



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:

« Ανάπτυξη εναλλακτικών πηγών εδώδιμων πρωτεϊνών: Η περίπτωση του καλλιεργήσιμου ζωικού κρέατος.»

ENGLISH TITLE:

« Development of alternative edible protein sources: The case of cultured meat»



ΟΝΟΜΑ ΦΟΙΤΗΤΗ/NAME OF STUDENT:

Νάβαλη Αγγελική (ΑΜ: 19684143)

Navali Angeliki

ΟΝΟΜΑ ΕΙΣΗΓΗΤΗ/ NAME OF THE SUPERVISOR:

Ξανθάκης Επαμεινώνδας

Xanthakis Epameinondas

ΑΙΓΑΛΕΩ/ΑΙΓΑΛΕΟ 2024

Έγινε δεκτή

Οι υπογράφοντες δηλώνουμε ότι έχουμε εξετάσει τη πτυχιακή εργασία με τίτλο « Ανάπτυξη εναλλακτικών πηγών εδώδιμων πρωτεϊνών: Η περίπτωση του καλλιεργήσιμου ζωικού κρέατος.» που παρουσιάστηκε από την Νάβαλη Αγγελική και βεβαιώνουμε ότι έγινε δεκτή.

| | ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ | ΥΠΟΓΡΑΦΗ |
|---|-----------------------|-----------------|
| 1 | Μπρατάκος Σωτήριος | |
| 2 | Ξανθάκης Επαμεινώνδας | |
| 3 | Τσιάκα Θάλεια | |

Δήλωση περί λογοκλοπής/ Copyright

Η κάτωθι υπογεγραμμένη Νάβαλη Αγγελική του Κωνσταντίνου, με αριθμό μητρώου 19684143 φοιτήτρια του Πανεπιστημίου Δυτική Αττικής της Σχολής Επιστημών Τροφίμων του Τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Η Δηλούσα

Νάβαλη Αγγελική

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κύριο Επαμεινώνδα Ξανθάκη για την καθοδήγηση και την υποστήριξη σε όλη τη διάρκεια της συγγραφής της παρούσας εργασίας. Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για την υποστήριξή τους όλα τα χρόνια της ακαδημαϊκής μου πορείας.

Περίληψη

Η ραγδαία αύξηση του πληθυσμού έχει οδηγήσει τους επιστήμονες στην αναζήτηση νέων προϊόντων προκειμένου να καλύψουν τις διαρκώς αυξανόμενες ανάγκες παραγωγής τροφίμων. Για τον τομέα της ζωικής παραγωγής μια από τις αναδυόμενες λύσεις φαίνεται να είναι η παραγωγή καλλιεργήσιμου κρέατος. Τα προϊόντα αυτά είναι πολύ σημαντικά καθώς μπορούν να αποτελέσουν τη λύση όχι μόνο στην αύξηση της ζήτησης τροφίμων αλλά και στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που δημιουργούνται στα διάφορα στάδια κατά την παραγωγή του συμβατικού κρέατος. Στην παρούσα διατριβή γίνεται διερεύνηση των τρόπων παρασκευής προϊόντων καλλιεργήσιμου κρέατος, των επιπτώσεων της κατανάλωσης των προϊόντων αυτών στην ανθρώπινη υγεία αλλά και της αποδοχής τους από τους καταναλωτές. Γίνεται ανάλυση της ικανότητας του καλλιεργήσιμου κρέατος να μιμηθεί το συμβατικό κρέας τόσο στην γεύση όσο και στα οργανοληπτικά του χαρακτηριστικά.

Το καλλιεργήσιμο κρέας είναι ένα καινοτόμο προϊόν το οποίο παρασκευάζεται αποκλειστικά σε εργαστήριο κάτι το οποίο έχει προκαλέσει ποικίλες αντιδράσεις από το καταναλωτικό κοινό όχι μόνο για την ποιότητά του αλλά και για την ηθική πλευρά της παραγωγής. Η ηθική πλευρά της διαδικασίας παρασκευής του καλλιεργήσιμου κρέατος είναι ο λόγος που οδηγεί άλλους στην αγορά και κατανάλωσή του ενώ άλλους τους απωθεί. Αξίζει επίσης να αναφερθεί ότι άλλοι λόγοι που επηρεάζουν το κοινό πέρα από την ηθική του ζητήματος είναι ψυχολογικοί, οικονομικοί και κοινωνικοί.

Για την παραγωγή του διακρίνονται δύο τρόποι ανάλογα με το μέγεθος της παραγωγής. Ο ένας τρόπος αφορά την παραγωγή σε μικρή κλίμακα και γίνεται με την καλλιέργεια κυττάρων ενώ ο άλλος τρόπος αφορά την παραγωγή σε μεγάλη κλίμακα και γίνεται με την καλλιέργεια ιστών.

Λέξεις-κλειδιά: καλλιεργήσιμο κρέας; ικριώματα; εναλλακτικές πηγές πρωτεϊνών

Abstract

Rapid population growth has led scientists to search for new products to provide a solution to cover the continuous need for increased food production. For the livestock sector, one of the emerging suggested solutions is the production of cultured meat. These products are very important as they can provide a solution not only for increasing the food production but also for reducing the environmental impact caused during the various stages involved in the production of conventional meat. This thesis investigates the ways of preparing cultured meat products, the effects of the consumption of these products on human health and their acceptance by consumers. An analysis is made of the ability of cultured meat to imitate conventional meat in both taste and organoleptic characteristics.

Cultured meat is an innovative product that can be produced exclusively in laboratories. This fact has caused diverse reactions from the consumer public not only for its quality but also for the ethical aspect of production. The ethical aspect of the production process of farmed meat is the reason why some people have the intention to buy and consume it while others are repulsed by it. It is also worth mentioning that other reasons that influence the public beyond the ethical aspect of the issue are psychological, economic and social.

There are two ways to produce it, depending on the scale of the production. One way is small-scale production and is done by cultivating cells, while the other way is large-scale production and is done by cultivating tissues.

Key words: cultured meat; scaffolds; alternative sources of protein

Περιεχόμενα

Contents

| | |
|--|----|
| Δήλωση περί λογοκλοπής/ Copyright..... | 3 |
| Ευχαριστίες | 4 |
| Περίληψη | 5 |
| Abstract | 6 |
| Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή | 10 |
| Κεφάλαιο 2: Ιστορικά στοιχεία | 13 |
| Κεφάλαιο 3: Είδη καλλιεργήσιμων ζωικών πηγών πρωτεϊνών που έχουν αναπτυχθεί..... | 15 |
| 3.1 Καλλιεργήσιμα ψάρια | 15 |
| 3.2 Γαλακτοκομικά προϊόντα | 16 |
| Κεφάλαιο 4: Τεχνολογίες ανάπτυξης καλλιεργήσιμων ζωικών πηγών πρωτεϊνών | 19 |
| 4.1 Επιλογή και απομόνωση κυττάρων | 20 |
| 4.2 Καλλιεργητικό μέσο | 20 |
| 4.3 Βιοαντιδραστήρες..... | 20 |
| 4.4 Ικρίωματα | 21 |
| Κεφάλαιο 5: Θρεπτική αξία & ασφάλεια..... | 22 |
| 5.1: Διατροφική αξία καλλιεργήσιμου κρέατος..... | 22 |
| 5.2 Βιοδιαθεσιμότητα..... | 24 |
| 5.3 Ασφάλεια καλλιεργήσιμου κρέατος..... | 24 |
| 5.4 Αλλεργιογόνα | 25 |
| 5.5 Τοξικότητα | 26 |
| 5.6 Νομοθετικές ρυθμίσεις σχετικά με το καλλιεργήσιμο κρέας | 26 |
| Κεφάλαιο 6: Οργανοληπτικά χαρακτηριστικά | 29 |
| 6.1 Χρώμα | 30 |
| 6.2 Υφή..... | 32 |
| 6.3 Γεύση | 33 |
| 7.1 Αποδοχή του καλλιεργήσιμου κρέατος με βάση το φύλο, την ηλικία και το μορφωτικό επίπεδο..... | 35 |
| 7.2 Αποδοχή του καλλιεργήσιμου κρέατος με βάση τη θρησκεία..... | 36 |

| | |
|--|-----------|
| 7.3 Αποδοχή κατανάλωσης καλλιεργήσιμου κρέατος με βάση την γεωγραφική προέλευση..... | 39 |
| 7.4 Επιρροή των διατροφικών συνηθειών και οικονομικών κριτηρίων στην αποδοχή του καλλιεργήσιμου κρέατος | 40 |
| 7.5 Πως η απουσία της επιστημονικής γνώσης επηρεάζει το καταναλωτικό κοινό | 41 |
| 7.6 Θέματα ηθικής..... | 42 |
| Κεφάλαιο 8: Οικονομικά στοιχεία παραγωγής & έρευνα αγοράς..... | 45 |
| 8.1 Οικονομικά στοιχεία | 45 |
| 8.2 Έρευνα αγοράς..... | 47 |
| Κεφάλαιο 9: Συμπεράσματα και μελλοντικές προοπτικές | 50 |
| Βιβλιογραφία | 51 |

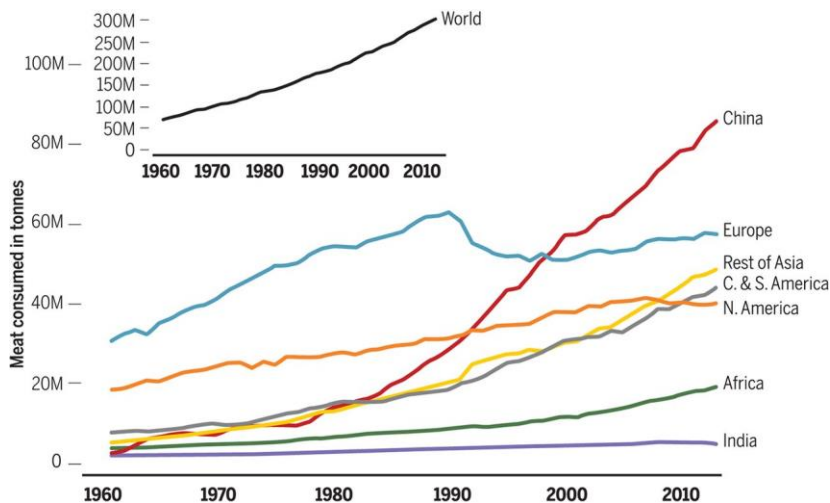
Κατάλογος εικόνων

| | |
|---|-----------|
| Εικόνα 1: Συνολική κατανάλωση κρέατος σε διάφορες περιοχές και συνολικά στον κόσμο. (Godfray et al.,2018)..... | 10 |
| Εικόνα 2: καλλιεργήσιμα προϊόντα γάλακτος και ο τρόπος με τον οποίο έχουν δημιουργηθεί(Waltz, 2022)..... | 18 |
| Εικόνα 3: σχηματική αναπαράσταση της διαδικασίας παραγωγής καλλιεργήσιμου κρέατος (Djusalov et al.,2021)..... | 20 |
| Εικόνα 4: ικρίωμα ζελατίνης σολομού/ αλγινικού οξέος (Seah et al.,2021) | 21 |
| Εικόνα 5: διατροφική σύσταση κρέατος από διαφορετικά ζώα (Bohrer,2017) | 23 |
| Εικόνα 6: διάγραμμα ροής για την παρασκευή καλλιεργήσιμου κρέατος | 28 |
| Εικόνα 7: κοπές από διαφορετικά είδη συμβατικού κρέατος όπου διακρίνεται η διαφορά στο χρώμα | 31 |
| Εικόνα 8: δείγμα από λουκάνικο τύπου Φραγκφούρτης του εμπορίου | 32 |
| Εικόνα 9: δείγμα καλλιεργήσιμου λουκάνικου τύπου Φραγκφούρτης | 32 |
| Εικόνα 10:ποσοστό κατανάλωσης κρέατος και πρόθεσης δοκιμής καλλιεργήσιμου κρέατος από μουσουλμάνους (n=193) | 38 |
| Εικόνα 11:ποσοστό κατανάλωσης και πρόθεσης δοκιμής καλλιεργήσιμου κρέατος από ινδοουιστές (n=730) | 38 |
| Εικόνα 12: ποσοστά κατανάλωσης και πρόθεσης δοκιμής καλλιεργήσιμου κρέατος από βουδιστές(n=139) | 39 |
| Εικόνα 13: αποτελέσματα προθυμίας δοκιμής καλλιεργήσιμου κρέατος..... | 40 |
| Εικόνα 14: Σύγκριση επιρροής του περιβάλλοντος από την παραδοσιακή παραγωγή κρέατος και την παραγωγή καλλιεργήσιμου κρέατος (Tuomisto et al., 2011) | 44 |
| Εικόνα 15: ανάλυση του κόστους παραγωγής σύμφωνα με τα σημερινά δεδομένα και ανάλυση του κόστους έπειτα από τροποποιήσεις στην παραγωγή..... | 46 |

| | |
|--|-----------|
| <i>Εικόνα 16: εταιρείες που έχουν ενταχθεί στην παραγωγή καλλιεργήσιμου κρέατος ανά τα χρόνια (Guan et al., 2021).....</i> | <i>48</i> |
| <i>Εικόνα 17: Διαχωρισμός της αγοράς (Guan et al., 2021)</i> | <i>49</i> |

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

Στις 15 Νοεμβρίου του 2022 ο παγκόσμιος πληθυσμός έφτασε τα 8 δισεκατομμύρια και σύμφωνα με τις εκτιμήσεις του ΟΗΕ αναμένεται ότι μέχρι το 2050 θα φτάσει περίπου τα 9,5 δισεκατομμύρια. Όπως είναι φυσικό μια τόσο μεγάλη αύξηση του πληθυσμού δημιουργεί μελλοντικές προκλήσεις σε διάφορους τομείς της καθημερινότητας, όπως είναι ο τομέας της σίτισης όλων αυτών των ανθρώπων (UNRIC,2024) . Ο τομέας αυτός έχει ιδιαίτερη δυσκολία καθώς η ζήτηση για προϊόντα αυξάνεται συνεχώς με χαρακτηριστικό παράδειγμα το γεγονός πως από τα μέσα της δεκαετίας του 1960 μέχρι και το 2018 η ζήτηση για κρέας και τα προϊόντα του έχει τριπλασιαστεί (Godfray et al.,2018).



Εικόνα 1: Συνολική κατανάλωση κρέατος σε διάφορες περιοχές και συνολικά στον κόσμο. (Godfray et al.,2018)

Μέχρι τώρα για την κτηνοτροφία χρησιμοποιείται το 70% των διαθέσιμων καλλιεργήσιμων εκτάσεων για να γίνει επέκταση αυτών των εκτάσεων θα πρέπει είτε να αποψιλωθούν περαιτέρω δασικές εκτάσεις είτε να αλλάξουν χρήση περιοχές που χρησιμοποιούνται για την γεωργία. Οι τρόποι αυτοί οδηγούν σε ακόμη μεγαλύτερη οικολογική καταστροφή από αυτή στην οποία ήδη συμβάλει η σύγχρονη βιομηχανία παραγωγής κρέατος. Σύμφωνα με τον FAO ο σημερινός τρόπος παραγωγής κρέατος συμβάλει στην επιδείνωση του φαινομένου του θερμοκηπίου και είναι υπεύθυνος για την παραγωγή του 14,5% των συνολικών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (Siddiqui et

al.,2022). Εκτός από την εκπομπή αερίων η σύγχρονη κτηνοτροφία συντελεί και στη μόλυνση των υδάτων. Για την παραγωγή ζωικών προϊόντων χρησιμοποιούνται υπέρογκες ποσότητες νερού, για παράδειγμα για την παραγωγή ενός λίτρου γάλακτος απαιτούνται 990 λίτρα νερού. Πέραν όμως από την υπερβολική χρήση νερού για την παραγωγή των προϊόντων το νερό χρησιμοποιείται και για το πότισμα των ζώων. Μετά την κατανάλωση, το νερό αυτό επιστρέφει στο περιβάλλον από τα απόβλητα των ζώων και περιέχει υπολείμματα από την τροφή και τα φάρμακα που τους χορηγούνται. Τα χημικά υπολείμματα που περιέχονται στα απόβλητα εισχωρούν στο έδαφος και μολύνουν το χώμα και το νερό το οποίο ενδεχομένως να χρησιμοποιηθεί για άρδευση ή για ανθρώπινη κατανάλωση και να αποτελέσει κίνδυνο για τη δημόσια υγεία. (Rorheim et al.,2017, Steinfeld et al., 2006)

Εκτός από τα περιβαλλοντικά προβλήματα που προκαλεί η βιομηχανία κρέατος δημιουργεί επίσης πολλά ηθικά προβλήματα στους καταναλωτές. Ο τρόπος με τον οποίο η βιομηχανία χειρίζεται τα ζώα δεν είναι φιλικός προς τα ζώα, τα οποία σε πολλές περιπτώσεις περιορίζονται σε κλουβιά και τους χορηγούνται ορμόνες προκειμένου να αυξήσουν τη μάζα τους ώστε να παραχθεί περισσότερο κρέας, εκτίθενται σε επικίνδυνες καιρικές συνθήκες και τέλος οδηγούνται σε σφαγή προκειμένου να μπορούν να παραχθούν προϊόντα κρέατος. Οι πρακτικές αυτές έχουν οδηγήσει ένα μεγάλο και συνεχώς αυξανόμενο κομμάτι του πληθυσμού να στραφεί ενάντια στην κατανάλωση κρέατος και τη στήριξη της βιομηχανίας κρέατος, υιοθετώντας για ηθικούς λόγους τον βιγκανισμό.

