------|----------------|------------|----------------------------------|-------------|---------|---------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound | | |
| pen 1 | 150 | 3,24 | ,40 | ,03 | 3,17 | 3,30 | 2,36 | 4,26 |
| pen 2 | 262 | 3,18 | ,46 | ,02 | 3,12 | 3,23 | 2,35 | 4,24 |
| pen 3 | 365 | 3,13 | ,496 | ,025 | 3,08 | 3,18 | ,39 | 5,95 |
| pen 4 | 52 | 3,23 | ,404 | ,056 | 3,11 | 3,34 | 2,44 | 4,13 |
| pen 5 | 274 | 3,23 | ,438 | ,026 | 3,17 | 3,28 | 2,36 | 4,24 |
| Total | 1103 | 3,18 | ,460 | ,013 | 3,16 | 3,21 | ,39 | 5,95 |

ANOVA

Average

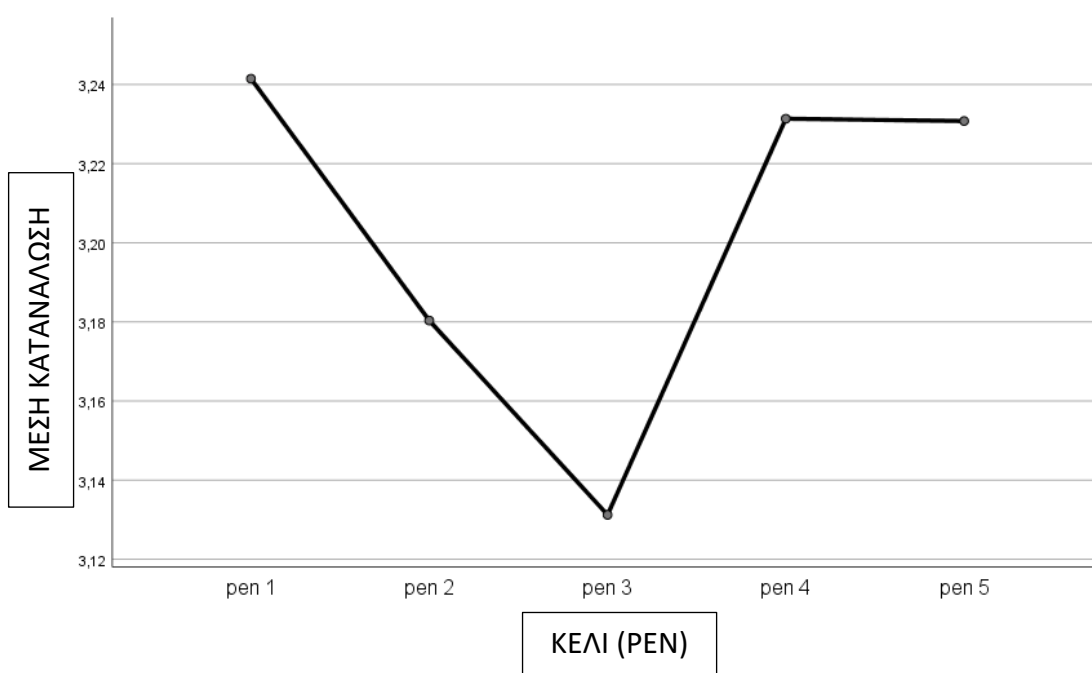
| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|----------------|----------------|------|-------------|------|------|
| Between Groups | 2,21 | 4 | ,55 | 2,63 | ,033 |
| Within Groups | 231,32 | 1098 | ,211 | | |
| Total | 233,54 | 1102 | | | |

Τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι υπάρχει σημαντική διαφορά στη μέση κατανάλωση τροφής (εξαρτημένη μεταβλητή) σε σχέση με τα κελιά (ανεξάρτητη μεταβλητή).



Η τιμή "Between Groups" μέση τετραγωνική (MS) 0,55 και η αντίστοιχη τιμή F 2,63 είναι σημαντικές στο επίπεδο 0,033, όπως υποδεικνύεται από τη στήλη "Sig.", πράγμα που σημαίνει ότι τουλάχιστον ένας από τους μέσους όρους της ομάδας είναι σημαντικά διαφορετική από τις άλλες.

Γράφημα 3.1. Σχέση κατανάλωσης τροφής με κελί σταβλισμού.



Σύμφωνα με το γράφημα παρατηρείται ότι στο πρώτο κελί (pen 1) υπάρχει μέση κατανάλωση τροφής 3,24, στο δεύτερο κελί (pen 2) υπάρχει μια μείωση στο 3,18, ενώ στο τρίτο κελί (pen 3) παρατηρείται η μεγαλύτερη μείωση από όλα τα κελιά στο 3,13. Το κελί τέσσερα (pen 4) και πέντε (pen 5) έχει αυξημένη κατανάλωση σε σχέση με το κελί δυο και κυρίως με το κελί 3 και όπως φαίνεται κυμαίνεται στην ίδια μέση κατανάλωση στο 3,23 όπου είναι σχεδόν ίδιο με το κελί ένα. Η διαφορά αυτή είναι μικρή και θεωρείται τυχαία. Ωστόσο, προτείνεται η εκτροφή να το ερευνήσει μαζί με την προμηθευτική εταιρία.



Στον πίνακα 2. και στο γράφημα 2. παρουσιάζεται η μέση κατανάλωση τροφής των χοιρομητέρων σε σχέση με τον αριθμό τοκετού.

Πίνακας 3.2. Σχέση κατανάλωσης τροφής με αριθμό τοκετού.

Descriptives

Average

| | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error | 95% Confidence Interval for Mean | | Minimum | Maximum |
|-------|------|------|----------------|------------|----------------------------------|-------------|---------|---------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound | | |
| P1 | 88 | 2,70 | ,45 | ,04 | 2,60 | 2,80 | ,39 | 3,79 |
| P2 | 205 | 3,07 | ,36 | ,02 | 3,02 | 3,12 | 2,44 | 4,01 |
| P3 | 221 | 3,20 | ,41 | ,02 | 3,14 | 3,25 | 2,57 | 5,95 |
| P4 | 555 | 3,27 | ,46 | ,01 | 3,24 | 3,31 | 2,35 | 4,26 |
| P5 | 34 | 3,46 | ,21 | ,03 | 3,39 | 3,54 | 3,11 | 3,85 |
| Total | 1103 | 3,18 | ,46 | ,01 | 3,16 | 3,21 | ,39 | 5,95 |

ANOVA

Average

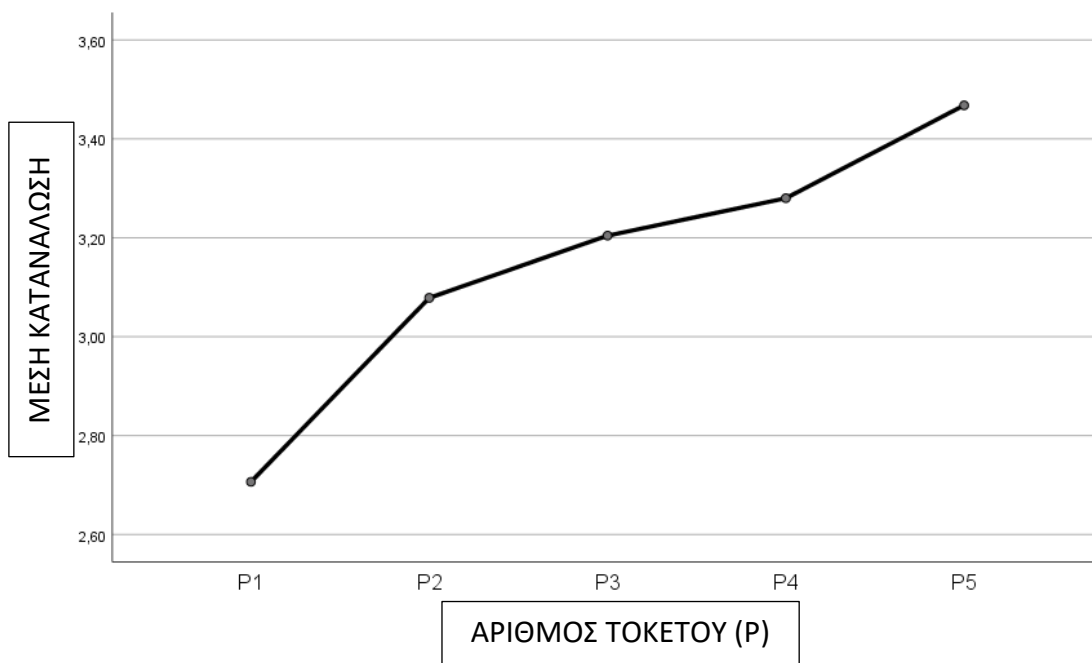
| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|----------------|----------------|------|-------------|-------|------|
| Between Groups | 30,27 | 4 | 7,56 | 40,87 | ,000 |
| Within Groups | 203,27 | 1098 | ,18 | | |
| Total | 233,54 | 1102 | | | |

Τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι υπάρχει σημαντική διαφορά στη μέση κατανάλωση τροφής (εξαρτημένη μεταβλητή) σε σχέση με τον αριθμό τοκετού (ανεξάρτητη μεταβλητή).

Η τιμή "Between Groups" μέση τετραγωνική (MS) 7.56 και η αντίστοιχη τιμή F 40.87 είναι σημαντικές στο επίπεδο 0.000, όπως υποδεικνύεται από τη στήλη "Sig.", πράγμα που σημαίνει ότι τουλάχιστον ένας από τους μέσους όρους της ομάδας είναι σημαντικά διαφορετική από τις άλλες.