Προκειμένου να δώσει μια λύση σε αυτά τα προβλήματα η επιστημονική κοινότητα έχει στρέψει το ενδιαφέρον της σε έρευνες για την παραγωγή υποκατάστατων κρέατος από εναλλακτικές πηγές και όχι από ζωικές πηγές. Μία εναλλακτική πηγή για την δημιουργία υποκατάστατων κρέατος η οποία έχει αυξημένο ερευνητικό ενδιαφέρον τα τελευταία χρόνια είναι αυτή του καλλιεργήσιμου κρέατος. Η παραγωγή αυτού του είδους κρέατος είναι φιλικότερη όχι μόνο προς το περιβάλλον αλλά και προς τον τρόπο χειρισμού των ζώων καθώς για την παραγωγή του τελικού προϊόντος δεν είναι απαραίτητη η θανάτωσή του ζώου αλλά ούτε και η ύπαρξη μεγάλου αριθμού ζώων αφού για την παραγωγή των προϊόντων χρειάζονται μόνο κάποια κύτταρα και όχι ολόκληρο το ζώο.

Η τεχνολογία αυτή προτείνεται ως μία εν δυνάμει λύση για πολλά από τα προβλήματα που έχουν προκύψει εξαιτίας της σύγχρονης κτηνοτροφίας, όμως και αυτή η μέθοδος παρουσιάζει προς το παρόν αρκετές δυσκολίες και προκλήσεις που θα πρέπει να ξεπεραστούν ώστε να παραχθούν εμπορικά προϊόντα διαθέσιμα και προσιτά στο καταναλωτικό κοινό. Ένας από τους σημαντικότερους λόγους για τον οποίο αυτά τα προϊόντα δεν είναι ακόμη έτοιμα για διάθεση στην αγορά αποτελεί το γεγονός πως η παραγωγή τους έχει γίνει μόνο σε εργαστηριακή κλίμακα και ο εξοπλισμός που απαιτείται για μαζική παραγωγή δεν έχει εξελιχθεί αρκετά ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί και να δώσει γρήγορα, οικονομικά βιώσιμα και παραγόμενα σε μεγάλη κλίμακα προϊόντα. Οι επιστήμονες πιστεύουν πως με την εξέλιξη της τεχνολογίας θα καταφέρουν σύντομα να μειώσουν σημαντικά το κόστος παραγωγής και προσπεράσουν τις προκλήσεις που παρουσιάζονται.

Προκειμένου να εξασφαλιστεί το εμπορικό ενδιαφέρον για τέτοιου είδους προϊόντα θα πρέπει επίσης να γίνει έρευνα σχετικά με την ετοιμότητα και την αποδοχή από το αγοραστικό κοινό. Ένα μεγάλο μέρος των καταναλωτών αρνείται να καταναλώσει προϊόντα τα οποία έχουν παρασκευαστεί αποκλειστικά σε εργαστήρια καθώς πιστεύουν πως περιέχουν πολλά συστατικά που είναι επιβλαβή για την υγεία. Με δεδομένο ότι έχει εξασφαλιστεί η ασφάλεια για κατανάλωση αυτών των προϊόντων, το αγοραστικό κοινό θα ήταν σκόπιμο να ενημερωθεί ώστε να κατανοήσει τους σκοπούς δημιουργίας προϊόντων καλλιεργήσιμου κρέατος.

Κεφάλαιο 2: Ιστορικά στοιχεία

Το 2013 ο καθηγητής Marcus J. Post κατάφερε μετά από προσπάθειες δύο ετών να δημιουργήσει το πρώτο μπιφτέκι από καλλιεργήσιμο βοδινό (Jahir et al.,2022), όμως όλα ξεκίνησαν έναν αιώνα πριν όταν το 1912 ο Γάλλος χειρουργός Alexis Carrel μέσα από πειράματα που έκανε χρησιμοποιώντας τμήματα από τη σπλήνα, το δέρμα και την καρδιά από νεοσσούς κατάφερε να διατηρήσει μια σειρά από καλλιέργειες καρδιακών ιστών ζωντανά και διαιρούμενα για 34 χρόνια (Zuhaib et al., 2019).

Αρκετά χρόνια αργότερα, στις αρχές της δεκαετίας του 1950 ο Ολλανδός ερευνητής Willem Van Eelen ξεκίνησε να εργάζεται πάνω στην χρήση καλλιέργειας ιστών για την παραγωγή κρέατος *in vitro*. Ο Willem Van Eelen μαζί με την ομάδα του κατάφεραν να αποκτήσουν το πρώτο τους δίπλωμα ευρεσιτεχνίας για αυτή την ιδέα (Zuhaib et al.,2015).

Στις αρχές της νέας χιλιετίας η NASA χρηματοδοτεί έρευνα στο πανεπιστήμιο Τουρο της Νέας Υόρκης για την παραγωγή καλλιεργήσιμου κρέατος από γαλοπούλα και χρυσόψαρα (Guan et al., 2021). Από αυτές τις έρευνες κατάφεραν να καλλιεργήσουν σε τρυβλίο Petri σκελετική μυϊκή μάζα την οποία στη συνέχεια εμβάπτισαν σε ελαιόλαδο με μπαχαρικά, την κάλυψαν με φρυγανιά και έπειτα την τηγάνισαν. Το προϊόν που παράχθηκε δόθηκε σε μια ομάδα δοκιμαστών η οποία αποφάσισε πως το προϊόν είναι αποδεκτό ως τρόφιμο (Benjaminson et al., 2002, Guan et al.,2021, Zuhaib et al.,2015).

Την ίδια περίπου περίοδο ο Oron Catts και η Ionat Zurr εκφράζουν την επιθυμία τους να χρησιμοποιήσουν την καλλιέργεια των ιστών ως μέσο καλλιτεχνικής έκφρασης. Κατά την διάρκεια των ερευνών τους κατάφεραν να αναπτύξουν σκελετικό μύ βατράχου πάνω σε βιοπολυμερές. Η ιδέα για αυτή τη δημιουργία ξεκίνησε το 2000 όταν χρησιμοποίησαν κύτταρα σκελετικού μύ από έμβρυο προβάτου. Και στις δύο περιπτώσεις κατάφεραν να συνεχιστεί η ανάπτυξη των κυττάρων (Zurr., 2007).

Από το 2005 έως το 2011 το επιστημονικό ενδιαφέρον για την έρευνα στον τομέα του καλλιεργήσιμου κρέατος διογκώνεται και αυξάνεται ο αριθμός των ερευνών και των χρηματοδοτήσεων είτε από δημόσιους φορείς είτε από ιδιωτικές επιχειρήσεις. Το 2008 ο

μη κερδοσκοπικός οργανισμός PETA ανακοινώνει πως είναι διατεθειμένη να δώσει 1 εκατομμύριο δολάρια στην πρώτη εταιρεία που θα καταφέρει να παρασκευάσει καλλιεργήσιμο κοτόπουλο για τη βιομηχανία τροφίμων. Την επόμενη χρονιά το περιοδικό Times χαρακτηρίζει την παραγωγή καλλιεργήσιμου κρέατος ως μια από τις πιο καινοτόμες ιδέες της χρονιάς. Από αυτό το σημείο και έπειτα όλο και περισσότερες εταιρείες στρέφουν το ενδιαφέρον τους στην παραγωγή καλλιεργήσιμου κρέατος. Μέσα από αυτές τις έρευνες το 2013 παρουσιάζεται στο ευρύ κοινό το πρώτο μπιφτέκι από καλλιεργήσιμο βοδινό κρέας. Το προϊόν δοκιμάστηκε από πάνελ το οποίο κατέληξε στο συμπέρασμα ότι το μπιφτέκι ήταν σχεδόν σαν ένα κανονικό (Zuhaib et al., 2019).

Έπειτα από τη δημιουργία του μπιφτεκιού στο χώρο της βιομηχανίας δημιουργήθηκαν πολλές νέες εταιρείες. Μέχρι το τέλος του 2020 είχαν εμφανιστεί στην αγορά περίπου 60 νέες startups με το μεγαλύτερο ποσοστό τους στη βόρεια Αμερική και την Κίνα. Οι εταιρείες συνέβαλλαν στη σημαντική εξέλιξη των ερευνών και κατάφεραν να έρθουν ένα βήμα πιο κοντά στην παρασκευή καλλιεργήσιμου κρέατος για οικιακή κατανάλωση. Πιο συγκεκριμένα, το 2018 μια ολλανδική εταιρεία, η Meatable δηλώνει πως πολύ σύντομα θα είναι σε θέση να παρασκευάσει καλλιεργήσιμο κρέας από κύτταρα που έχουν απομακρυνθεί από τον ομφάλιο λώρο λύνοντας το πρόβλημα της θανάτωσης του ζώου για την παραλαβή κυττάρων για την καλλιέργεια εκκίνησης.

Το 2020 αποτελεί μια πολύ σημαντική χρονιά για την εξέλιξη της εστίασης και της παραγωγής. Ανοίγει στο Τελ-Αβίβ το πρώτο εστιατόριο που δίνει στους πελάτες την ευκαιρία να δοκιμάσουν και να συγκρίνουν burger από κανονικό και από καλλιεργήσιμο κοτόπουλο που είχε παρασκευαστεί στα εργαστήρια της εταιρείας. Την ίδια χρονιά έγινε η πρώτη εμπορική πώληση καλλιεργήσιμου κρέατος από μια αμερικανική εταιρεία σε ένα εστιατόριο στη Σιγκαπούρη. (Chodkowska et al., 2022).

Τον Απρίλιο του 2022 η εταιρεία Aleph farms πραγματοποιεί ένα πείραμα στον διαστημικό σταθμό προκειμένου να ελέγξει τις επιπτώσεις της έλλειψης βαρύτητας στην ανάπτυξη και ωρίμανση κυττάρων από αγελάδες για το σχηματισμό μυϊκού ιστού για τη δημιουργία καλλιεργούμενης μπριζόλας. Η ίδια εταιρεία το 2019 κατάφερε σε πείραμα που πραγματοποίησε στον διεθνή διαστημικό σταθμό να παράξει το πρώτο καλλιεργήσιμο κρέας στο διάστημα. (Chodkowska et al., 2022)

Κεφάλαιο 3: Είδη καλλιεργήσιμων ζωικών πηγών πρωτεϊνών που έχουν αναπτυχθεί

Οι επιστήμονες στράφηκαν στην ανάπτυξη προϊόντων καλλιεργήσιμου κρέατος ως μια εναλλακτική για την παραγωγή επαρκούς ποσότητας τροφίμων για τη σίτιση του διαρκώς αυξανόμενου πληθυσμού. Εκτός από την ανάπτυξη καλλιεργήσιμων προϊόντων κρέατος οι επιστήμονες έχουν στραφεί στην ανάπτυξη καλλιεργήσιμων προϊόντων διαφόρων άλλων ζωικών προϊόντων αλλά και των παραγώγων τους.

Τα προϊόντα στα οποία έχει υπάρξει η μεγαλύτερη εξέλιξη είναι τα ψάρια και τα θαλασσινά. Στην κατηγορία αυτή εκτός από αρκετές πρωτεΐνες οι επιστήμονες έχουν καταφέρει να αναπτύξουν ψάρια διαφόρων ειδών. Δεύτερη σε εξέλιξη κατηγορία τροφίμων είναι αυτή των γαλακτοκομικών ενώ πιο πρόσφατα έχουν γίνει προσπάθειες και για την καλλιέργεια αυγών.

3.1 Καλλιεργήσιμα ψάρια

Στην κατηγορία των ψαριών το ενδιαφέρον για την παραγωγή καλλιεργήσιμων προϊόντων ξεκίνησε περίπου την ίδια εποχή με το καλλιεργήσιμο κρέας. Αυτό που ώθησε τους επιστήμονες να ερευνήσουν την ανάπτυξη αυτών των προϊόντων ήταν κυρίως η μόλυνση των υδάτινων πόρων και ο κίνδυνος εξαφάνισης ορισμένων ειδών εξαιτίας του φαινομένου της υπεραλιείας. Σε ελέγχους που έχουν πραγματοποιηθεί σε ψάρια από διάφορες περιοχές έχουν εντοπιστεί στο εσωτερικό των ψαριών κομμάτια από πλαστικό. Εάν η μόλυνση των θαλασσών συνεχίσει με αυτούς τους ρυθμούς πολύ σύντομα τα ψάρια που ζουν εκεί θα είναι ακατάλληλα για κατανάλωση από τον άνθρωπο. Επομένως, η ανάπτυξη προϊόντων ασφαλών για ανθρώπινη κατανάλωση κρίνεται απαραίτητη (Thiele et al., 2021). Η πρώτη επίσημη ερευνητική προσπάθεια παραγωγής καλλιεργήσιμων ψαριών έγινε στις αρχές του 2000 όταν η NASA προχώρησε σε χρηματοδότηση έρευνα η οποία είχε ως στόχο την παραγωγή καλλιεργήσιμης πρωτεΐνης για τους αστροναύτες. Κατά τη διάρκεια αυτής της έρευνας οι επιστήμονες κατάφεραν να αναπτύξουν ιστό από κύτταρα χρυσόψαρων στον οποίο παρουσιάστηκε αύξηση του μεγέθους του (Benjaminson et al., 2002). Η παραγωγή καλλιεργήσιμων ψαριών αναμένεται να είναι μια διαδικασία οικονομικότερη από αυτή της παραγωγής καλλιεργήσιμου κρέατος καθώς οι απαιτήσεις τους στις συνθήκες επώασης

που θα επικρατούν στους βιοαντιδραστήρες δεν είναι όσο περίπλοκες όσες αυτές που έχουν τα προϊόντα κρέατος και επομένως η δαπάνη ενέργειας και υλικών μέσων θα είναι μικρότερη (Rubio et al.,2019).