Γράφημα 3.2. Σχέση κατανάλωσης τροφής με αριθμό τοκετού.



Σύμφωνα με το γράφημα παρατηρούμε ότι οι χοιρομητέρες με τους λιγότερους τοκετούς (P1) είχαν την μικρότερη μέση κατανάλωση τροφής σε σχέση με τις χοιρομητέρες με τους περισσότερους τοκετούς (P5), όπου είχαν την μεγαλύτερη κατανάλωση. Αυτό μας δείχνει ότι τα νούμερα αυτά είναι φυσιολογικά και αναμενόμενα. Άρα, οδηγούμαστε στο συμπέρασμα ότι η μέση κατανάλωση της τροφής είναι ανάλογη με τον αριθμό τοκετού της χοιρομητέρας, όσο αυξάνεται ο αριθμός τοκετών τόσο αυξάνεται και η κατανάλωση της τροφής.

Στον πίνακα 3. και στο γράφημα 3. παρουσιάζεται η μέση κατανάλωση τροφής των χοιρομητέρων σε σχέση με την διατροφική κατάσταση.



Πίνακας 3.3. Σχέση κατανάλωσης τροφής με διατροφική κατάσταση.

Descriptives

Average

| | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error | 95% Confidence Interval for Mean | | Minimum | Maximum |
|-------------------|------|------|----------------|------------|----------------------------------|-------------|---------|---------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound | | |
| Group 1 up to XS | 311 | 3,59 | ,40 | ,02 | 3,54 | 3,63 | ,39 | 4,26 |
| Group 2 Small | 173 | 3,26 | ,31 | ,02 | 3,22 | 3,31 | 2,34 | 4,00 |
| Group 3 Medium | 417 | 3,05 | ,35 | ,01 | 3,02 | 3,09 | 2,35 | 5,95 |
| Group 4 Large | 177 | 2,78 | ,28 | ,02 | 2,73 | 2,82 | 2,27 | 3,99 |
| Group 5 XL and up | 25 | 2,61 | ,28 | ,05 | 2,49 | 2,73 | 2,22 | 3,71 |
| Total | 1103 | 3,18 | ,46 | ,01 | 3,16 | 3,21 | ,39 | 5,95 |

ANOVA

Average

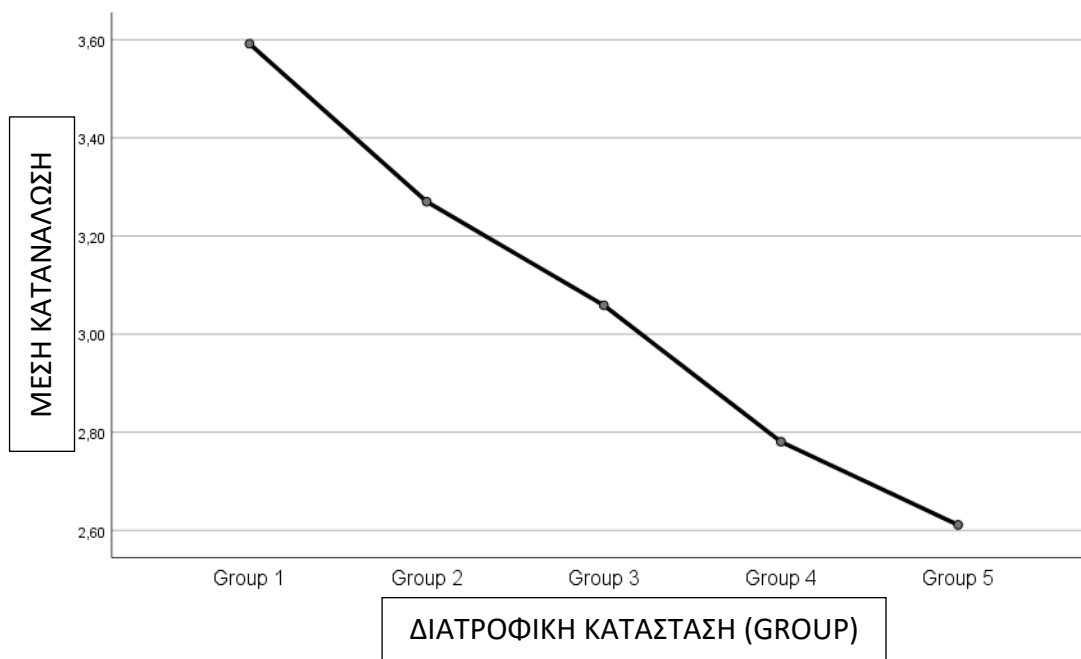
| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|----------------|----------------|------|-------------|--------|------|
| Between Groups | 96,51 | 4 | 24,12 | 193,33 | ,000 |
| Within Groups | 137,03 | 1098 | ,12 | | |
| Total | 233,54 | 1102 | | | |

Τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι υπάρχει σημαντική διαφορά στη μέση κατανάλωση τροφής (εξαρτημένη μεταβλητή) σε σχέση με την διατροφική κατάσταση (ανεξάρτητη μεταβλητή).

Η τιμή "Between Groups" μέση τετραγωνική (MS) 24.12 και η αντίστοιχη τιμή F 193.33 είναι σημαντικές στο επίπεδο 0.000, όπως υποδεικνύεται από τη στήλη "Sig.", που σημαίνει ότι τουλάχιστον ένα από τα μέσα της ομάδας είναι σημαντικά διαφορετική από τις άλλες.



Γράφημα 3.3. Σχέση κατανάλωσης τροφής με διατροφική κατάσταση.



Σύμφωνα με το γράφημα παρατηρείται ότι οι χοιρομητέρες που η διατροφική τους κατάσταση είναι μειωμένη (είναι οι πιο αδύνατες σε σχέση με το υπόλοιπο group), έχουν μεγαλύτερη κατανάλωση τροφής σε σχέση με τις χοιρομητέρες που η διατροφική τους κατάσταση είναι αυξημένη (είναι οι πιο βαρύτερες σε σχέση με το υπόλοιπο group). Στην συγκεκριμένη έρευνα το συμπέρασμα είναι ότι η μέση κατανάλωση της τροφής είναι αντιστρόφως ανάλογη με την διατροφική κατάσταση της χοιρομητέρας. Το Group 5 στο οποίο συμπεριλαμβάνονται οι χοιρομητέρες με διατροφική κατάσταση XL και πάνω, τρώνε λιγότερο, γιατί ο εκτροφέας της παρέχει λιγότερη τροφή. Εδώ φαίνεται και η επιτυχία του συστήματος, ότι δηλαδή με την αυτόματη μηχανή τροφοδοσίας η αδύνατη χοιρομητέρα θα φάει περισσότερο, ενώ η υπέρβαρη χοιρομητέρα θα φάει λιγότερο. Η ελεγχόμενη τροφοδοσία επιφέρει τα αποτελέσματα που θέλει η μονάδα δηλαδή, να παχύνει τις αδύνατες και να μειώσει την τροφή στις υπέρβαρες. Σκοπός της κτηνοτροφικής μονάδας είναι να ομογενοποιήσει την σωματική κατάσταση των χοιρομητέρων και να φτάσουν όλες περίπου στα ίδια κιλά. Επίσης, με αυτόν τον τρόπο η χοιροτροφική μονάδα θα εξοικονομήσει και χρήματα από πιθανή σπατάλη τροφής ως προς τις υπέρβαρες χοιρομητέρες.



Στον πίνακα 4. και στο γράφημα 4. παρουσιάζεται το ποσοστό επί του στόχου σε σχέση με το κελί σταβλισμού.

Πίνακας 3.4. Σχέση ποσοστού επί του στόχου με κελί σταβλισμού

Descriptives

Curve

| | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error | 95% Confidence Interval for Mean | | Minimum | Maximum |
|-------|------|------|----------------|------------|----------------------------------|-------------|---------|---------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound | | |
| 1 | 150 | ,71 | ,28 | ,02 | ,66 | ,75 | ,23 | 1,00 |
| 2 | 262 | ,66 | ,29 | ,01 | ,62 | ,69 | ,10 | 1,16 |
| 3 | 365 | ,69 | ,28 | ,01 | ,66 | ,72 | ,23 | 1,04 |
| 4 | 52 | ,63 | ,30 | ,04 | ,54 | ,71 | ,24 | 1,00 |
| 5 | 274 | ,72 | ,27 | ,01 | ,68 | ,75 | ,22 | 1,02 |
| Total | 1103 | ,69 | ,28 | ,01 | ,67 | ,70 | ,10 | 1,16 |

ANOVA

| | Curve | | | | |
|----------------|----------------|------|-------------|------|------|
| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
| Between Groups | ,74 | 4 | ,18 | 2,27 | ,059 |
| Within Groups | 89,96 | 1098 | ,08 | | |
| Total | 90,71 | 1102 | | | |