Η διαδικασία παραγωγής των καλλιεργήσιμων θαλασσινών αποτελείται από τα ίδια στάδια που αποτελείται και η παραγωγή καλλιεργήσιμου κρέατος. Αρχικά, γίνεται συλλογή δείγματος από τον ιστό του ψαριού-δότη και υποβάλλεται σε βιοψία. Στη συνέχεια τα κύτταρα τοποθετούνται σε ένα τριβλίο το οποίο περιέχει όλα τα απαραίτητα θρεπτικά συστατικά και αφήνεται να επωαστεί. (Chandimali et al.,2023). Οι δυσκολίες που αντιμετωπίζονται κατά την παραγωγή καλλιεργήσιμων ψαριών είναι ανάλογες με αυτές του καλλιεργήσιμου κρέατος. Και σε αυτή την περίπτωση το προϊόν που θα παρασκευασθεί θα πρέπει να έχει όμοια χαρακτηριστικά με αυτά που οι καταναλωτές έχουν συνηθίσει από τα συμβατικά ψάρια. Η παραγωγή ολόκληρου του ψαριού με αυτά τα χαρακτηριστικά είναι σχεδόν αδύνατο να επιτευχθεί και για αυτό προς το παρόν οι επιστήμονες έχουν στραφεί στην παραγωγή φιλέτων χρησιμοποιώντας στις περισσότερες περιπτώσεις τα βελτιωτικά γεύσης που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή βίγκαν υποκατάστατων των θαλασσινών προϊόντων. (Carneiro et al.,2022).

3.2 Γαλακτοκομικά προϊόντα

Ένα από τα ζωικά παράγωγα το οποίο καταναλώνεται από το μεγαλύτερο μέρος του συνόλου του πληθυσμού είναι το γάλα. Το γάλα είναι ένα προϊόν το οποίο έχει υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες. Οι πρωτεΐνες αυτές καθιστούν την παραγωγή καλλιεργήσιμου γάλακτος σχεδόν αδύνατη εξαιτίας του υψηλού κόστους. Το γάλα είναι ένα πολύ οικονομικό προϊόν με μέσο κόστος τα 1\$/ λίτρο. Σε ένα λίτρο συμβατικού γάλακτος περιέχονται 26g καζεΐνης και 40g λίπους. Τα συστατικά αυτά για την παραγωγή παραδοσιακού γάλακτος κοστίζουν περίπου 175\$/ λίτρο ενώ το κόστος τους για την παραγωγή καλλιεργήσιμου κρέατος θα ανέρχεται στα 4.417\$/ λίτρο (Kwon et al.,2024).

Ένα άλλο πρόβλημα με το οποίο έρχονται αντιμέτωπες οι εταιρίες είναι η δημιουργία ενός βιοαντιδραστήρα ο οποίος θα έχει την ικανότητα να αντιγράφει τις λειτουργίες που συντελούνται στους μαστικούς αδένες. Μέσα στον μαστικό αδένα λαμβάνουν χώρα διάφορες περίπλοκες διαδικασίες όπως η ρύθμιση των ορμονών και της σύνθεσης του γάλακτος. Οι διαδικασίες αυτές θα πρέπει να συντελούνται μέσα στον βιοαντιδραστήρα

στον οποίο θα γίνεται η επώαση. Επομένως, κρίνεται απαραίτητη η δημιουργία ενός περίπλοκου βιοαντιδραστήρα, κάτι το οποίο απαιτεί αρκετό χρόνο αλλά και χρήματα προκειμένου να σχεδιαστεί και αργότερα να αγοραστεί από τις εκάστοτε εταιρίες. (Kwon et al.,2024).

Αρκετές εταιρίες έχουν κάνει αρκετές προσπάθειες να ξεπεράσουν αυτά τα προβλήματα και να δημιουργήσουν γαλακτοκομικά προϊόντα χωρίς τη χρήση ζώων. Προκειμένου να δημιουργήσουν ένα προϊόν το οποίο δεν θα έχει μεγάλο κόστος παραγωγής και κατά συνέπεια μεγάλη τιμή λιανικής, έχουν αποφασίσει να παράγουν προϊόντα στα οποία δεν θα καλλιεργούν όλα τα συστατικά που περιέχουν αλλά μόνο μερικά από αυτά. Η διαδικασία με την οποία οι εταιρείες έχουν καταφέρει να αναπτύξουν τα προϊόντα είναι αυτή της ζύμωσης ακριβείας (precision fermentation). Στη διάρκεια αυτής της διαδικασίας χρησιμοποιούνται διάφοροι μικροοργανισμοί όπως ζύμες, βακτήρια και μύκητες. Τα κυριότερα είδη που χρησιμοποιούνται είναι για τις ζύμες τα είδη *Pichia pastoris* και για τους μύκητες τα είδη *Aspergillus* και *Trichoderma*. Τα είδη αυτά επιλέγονται επειδή είναι εφικτό να γίνει τροποποίηση στο DNA τους ώστε να παράγουν πρωτεΐνες που βρίσκονται στο παραδοσιακό γάλα. Μετά την τροποποίηση οι μικροοργανισμοί τοποθετούνται στον βιοαντιδραστήρα για να επωαστούν (Emily Waltz,2022).

Αν και είναι πολλές οι εταιρίες που δραστηριοποιούνται στο συγκεκριμένο τομέα μόνο μία από αυτές έχουν καταφέρει να διαθέσουν το προϊόν τους στην αγορά. Η εταιρία Perfect Day έχει δημιουργήσει μια από τις πρωτεΐνες του ορού, τη β-λακτοσφαιρίνη. Την πρωτεΐνη αυτή έχω υιοθετήσει αρκετές άλλες εταιρίες και τη χρησιμοποιούν για την παραγωγή ποικίλων προϊόντων όπως το τυρί κρέμα, το γάλα και το παγωτό (Hettinga et al., 2022)

| Company (location) | Products | Technology |
|--|---|--|
| Change Foods (Palo Alto, California) | Casein proteins and fats for cheese alternatives | Precision fermentation in bacterial, yeast and filamentous fungal microorganisms |
| Better Dairy (London) | Casein proteins for hard cheese alternatives | Precision fermentation in <i>Pichia pastoris</i> , <i>Aspergillus</i> and <i>Trichoderma</i> |
| Perfect Day (Berkeley, California) | Whey protein (β -lactoglobulin) | Precision fermentation in undisclosed organisms |
| Formo (formerly Legendary Foods; Berlin) | Casein and whey proteins for soft and hard cheese alternatives with European heritage | Precision fermentation in undisclosed organisms |
| New Culture (San Leandro, California) | Casein proteins for cheese alternatives, starting with mozzarella | Precision fermentation in undisclosed organisms |
| Changing Biotech (Shanghai) | Undisclosed proteins for milk, yogurt, chocolate, cookie and snack puff products | Precision fermentation in undisclosed microorganisms |
| Wilk (Rehovot, Israel) | Bovine and human milk ingredients | Cell culturing |

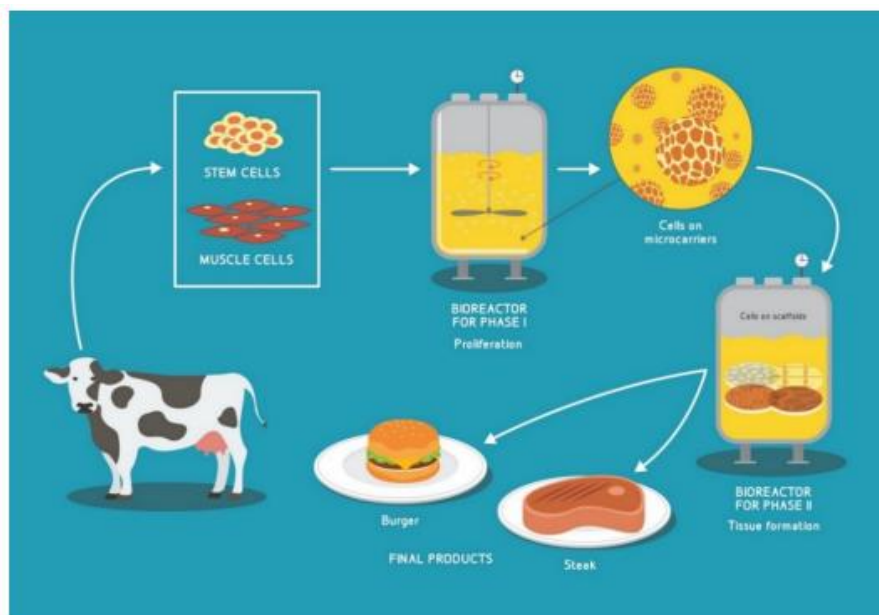
Εικόνα 2: καλλιεργήσιμα προϊόντα γάλακτος και ο τρόπος με τον οποίο έχουν δημιουργηθεί (Waltz, 2022)

Κεφάλαιο 4: Τεχνολογίες ανάπτυξης καλλιεργήσιμων ζωικών πηγών πρωτεϊνών

Ορισμός

Καλλιεργήσιμο κρέας ή *in vitro* κρέας περιγράφεται ως το προϊόν που λαμβάνεται από απομονωμένα μυϊκά κύτταρα τα οποία καλλιεργούνται σε σειρές και στη συνέχεια τοποθετούνται σε βιοαντιδραστήρα. Το προϊόν αυτό θεωρείται υποκατάστατο κρέατος με ίδια οργανοληπτικά χαρακτηριστικά όπως το πραγματικό κρέας (Chodkowska et al., 2022).

Για την ανάπτυξη καλλιεργήσιμου κρέατος ακολουθείται μια σειρά από διεργασίες στις οποίες περιλαμβάνεται η επιλογή και απομόνωση των κυττάρων, η παρασκευή του καλλιεργητικού μέσου το οποίο θα χρησιμοποιηθεί για την ανάπτυξη των ιστών, η διαφοροποίηση των ιστών και τέλος η απαιτούμενη επεξεργασία για τη λήψη του τελικού προϊόντος, το οποίο θα πρέπει να είναι αποδεκτό από τους καταναλωτές (Munteanu et al., 2021). Ανάλογα με το μέγεθος της παραγωγής χρησιμοποιείται διαφορετική διαδικασία καλλιέργειας. Σε μικρή παραγωγή χρησιμοποιείται η μέθοδος της κυτταρικής καλλιέργειας, όταν όμως γίνεται παραγωγή σε μεγάλη κλίμακα εμφανίζονται δυσκολίες και για αυτό στη συγκεκριμένη περίπτωση επιλέγεται η καλλιέργεια ιστών (Tuomisto, 2018).



Εικόνα 3: σχηματική αναπαράσταση της διαδικασίας παραγωγής καλλιεργήσιμου κρέατος (Djissalov et al.,2021)

4.1 Επιλογή και απομόνωση κυττάρων

Για την παραγωγή καλλιεργήσιμου κρέατος επιλέγονται κύτταρα του μυϊκού ιστού κατά προτίμηση από πολύ νεαρά ζώα ακόμη και από έμβρυα. Τα κύτταρα αυτά είναι δυνατόν να απομακρυνθούν είτε από ζώα τα οποία έχουν θανατωθεί είτε από ζωντανά ζώα με τη διαδικασία της βιοψίας. Η χρήση κύτταρων νεαρών ζώων είναι προτιμότερη καθώς έχουν την ικανότητα να πολλαπλασιάζονται με ταχύτερους ρυθμούς σε σχέση με τα κύτταρα γηραιότερων ζώων (Letti et al.,2021).

4.2 Καλλιεργητικό μέσο

Το καλλιεργητικό μέσο είναι απαραίτητο για την ανάπτυξη της καλλιέργειας. Σε αυτό περιέχονται όλα τα θρεπτικά συστατικά που είναι απαραίτητα για την ανάπτυξη των κυττάρων. πολλές φορές στο καλλιεργητικό μέσο προστίθεται ορός από ζώο ο οποίος περιέχει εκτός από τα απαραίτητα θρεπτικά συστατικά και ορμόνες. Ο πλέον χρησιμοποιούμενος ορός είναι ο εμβρυϊκός ορός βοοειδών. οι ορμόνες προκαλούν αστάθεια στο προϊόν και για αυτό πλέον έχει αναπτυχθεί καλλιεργητικό μέσο χωρίς τον ορό (Chen et al., 2022). Ένας άλλος λόγος για την αποφυγή χρήσης του ορού είναι ο τρόπος απομάκρυνσής του από το ζώο. Για την απομάκρυνση του ορού σε ορισμένες περιπτώσεις γίνεται θανάτωση του εμβρύου, κάτι το οποίο έχει προκαλέσει ποικίλες αντιδράσεις και ενώ έχουν γίνει προσπάθειες για την ανάπτυξη τεχνητής η οποία δεν θα έχει ως προϋπόθεση τη θανάτωση του ζώου οι επιστήμονες έχουν καταλήξει στο συμπέρασμα πως ο ορός δεν θα έπρεπε να έχει καμία θέση στην παραγωγή (Rorheim, et al., 2017).

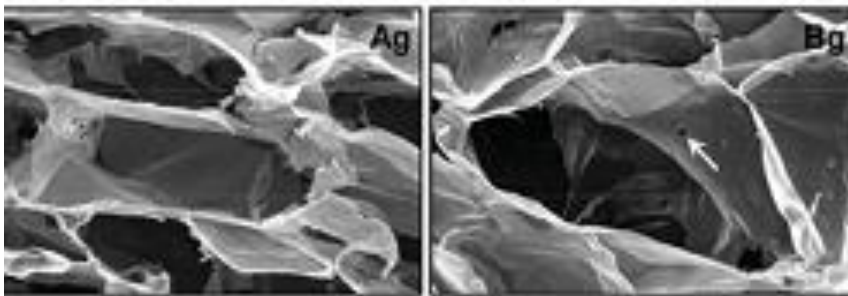
4.3 Βιοαντιδραστήρες

Μετά το στάδιο της ανάπτυξης τα κύτταρα τοποθετούνται στους βιοαντιδραστήρες με σκοπό την ανάπτυξη ικριωμάτων και την ωρίμανσή τους σε ιστό. Ο βιοαντιδραστήρας είναι μια συσκευή στην οποία μπορούν να τροποποιηθούν οι συνθήκες ώστε να παρέχονται οι ιδανικές συνθήκες για την ωρίμανση των μικροοργανισμών (Jahir et al.,2023). Υπάρχουν διάφορα είδη βιοαντιδραστήρων με κυριότερα τα εξής: 1) Φιάλη Spinner, 2)_Αναδεδυόμενη δεξαμενή, 3)Κίνηση κύματος, 4)_Βιοαντιδραστήρες αιμάτωσης. Για τους βιοαντιδραστήρες με αναδεδυόμενη δεξαμενή έχουν σχεδιαστεί και μοντέλα τα οποία είναι μιας χρήσης κάτι το οποίο κάνει το καθάρισμά τους πιο εύκολο ενώ μειώνει

τον κίνδυνο τον κίνδυνο μόλυνσης του προϊόντος καθώς οι σάκοι που χρησιμοποιούνται είναι αποστειρωμένοι. Προκειμένου να γίνεται ανάδευση της δεξαμενής οι βιοαντιδραστήρες είναι εξοπλισμένοι με μια πτερωτή, παρατηρήθηκε όμως ότι μετά από πολλές εκκινήσεις μειώνονται οι διατμητικές τάσεις και έτσι πλέον η πτερωτή τείνει να αντικατασταθεί από μια δονούμενη πλατφόρμα (Djaisalon et al., 2021). Από αυτά τα είδη ευρέως χρησιμοποιούμενα για την παραγωγή καλλιεργήσιμου κρέατος είναι αυτό της αναδευόμενης δεξαμενής και αυτό με την κίνηση σαν κύμα. Για την επιλογή του κατάλληλου αντιδραστήρα λαμβάνεται υπόψη η μορφολογία και η δραστηριότητα των κυττάρων που χρησιμοποιούνται αλλά και ο όγκος της παραγωγής (Jahir et al., 2023).