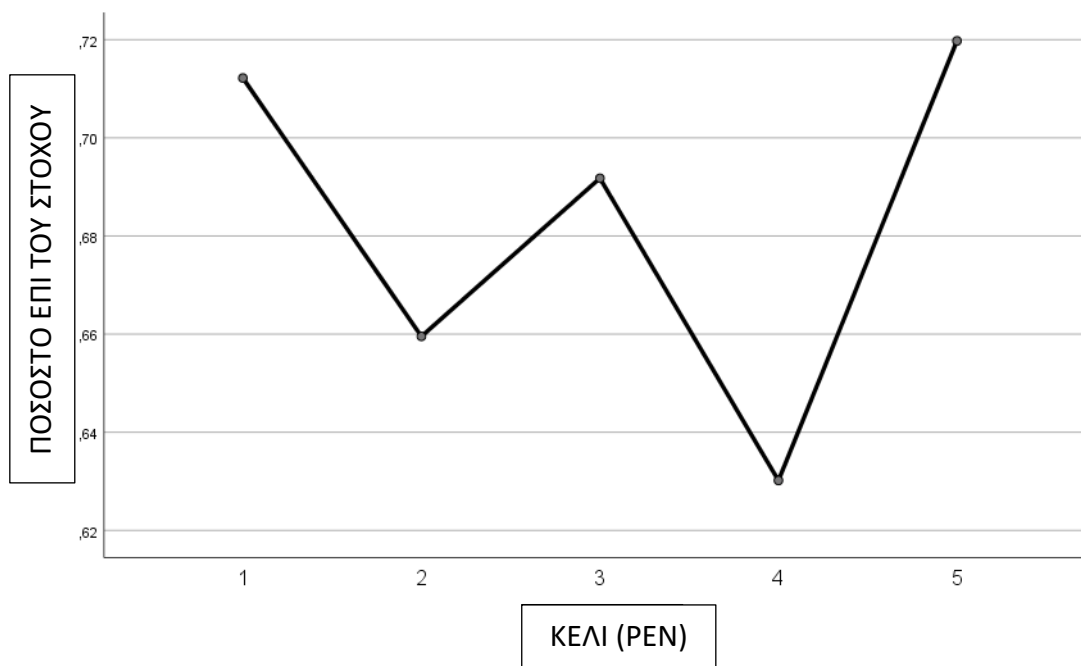
Τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι υπάρχει πιθανή διαφορά στο ποσοστό επί του στόχου (εξαρτημένη μεταβλητή) σε σχέση με το κελί σταβλισμού (ανεξάρτητη μεταβλητή).

Η τιμή "Between Groups" μέση τετραγωνική (MS) 0,18 και η αντίστοιχη τιμή F 2,27 δεν είναι σημαντικές στο επίπεδο 0,059, όπως υποδεικνύεται από τη στήλη "Sig.", ωστόσο



το αποτέλεσμα θα πρέπει να ερμηνευτεί με προσοχή καθώς το επίπεδο σημαντικότητας είναι κοντά στο συνήθως χρησιμοποιούμενο επίπεδο άλφα του 0,05.

Γράφημα 3.4. Σχέση ποσοστού επί του στόχου με κελί σταβλισμού



Σύμφωνα με το γράφημα παρατηρούμε ότι, τα ποσοστά επί του στόχου σε σχέση με τα κελιά είναι πολύ κοντά μεταξύ τους, καθώς κυμαίνονται από 63 έως 72% και δεν είναι στατιστικά σημαντικά. Αυτό είναι σημαντικό, γιατί φαίνεται ότι το ποσοστό του στόχου δεν επηρεάζεται από τις χοιρομητέρες που έχουν τοποθετηθεί μέσα στα κελιά. Άρα ανεξάρτητα από τα κελιά οι χοιρομητέρες τρώνε το ίδιο και ο στόχος που έχει θέσει η εκτροφή για το ποσοστό επί του στόχου έχει επιτευχθεί. Επίσης, είναι σημαντικό να τονιστεί ότι η διαφορά που υπήρχε στην σχέση "μέση κατανάλωση ανάλογα με το κελί σταβλισμού" είναι τυχαία γιατί δεν επιβεβαιώνεται από τα αποτελέσματα στη σχέση "ποσοστό επί του στόχου με κελί σταβλισμού".



Στον πίνακα 5. και στο γράφημα 5. παρουσιάζεται το ποσοστό επί του στόχου σε σχέση με τον αριθμό τοκετού.

Πίνακας 3.5. Σχέση ποσοστού επί του στόχου με αριθμό τοκετού.

Descriptives

Curve

| | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error | 95% Confidence Interval for Mean | | Minimum | Maximum |
|-------|------|------|----------------|------------|----------------------------------|-------------|---------|---------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound | | |
| 1 | 88 | ,67 | ,28 | ,03 | ,61 | ,73 | ,25 | 1,00 |
| 2 | 205 | ,66 | ,30 | ,02 | ,62 | ,70 | ,11 | 1,16 |
| 3 | 221 | ,68 | ,28 | ,01 | ,65 | ,72 | ,24 | 1,00 |
| 4 | 555 | ,70 | ,28 | ,01 | ,68 | ,72 | ,22 | 1,13 |
| 5 | 34 | ,69 | ,31 | ,05 | ,58 | ,79 | ,25 | 1,16 |
| Total | 1103 | ,69 | ,28 | ,01 | ,67 | ,70 | ,11 | 1,16 |

ANOVA

Curve

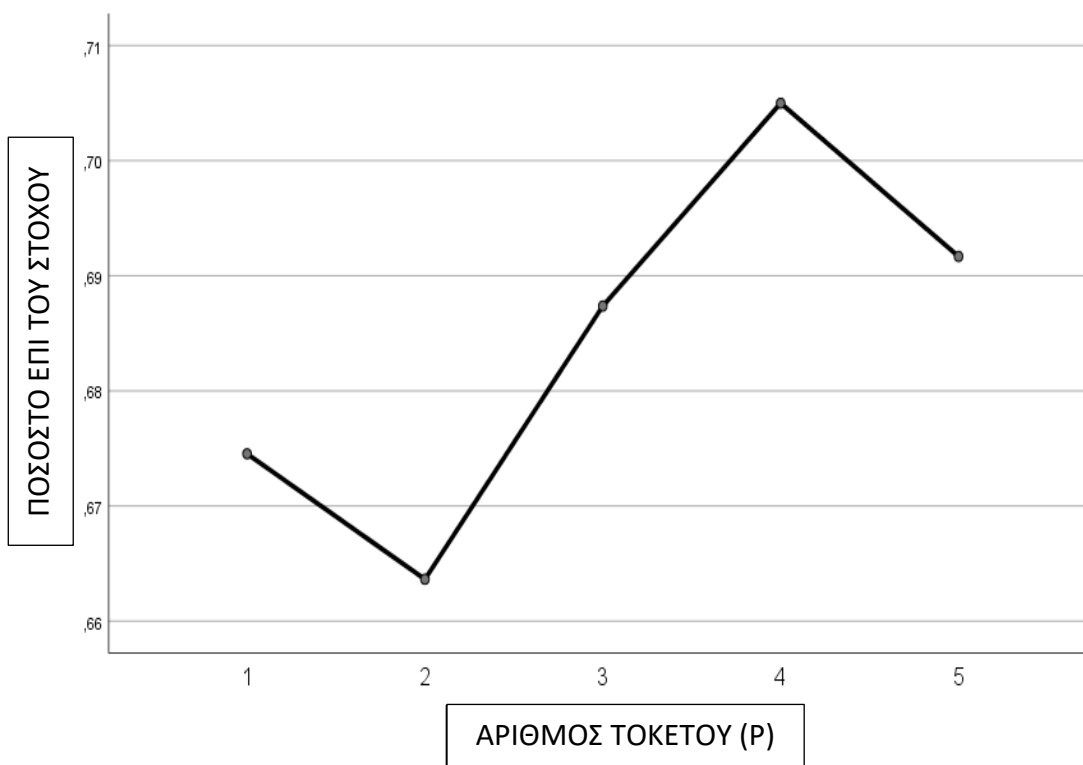
| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|----------------|----------------|------|-------------|-----|------|
| Between Groups | ,28 | 4 | ,07 | ,87 | ,477 |
| Within Groups | 90,42 | 1098 | ,08 | | |
| Total | 90,71 | 1102 | | | |

Τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά στο ποσοστό επί του στόχου (εξαρτημένη μεταβλητή) σε σχέση με τον αριθμό τοκετού (ανεξάρτητη μεταβλητή).



Η τιμή "Between Groups" μέση τετραγωνική (MS) 0,07 και η αντίστοιχη τιμή F 0,87 δεν είναι σημαντικές στο επίπεδο 0,477, όπως υποδεικνύεται από τη στήλη "Sig".

Γράφημα 3.5. Σχέση ποσοστού επί του στόχου με αριθμό τοκετού.



Σύμφωνα με το γράφημα παρατηρείται ότι, τα ποσοστά επί του στόχου σε σχέση με τον αριθμό τοκετού είναι πολύ κοντά μεταξύ τους, καθώς κυμαίνονται από 66,5 έως 70,5% και δεν είναι στατιστικά σημαντικά. Αυτό είναι πολύ σημαντικό, γιατί φαίνεται ότι το ποσοστό του στόχου δεν επηρεάζεται από τον αριθμό του τοκετού. Άρα, ανεξάρτητα από τον αριθμό τοκετού ο στόχος που έχει θέσει η εκτροφή για το ποσοστό επί του στόχου έχει επιτευχθεί. Επίσης, καταδεικνύεται και η επιτυχία του συστήματος, καθώς οι χοιρομητέρες καταναλώνουν παρόμοια ποσοστά επί του στόχου, ανεξαρτήτου αριθμού τοκετού.



Στον πίνακα 6. και στο γράφημα 6. παρουσιάζεται το ποσοστό επί του στόχου σε σχέση με την διατροφική κατάσταση.

Πίνακας 3.6. Σχέση ποσοστού επί του στόχου με διατροφική κατάσταση.