4.4 Ικρίωματα

Τα ικρίωματα είναι τρισδιάστατες δομές οι οποίες λειτουργούν ως εξωκυτταρικές μήτρες καθώς έχουν τα απαραίτητα βιοχημικά χαρακτηριστικά ώστε να μπορούν τα κύτταρα να προσκολληθούν επάνω σε αυτές, να πολλαπλασιαστούν και να διαφοροποιηθούν στις τελικές μορφές κυττάρων (Seah et al., 2021). Τα ικρίωματα επηρεάζουν τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά και τη δομή του τελικού προϊόντος. Για αυτό το λόγο θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή. Κατά την επιλογή του βιοϋλικού που θα χρησιμοποιηθεί για τον σχεδιασμό του ικρίωματος θα πρέπει το υλικό το οποίο θα επιλεγεί να είναι βρώσιμο και μη τοξικό. Τα υλικά τα οποία χρησιμοποιούνται ως εξωκυτταρικές μήτρες είναι συνήθως οι πρωτεΐνες και οι πολυσακχαρίτες όπως οι γλυκοπρωτεΐνες και το κολλαγόνο (Wang et al., 2023)



Εικόνα 4: ικρίωμα ζελατίνης σολομού/ αλγινικού οξέος (Seah et al., 2021)

Κεφάλαιο 5: Θρεπτική αξία & ασφάλεια

5.1: Διατροφική αξία καλλιεργήσιμου κρέατος

Ο άνθρωπος μέσα από την τροφή του θα πρέπει να λαμβάνει όλα τα θρεπτικά συστατικά στις ορθές αναλογίες που χρειάζεται για να είναι υγιής και να λειτουργεί σωστά ο οργανισμός του. Τα συστατικά αυτά είναι οι υδατάνθρακες, οι πρωτεΐνες, τα λιπίδια, οι βιταμίνες, τα ανόργανα άλατα και το νερό. Από αυτά τα συστατικά κάποια είναι απαραίτητα και πρέπει να λαμβάνονται καθημερινά μέσω της τροφής καθώς ο οργανισμός δεν μπορεί να τα συνθέσει μόνος του ενώ άλλα που χαρακτηρίζονται ως μη απαραίτητα καθώς εκτός από την τροφή και ο ίδιος ο οργανισμός μπορεί να τα συνθέσει. Απαραίτητα θρεπτικά συστατικά θεωρούνται οι υδατάνθρακες, το λινολεϊκό οξύ και το α-λινολενικό οξύ, οι βιταμίνες, τα ανόργανα άλατα, το νερό και τα απαραίτητα αμινοξέα (Brown,2014 βιβλίο διατροφής). Από τα 20 αμινοξέα τα οποία χρειάζονται για τη σύνθεση των πρωτεϊνών που είναι απαραίτητες για τη λειτουργία του οργανισμού, ο ανθρώπινος οργανισμός παράγει τα 11 και τα άλλα 9 θεωρούνται απαραίτητα. Τα απαραίτητα αμινοξέα είναι: η βαλίνη, η θρεονίνη, η ισολευκίνη, η ιστιδίνη, η λυσίνη, η λευκίνη, η μεθειονίνη, η τρυπτοφάνη και η φαινυλαλανίνη (Pereira et al., 2012). Τα αμινοξέα λαμβάνονται από τροφές που είναι πλούσιες σε υψηλής ποιότητας πρωτεΐνες. Τέτοιες είναι κυρίως τα γαλακτοκομικά, τα αυγά και το κρέας. Η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη στο κρέας ποικίλει ανάλογα με το είδος του ζώου. Εκτός από τα απαραίτητα αμινοξέα και τα υψηλά ποσοστά πρωτεΐνης στο κρέας περιέχονται επίσης σε μεγάλες συγκεντρώσεις ο σίδηρος, η βιταμίνη B12, ανόργανα συστατικά, νερό αλλά και λιπίδια και υδατάνθρακες (Εικόνα 1) (Σφλώμος et al., 2019) .

| Product ^a | Energy value (kcal) | Protein (g) | Fat (g) | Saturated fat (g) | Cholesterol (mg) | Vitamin B12 (mcg) | Na (mg) | P (mg) | Fe (mg) | Zn (mg) |
|---|---------------------|-------------|---------|-------------------|------------------|-------------------|---------|--------|---------|---------|
| Meat, raw/unprepared unless noted otherwise | | | | | | | | | | |
| Beef ribeye (<i>longissimus thoracis</i>) | 166 | 17.51 | 22.07 | 9.000 | 68 | 3.11 | 56.00 | 168 | 1.87 | 3.85 |
| Beef strip loin (<i>longissimus lumborum</i>) | 228 | 20.61 | 15.49 | 6.251 | 81 | 1.06 | 52.00 | 186 | 1.47 | 3.53 |
| Beef tenderloin (<i>psaos major</i>) | 247 | 19.61 | 18.16 | 8.410 | 85 | 1.01 | 50.00 | 180 | 1.42 | 2.90 |
| Beef top sirloin (<i>gluteus medius et al.</i>) | 201 | 20.30 | 12.71 | 5.127 | 75 | 1.05 | 52.00 | 187 | 1.48 | 3.55 |
| Beef tri-tip (<i>m. tensor fasciae latae</i>) | 142 | 21.26 | 5.63 | 1.729 | 61 | 1.04 | 54.00 | 198 | 1.54 | 3.85 |
| Beef eye of round (<i>semitendinosus</i>) | 124 | 23.27 | 3.44 | 1.276 | 60 | 1.83 | 53.00 | 221 | 1.45 | 3.40 |
| Beef brisket (<i>deep pectoral et al.</i>) | 132 | 21.47 | 5.11 | 1.844 | 67 | 1.81 | 83.00 | 222 | 2.06 | 5.21 |
| Beef flank (<i>rectus abdominis</i>) | 155 | 21.22 | 7.17 | 2.978 | 65 | 1.09 | 54.00 | 195 | 1.55 | 3.70 |
| Beef, ground 80% lean, 20% fat | 254 | 17.17 | 20.00 | 7.581 | 71 | 2.14 | 66.00 | 158 | 1.94 | 4.18 |
| Beef, ground 90% lean, 10% fat | 176 | 20.00 | 10.00 | 3.927 | 65 | 2.21 | 66.00 | 184 | 2.24 | 4.79 |
| Beef, ground 93% lean, 7% fat | 152 | 20.85 | 7.00 | 2.878 | 63 | 2.23 | 66.00 | 192 | 2.33 | 4.97 |
| Beef, ground 97% lean, 3% fat | 121 | 21.98 | 3.00 | 1.480 | 60 | 2.26 | 66.00 | 203 | 2.44 | 5.21 |
| Pork loin (<i>longissimus lumborum</i>) | 198 | 19.74 | 12.58 | 4.360 | 63 | 0.53 | 50.00 | 197 | 0.79 | 1.74 |
| Pork ham (<i>biceps femoris et al.</i>) | 245 | 17.43 | 18.87 | 6.540 | 73 | 0.63 | 47.00 | 199 | 0.85 | 1.93 |
| Pork, ground 84% lean, 16% fat | 218 | 17.99 | 16.00 | 4.930 | 68 | 0.73 | 68.00 | 161 | 0.88 | 1.91 |
| Pork, ground 96% lean, 4% fat | 121 | 21.10 | 4.00 | 1.420 | 59 | 0.64 | 67.00 | 190 | 0.86 | 1.93 |
| Lamb loin (<i>longissimus lumborum</i>) | 310 | 16.32 | 26.63 | 11.760 | 74 | 2.04 | 56.00 | 152 | 1.61 | 2.53 |
| Lamb leg (<i>biceps femoris et al.</i>) | 230 | 17.91 | 17.07 | 7.430 | 69 | 2.50 | 56.00 | 170 | 1.66 | 3.32 |
| Lamb, ground 85% lean, 15% fat | 255 | 17.14 | 20.71 | 9.926 | 73 | – | 77.00 | – | 1.41 | – |
| Chicken breast (<i>pectoralis major</i>) | 120 | 22.50 | 2.62 | 0.563 | 73 | 0.21 | 45.00 | 213 | 0.37 | 0.68 |
| Chicken thigh (<i>iliotibialis et al.</i>) | 221 | 16.52 | 16.61 | 4.524 | 98 | 0.62 | 81.00 | 157 | 0.68 | 1.29 |
| Turkey breast (<i>pectoralis major</i>) | 157 | 21.89 | 7.02 | 1.910 | 65 | 0.42 | 59.00 | 186 | 1.20 | 1.57 |
| Turkey thigh (<i>iliotibialis et al.</i>) | 116 | 20.60 | 3.69 | 0.782 | 78 | 2.17 | 75.00 | 177 | 1.42 | 2.95 |
| Turkey, ground, 93% lean, 15% fat | 150 | 18.73 | 8.34 | 2.170 | 74 | 1.20 | 69.00 | 193 | 1.17 | 2.53 |
| Pork bacon, cured, unprepared | 417 | 12.62 | 39.69 | 13.296 | 66 | 0.50 | 662.00 | 144 | 0.41 | 1.18 |

Εικόνα 5: διατροφική σύσταση κρέατος από διαφορετικά ζώα (Bohrer,2017)

Η περιεκτικότητα του κρέατος σε λιπαρά και κυρίως σε κορεσμένα λιπαρά έχει συνδέσει την κατανάλωση κρέατος με διάφορες καρδιαγγειακές παθήσεις και γι' αυτό αρκετοί έχουν αφαιρέσει από τη διατροφή τους το κρέας και κυρίως το κόκκινο και έχουν στραφεί σε φυτικές πηγές όπως τα όσπρια για να καλύψουν τις ανάγκες τους σε πρωτεΐνη. Όμως οι φυτικές πηγές δεν περιέχουν όλα τα απαραίτητα αμινοξέα και για την λήψη του συνόλου τους θα πρέπει να γίνεται συνδυαστική κατανάλωση με άλλες τροφές προκειμένου να γίνεται κατανάλωση υψηλής ποιότητας πρωτεϊνών (Bohrer,2017). Το καλλιεργήσιμο κρέας προέρχεται από ζωικά κύτταρα όμως δεν είναι σίγουρο πως περιέχει τα ίδια θρεπτικά συστατικά με το παραδοσιακό κρέας. Είναι πολύ δύσκολο να παρασκευαστεί ένα συνθετικό προϊόν με ίδια ή ακόμη και με παρόμοια σύσταση ώστε να έχει ανάλογη διατροφική αξία με το συμβατικό κρέας. Η μεγαλύτερη δυσκολία εντοπίζεται στην διατήρηση της ποιότητας των βιταμινών και των ιχνοστοιχείων και στη δυνατότητα τα στοιχεία αυτά να είναι απορροφήσιμα από τον οργανισμό (Deliza et al.,2023). Επειδή το καλλιεργήσιμο κρέας είναι ένα πολύ νέο προϊόν δεν υπάρχουν ακριβείς πληροφορίες για την διατροφική του σύσταση, είναι όμως γνωστό πως διαφέρει από αυτή του παραδοσιακού κρέατος λόγω της έλλειψης των μηχανισμών ομοιόστασης που συναντάται στον οργανισμό του ζώου (Broucke et al.,2022).

Μόνο ορισμένα από τα απαραίτητα θρεπτικά συστατικά παράγονται στα μυϊκά κύτταρα, αυτό θα πρέπει να ληφθεί υπόψη κατά την επιλογή των κυττάρων που θα χρησιμοποιηθούν

για την καλλιέργεια. Τα θρεπτικά συστατικά που δεν περιέχονται μπορούν στη συνέχεια να εισαχθούν στο προϊόν με προσθήκη στο μέσο της κυτταροκαλλιέργειας (Broucke et al.,2022). Από τα σημαντικότερα μικροθρεπτικά συστατικά τα οποία υπάρχουν στο συμβατικό κρέας και θα πρέπει να υπάρχουν και στο καλλιεργήσιμο κρέας είναι ο σίδηρος, ο ψευδάργυρος και η βιταμίνη B12. Με την τροποποίηση των κυττάρων εκτός από την παραγωγή ενός προϊόντος παρόμοιου με το παραδοσιακό κρέας μπορούν να παρασκευασθούν και προϊόντα με βελτιωμένα χαρακτηριστικά όπως κρέας με μειωμένα ποσοστά λίπους (Broucke et al.,2022).

5.2 Βιοδιαθεσιμότητα

Για καλύτερη ανάλυση της διατροφικής αξίας του καλλιεργήσιμου κρέατος είναι καλό να εξετασθεί και η ικανότητα των συστατικών να απορροφούνται από τον οργανισμό και ο βαθμός στον οποίο απορροφούνται. Τα συστατικά με το μεγαλύτερο ενδιαφέρον για την απορρόφησή τους από τον οργανισμό για τα προϊόντα κρέατος είναι οι πρωτεΐνες. Η ποιότητα των πρωτεϊνών που περιέχονται στο καλλιεργήσιμο κρέας εξαρτάται από τα κύτταρα τα οποία έχουν επιλεγεί για την καλλιέργεια (Deliza et al.,2023) ενώ η περιεκτικότητά τους στο καλλιεργήσιμο κρέας έχει βρεθεί πως είναι ανάλογη με αυτή του συμβατικού κρέατος (Broucke et al.,2022). Άλλο συστατικό που είναι πολύ σημαντικό να εξετασθεί είναι ο σίδηρος. Ο σίδηρος είναι από τα σημαντικότερα συστατικά που λαμβάνονται από το συμβατικό κρέας. Για να εξασφαλισθεί η ικανότητα του σιδήρου να απορροφάται από τον οργανισμό θα πρέπει να προστεθεί στο καλλιεργητικό μέσο τρισθενής σίδηρος συνδεδεμένος με κάποια πρωτεΐνη η οποία θα έχει την ικανότητα να δεσμεύει το πλάσμα και να βοηθά το σίδηρο να εισέλθει στο κύτταρο (Zang et al., 2021) .

5.3 Ασφάλεια καλλιεργήσιμου κρέατος

Ένα τρόφιμο θεωρείται ασφαλές όταν η κατανάλωσή του δεν προκαλεί προβλήματα στην υγεία των καταναλωτών εξαιτίας διαφόρων κινδύνων είτε αυτοί είναι μικροβιολογικοί είτε χημικοί ή φυσικοί. Σε κάθε προϊόν υπάρχουν διάφορες πηγές κινδύνου οι οποίες μπορούν να προκαλέσουν πρόβλημα στο προϊόν και στη συνέχεια στον άνθρωπο. Το καλλιεργήσιμο κρέας αν και παράγεται σε ασηπτικό περιβάλλον στο εργαστήριο δεν αποτελεί εξαίρεση, όμως έχουν μειωθεί σημαντικά οι πηγές από τις οποίες μπορεί να προκληθεί μόλυνση (Τσάκνης, 2021).

Στο καλλιεργήσιμο κρέας προβλήματα μικροβιολογικής φύσης μπορεί να προκληθούν από το ζώο από το οποίο θα επιλεγούν τα κύτταρα για την καλλιέργεια. Το ζώο αυτό μπορεί να έχει μολυνθεί από παράσιτα, βακτήρια και ιούς και για αυτό το λόγο θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στην διαδικασία επιλογής του ζώου-δότη ώστε να μην προκύψει μολυσμένο προϊόν. Κίνδυνος για επιμόλυνση υπάρχει και κατά την αποθήκευση των κυττάρων, θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή σε αυτό το στάδιο καθώς μπορεί να υπάρξει διαρροή του υγρού κρυσυντήρησης στα κύτταρα. Προκειμένου να αποφευχθεί η μόλυνση του καλλιεργήσιμου κρέατος από κάποιον από τους παραπάνω παράγοντες θα πρέπει ο χειρισμός των κυττάρων να γίνεται με προσοχή και σε ασηπτικό περιβάλλον (Ong et al.,2021) .

Χημικοί κίνδυνοι προκύπτουν όταν στο τρόφιμο εντοπιστούν υπολείμματα ορισμένων ενώσεων (όπως τα καθαριστικά) οι οποίες έχουν ορισθεί ως ακατάλληλες για ανθρώπινη κατανάλωση (Σιωζος, 2016). Στην περίπτωση του καλλιεργήσιμου κρέατος τέτοιου είδους κίνδυνοι μπορούν να εντοπιστούν στις διαδικασίες χειρισμού των δειγμάτων κατά την παρασκευή. Επίσης υπάρχει η πιθανότητα να γίνει μεταφορά ουσιών από τα καθαριστικά τα οποία δεν έχουν απομακρυνθεί πλήρως από τις επιφάνειες. Τέλος, στους χημικούς κινδύνους εντάσσονται και οι ενώσεις οι οποίες μπορεί να προκαλέσουν τροφικές δηλητηριάσεις και καρκίνο.

Στους φυσικούς κινδύνους συγκαταλέγονται οι κίνδυνοι που μπορούν να προκληθούν σε οποιοδήποτε στάδιο της παραγωγής εξαιτίας της εμφάνισης στο προϊόν ξένων σωμάτων τα οποία έχουν προέλθει από τον εξοπλισμό λόγω λαθών κατά τη διάρκεια της συντήρησής του.

5.4 Αλλεργιογόνα

Εκτός από τα είδη κινδύνων που αναφέρθηκαν, ένα τρόφιμο μπορεί να προκαλέσει προβλήματα στην υγεία των καταναλωτών εξαιτίας κάποιων συστατικών που περιέχει. Τα συστατικά αυτά (κυρίως πρωτεΐνες - πεπτίδια) έχουν εντοπιστεί σε τρόφιμα και έχουν συσχετισθεί με την πρόκληση αλλεργιών στους ανθρώπους. Τα συστατικά και τρόφιμα που έχουν προκαλέσει τις περισσότερες αλλεργικές αντιδράσεις είναι η λεκιθίνη, η γλουτένη, τα ψάρια και οι ξηροί καρποί (ΕΦΕΤ). Για τον εντοπισμό αλλεργιογόνων συστατικών έχουν δημιουργηθεί διάφορες δοκιμές όπως η δοκιμή δέσμευσης IgE *in vitro*

(Ong et al., 2021). Σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό κανονισμό 1169/2011 θα πρέπει στη συσκευασία των προϊόντων να υπάρχει αναλυτική λίστα με τα συστατικά τα οποία μπορούν να προκαλέσουν αλλεργίες στους καταναλωτές και υπάρχουν στο τρόφιμο ως βασικά συστατικά αλλά και αυτά τα οποία μπορεί να ανιχνευθούν σε αυτό εξαιτίας επιμόλυνσης στη γραμμή παραγωγής (ΕΦΕΤ).

Στα καλλιεργήσιμα προϊόντα τα αλλεργιογόνα που αναμένεται να εντοπιστούν είναι τα ίδια με αυτά που υπάρχουν στο συμβατικό κρέας καθώς περιέχονται οι ίδιες. Ο έλεγχος για τα αλλεργιογόνα κατά την παρασκευή του καλλιεργήσιμου κρέατος γίνεται στις πρώτες ύλες, στο καλλιεργητικό μέσο αλλά και στα τελικά προϊόντα (Hallman et al., 2023). Ένας τρόπος ελέγχου της δράσης των πρωτεϊνών που περιέχονται στα νέα προϊόντα είναι η σύγκρισή τους με πρωτεΐνες η οποίες έχουν ήδη χαρακτηριστεί ως αλλεργιογόνα. Στα σημεία τα οποία εντοπίζονται ομοιότητες θα πρέπει να δίνεται προσοχή και περαιτέρω έλεγχος ώστε να χαρακτηρίζονται ως αλλεργιογόνα όποτε αυτό κρίνεται απαραίτητο (Broucke et al., 2022).

5.5 Τοξικότητα

Προβλήματα στην ανθρώπινη υγεία ενδέχεται να προκληθούν από τη χρόνια έκθεση των καταναλωτών σε ορισμένες ουσίες. Οι ουσίες αυτές μπορεί να μεταφερθούν στα τρόφιμα από εξωτερικούς παράγοντες (π.χ. φυτοφάρμακα) αλλά και από προϊόντα και μεταλλάξεις που εμφανίζονται στο προϊόν και έχουν προκληθεί από την επεξεργασία που δέχεται (Bhat et al., 2019). Στο καλλιεργήσιμο κρέας τοξινώσεις μπορεί να προκληθούν από συστατικά που περιέχονται στο καλλιεργητικό μέσο ή έχουν μεταφερθεί σε αυτό από τα κύτταρα που έχουν επιλεγεί για καλλιέργεια όπως για παράδειγμα πρωτεΐνες και υπολείμματά τους. Τοξικά συστατικά μπορεί επίσης να εμφανιστούν στο τελικό προϊόν από επιμόλυνση από συστατικά που υπάρχουν στον εξοπλισμό παραγωγής (πχ λιπαντικά, καθαριστικά) και τα υλικά συσκευασίας (πχ πλαστικά) (Broucke et al., 2022).

5.6 Νομοθετικές ρυθμίσεις σχετικά με το καλλιεργήσιμο κρέας

Προκειμένου να διασφαλιστεί ότι το τρόφιμο που έχει παραχθεί θα είναι κατάλληλο για κατανάλωση χωρίς να δημιουργεί προβλήματα έχουν θεσπιστεί νόμοι και κανονισμοί οι οποίοι ισχύουν είτε σε συγκεκριμένες χώρες είτε είναι ίδιοι σε κάθε ήπειρο. Ενδεχομένως οι νόμοι αυτοί να διαφοροποιούνται όμως έχουν ως κοινό στόχο την προστασία της υγείας

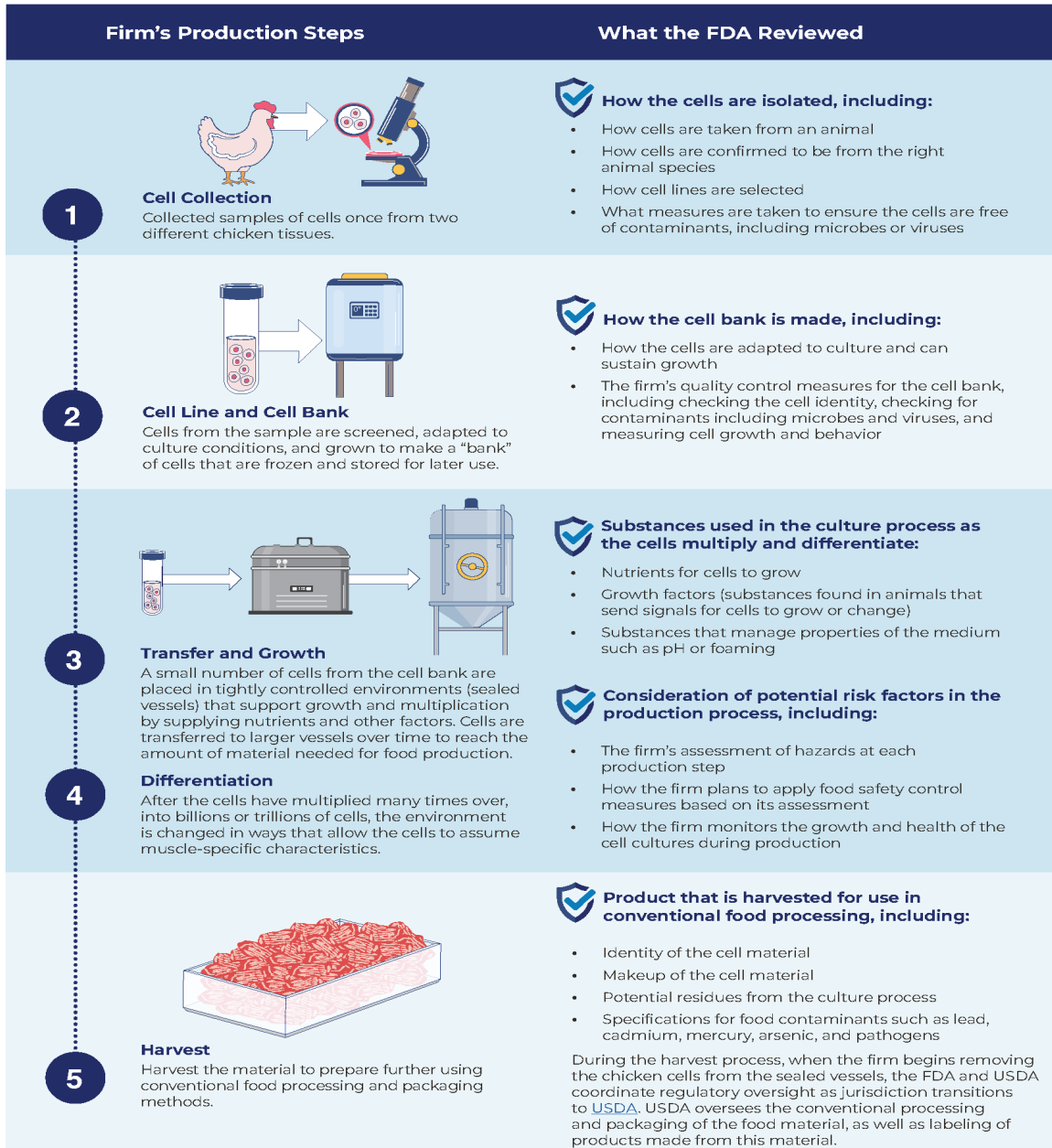
των καταναλωτών (Djisaion et al.,2021). Επειδή το καλλιεργήσιμο κρέας και τα προϊόντα του δεν είναι ακόμη διαθέσιμα για πώληση σε καταναλωτές δεν έχει θεσπιστεί ακόμη νομοθεσία που να το αφορά αποκλειστικά. Αντ' αυτού εφαρμόζονται γενικοί κανονισμοί που αφορούν όλα τα νέα τρόφιμα προκειμένου να διασφαλίζεται πως ακόμη και το προϊόν που παρασκευάζεται σε εργαστηριακή κλίμακα είναι ασφαλές.

Στην Ευρώπη οι νομοθεσίες σχετικά με τα τρόφιμα λαμβάνονται από το ευρωπαϊκό κοινοβούλιο με τη βοήθεια της ευρωπαϊκής αρχής για την ασφάλεια των τροφίμων (EFSA) η οποία παρέχει επιστημονικές συμβουλές. Αυτή η αρχή από το 2018 έχει εντάξει το καλλιεργήσιμο κρέας στην κατηγορία «νέα τρόφιμα». Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα τρόφιμα τα οποία είναι νέα, προέρχονται από νέες πηγές και παράγονται με τη χρήση καινούριων τεχνολογιών (EFSA, 2018).

Στην Αμερική η ασφάλεια τροφίμων διασφαλίζεται από την υπηρεσία τροφίμων και φαρμάκων (FDA) και από το υπουργείο γεωργίας. Με την διασφάλιση της ασφάλειας των πουλερικών και του κρέατος ασχολείται κυρίως το υπουργείο γεωργίας. Ο FDA βοηθά τις εταιρίες τροφίμων παρέχοντας πληροφορίες για την παραγωγή ασφαλών τροφίμων, επιπλέον εξετάζει τις διαδικασίες παραγωγής και παρέχει παρατηρήσεις και συμβουλές για την βελτίωση της διαδικασίας και τη συμμόρφωσή της με την ισχύουσα νομοθεσία. Για την παραγωγή καλλιεργήσιμου κρέατος η βιομηχανία έχει προτείνει τα βασικά στάδια της παραγωγής και ο FDA εξέδωσε ορισμένες προτάσεις σχετικά με τα σημεία στα οποία θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή σε κάθε στάδιο.

What the FDA Evaluated During the First Completed Pre-Market Consultation

The complex process of taking a small number of live cells from livestock, poultry, seafood, or other animal species and growing them in a controlled environment to create a food can be broadly summarized in a few steps. Below is an example of what we reviewed at each production step during the firm's pre-market consultation:



The FDA's Ongoing Evaluation

In addition to the voluntary pre-market consultation, the FDA's inspectors have been on site at the firm's facility where cells are cultured, grown, and harvested for an inspection. The FDA intends to conduct another inspection after commercial distribution starts. These inspections will help ensure that potential risks are being managed and that the food exiting the culture process is safe and not adulterated within the meaning of the Federal Food, Drug & Cosmetic Act and the FDA's regulations. Get more information about Human Foods Made with Cultured Animal Cells at <https://www.fda.gov/food/food-ingredients-packaging/food-made-cultured-animal-cells>

Εικόνα 6: διάγραμμα ροής για την παρασκευή καλλιεργήσιμου κρέατος

Κεφάλαιο 6: Οργανοληπτικά χαρακτηριστικά

Ένας τρόπος να αξιολογηθεί η ποιότητα, η πιθανότητα αλλοίωσης και η αποδοχή των καταναλωτών για ένα οποιοδήποτε τρόφιμο είναι η εξέταση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών του. Κατά τη διάρκεια αυτής της εξέτασης τα χαρακτηριστικά τα οποία ελέγχονται είναι το χρώμα, η γεύση, η υφή και το άρωμα (Cibum, 2022). Τα χαρακτηριστικά αυτά μπορούν να επηρεάσουν την άποψη των καταναλωτών επειδή για κάθε προϊόν υπάρχουν αποδεκτές τιμές για κάθε ένα από αυτά. Αν τα χαρακτηριστικά του τελικού προϊόντος διαφέρουν από τα αναμενόμενα τότε το προϊόν απορρίπτεται. Η εξέταση των χαρακτηριστικών μπορεί να γίνει είτε με την βοήθεια καλά εκπαιδευμένης ομάδας ανθρώπων είτε με τη χρήση μηχανικών μέσων (Capillas et al., 2021). Τα όργανα που χρησιμοποιούνται κατά την ανάλυση είναι:

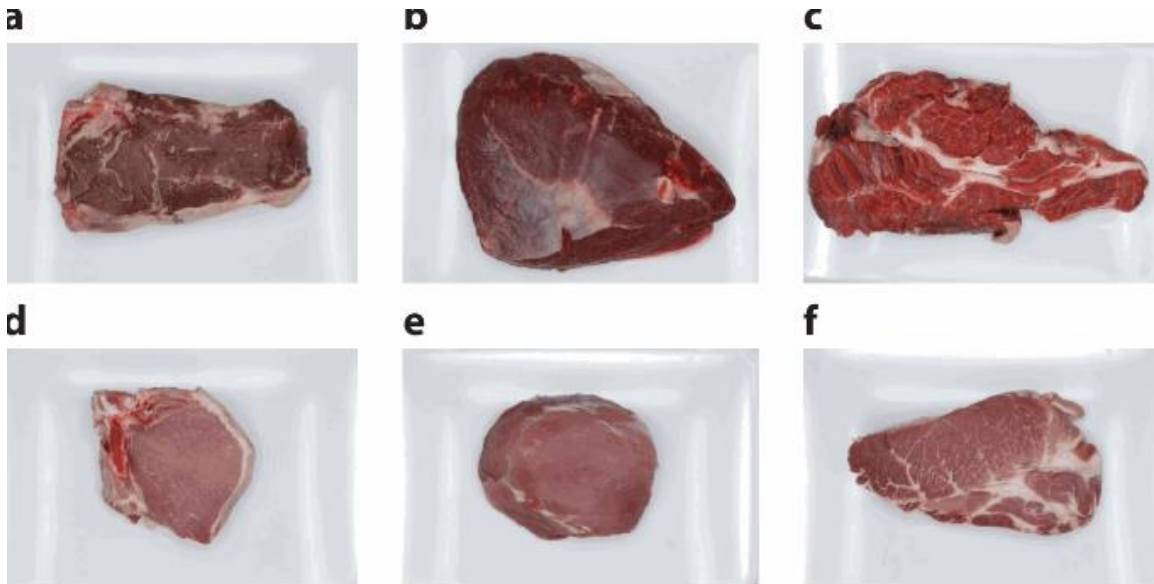
- 1) Το χρωματόμετρο. Το όργανο αυτό χρησιμοποιείται για την ανάλυση του χρώματος και μετρά τρεις διαφορετικές τιμές, το βαθμό φωτεινότητας ο οποίος λαμβάνει τιμές από 0 έως 100 και χρησιμοποιείται για τον χαρακτηρισμό ανάμεσα σε άσπρο και μαύρο, η τιμή a^* χαρακτηρισμός πράσινου και κόκκινου όπου το κόκκινο βρίσκεται στις θετικές τιμές και το πράσινο στις αρνητικές και τέλος η τιμή b^* η οποία χαρακτηρίζει με τις θετικές της τιμές το κίτρινο και με τις αρνητικές το μπλε (Markovic et al., 2013).
- 2) Ο αναλυτής υφής: η συγκεκριμένη συσκευή εξετάζει τις μηχανικές ιδιότητες των τροφίμων προσομοιάζοντας τη διαδικασία της μάσησης. Οι ιδιότητες που εξετάζονται είναι:
 - α) σκληρότητα: ορίζεται ως η δύναμη η οποία απαιτείται για να δημιουργηθεί κάποια παραμόρφωση στο τρόφιμο και αντιστοιχεί στην απαιτούμενη δύναμη για τη συμπίεση μεταξύ των δοντιών.
 - β) ελαστικότητα: εκφράζει τον ρυθμό με τον οποίο το τρόφιμο επανέρχεται στην αρχική του κατάσταση μετά την απομάκρυνση της δύναμης
 - γ) συνεκτικότητα: εκφράζει την ικανότητα του τροφίμου να διατηρεί το σχήμα του όταν ασκείται σε αυτό δύναμη παραμόρφωσης για δεύτερη φορά.
 - δ) κολλητικότητα: το έργο που απαιτείται για να ξεπεραστούν οι ελκτικές δυνάμεις και να γίνει το τρόφιμο κατάλληλο για κατάποση

- ε) μασητικότητα: ο απαιτούμενος αριθμός μασημάτων που χρειάζεται για την κατάποση (Nishinari et al., 2018).
- 3) Ηλεκτρονική γλώσσα: το συγκεκριμένο εργαλείο έχει κατασκευαστεί με γνώμονα την ανθρώπινη γλώσσα και έχει την ικανότητα να αναγνωρίζει διάφορα χημικά χαρακτηριστικά προστατεύοντας ταυτόχρονα τους δοκιμαστές από την έκθεση σε τοξικές ουσίες (Talegaonkar et al., 2016). Με τη χρήση της ηλεκτρονικής γλώσσας μπορούν να αναγνωριστούν 22 είδη ξινών, γλυκών, πικρών και αλμυρών (Wang et al., 2023).