Descriptives

Curve

| | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error | 95% Confidence Interval for Mean | | Minimum | Maximum |
|-------|------|------|----------------|------------|----------------------------------|-------------|---------|---------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound | | |
| 1 | 311 | ,70 | ,28 | ,01 | ,67 | ,73 | ,25 | 1,00 |
| 2 | 173 | ,67 | ,29 | ,02 | ,62 | ,71 | ,24 | 1,13 |
| 3 | 417 | ,67 | ,28 | ,01 | ,64 | ,69 | ,11 | 1,16 |
| 4 | 177 | ,73 | ,27 | ,02 | ,69 | ,77 | ,24 | 1,00 |
| 5 | 25 | ,71 | ,26 | ,05 | ,60 | ,82 | ,27 | ,98 |
| Total | 1103 | ,69 | ,28 | ,01 | ,67 | ,70 | ,11 | 1,16 |

ANOVA

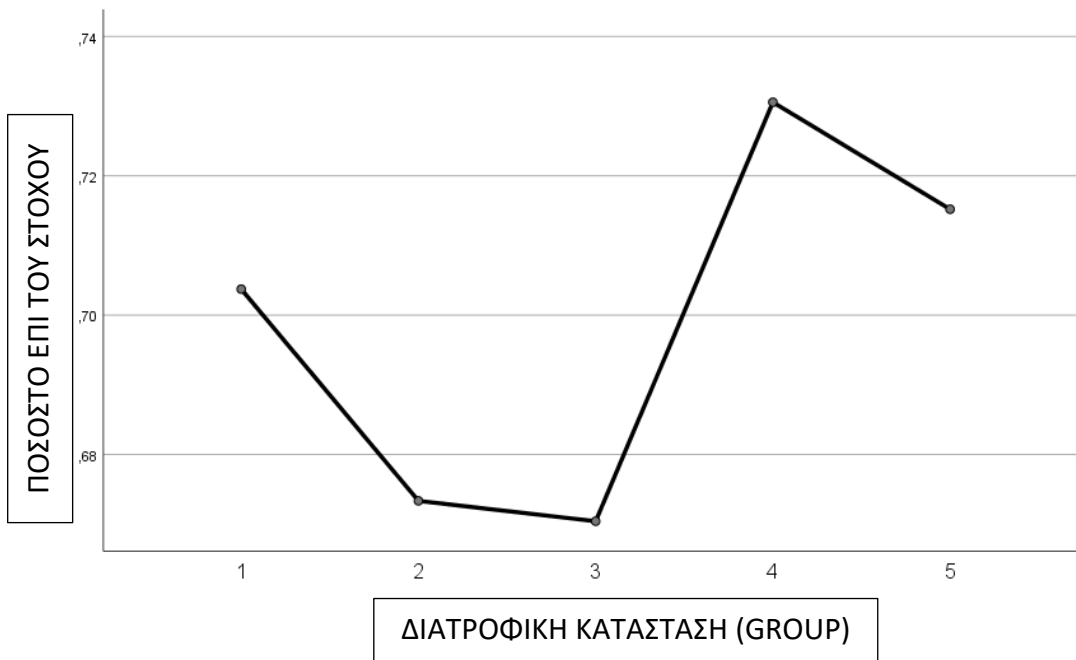
| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|----------------|----------------|------|-------------|------|------|
| Between Groups | ,57 | 4 | ,14 | 1,74 | ,138 |
| Within Groups | 90,14 | 1098 | ,08 | | |
| Total | 90,71 | 1102 | | | |

Τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά στο ποσοστό επί του στόχου (εξαρτημένη μεταβλητή) σε σχέση με την διατροφική κατάσταση (ανεξάρτητη μεταβλητή).

Η τιμή "Between Groups" μέση τετραγωνική (MS) 0,14 και η αντίστοιχη τιμή F 1,74 δεν είναι σημαντικές στο επίπεδο 0,138, όπως υποδεικνύεται από τη στήλη "Sig.".



Γράφημα 3.6. Σχέση ποσοστού επί του στόχου με διατροφική κατάσταση.



Σύμφωνα με το γράφημα παρατηρείται ότι, τα ποσοστά επί του στόχου σε σχέση με την διατροφική κατάσταση είναι πολύ κοντά μεταξύ τους, καθώς κυμαίνονται από 67 έως 73% και δεν είναι στατιστικά σημαντικά. Αυτό είναι πολύ σημαντικό, γιατί φαίνεται ότι το ποσοστό του στόχου δεν επηρεάζεται από την διατροφική κατάσταση. Άρα, ανεξάρτητα από την διατροφική κατάσταση της χοιρομητέρας ο στόχος που έχει θέσει η εκτροφή για το ποσοστό επί του στόχου έχει επιτευχθεί.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΓΕΝΙΚΟΣ ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ

Η διαθέσιμη γνώση σχετικά με τις διατροφικές απαιτήσεις των χοιρομητέρων κατά τη διάρκεια διαφορετικών περιόδων του αναπαραγωγικού κύκλου συγκεντρώνεται σε μοντέλα που μπορούν να ενσωματωθούν σε συστήματα υποστήριξης αποφάσεων που σχετίζονται με το σύστημα τροφοδοσίας και στα εργαλεία που χρησιμοποιούνται για τον χαρακτηρισμό των χοιρομητέρων σε κάθε εκμετάλλευση. Οι αισθητήρες και ο αυτοματισμός συνεχίζουν να αναπτύσσονται στα αγροκτήματα και γίνονται λιγότερο ακριβοί από οικονομικής πλευράς. Αυτά τα εργαλεία παρέχουν νέες ευκαιρίες για εξέταση των αλλαγών στο σωματικό βάρος με την χρήση αυτόματων ζυγαριών και την ατομική σωματική δραστηριότητα που επιτυγχάνεται με εγγραφή βίντεο ή επιταχυνσιόμετρα. Αυτού του είδους οι νέες πληροφορίες, που συλλέγονται καθημερινά και μεμονωμένα, θα είναι χρήσιμες για να αξιολογήσουν τις απαιτήσεις πέρα από την ενέργεια, σε αμινοξέα και σε μέταλλα. Οι ηλεκτρονικοί σταθμοί τροφοδοσίας εξοπλισμένοι με δύο ή τρεις χοάνες θα επιτρέπουν την ανάμειξη διαφορετικών σιτηρεσίων, σχεδιασμένων για διαφορετικά επίπεδα θρεπτικών συστατικών, έτσι ώστε να εξατομικεύεται τόσο η ποσότητα όσο και η ποιότητα του σιτηρεσίου (Quiniou, 2021). Πρόσφατες έρευνες δείχνουν ότι, κατά τη διάρκεια της κύησης η διατροφή της χοιρομητέρας μπορεί να επηρεάσει την πεπτική ικανότητα, την κατάσταση του ανοσοποιητικού συστήματος των απογόνων (Chen et al., 2017) και την επιβίωση των χοιριδίων. Επίσης, τα υψηλά ποσοστά πρόσληψης τροφής έχει αποδειχθεί ότι συνδέονται με μικρό αριθμό γεννημένων ζωντανών χοιριδίων ή μεγάλο αριθμό νεκρών χοιριδίων, μειωμένη διάρκεια γαλουχίας, μικρό αριθμό απογαλακτισμένων χοιριδίων και απομάκρυνση χοιρομητέρων λόγω προβλημάτων υγείας (Bunter et al., 2018, Vargovic et al., 2019).

Για τους παραπάνω λόγους, η σωματική κατάσταση του ζώου στο τέλος της εγκυμοσύνης δεν πρέπει να είναι αυξημένη για να μπορέσουν να αποφευχθούν προβλήματα κατά τον τοκετό. Πιο συγκεκριμένα, η αύξηση της θνησιγένειας (Quiniou, 2016) και το σύνδρομο δυσγαλαξίας που συμβαίνει μετά τον τοκετό (PDS), που είναι τυπικά χαρακτηριστικά για τις υπέρβαρες χοιρομητέρες (Micquet et al., 1990; Göransson, 1989), μπορεί να δημιουργήσει πρόβλημα στην πρόσληψη τροφής μετά τον τοκετό (Dourmad, 1991) και



μπορεί να μειώσει τη μακροζωία (Niemi et al., 2017). Ένας τρόπος για να ελέγξουν την σωματική κατάσταση των έγκυων χοιρομητέρων και τον κίνδυνο αναπαραγωγικών προβλημάτων λόγω ανεπαρκούς ή υπερβολικού σωματικού λίπους, είναι να τρέφονται περιοριστικά, ελεγχόμενα (Dourmad, 1994).

Από την άλλη πλευρά, οι πολύ λεπτές χοιρομητέρες κατά την διάρκεια του τοκετού γεννούν χοιρίδια με μικρότερο σωματικό βάρος (Quiniou, 2016), με αποτέλεσμα την πιθανή αύξηση της θνησιμότητας. Σύμφωνα με το παραπάνω, θα πρέπει να βελτιωθεί η σωματική κατάσταση της χοιρομητέρας κατά τον τοκετό, για να αποφευχθούν όλα αυτά και για να καταστεί αυτό δυνατό πρέπει να εφαρμοστεί η ελεγχόμενη τροφοδοσία. Αυτό θα πραγματοποιηθεί μέσω της ηλεκτρονικής ταϊστρας, η οποία θα βοηθήσει στην ομογενοποίηση της διατροφικής κατάστασης των χοιρομητέρων κατά την κύηση. Αποτέλεσμα όλων αυτών θα είναι από την μια η ευκολότερη διαχείριση της περιόδου τοκετού, με πιο σίγουρη επιβίωση των χοιριδίων και από την άλλη καλύτερη απόδοση γαλουχίας των χοιρομητέρων (Quiniou, 2016). Όλα τα παραπάνω έρχονται σε συμφωνία με τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας όπου διαπιστώνεται ότι, οι πολύ αδύνατες χοιρομητέρες τρώνε παραπάνω, ενώ οι υπερβαρες χοιρομητέρες τρώνε λιγότερο, αυτό δείχνει ότι μπορεί να εξισορροπηθεί η διατροφική κατάσταση των ζώων.

Όπως είναι γνωστό, κατά την διάρκεια της κύησης, οι ανάγκες σε θρεπτικά συστατικά για τις χοιρομητέρες είναι σχετικά μεταβλητές (NRC, 2012). Σύμφωνα με κάποιους ερευνητές, στο τέλος της κύησης, οι απαιτήσεις της χοιρομητέρας για 1) ενέργεια (Noblet et al., 1987), 2) αμινοξέα (King and Brown, 1993, Dourmad and Etienne, 2002, NRC, 2012) και 3) για μέταλλα (Jondreville and Dourmad, 2005, NRC, 2012) είναι πολύ πιο μεγάλη από ό,τι στην αρχή της κύησης. Ωστόσο, αυτές οι απαιτήσεις ποικίλλουν και μεταξύ των χοιρομητέρων (McPherson et al., 2004; Dourmad et al., 2008) δηλαδή, ανάλογα με την σωματική τους κατάσταση, αλλά και ανάλογα με τον αριθμό τοκετού (Thomas et al., 2018b). Παρ' όλα αυτά, στην πράξη, όλες οι χοιρομητέρες τρέφονται γενικά με την ίδια διατροφή κατά την περίοδο της κύησης και μόνο η τροφή που τους αναλογεί μπορεί να ποικίλλει ανάλογα με 1) τον αριθμό τοκετού, 3) το στάδιο κύησης και 3) την σωματική τους κατάσταση (Young et al., 2004). Ο Gaillard et al. (2019), αναφέρει στην έρευνα του ότι, πολλές φορές οι χοιρομητέρες μπορεί να οδηγηθούν σε καταστάσεις υποσίτισης ή υπερβολικής σίτισης και ίσως να έχουν ως αποτέλεσμα την



έλλειψη σε απόδοση, προβλήματα υγείας, οικονομική απώλεια και τέλος αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Επομένως, υπάρχει ανάγκη να προσαρμοστεί με μεγαλύτερη ακρίβεια η σύνθεση της τροφής και το επίπεδο τροφοδοσίας των χοιρομητέρων που κυοφορούν. Στην συγκεκριμένη έρευνα δεν υπάρχουν ενδείξεις υποσίτισης ή υπερβολικής σίτισης, με αποτέλεσμα να υπάρχει μια ομογενοποίηση όσον αφορά την διατροφική κατάσταση των χοιρομητέρων.

Επιπροσθέτως, από τα αποτελέσματα της έρευνα διακρίνεται ότι οι υπέρβαρες χοιρομητέρες τρώνε λιγότερο από τις αδύνατες. Αυτό θα μπορούσε να αιτιολογηθεί από την μια, γιατί η χοιροτροφική μονάδα σκοπίμως παρέχει λιγότερη τροφή και από την άλλη, όπως αναφέρει χαρακτηριστικά ο Vargovic et al. (2021), καθώς οι χοιρομητέρες πλησιάζουν στο τέλος της εγκυμοσύνης, αντιμετωπίζουν δυνητικά αυξανόμενες δυσκολίες στην κίνηση, την προσβασιμότητα των ταΐστων ή αυξανόμενο φυσικό περιορισμό στην ικανότητα πρόσληψης λόγω του αυξανόμενου μεγέθους της μήτρας.

Η τροφοδοσία ακριβείας σύμφωνα με τον Quiniou (2021) μείωσε τον κίνδυνο σε μια χοιροτροφική μονάδα να υπάρχουν χοιρομητέρες που ήταν υπέρβαρες ή πολύ αδύνατες. Το γεγονός αυτό οδήγησε τις χοιρομητέρες να μην εμφανίζουν αυξημένα ποσοστά προβλημάτων στους τοκετούς ή στην παραγωγή γάλακτος και βελτίωσε την καλή διαβίωση των ζώων (για τις χοιρομητέρες και τους απογόνους τους). Ωστόσο, όπως αναφέρει ο ερευνητής, αναμένεται μεγαλύτερη ακρίβεια στην εκτίμηση της πρόσληψης ενέργειας στο εγγύς μέλλον (Quiniou, 2021). Η ίδια ομογενοποίηση παρατηρείται και στην παρούσα έρευνα σε σχέση με την διατροφική κατάσταση των ζώων.

Όπως αναφέρεται παραπάνω, τα θρεπτικά συστατικά στην διατροφή των χοιρομητέρων είναι πολύ σημαντικά. Στην έρευνα του ο Gaillard et al. (2019) επισημαίνουν ότι, στην πράξη, ένα πρώτο βήμα για να ληφθεί υπόψη η μεγάλη μεταβλητότητα στις απαιτήσεις αμινοξέων και φωσφόρου μεταξύ των χοιρομητέρων και ανάλογα με το στάδιο κύησης είναι να πραγματοποιηθεί ομαδοποίηση των χοιρομητέρων με βάση τον αριθμό τοκετού και το στάδιο κύησης. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα τους, υπογραμμίζουν την ανάγκη για διαφορετικές δίαιτες που ποικίλλουν σε αμινοξέα και σύνθεση μετάλλων, ανάλογα με το στάδιο κύησης και τον αριθμό τοκετών, δείχνοντας το ενδιαφέρον μιας στρατηγικής τροφοδοσίας πολλαπλών φάσεων που θα μπορούσε εύκολα να δημιουργηθεί στην πράξη ομαδοποιώντας τις χοιρομητέρες ανάλογα με τον αριθμό τοκετών και το στάδιο κύησης



και μετακίνηση των χοιρομητέρων στη γραμμή τροφοδοσίας που φέρει το κατάλληλο σιτηρέσιο (Gaillard et al., 2019). Ωστόσο, εξετάζοντας την τεράστια διακύμανση μεταξύ των χοιρομητέρων που ανήκουν στην ομάδα με τον ίδιο αριθμό τοκετού, θα αποτελούσε μόνο ένα πρώτο βήμα προς την τροφοδοσία ακριβείας (Gaillard et al., 2019). Ως εκ τούτου προτείνουν, το επόμενο βήμα να είναι να επιτραπεί η ανάμειξη δυο διαίτων - σιτηρεσίων με διαφορετικά επίπεδα θρεπτικών συστατικών (υψηλά και χαμηλά) και ημερήσιες ποσότητες τροφής, όπως έχει γίνει για τους χοίρους πάχυνσης (Pomar et al., 2009; Andretta et al., 2016a). Όσον αφορά το κόστος των ζωοτροφών, αυτή η στρατηγική θα ήταν επίσης προτιμότερη σε σύγκριση με τη στρατηγική πολλαπλών φάσεων όσον αφορά τον αριθμό τοκετών, αλλά θα απαιτούσε προσαρμοσμένο εξοπλισμό τροφοδοσίας (Moehn et al., 2011).

Σύμφωνα με τους Gaillard et al. (2020), η τροφοδοσία ακριβείας για τις χοιρομητέρες που κυοφορούν είναι μια καλή στρατηγική για την καλύτερη κάλυψη των αναγκών τους σε αμινοξέα μειώνοντας ταυτόχρονα το κόστος της τροφής, τις προμήθειες και την απέκκριση αζώτου και φωσφόρου. Αυτό έρχεται σε συμφωνία με τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης έρευνας που αποδεικνύουν την αποτελεσματικότητα της αυτόματης τροφοδοσίας.

Σύμφωνα με τους Stewart et al. (2021), όπως αναφέρουν στην έρευνα τους, ανάλογα με τις τιμές των πρώτων υλών, το κόστος τροφοδοσίας για το πρόγραμμα αυτόματης τροφοδοσίας, θα μπορούσε να γίνει σχετικά μικρότερο σε χοιρομητέρες που έχουν γεννήσει αρκετές φορές. Άλλοι ερευνητές αναφέρουν ότι, τα εμπορικά προγράμματα τροφοδοσίας κατά την περίοδο της κύησης σχεδιάζονται συνήθως για να καλύπτουν τις μέσες εκτιμώμενες απαιτήσεις σε λυσίνη (Lys) για τις χοιρομητέρες στον πρώτο αναπαραγωγικό κύκλο και το ίδιο σιτηρέσιο χορηγείται σε χοιρομητέρες και για όλες τις επόμενες κυήσεις, γεγονός που έχει ως αποτέλεσμα την υπερβολική σίτιση Lys (πρωτεΐνη) σε μεγαλύτερες χοιρομητέρες (Thomas et al., 2021). Αυτό έρχεται σε συμφωνία με την παρούσα έρευνα που αποδεικνύει από τα αποτελέσματα ότι, η χοιρομητέρες που έχουν γεννήσει πιο πολλές φορές έχουν μεγαλύτερη μέση κατανάλωση τροφής σε σχέση με τις πρωτότοκες ή αυτές που έχουν γεννήσει λιγότερες φορές.

Ανάλογα με τις τιμές των πρώτων υλών και τους μεμονωμένους παράγοντες της εκμετάλλευσης, η εφαρμογή ενός προγράμματος τροφοδοσίας ακριβείας κατά την κύηση



θα μπορούσε να είναι ένα μέσο για τη μείωση του κόστους των ζωοτροφών κήσης και γαλουχίας (Stewart et al., 2021).