Τα προϊόντα του καλλιεργήσιμου κρέατος για να είναι πιο εύκολα αποδεκτά από τους καταναλωτές θα πρέπει τα οργανοληπτικά τους χαρακτηριστικά να είναι παρόμοια με αυτά του συμβατικού κρέατος. Οι καταναλωτές έχουν συνηθίσει το κρέας το οποίο καταναλώνουν να έχει χαρακτηριστικό χρώμα ανάλογα με το είδος του ζώου από το οποίο προέρχεται (για παράδειγμα το βοδινό κρέας έχει έντονο πορφυρό χρώμα) όμως το σημαντικότερο χαρακτηριστικό το οποίο προσέχουν όλοι οι καταναλωτές είναι η γεύση που έχει το προϊόν που τρώνε. Η παραγωγή προϊόντων από καλλιεργήσιμο κρέας με αποδεκτά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά είναι μια αρκετά πολύπλοκη διαδικασία καθώς τα χαρακτηριστικά αυτά μεταβάλλονται από πολλούς παράγοντες (Broucke et al., 2022).

6.1 Χρώμα

Το χρώμα που θα έχει το κρέας καθορίζεται σε μεγάλο βαθμό από την μυοσφαιρίνη. Η μυοσφαιρίνη είναι μια πρωτεΐνη η οποία αποτελείται από μια πρωτεϊνική και μια προσθετική ομάδα. Η προσθετική ομάδα είναι η αίμη, ένα σύμπλοκο με σίδηρο. Ανάλογα με την οξειδωτική κατάσταση του σιδήρου μεταβάλλεται το χρώμα του κρέατος.



Εικόνα 7: κοπές από διαφορετικά είδη συμβατικού κρέατος όπου διακρίνεται η διαφορά στο χρώμα

Στο καλλιεργήσιμο κρέας η ποσότητα της μυοσφαιρίνης είναι πολύ χαμηλή και το προϊόν που προκύπτει έχει ωχρό χρώμα ή σε άλλες περιπτώσεις είναι εντελώς άχρωμο. Για να βελτιωθεί το χρώμα έχουν πραγματοποιηθεί διάφορες δοκιμές όπως η τροποποίηση των συνθηκών με μείωση του οξυγόνου ή με την προσθήκη ουσιών όπως η προσθήκη χυμού από παντζάρι. Επιπλέον έχουν γίνει και ορισμένες δοκιμές όπου έγινε προσθήκη μυοσφαιρίνης στο καλλιεργητικό μέσο όμως οι δοκιμές αυτές χρειάζονται περισσότερη μελέτη καθώς υπάρχει περίπτωση κατά την επεξεργασία να μεταβληθεί η γεύση του προϊόντος (Broucke et al., 2022; Fraeye et al., 2020).



Εικόνα 8: δείγμα από λουκάνικο τύπου Φρανκφούρτης του εμπορίου



Εικόνα 9: δείγμα καλλιεργήσιμου λουκάνικου τύπου Φρανκφούρτης

6.2 Υφή

Η επιτυχημένη παραγωγή καλλιεργήσιμου κρέατος με υφή ανάλογη αυτή του παραδοσιακού κρέατος είναι αρκετά πολύπλοκη καθώς εξαιτίας της απουσίας αίματος από το κύτταρο μπορεί να αναπτυχθεί μόνο λεπτά τεμάχια κρέατος. Για την παρασκευή παχύτερων τεμαχίων θα πρέπει να προστεθούν στο καλλιεργητικό μέσο θρεπτικά συστατικά ώστε να μπορέσει να αναπτυχθεί ο ιστός (Fraeye et al.,2019). Μια άλλη λύση για την παρασκευή παχύτερων τεμαχίων μπορεί να δοθεί και με κατάλληλη επεξεργασία μέσω ηλεκτρικών και μηχανικών διεργασιών αυξάνοντας με αυτόν τον τρόπο το πλήθος

των ώριμων μυϊκών ινών (Broucke et al.,2022). Θα πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι ο βαθμός δυσκολίας μίμησης της υφής εξαρτάται και από το προς παρασκευή επιθυμητό προϊόν. Για παράδειγμα, για την παρασκευή προϊόντων για τα οποία χρησιμοποιείται κρέας από αλεσμένη καλλιέργεια όπως για παράδειγμα τα μπιφτέκια είναι πιο εύκολο το τελικό προϊόν να έχει πανομοιότυπη υφή με το μπιφτέκι από συμβατικό κρέας (Fraeye et al.,2019). Σε ανάλυση που έγινε ανάμεσα σε δείγματα από λουκάνικο Φρανκφούρτης (του εμπορίου και καλλιεργήσιμο) παρατηρήθηκε πως τα δύο αυτά προϊόντα ήταν παρόμοια ενώ κατά την εξέταση της συνεκτικότητας το λουκάνικο από καλλιεργημένο κρέας είχε χαμηλή τιμή πιθανώς επειδή το δείγμα καταστράφηκε κατά τη διάρκεια του πειράματος (Paredes et al.,2022).

6.3 Γεύση

Η γεύση του κρέατος είναι χαρακτηριστική είτε αυτό τρώγεται ωμό είτε μαγειρεμένο. Η μίμηση της γεύσης είναι ίσως η μεγαλύτερη δυσκολία στον οργανοληπτικό τομέα επειδή είναι πολύ εύκολο να διαταραχθεί. Μπορεί να επηρεαστεί από την προσθήκη συστατικών όπως για παράδειγμα η προσθήκη λίπους, το οποίο μπορεί να επηρεάσει σημαντικά τη γεύση του κρέατος. Το λίπος κατά τη διάρκεια της μαγειρικής επεξεργασίας του κρέατος αποικοδομείται και αυτό έχει ως αποτέλεσμα το σχηματισμό πτητικών ενώσεων. Οι ενώσεις αυτές με την αύξηση της ποσότητας του λίπους αυξάνονται και επηρεάζουν τη γεύση του προϊόντος. Εκτός από τη γεύση, το λίπος επηρεάζει και τη συνεκτικότητά του κρέατος. Για να είναι το καλλιεργήσιμο κρέας όσο ζουμερό και εύγευστο είναι το συμβατικό ενδέχεται να χρειαστεί να τροποποιηθεί η σύνθεση του λίπους και η περιεκτικότητά του στο κρέας. Αυτό μπορεί να συμβεί είτε μέσω της προσθήκης κατάλληλων συμπληρωμάτων στο καλλιεργητικό μέσο είτε μέσω γενετικών τροποποιήσεων στα κύτταρα τα οποία έχουν επιλεγεί για την καλλιέργεια (Broucke et al.,2022). Το λίπος που χρησιμοποιείται συνήθως προστίθεται στο τέλος της διαδικασίας και μπορεί να προέρχεται είτε από φυτικές πηγές είτε από ζωικές ή να είναι καλλιεργήσιμο λίπος που έχει καλλιεργηθεί ξεχωριστά.

Άρωμα

Όπως η γεύση έτσι και το άρωμα του προϊόντος μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια του μαγειρέματος. Το άρωμα του κρέατος επηρεάζεται από τα προϊόντα που έχουν προκύψει

από την αντίδραση Maillard και πιο συγκεκριμένα από τα οξειδωτικά τα οποία αλλοιώνουν το κρέας (Siddiqui et al. 2022). Το άρωμα του καλλιεργήσιμου κρέατος επηρεάζεται από τα συστατικά του κρέατος και από τις διάφορες διεργασίες τις οποίες υφίσταται το κρέας μέχρι την παραγωγή του τελικού προϊόντος. Ένα από τα συστατικά του κρέατος το οποίο επηρεάζει πολλά από τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά αλλά και το άρωμα είναι το λίπος. Στο καλλιεργήσιμο κρέας δεν θα πρέπει να εξετάζονται μόνο τα ποσοστά του λίπους που θα χρησιμοποιηθούν αλλά χρειάζεται να εξεταστεί και το στάδιο παραγωγής στο οποίο θα προστεθεί. Για την παραγωγή ολόκληρων κομματιών κρέατος επιλέγεται η προσθήκη να γίνεται στην αρχή της διαδικασίας της καλλιέργειας ενώ για προϊόντα στα οποία απαιτείται περεταίρω επεξεργασία όπως για παράδειγμα ο κιμάς, η προσθήκη του λίπους γίνεται στο τέλος της καλλιέργειας (Zidarič et al.,2020)

Κεφάλαιο 7: Αποδοχή καταναλωτών- θέματα ηθικής

Για τη διάθεση ενός νέου και καινοτόμου προϊόντος στην αγορά οι εταιρείες διεξάγουν διάφορες έρευνες ώστε να ελέγξουν την άποψη των καταναλωτών, την πιθανότητα αγοράς του προϊόντος σε συστηματική βάση αλλά και για να αντιληφθούν καλύτερα το κομμάτι της αγοράς στο οποίο απευθύνεται το προϊόν και αν υπάρχει ενδεχομένως και κάποιο άλλο που δεν έχουν λάβει υπόψη κατά την ανάπτυξη του προϊόντος. Στην διάρκεια αυτών των ερευνών εξετάζονται ομάδες ατόμων με διαφορετικά χαρακτηριστικά τα οποία επηρεάζουν την άποψη του κοινού. Τα χαρακτηριστικά αυτά διακρίνονται σε διάφορες κατηγορίες όπως είναι οι 1) προσωπικοί παράγοντες (φύλο, ηλικία, μορφωτικό επίπεδο, θρησκεία), 2) χαρακτηριστικά του προϊόντος (τιμή, οργανοληπτικά χαρακτηριστικά, ποιοτικά χαρακτηριστικά και ασφάλεια) και 3) ηθικοί προβληματισμοί (Ashkan et al.,2021).

7.1 Αποδοχή του καλλιεργήσιμου κρέατος με βάση το φύλο, την ηλικία και το μορφωτικό επίπεδο

Κατά την ανάλυση των αποτελεσμάτων εκτός από τον βασικό διαχωρισμό (πχ. καταγωγή), έγινε και διαχωρισμός σε υποομάδες όπου οι παράγοντες διαφοροποίησης ήταν το φύλο, η ηλικία και το μορφωτικό επίπεδο. Παρατηρήθηκε πως άνθρωποι μεγαλύτερης ηλικίας δεν ήταν ιδιαίτερα θερμοί απέναντι στο καλλιεργήσιμο κρέας σε σχέση με τους νεότερους συμμετέχοντες (Pakseresht et al.,2021). Πιο συγκεκριμένα οι άνθρωποι που ανήκαν σε μεγαλύτερες ηλικίες των 56 ετών ήταν εκείνοι που στις περισσότερες περιπτώσεις αρνούνταν ακόμη και τη δοκιμή καλλιεργήσιμου κρέατος. Επιπλέον, παρατηρήθηκε πως οι γυναίκες δεν είναι τόσο εξοικειωμένες με το καλλιεργήσιμο κρέας και φαίνονται πιο αρνητικές απέναντι σε προϊόντα που έχουν υποστεί υψηλή μηχανική επεξεργασία, σε σχέση με τους άνδρες ανεξαρτήτου ηλικίας, καθώς πιστεύουν ότι τέτοιου είδους προϊόντα δεν είναι ασφαλή για την υγεία (Mancini et al.,2020). Τέλος παρατηρήθηκε πως άτομα με ανώτερη εκπαίδευση ήταν πιο πρόθυμα να δοκιμάσουν προϊόντα καλλιεργήσιμου κρέατος, ήταν πρόθυμα ακόμη και να αλλάξουν τις διατροφικές τους συνήθειες και να εντάξουν στην καθημερινότητά τους τα εναλλακτικά προϊόντα (Pakseresht et al.,2021).

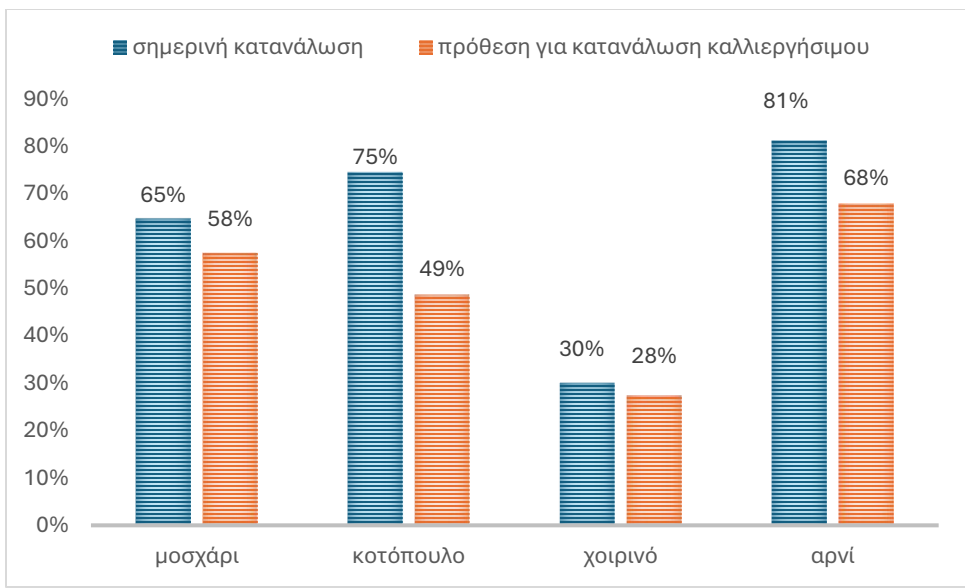
7.2 Αποδοχή του καλλιεργήσιμου κρέατος με βάση τη θρησκεία