Σύμφωνα με την συγκεκριμένη έρευνα διαπιστώνεται ότι, τα αποτελέσματα έρχονται σε συμφωνία με τους παραπάνω ερευνητές. Οι χοιρομητέρες που έχουν γεννήσει περισσότερες φορές έχουν καλύτερη μέση κατανάλωση τροφής από τις πρωτότοκες. Επίσης, ο στόχος της κτηνοτροφικής μονάδας να ομογενοποιήσει την διατροφική κατάσταση όλων των χοιρομητέρων, είτε είναι αδύνατες είτε είναι υπέρβαρες και να φτάσουν περίπου στα ίδια επίπεδα έχει επιτευχθεί. Με αυτόν τον τρόπο, η χοιροτροφική μονάδα θα εξοικονομήσει και χρήματα από πιθανή σπατάλη τροφής ως προς τις υπέρβαρες χοιρομητέρες. Και τέλος, διαπιστώνεται ότι η χρήση της ηλεκτρονικής τροφοδοσίας φέρνει τα επιθυμητά αποτελέσματα στους κτηνοτρόφους της συγκεκριμένης χοιροτροφικής μονάδας.

Μέχρι σήμερα, η αντιμετώπιση της μεταβλητότητας στα χαρακτηριστικά των χοιρομητέρων ήταν σε μεγάλο βαθμό ευθύνη των κτηνοτρόφων. Ένα σύστημα τροφοδοσίας ακριβείας θα μπορούσε να διευκολύνει την προσαρμογή των αποθεμάτων θρεπτικών ουσιών στα αποθέματα του σώματος των χοιρομητέρων και την παρακολούθηση της κατάστασης του σώματος κατά τον τοκετό. Η τροφοδοσία ακριβείας θα μπορούσε επίσης να βελτιώσει την αποτελεσματικότητα της χρήσης θρεπτικών ουσιών και να μειώσει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις (παραγωγή κοπριάς) και το κόστος των ζωοτροφών (Quiniou, 2021).



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ / ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την παρούσα έρευνα είναι αρκετά σημαντικά καθώς προκύπτουν νέα δεδομένα από την επεξεργασία, ανάλυση και ερμηνεία των αποτελεσμάτων.

Όσον αφορά στην μέση κατανάλωση τροφής σε σχέση με το κελί στο οποίο έχουν τοποθετηθεί οι χοιρομητέρες παρατηρείται ότι η ελάχιστη διαφορά που υπάρχει μεταξύ των κελιών είναι τυχαία, καθώς επιβεβαιώνεται και από το ποσοστό επί του στόχου σε σχέση με το κελί. Αυτό σημαίνει ότι η τοποθέτηση τους στα κελιά ήταν σωστή. Άρα, ανεξάρτητα από τα κελιά οι χοιρομητέρες τρώνε το ίδιο και ο στόχος που έχει θέσει η εκτροφή για το ποσοστό επί του στόχου έχει επιτευχθεί.

Όσον αφορά στην μέση κατανάλωση σε σχέση με τον αριθμό τοκετού οι χοιρομητέρες με τους λιγότερους τοκετούς είχαν την μικρότερη μέση κατανάλωση τροφής σε σχέση με τις χοιρομητέρες με τους περισσότερους τοκετούς, όπου είχαν την μεγαλύτερη κατανάλωση. Αυτό μας δείχνει ότι τα αποτελέσματα αυτά είναι φυσιολογικά και αναμενόμενα. Άρα, οδηγούμαστε στο συμπέρασμα ότι η μέση κατανάλωση της τροφής είναι ανάλογη με τον αριθμό τοκετού της χοιρομητέρας, όσο αυξάνεται ο αριθμός τοκετών τόσο αυξάνεται και η κατανάλωση της τροφής.

Όσον αφορά στην μέση κατανάλωση σε σχέση με την διατροφική κατάσταση οι χοιρομητέρες που είναι πιο αδύνατες έχουν μεγαλύτερη κατανάλωση τροφής σε σχέση με τις χοιρομητέρες που είναι υπέρβαρες. Στην συγκεκριμένη έρευνα το συμπέρασμα είναι ότι η μέση κατανάλωση της τροφής είναι αντιστρόφως ανάλογη με την διατροφική κατάσταση. Οι χοιρομητέρες που είναι υπέρβαρες τρώνε λιγότερο, καθώς ο εκτροφέας τις παρέχει λιγότερη τροφή, και αυτό δείχνει ότι μπορεί να εξισορροπηθεί η διατροφική κατάσταση των ζώων. Εδώ φαίνεται και η επιτυχία του συστήματος ότι δηλαδή, με την αυτόματη τροφοδοσία η αδύνατη χοιρομητέρα θα φάει περισσότερο, ενώ η υπέρβαρη χοιρομητέρα θα φάει λιγότερο. Η ελεγχόμενη τροφοδοσία επιφέρει τα αποτελέσματα που θέλει η μονάδα δηλαδή, να παχύνει τις αδύνατες και να μειώσει την τροφή στις υπέρβαρες και να φτάσουν όλες περίπου στα ίδια κιλά καθώς, δεν υπάρχουν ενδείξεις υποσίτισης ή υπερβολικής σίτισης, με αποτέλεσμα να υπάρχει μια ομογενοποίηση όσον αφορά την διατροφική τους κατάσταση. Επίσης, με αυτόν τον τρόπο η χοιροτροφική



μονάδα θα εξοικονομήσει και χρήματα από πιθανή σπατάλη τροφής ως προς τις υπέρβαρες χοιρομητέρες.

Όσον αφορά τα ποσοστά επί του στόχου σε σχέση με τον αριθμό τοκετού δεν είναι στατιστικά σημαντικά. Αυτό είναι πολύ σημαντικό, γιατί φαίνεται ότι το ποσοστό του στόχου δεν επηρεάζεται από τον αριθμό του τοκετού.

Όσον αφορά τα ποσοστά επί του στόχου σε σχέση με την διατροφική κατάσταση επίσης δεν είναι στατιστικά σημαντικά. Αυτό είναι πολύ σημαντικό, γιατί φαίνεται ότι το ποσοστό του στόχου δεν επηρεάζεται από την διατροφική κατάσταση.

Τα αποτελέσματα από την στατιστική ανάλυση του ποσοστού επί του στόχου σε σχέση με το κελί, τον αριθμό τοκετού και την διατροφική κατάσταση, δείχνουν ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά. Αυτό άλλωστε επεδίωκε και η εκτροφή. Σε περίπτωση που υπήρχε στατιστική διαφορά αυτό θα σήμαινε πως τουλάχιστον μια από τις ανεξάρτητες μεταβλητές (κελί, αριθμός τοκετού, διατροφική κατάσταση) επηρεάζει την κατανάλωση της τροφής και θα έπρεπε να αναλυθεί περαιτέρω, για να βρεθεί η μεταβλητή αυτή. Ωστόσο, η συγκεκριμένη εκτροφή φαίνεται από τα αποτελέσματα ότι έθεσε τους σωστούς στόχους καθώς, έχει βάλει την ενδεδειγμένη ποσότητα και έχει ρυθμίσει σωστά την ηλεκτρονική τροφοδοσία.

Επιδιώκοντας καλύτερη ποιότητα και ευζωία

Βρισκόμαστε ήδη στην εποχή των αισθητήρων, των μεγάλων δεδομένων και της μηχανικής μάθησης, και την επόμενη δεκαετία, αυτές οι προηγμένες τεχνολογίες πρόκειται να οδηγήσουν σε βελτιωμένη απόδοση και μεγαλύτερα κέρδη στην κτηνοτροφία, με αποτέλεσμα λιγότερα ανθρώπινα λάθη. Με τη σειρά του, αυτό θα βελτιώσει την παραγωγικότητα, τα κέρδη των εκτροφέων και την ευζωία των ζώων. Το πιο σημαντικό είναι ότι έχει τη δυνατότητα να αυξήσει τα κέρδη και την παραγωγικότητα, βοηθώντας να πετύχουν οι εκτροφείς καλύτερα αποτελέσματα για την ευζωία των ζώων. Πιθανόν, να αναπτυχθούν πιο ολιστικές, ανθρώπινες και φιλικές προς το περιβάλλον πρακτικές.

Η εμφάνιση του Agriculture 4.0 τροφοδοτεί την ανάπτυξη της υιοθέτησης τεχνολογιών ανίχνευσης, μεγάλων δεδομένων και της μηχανικής μάθησης (Machine Learning) στη σύγχρονη κτηνοτροφία, όπως για παράδειγμα σε περιόδους πανδημίας όπου οι



περιορισμοί καθιστούν δύσκολο για τους κτηνιάτρους, τους διατροφολόγους και τους παραγωγούς να επισκεφθούν τις εκτροφές και τα εργοστάσια ζωοτροφών. Απαιτούνται πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο 24 ώρες / 7 ημέρες για τη δραστηριότητα, την κατανάλωση και την παραγωγή του ζωικού κεφαλαίου. Αυτές οι πληροφορίες που ενεργοποιούνται από τις τεχνολογίες ανίχνευσης παράγουν δεδομένα στα οποία η πρόσβαση γίνεται εξ αποστάσεως με αποτέλεσμα χαμηλότερο κόστος και βελτιωμένη απόδοση που ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις του καταναλωτή. Αν και οι αλγόριθμοι AI και ML έχουν αναπτυχθεί τόσο γρήγορα, υπάρχει έλλειψη τυποποίησης στη συλλογή και την κοινή χρήση δεδομένων παγκοσμίως. Ωστόσο, καθώς περισσότερες εκτροφές συνδέονται με την τεχνολογία, η τεχνητή νοημοσύνη και οι τεχνολογίες ανίχνευσης θα αρχίσουν να διαδραματίζουν πιο αποφασιστικό ρόλο βοηθώντας τους εκτροφείς να δουν πρότυπα και λύσεις σε πιεστικά προβλήματα στη σύγχρονη κτηνοτροφία.