Ένας μεγάλος διαχωρισμός που μπορεί να γίνει στον συνολικό πληθυσμό και αξίζει να εξετασθεί είναι ο διαχωρισμός με βάση τη θρησκεία. Σε πολλές θρησκείες υπάρχουν συστάσεις σχετικά με τις διατροφικές συνήθειες των πιστών ενώ υπάρχουν και περιορισμοί ή καθολικές απαγορεύσεις κατανάλωσης προϊόντων κρέατος όπως για παράδειγμα η απαγόρευση κατανάλωσης χοιρινού στον μουσουλμανισμό. Σε ορισμένες περιπτώσεις για την διαβεβαίωση των καταναλωτών πως τα προϊόντα είναι κατάλληλα για κατανάλωση έχουν αναπτυχθεί πρότυπα όπως το πρότυπο Halal για τα προϊόντα που είναι κατάλληλα για κατανάλωση από μουσουλμάνους και το πρότυπο Kosher που αφορά προϊόντα που προορίζονται για κατανάλωση από Εβραίους. Προκειμένου να εισέλθει το καλλιεργήσιμο κρέας στην ιουδαϊκή αγορά θα πρέπει να εξεταστεί το κατά πόσο ένα τέτοιο προϊόν θα είναι Kosher. Ένα προϊόν για να χαρακτηριστεί Kosher θα πρέπει όλα τα συστατικά του και η διαδικασία παραγωγής του να είναι θεωρημένα σύμφωνα με τους κανόνες που περιέχονται στην Torah. Για τα προϊόντα κρέατος υπάρχουν αυστηροί κανόνες. Τα ζώα χωρίζονται σε δυο κατηγορίες, σε αυτά που επιτρέπονται και σε αυτά που δεν επιτρέπεται να καταναλωθούν. Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν τα μηρυκαστικά και τα ζώα με σπλές όπως το μοσχάρι, το πρόβατο, το ελάφι και άλλα, ενώ στην δεύτερη κατηγορία ανήκουν τα ερπετά, τα αμφίβια, τα σκουλήκια και τα έντομα (Τσάκνης, 2021). Εκτός όμως από τη διάκριση σε αυτές τις κατηγορίες προκειμένου τα ζώα να είναι κατάλληλα για κατανάλωση θα πρέπει να ακολουθηθεί μια συγκεκριμένη διαδικασία κατά τη σφαγή αλλά και μετά από αυτή. Κατά τη διάρκεια της σφαγής θα πρέπει το ζώο να έχει τις αισθήσεις του, να είναι υγιές και να βρίσκεται σε κατάκλιση. Για τη σφαγή θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί ένα ειδικό μαχαίρι (chalef), ο άνθρωπος που πραγματοποιεί τη σφαγή θα πρέπει να είναι ιουδαίος και η τομή που γίνεται θα πρέπει να είναι σε συγκεκριμένο σημείο (Farouk et al., 2014). Αυτό που δυσκολεύει τον χαρακτηρισμό του καλλιεργήσιμου κρέατος ως Kosher είναι το γεγονός πως το ζώο δεν θανατώνεται. Παρόμοια δυσκολία υπάρχει και για τον χαρακτηρισμό ενός κρέατος ως Halal. Στην περίπτωση του Halal οι οδηγίες σχετικά με το ποια είδη χαρακτηρίζονται κατάλληλα για κατανάλωση και ποια όχι δίνονται από το κοράνι. Ο χαρακτηρισμός των προϊόντων ως Halal είναι πιο εύκολος σε σχέση με τον χαρακτηρισμό Kosher. Σύμφωνα με τις γραφές επιτρέπεται η κατανάλωση όλων των τροφίμων εκτός ορισμένων περιπτώσεων όπως το χοιρινό, το αλκοόλ και τα κρέατα τα

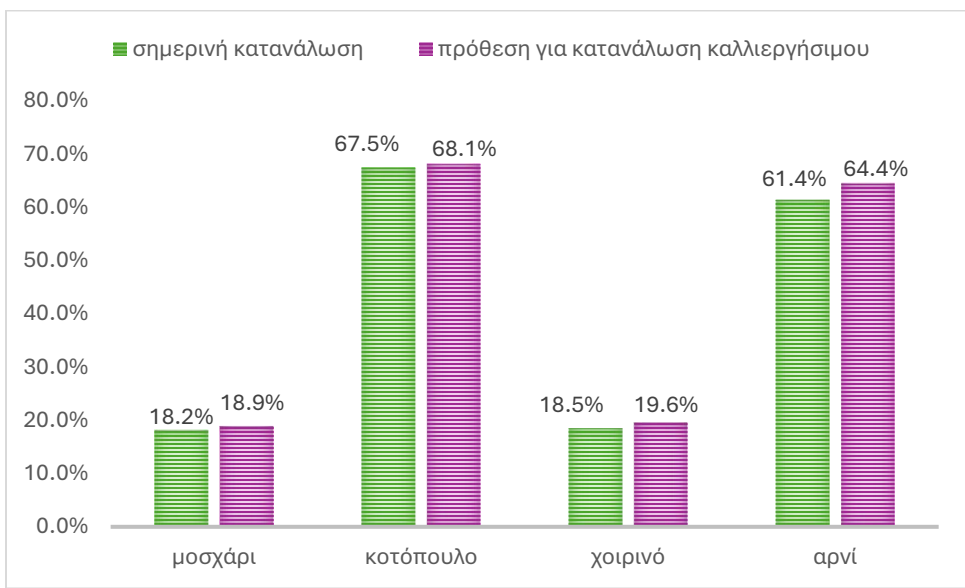
οποία δεν έχουν τεμαχιστεί και παρασκευασθεί με τον κατάλληλο τρόπο (Regenstein et al., 2006). Για την παρασκευή κρέατος το οποίο θα είναι Halal θα πρέπει το ζώο να έχει τις αισθήσεις του, δεν είναι απαραίτητη η χρήση κάποιου συγκεκριμένου μαχαιριού, θα πρέπει όμως τη στιγμή που θανατώνεται κάθε ζώο να γίνεται επίκληση στον Αλλάχ. Και σε αυτή την περίπτωση η θανάτωση του ζώου θα πρέπει να προέρχεται μόνο από ένα τραύμα και όχι από πολλαπλά (Farouk et al., 2014). Εκτός από την δυσκολία για τον χαρακτηρισμό λόγω της έλλειψης του ζώου στις συγκεκριμένες περιπτώσεις γεννάται και το ερώτημα εάν πλέον θα είναι δυνατή η κατανάλωση κρέατος από ζώα τα οποία μέχρι σήμερα θεωρούνται απαγορευμένα

Σε έρευνες που έχουν γίνει σε ομάδες από διάφορες θρησκευτικές ομάδες τα αποτελέσματα ήταν πολύ ενθαρρυντικά. Στην ερώτηση εάν θα καταλάωναν καλλιεργήσιμο κρέας και από ποια είδη, 68% σε δείγμα μουσουλμάνων καταναλωτών απάντησαν πως θα έτρωγαν καλλιεργήσιμο αρνί και κατσίκι, 58% καλλιεργήσιμο βοδινό ενώ το 28% απάντησε πως θα έτρωγε ακόμη και καλλιεργήσιμο χοιρινό. Στην ίδια ερώτηση από τους σε δείγμα ινδουιστών καταναλωτών που ρωτήθηκαν, 68% θα έτρωγαν καλλιεργήσιμο κοτόπουλο, 65% καλλιεργήσιμο κρέας κατσίκας ενώ και σε αυτή την περίπτωση υπήρχε ένα ποσοστό της τάξης του 19% το οποίο απάντησε πως θα καταλάωνε μοσχαρίσιο κρέας ενώ στη θρησκεία τους θεωρείται ιερό ζώο. Παρόμοια αποτελέσματα λήφθηκαν και από ομάδες βουδιστών και ιουδαίων καταναλωτών.

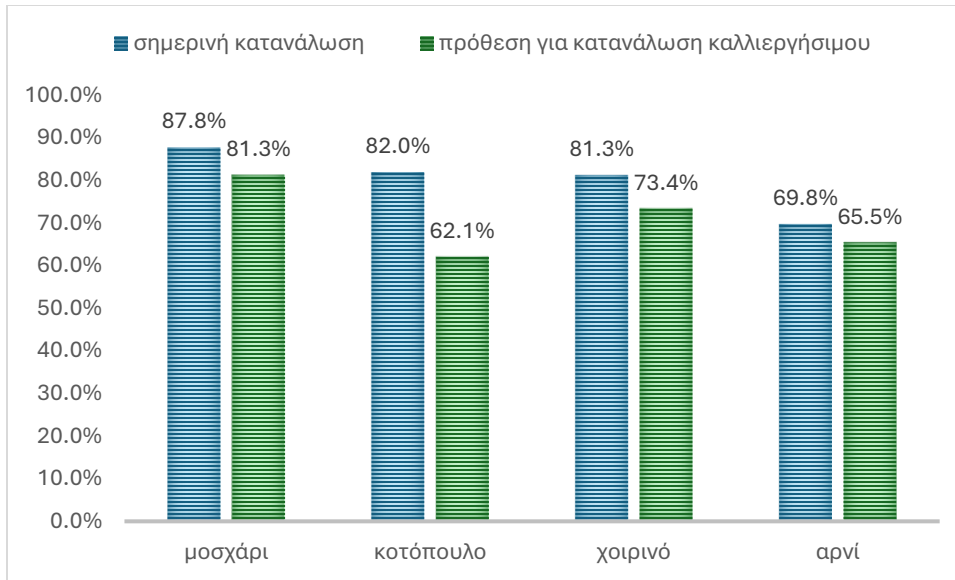
Στην ίδια έρευνα εκτός από την ερώτηση σχετικά με την κατανάλωση καλλιεργήσιμου κρέατος, οι ομάδες ρωτήθηκαν και για τις καταναλωτικές τους προτιμήσεις στο παραδοσιακό κρέας. Αν και τα αποτελέσματα ήταν πολύ ενθαρρυντικά σχετικά με την κατανάλωση καλλιεργήσιμου κρέατος σε όλες οι ομάδες εκτός από αυτή των ινδουιστών η διάθεση για κατανάλωση παραδοσιακού κρέατος ήταν μεγαλύτερη από την διάθεση για κατανάλωση καλλιεργήσιμου κρέατος.



Εικόνα 10: ποσοστό κατανάλωσης κρέατος και πρόθεσης δοκιμής καλλιεργήσιμου κρέατος από μουσουλμάνους (n=193)



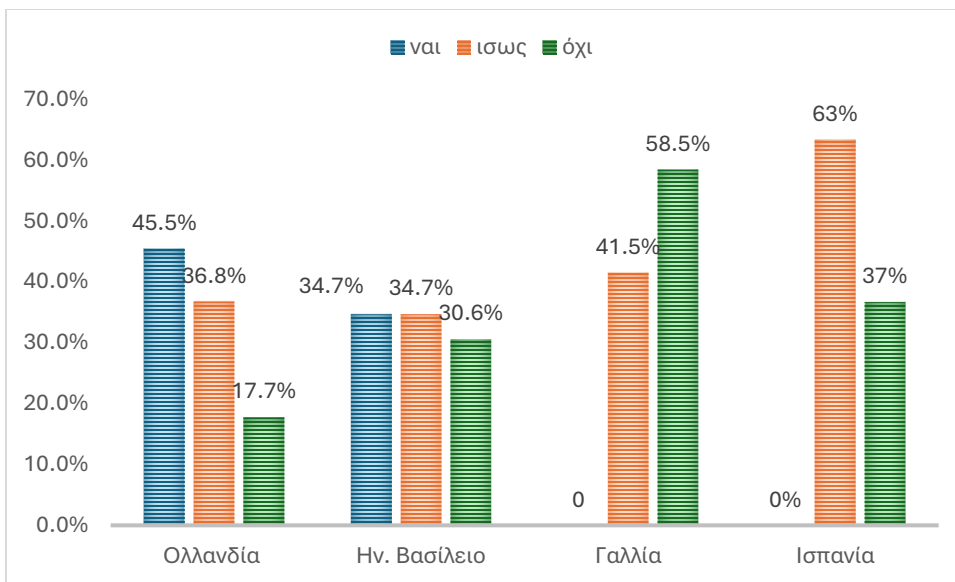
Εικόνα 11: ποσοστό κατανάλωσης και πρόθεσης δοκιμής καλλιεργήσιμου κρέατος από ινδουιστές (n=730)



Εικόνα 12: ποσοστά κατανάλωσης και πρόθεσης δοκιμής καλλιεργήσιμου κρέατος από βουδιστές(n=139)

7.3 Αποδοχή κατανάλωσης καλλιεργήσιμου κρέατος με βάση την γεωγραφική προέλευση

Εκτός από την θρησκεία και η καταγωγή παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην διαμόρφωση απόψεων ενός μεγάλου μέρους του πληθυσμού. Κοινωνίες οι οποίες είναι πιο κλειστές και πιο κοντά στις παραδόσεις τους είναι πιο δύσκολο να αποδεχθούν και να εντάξουν στην διατροφή τους το καλλιεργήσιμο κρέας. Για αυτό το λόγο σε έρευνες που έχουν γίνει και αφορούν την αποδοχή του καλλιεργήσιμου κρέατος στην Ευρώπη και στην Αμερική δείχνουν πως οι πολίτες της Αμερικής είναι πολύ πιο ανοιχτοί απέναντι στην κατανάλωση τέτοιων προϊόντων σε σχέση με τους ευρωπαίους πολίτες (Bryant et al., 2020). Πέρα από τις διαφορές που υπάρχουν μεταξύ των ηπείρων, αρκετές είναι και οι διαφορές που εμφανίζονται σε διάφορες χώρες της Ευρώπης. Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε μεταξύ τεσσάρων ευρωπαϊκών χωρών (Ολλανδία, Γαλλία, Βρετανία και Ισπανία) ανέδειξαν την Ολλανδία και την Βρετανία ως τις χώρες που είναι πιο πρόθυμες να δοκιμάσουν και να εντάξουν στη διατροφή τους το καλλιεργήσιμο κρέας ενώ η Γαλλία ήταν η χώρα που έδειξε την μικρότερη προθυμία (Boereboom et al.,2022).



Εικόνα 13: αποτελέσματα προθυμίας δοκιμής καλλιεργήσιμου κρέατος

Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε στην Ιταλία παρατηρήθηκε διαφορά μεταξύ των κατοίκων των βόρειων περιοχών σε σχέση με αυτούς που κατοικούν στην κεντρική και νότια Ιταλία σε ότι αφορά στα χαρακτηριστικά του καλλιεργήσιμου κρέατος. Στην βόρεια Ιταλία αρκετοί από τους ερωτηθέντες πιστεύουν πως το καλλιεργήσιμο κρέας είναι ασφαλέστερο και φιλικότερο προς το περιβάλλον σε σχέση με το παραδοσιακό. Όσον αφορά την δοκιμή καλλιεργήσιμου κρέατος δεν υπήρξε κάποια περιοχή που να είναι πιο σίγουρη για τη δοκιμή, όμως το 54% των συμμετεχόντων απάντησε θετικά ενώ μόλις το 21% απάντησε πως δεν θα ήθελε να το δοκιμάσει (Mancini et al., 2018). Διαφορετική φαίνεται να είναι η αντίδραση των καταναλωτών από διάφορες χώρες της Ασίας. Αν και στην διατροφή τους έχουν εντάξει για αρκετά χρόνια τώρα τα φυτικής προέλευσης προϊόντα δεν δείχνουν αρκετά πρόθυμοι να δοκιμάσουν και να εντάξουν στη διατροφή τους προϊόντα καλλιεργήσιμου κρέατος (Chia et al., 2024)

7.4 Επιρροή των διατροφικών συνήθειών και οικονομικών κριτηρίων στην αποδοχή του καλλιεργήσιμου κρέατος

Οι επιμέρους διατροφικές συνήθειες των ανθρώπων επηρεάζουν την άποψή τους απέναντι στο καλλιεργήσιμο κρέας. Μεγάλο ποσοστό των ανθρώπων έχει υιοθετήσει κάποια από τις εναλλακτικές διατροφές που δεν περιέχουν το κρέας και τα κρεατοσκευάσματα, όπως vegan, vegeterians, pescatarians και άλλες. Άνθρωποι που ανήκουν σε κάποια από αυτές τις ομάδες αλλά και άνθρωποι οι οποίοι έχουν περιορίσει

την κατανάλωση κρέατος στην καθημερινότητά τους όταν ρωτήθηκαν ποιο είδος κρέατος θα προτιμούσαν (καλλιεργήσιμο, από έντομα, plant based) απάντησαν σε μεγαλύτερο ποσοστό πως θα προτιμούσαν κυρίως τα plant based προϊόντα (Circus et. al., 2018).