Η χρήση νέων τεχνολογιών με αυτόματα συστήματα τροφοδοσίας δείχνουν από το πείραμα της συγκεκριμένης έρευνας ότι προκύπτουν ευνοϊκά αποτελέσματα. Καθώς η μονάδα είναι σε μια φάση δοκιμής του συγκεκριμένου συστήματος, ωστόσο οι στόχοι που έχει θέσει η εκτροφή έχουν επιτευχθεί με μεγάλη επιτυχία. Προτείνεται λοιπόν, η χρήση αυτών των αυτόματων συστημάτων τροφοδοσίας για μεγαλύτερη απόδοση και βελτίωση ευζωίας τόσο των ζώων όσο και των ίδιων των εκτροφών.



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Κατσαούνης, Ν., Σπαής, Α.Β. 1998. *Χοιροτροφία*. Εκδόσεις: Σύγχρονη Παιδεία, Θεσσαλονίκη.

Κουσενίδης, Κ., 2019. Σημειώσεις χοιροτροφίας. ΔΙΠΑΕ.

Παπαδόπουλος, Γ. 2005. *Χοιροτροφία* (χοιρομητέρα-κάπρος-χοιρίδια). Εκδόσεις: Σταμούλης. Αθήνα.



ΑΓΓΛΟΦΩΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Andretta, I., Hauschild, L., Kipper, M., Pires, P.G.S., & Pomar, C. 2018. Environmental impacts of precision feeding programs applied in pig production. *Animal* 12: 1990–1998. doi: 10.1017/S1751731117003159
- Andretta, I., Pomar, C., Rivest, J., Pomar, J., Lovatto, P.A., & Radünz Neto, J. 2014. The impact of feeding growing-finishing pigs with daily tailored diets using precision feeding techniques on animal performance, nutrient utilization, and body and carcass composition. *J. Anim. Sci.* 92:3925–3936. doi:10.2527/jas.2014-7643
- Andretta, I., Pomar, C., Kipper, M., Hauschild, L., Rivest, J. 2016a. Feeding behavior of growing-finishing pigs reared under precision feeding strategies. *J. Anim. Sci.* 94:3042–3050. doi: 10.2527/jas.2016-0392.
- Andretta, I., Pomar, C., Rivest, J., Pomar, J., and Radünz, J. 2016b. Precision feeding can significantly reduce lysine intake and nitrogen excretion without compromising the performance of growing pigs. *Animal* 10:1137–1147. doi:10.1017/S1751731115003067
- Augère-Granier, M.L. 2020. The EU pig meat sector. *European Parliamentary Research Service* (EPRS).
- Banhazi, T.M., Black, J.L. 2009. Livestock farming: A suite of electronic systems to ensure the application of best practice management on livestock farms. *Aust. J. Multi-Discip. Eng.* 7, 1–14. <https://doi.org/10.1080/14488388.2009.11464794>.
- Banhazi, T. M., Babinszky, L., Halas, V., & Tschärke, M. 2012a. Precision Livestock Farming: Precision feeding technologies and sustainable livestock production. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering* 5(4):54-61.



- Banhazi, T.M., Lehr, H., Black, J.L., Crabtree, H., Schofield, P., Tschärke, M., Berckmans, D. 2012b. Precision Livestock Farming: an international review of scientific and commercial aspects. *Int. J. Agr. Biol. Eng.* 5, 1–9. <https://doi.org/10.3965/j.ijabe.20120503.00>.
- Benjamin, M., Yik, S. 2019. Precision Livestock Farming in Swine Welfare: A Review for Swine Practitioners. *Animals*, 9, 133. doi:10.3390/ani9040133
- Berckmans, D. 2004. Automatic on-line monitoring of animals by precision livestock farming. In: ISAH Conference on Animal Production in Europe: The Way Forward in a Changing World, Saint-Malo, France. *International Society for Animal Hygiène - Saint-Malo*, p 27–31.
- Berckmans, D. 2006. Automatic on-line monitoring of animals by Precision Livestock Farming. In: Geers, R., Madec, F. (Eds.), *Livestock production and society. Wageningen Acad. Publ.* Netherlands, pp. 287–294.
- Berckmans, D. 2009. Automatic on-line monitoring of animal health and welfare by precision livestock farming. In: *European Forum Livestock Housing for the Future*. Lille, France, pp. 155–165.
- Berckmans, D. 2014. Precision livestock farming technologies for welfare management in intensive livestock systems. Scientific and Technical Review of the Office *International des Epizooties*, 33, 189–196. doi:10.20506/rst.33.1.2273.
- Berckmans, D., 2017. General introduction to precision livestock farming. *Anim. Front.* 7, 6–11. <https://doi.org/10.2527/af.2017.0102>.
- Boumans, I.J.M.M., de Boer, I.J.M., Hofstede, G.J., Bokkers, E.A.M., 2018. How social factors and behavioural strategies affect feeding and social interaction patterns in pigs. *Physiol. Behav.* 194, 23–40. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2018.04.032>.



- Bunter, K. L., L. Vargovic, R. Z. Athorn, D. Henman, B. G. Luxford. 2018. The influence of feed delivery and feeding patterns during gestation on reproductive outcomes for sows. *In: Proceedings of the 11th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*, p. 1–7.
- Chen, Y., D. Mou, L., Hu, J., Zhen, L., Che, Z., Fang, S., Xu, Y., Lin, B., Feng, J., Li, et al. 2017. Effects of maternal low-energy diet during gestation on intestinal morphology, disaccharidase activity, and immune response to lipopolysaccharide challenge in pig offspring. *Nutrients*. 9:1115–1133. doi: 10.3390/nu9101115
- Dietze, K. 2011. *Pigs for prosperity. Diversification booklet number 15*. Rome. FAO.
- Dourmad, J. Y. 1991. Effect of feeding level in the gilt during pregnancy on voluntary feed intake during lactation and changes in body composition during gestation and lactation. *Livest. Prod. Sci.* 27:309–319. doi: [https://doi.org/10.1016/0301-6226\(91\)90126-B](https://doi.org/10.1016/0301-6226(91)90126-B)
- Dourmad, J. Y., Etienne, M. 2002. Dietary lysine and threonine requirements of the pregnant sow estimated by nitrogen balance. *J. Anim. Sci.* 80:2144–2150. doi: 10.2527/2002.8082144x
- Dourmad, J. Y., Etienne, M., Prunier, A., Noblet, J. 1994. The effect of energy and protein intake of sows on their longevity. *Livest. Prod. Sci.* 40:87–97. doi: 10.1016/0301-6226(94)90039-6
- Dourmad, J.Y., Etienne, M., Valancogne, A., Dubois, S., van Milgen, J., Noblet, J., 2008. InraPorc: a model and decision support tool for the nutrition of sows. *Anim. Feed Sci. Technol.* 143, 372–386. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2007.05.019>
- Dourmad, J.Y., Van Milgen, J., Valancogne, A., Dubois, S., Brossard, L., Noblet, J., 2015. Modelling nutrient utilization in sows: a way towards the optimization of



- nutritional supplies (dir.). In: Sakomura, N.K., Gous, R.M., Kyriazakis, I., Hauschild, L. (Eds.), *Nutritional Modelling for Pigs and Poultry*. CABI Publishing, Wallingford, UK, pp. 50–61 (dir.).
- Ellis, J.L., Jacobs, M., Dijkstra, J., Van Laar, H., Cant, J.P., Tulpan, D., Ferguson, N. 2020. *Animal*, 1–15, <https://doi.org/10.1017/S1751731120000312>.
- Eurostat. 2021. *Eurostat regional yearbook*, 2021 edition. Flagship publications.
- FAO. 2012. Livestock country reviews. *Pig sector*, Kenya.
- FAO. 2016. The state of food and agriculture. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*.
- Ferguson, N.S., Optimization: a paradigm change in nutrition and economic solutions. *Advances in Pork Production*, vol. 25, p. 121–127.
- Garcia, A., McGlone, J.J. 2022. Animal Welfare and the Acknowledgment of Cultural Differences. *Animals*, 12, 474. <https://doi.org/10.3390/ani12040474>.
- Gerber, P. J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Falcucci, A., & Tempio, G. 2013. Tackling climate change through livestock: a global assessment of emissions and mitigation opportunities. *Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)*, Roma, Italy.
- Gaillard, C., Dourmad, J.Y. 2022. Application of a precision feeding strategy for gestating sows. *Animal Feed Science and Technology*, vol. 287. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2022.115280>
- Gaillard, C., Gauthier, R., Cloutier L., Dourmad J. Y. 2019. Exploration of individual variability to better predict the nutrient requirements of gestating sows. *J Anim Sci*. 97(12): 4934–4945. doi: 10.1093/jas/skz320



- Gaillard, C., Quiniou, N., Gauthier, R., Cloutier, L., Dourmad, J.Y., 2020. Evaluation of a decision support system for precision feeding of gestating sows. *J. Anim. Sci.* 98, 1–12. <https://doi.org/10.1093/jas/skaa255>
- Göransson, L. 1989. The effect of feed allowance in late pregnancy on the occurrence of agalactia post-partum in the sow. *J. Vet. Med.* 36:505–513. doi: 10.1111/j.1439-0442.1989.tb00760.x
- Hoy, S., Schamun, S., Weirich, C., 2012. Investigations on feed intake and social behaviour of fattening pigs fed at an electronic feeding station. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 139, 58–64. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2012.03.010>.
- Jondreville, C., Dourmad, J. Y. 2005. Le phosphore dans la nutrition des porcs. *INRA Prod. Anim.* 18:183–192.
- King, R. H., Brown, W. G. 1993. Interrelationships between dietary protein level, energy intake, and nitrogen retention in pregnant gilts. *J. Anim. Sci.* 71:2450–2456. doi: 10.2527/1993.7192450x.
- Lee, I., Shin, Y.J., 2020. Machine learning for enterprises: applications, algorithm selection, and challenges. *Bus. Horiz.* 63, 157–170. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2019.10.005>.
- Lyu, Y., Li, J., Hou, R., Zhang, Y., Hang, S., Zhu, W., Zhu, H., Ouyang, Z. 2022. Precision Feeding in Ecological Pig-Raising Systems with Maize Silage. *Animals*, 12, 1446. <https://doi.org/10.3390/ani12111446>
- Ma, W., Fan, J., Zhao, C., Wu, H., 2019. The realization of pig intelligent feeding equipment and network service platform. IFIP Advances in Information and Communication Technology. *Springer, New York LLC*, pp. 473–484. https://doi.org/10.1007/978-3-030-06179-1_47.



- McPherson, R.L., Ji, F., Wu, G., Blanton, J., Kim, S.W., 2004. Growth and compositional changes of fetal tissues in pigs. *J. Anim. Sci.* 82, 2534–2540.
[https://doi.org/ 10.2527/2004.8292534x](https://doi.org/10.2527/2004.8292534x).
- Matthews, S.G., Miller, A.L., Clapp, J., Ploetz, T, Kyriazakis, I. 2016. Early detection of health and welfare compromises through automated detection of behavioural changes in pigs. *Vet. J.* 217, 43–51. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2016.09.005>.
- Micquet, J. M., Madec, F., Paboeuf, F. 1990. Epidémiologie des troubles de la mise bas chez la truie. *J. Rech. Porcine France.* 22:325–332.
- Moehn, S., Franco, D., Levesque, C., Samuel, R., Ball, R. O. 2011. New energy and amino acid requirements for gestating sows. *Advances in Pork Production, Volume 22*, pg. 10ième WCGALP, abstract 123, Vancouver, Canada, 17–22 août.
- National Research Council (NRC), 2012. *Nutrient Requirements of Swine: Eleventh Revised Edition*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Neethirajan, S., 2020. The role of sensors, big data and machine learning in modern animal farming. *Sens. Bio Sens. Res.* <https://doi.org/10.1016/j.sbsr.2020.100367>.
- Niemi, J. K., Bergman, P., Ovaska, S., Sevón-Aimonen, M. L., Heinonen, M. 2017. Modeling the costs of postpartum dysgalactia syndrome and locomotory disorders on sow productivity and replacement. *Front. Vet. Sci.* 4:181. doi:10.3389/fvets.2017.00181
- Noblet, J., Henry Y., Dubois S. 1987. Effect of Protein and Lysine Levels in the Diet on Body Gain Composition and Energy Utilization in Growing Pigs. *J. Anim. Sci. Biotech.* 65:717–726.



- Norton, T., Chen, C., Larsen, M.L.V., Berckmans, D. 2019. Review: Precision Livestock Farming: building ‘digital representations’ to bring the animals closer to the farmer. *Animal* 13, 3009–3017. <https://doi.org/10.1017/S175173111900199X>.
- Peden, R.S.E., Turner, S.P., Boyele, L.A., Camerlink, I, 2018. The translation of animal welfare research into practice: The case of mixing aggression between pigs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 204, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2018.03.003>.
- Piles, M., Fernandez-Lozano, C., Velasco-Galilea, M., González-Rodríguez, O., Sánchez, J.P., Torrallardona, D., Ballester, M., Quintanilla, R. 2019. Machine learning applied to transcriptomic data to identify genes associated with feed efficiency in pigs. *Genetics Selection Evolution*, vol. 51, issue 1, 10.
- Pomar, C., Hauschild, L., Zhang, G. H., Pomar, J., Lovatto, P. A. 2009. Applying precision feeding techniques in growing-finishing pig operations. *Rev. Bras. Zootecn.* 38:226–237. doi: 10.1590/S1516-35982009001300023
- Pomar, C., Remus, A. 2019. Precision pig feeding: a breakthrough toward sustainability. *Animal Frontiers*, vol. 9, issue 2, p. 52–59, <https://doi.org/10.1093/af/vfz006>
- Qian, Y., Song, K., Hu, T., Ying, T. 2018. Environmental status of livestock and poultry sectors in China under current transformation stage. *Sci. Total Environ.* 622–623, 702–709.
- Quiniou, N. 2016. Conséquences de l’hétérogénéité des réserves corporelles de la truie à la fin de la gestation sur le déroulement de la mise bas et les performances de lactation. *J. Rech. Porcine.* 48:207–2012.
- Quiniou, N. 2021. Results of 15 Years of Precision Feeding of Hyper Prolific Gestating Sows. *Animals (Basel)*. 11(10): 2908. doi: 10.3390/ani11102908



- Rojo-Gimeno, C., van der Voort, M., Niemi, J.K., Lauwers, L., Kristensen, A.R., Wauters, E. 2019. Assessment of the value of information of precision livestock farming: A conceptual framework. *NJAS – Wagen. J. Life Sc.* 90-91, 100311 <https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.100311>.
- Stewart, V., Buis, R.Q., Christensen, B., Hansen, L.L., de Lange, C.F.M., Mandell, I.B., Huber, L.A. 2021. The effects of precisely meeting estimated daily energy and lysine requirements for gestating sows over three consecutive pregnancies on sow reproductive and lactation performance. *Transl Anim Sci.* 9;5(4): txab226. doi: 10.1093/tas/txab226.
- Stigler, The economies of scale, *J. Law Econ.* 1 (1958) 54–71.
- Temple, D., Courboulay, V., Manteca, X., Velarde, A., Dalmau, A. 2012. The welfare of growing pigs in five different production systems: assessment of feeding and housing. *Animal* 6, 656–667. <https://doi.org/10.1017/S1751731111001868>.
- Thomas, L. L., Goodband, R. D., Tokach, M. D., Dritz, S. S., Woodworth, J. C., DeRouchey, J. M. 2018b. Partitioning components of maternal growth to determine efficiency of feed use in gestating sows. *J. Anim. Sci.* 96:4313–4326. doi: 10.1093/jas/sky219.
- Thomas, L. L., Goodband, R. D., Tokach, M. D., Woodworth, J. C., DeRouchey, J. M., Dritz, S. S., Gebhardt, J. T. 2021. Modeling standardized ileal digestible lysine requirements during gestation on gilts and sows. *Livest. Sci.* 248: 1–9. doi: 10.1016/j.livsci.2021.104500
- Tzanidakis, C., Simitzis, P., Arvanitis, K., Panagakis, P. 2019. Precision livestock farming (PLF) techniques in pig husbandry. *11⁰ Πανελλήνιο Συνέδριο Γεωργικής Μηχανικής, Βόλος*. Ενότητα 1, Καινοτομία και νέες τεχνολογίες, σελ. 102-114.



- Tzanidakis, C., Simitzis, P., Arvanitis, K., Panagakis, P. 2021. An overview of the current trends in precision pig farming technologies. *Livestock Science*, vol. 249. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2021.104530>
- Van Klompenburg, T., Kassahun, A. 2022. Data-driven decision making in pig farming: A review of the literature. *Livestock Science* 261. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2022.104961>
- Vranken, E., Berckmans D. 2017. Precision livestock farming for pigs. *Animal Frontiers*, vol. 7, issue 1, p. 32–37. <https://doi.org/10.2527/af.2017.0106>.
- Vargovic, L., Hermesch, S., Athorn, R. Z, Bunter, K. L. 2021. Feed intake and feeding behavior traits for gestating sows recorded using electronic sow feeders. *J Anim Sci*. 99(1): skaa395.
- Vargovic, L., K. Bunter, S. Hermesch, J. Harper, and R. Sokolinski. 2019. Late gestation health status is correlated with lactation outcomes for sow. In: *Proceedings of the 23rd Conference of the Association for the Advancement of Animal Breeding and Genetics*, p. 147–150.
- Wang, X., Dadouma, A., Chen, Y., Sui, P., Gao, W., Jia, L. 2015. Sustainability evaluation of the large-scale pig farming system in North China: An emergy analysis based on life cycle assessment. *J. Clean. Prod.* 102, 144–164.
- Wathes, C. M., Kristensen, H.H., Aerts, J.M., & Berckmans, D. 2008. Is precision livestock farming an engineer's daydream or nightmare, an animal's friend or foe, and a farmer's panacea or pitfall? *Comput. Electron. Agric.* 64(1):2-10. doi: DOI: 10.1016/j.compag.2008.05.005
- Wallenbeck, A., Keeling, L.J., 2013. Using data from electronic feeders on visit frequency and feed consumption to indicate tail biting outbreaks in commercial



pig production. *J. Anim. Sci.* 91, 2879–2884. <https://doi.org/10.2527/jas.2012-5848>.

Wolfert, S., Ge, L., Verdouw, C., Bogaardt, M.J. 2017. Big data in smart farming—a review. *Agric. Syst.* 153, 69–80, <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.01.023>.

Young, M. G., Tokach, M. D., Aherne, F. X., Main, R. G., Dritz, S. S., Goodband, R. D., Nelssen, J. L. 2004. Comparison of three methods of feeding sows in gestation and the subsequent effects on lactation performance. *J. Anim. Sci.* 82:3058–3070. doi: 10.2527/2004.82103058x.



ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

China Statistical Yearbook, διαθέσιμο στον διαδικτυακό τόπο:

<http://www.stats.gov.cn/tjsj/ndsj/> (ανάκτηση 20/08/2022).



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΩΝ



Gestral
3G