Εκτός από τις διατροφικές συνήθειες, οι τιμές αυτών των προϊόντων μπορούν επίσης να επηρεάσουν τους καταναλωτές. Αρκετοί καταναλωτές δήλωσαν πως είναι διατεθειμένοι να πληρώσουν περισσότερο για προϊόντα καλλιεργήσιμου κρέατος επειδή πιστεύουν πως τα προϊόντα αυτά θα είναι καλύτερης ποιότητας από τα παραδοσιακά και θα έχουν καλύτερα χαρακτηριστικά. Άλλοι πιστεύουν πως τέτοιου είδους προϊόντα θα πρέπει να έχουν ίδια τιμή με αυτά από απλό κρέας ενώ υπάρχουν και εκείνοι που λένε πως τέτοιου είδους προϊόντα θα πρέπει να έχουν χαμηλότερη τιμή καθώς έχουν υποστεί διαφορετική επεξεργασία και δεν εμπιστεύονται την επιστήμη.

7.5 Πως η απουσία της επιστημονικής γνώσης επηρεάζει το καταναλωτικό κοινό

Μέσα από αυτές τις έρευνες έχει αποδειχθεί πως μεγάλο μέρος του καταναλωτικού κοινού ανεξαρτήτως ηλικίας, καταγωγής ή οποιουδήποτε άλλου χαρακτηριστικού, δεν είναι ενήμεροι για την ύπαρξη του καλλιεργήσιμου κρέατος. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα έρευνας που έγινε στην Ολλανδία, όπου οι συμμετέχοντες δοκίμασαν δυο μπιφτέκια από κανονικό κρέας αλλά τους είχαν ενημερώσει πως ένα από αυτά είναι από καλλιεργήσιμο κρέας, οι συμμετέχοντες που δεν γνώριζαν από πριν τι ακριβώς είναι το καλλιεργήσιμο κρέας ενώ στην αρχή ήταν αρνητικοί στη δοκιμή καλλιεργήσιμου κρέατος όταν ενημερώθηκαν από την επιστημονική ομάδα για το τι ακριβώς είναι αυτό οι απόψεις τους άλλαξαν. Με τη σωστή ενημέρωση του κοινού μπορούν τα εναλλακτικά προϊόντα να γίνουν περισσότερο αποδεκτά (Rolland et al., 2020).

Η απουσία γνώσης προκαλεί τρόπο και διάφορα προβλήματα στο καταναλωτικό κοινό όπως αυτό της τροφικής νεοφοβίας. Η τροφική νεοφοβία είναι ένα χαρακτηριστικό που έχουν όλοι οι άνθρωποι σε διαφορετικό βαθμό με σκοπό να προστατεύονται από την κατανάλωση άγνωστων τροφών οι οποίες μπορεί να προκαλέσουν προβλήματα υγείας. Το συναίσθημα αυτό διογκώνεται σε συνδυασμό με την έλλειψη εμπιστοσύνης του καταναλωτικού κοινού απέναντι στη βιομηχανία και για αυτό το λόγο αρκετοί καταναλωτές είναι αρνητικοί απέναντι στην κατανάλωση καλλιεργήσιμου κρέατος και οποιουδήποτε άλλου εναλλακτικού νέου προϊόντος (Siegrist et al., 2020). Μια λύση σε

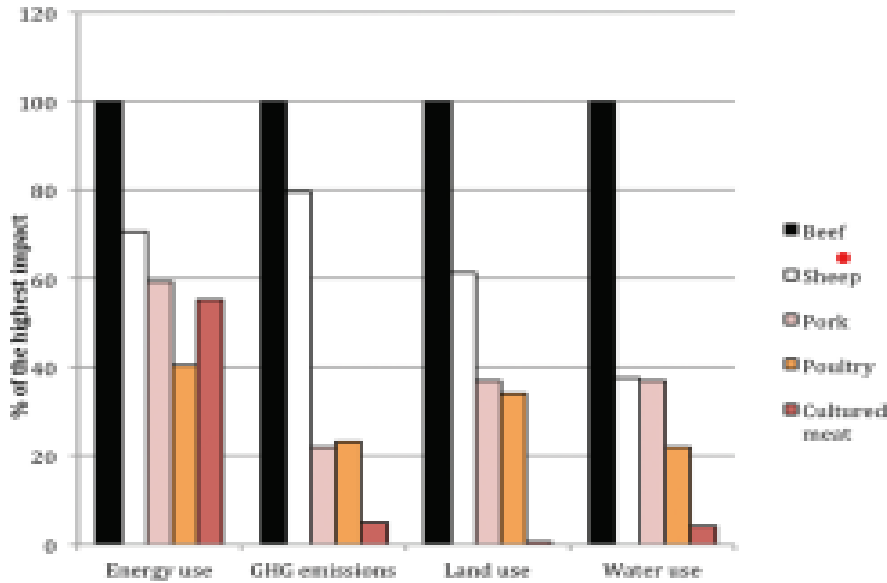
αυτό το πρόβλημα μπορεί να δοθεί με την βοήθεια των μέσων ενημέρωσης. Τα τελευταία χρόνια τα μέσα ενημέρωσης προβάλλουν το καλλιεργήσιμο κρέας και μέσω εκπομπών ενημερώνουν το καταναλωτικό κοινό σχετικά με τα οφέλη που έχει τόσο για την ανθρώπινη υγεία όσο και για το περιβάλλον. Σε ορισμένες περιπτώσεις έχουν προβληθεί και οι αντιδράσεις των καταναλωτών προβάλλοντας τόσο αυτούς που ήταν ικανοποιημένοι για την ανάπτυξη ενός τέτοιου προϊόντος που θα μπορούσε να είναι η λύση σε κάποια επικείμενη επισιτιστική κρίση, όσο και αυτούς που ήταν διστακτικοί και πίστευαν πως δεν υπάρχει λόγος για την ανάπτυξη ενός τέτοιου προϊόντος καθώς υπάρχουν πολλές εναλλακτικές πηγές πρωτεϊνών που δεν βρίσκονται ούτε σε κάποιο ζώο το οποίο θα πρέπει να θανατωθεί αλλά ούτε και σε κάποιο προϊόν που έχει παραχθεί σε έναν δοκιμαστικό σωλήνα (Tomiyama et al.,2020). Στην προσπάθεια για ενημέρωση του καταναλωτικού κοινού σχετικά με την πρόοδο στην ανάπτυξη προϊόντων από καλλιεργήσιμο κρέας πραγματοποιήθηκε ζωντανή μετάδοση της παρουσίασης και δοκιμής του πρώτου μπιφτεκιού από καλλιεργήσιμο βοδινό. Δυστυχώς όμως υπάρχουν και περιπτώσεις στις οποίες προβάλλονται απόψεις στον τύπο οι οποίες είναι αρνητικές σχετικά με την ανάπτυξη αυτών των προϊόντων χωρίς στοιχεία που να βασίζονται σε συγκεκριμένες επιστημονικές μελέτες. Στις μέρες μας, εκτός από τα μέσα ενημέρωσης υπάρχουν και τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης. Σε αυτά ο καθένας μπορεί να γράψει την άποψή του και να δώσει πληροφορίες για διάφορα θέματα χωρίς να χρειαστεί να αποδείξει πως αυτά ισχύουν. Οι πληροφορίες αυτές δημιουργούν συζητήσεις και υπάρχουν και άνθρωποι που πιστεύουν οτιδήποτε διαβάζουν (Hopkins, 2014). Η επιφυλακτικότητα του καταναλωτή και η δυσπιστία των μέσων ενημέρωσης είναι κάτι αναμενόμενο και υπάρχει συχνά σε νέα καινοτόμα προϊόντα ειδικά τροφίμων, τα οποία προφανώς πριν εισέλθουν προς κατανάλωση στην αγορά θα πρέπει να έχει εξασφαλιστεί η βραχυπρόθεσμη και μακροπρόθεσμη ασφάλεια για την υγεία των καταναλωτών.

7.6 Θέματα ηθικής

Αρκετοί καταναλωτές έχουν αποφασίσει να περιορίσουν ή ακόμα και να σταματήσουν εντελώς την κατανάλωση κρέατος για λόγους ηθικής. Η ανάπτυξη του καλλιεργήσιμου κρέατος διεγείρει το ερώτημα εάν θα μπορούσαν αυτοί οι καταναλωτές να επιλέξουν το καλλιεργήσιμο κρέας ως εναλλακτική ή αν και σε αυτό το προϊόν υπάρχουν ηθικά προβλήματα που θα τους κάνουν να το αποφύγουν.

Κάτι που κρατά τους καταναλωτές μακριά από το παραδοσιακό κρέας είναι η θανάτωση των ζώων. Το καλλιεργήσιμο κρέας προωθείται ως ένα προϊόν το οποίο δεν απαιτεί τη θανάτωση του ζώου αλλά παράγεται από κυτταρική καλλιέργεια. Οι καλλιέργειες αυτές προκύπτουν έπειτα από έλεγχο των πιθανών ζώων-δοτών μέσω βιοψιών. Σε ορισμένες περιπτώσεις το αίμα για τις βιοψίες προέρχεται από έγκυες αγελάδες οι οποίες έχουν θανατωθεί ενώ ο ορός που χρησιμοποιείται από τον οποίο αφαιρούνται τα κύτταρα οδηγεί σε θάνατο του εμβρύου (Tsvakirai,2024, Zuhai et al.,2019). Επομένως, σε αυτές τις περιπτώσεις δεν υπάρχει διαφορά ανάμεσα στην παραδοσιακή παρασκευή προϊόντων κρέατος και στην παραγωγή καλλιεργήσιμου κρέατος, όμως η έρευνα εξελίσσεται και γίνονται προσπάθειες ανάπτυξης ενός συστήματος το οποίο δεν θα περιλαμβάνει τη θανάτωση των ζώων.

Αν επεκταθεί η παραγωγή καλλιεργήσιμου κρέατος τότε η ανάγκη για ζώα θα περιοριστεί. Αυτό το γεγονός από τη μια ενδέχεται να έχει θετικό αντίκτυπο στο οικοσύστημα καθώς θα ήταν καλό για τα είδη προς εξαφάνιση. Από την άλλη πλευρά όμως υπάρχει φόβος για την διαταραχή του οικοσυστήματος στις περιοχές όπου βρίσκονται οι βοσκότοποι οι οποίοι ενδεχομένως να παραμείνουν ανεκμετάλλευτοι (Tsvakirai,2024). Το καλλιεργήσιμο κρέας δεν απαιτεί σίτιση όπως τα ζώα και επομένως μειώνεται σημαντικά ο όγκος των αποβλήτων που παράγονται (Zuhai et al., 2014).



Εικόνα 14: Σύγκριση επιρροής του περιβάλλοντος από την παραδοσιακή παραγωγή κρέατος και την παραγωγή καλλιεργήσιμου κρέατος (Tuomisto et al., 2011)

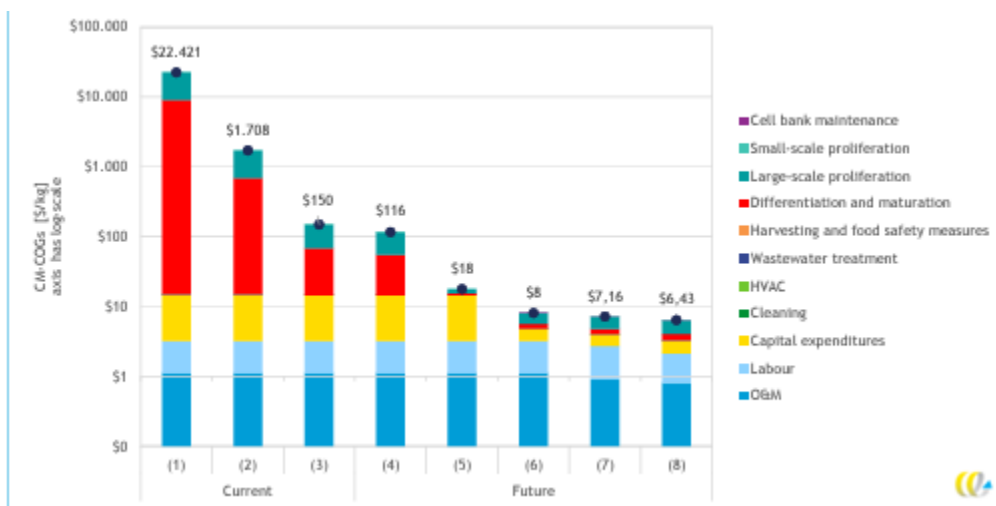
Εκτός από το οικοσύστημα με την περαιτέρω ανάπτυξη του καλλιεργήσιμου κρέατος και τον περιορισμό της κτηνοτροφίας ενδέχεται να επηρεάσει αρνητικά άλλους τομείς της οικονομικής δραστηριότητας. Η μείωση των ζώων ενδέχεται να προκαλέσει μείωση της παραγωγής ζωικών προϊόντων τα οποία δεν είναι βρώσιμα όπως το μαλλί και το δέρμα. Από αυτά προκύπτουν παραδοσιακά προϊόντα και με το πέρασμα του χρόνου έχουν δημιουργηθεί σε διάφορες περιοχές δραστηριότητες που αφορούν αυτά τα προϊόντα με σκοπό να προσελκύσουν στην περιοχή τουρίστες για να τονωθεί η τοπική οικονομία. Με την μείωση των ζώων οι δραστηριότητες αυτές θα εκλείψουν και θα υπάρξει ύφεση της τοπικής οικονομίας (Chriki et al.,2020).

Ένα άλλο σημείο γύρω από το οποίο υπάρχουν έντονες συζητήσεις είναι το πόσο υγιεινά μπορούν να χαρακτηριστούν το καλλιεργήσιμο κρέας και τα προϊόντα του. Αρκετοί πιστεύουν πως αφού παρασκευάζεται σε εργαστήριο θα περιέχει πολλά επεξεργασμένα συστατικά και καθόλου μέρη από τα ζώα και θεωρούν πως το απλό κρέας είναι καλύτερο. Άλλοι επικαλούνται την άποψη των γιατρών για μείωση της κατανάλωσης κόκκινου κρέατος και πιστεύουν πως η ανάπτυξη τέτοιων προϊόντων είναι περιττή καθώς θα συνεχίσουν να προωθούν την κατανάλωση κόκκινου κρέατος (Zuhaib et al.,2019).

Κεφάλαιο 8: Οικονομικά στοιχεία παραγωγής & έρευνα αγοράς.

8.1 Οικονομικά στοιχεία

Η εξέλιξη της παραγωγής του καλλιεργήσιμου κρέατος αποτελεί πρόκληση εξαιτίας του μεγάλου κόστους παραγωγής. Προς το παρόν η παραγωγή γίνεται μόνο σε εργαστηριακή κλίμακα και για αυτό το κόστος είναι αρκετά μεγάλο. Για την παραγωγή του πρώτου μπιφτεκιού από το καλλιεργήσιμο κρέας χρειάστηκαν 330.000\$ (Guan et al., 2021). Όμως σύμφωνα με έρευνες η παραγωγή καλλιεργήσιμου κρέατος σε μεγάλη κλίμακα αναμένεται να είναι μια πιο οικονομική διαδικασία. Το συνολικό κόστος παραγωγής προέρχεται από διαφορετικές πηγές σε σχέση με αυτό της παραγωγής του συμβατικού κρέατος και αυτό συμβαίνει επειδή για την παραγωγή του καλλιεργήσιμου κρέατος απαιτούνται καλλιεργητικά μέσα και πρόσθετα συστατικά τα οποία δεν χρησιμοποιούνται κατά την παραγωγή του συμβατικού κρέατος ενώ τα έξοδα για την σίτιση και την ευζωία των ζώων είναι πολύ μικρότερα (Fernandes et al., 2022). Με βάση δεδομένα από 26 εταιρίες το κόστος του καλλιεργήσιμου κρέατος αυτή τη στιγμή αναμένεται να είναι περισσότερο από 100\$/ kg. Το κόστος αυτό μπορεί να μειωθεί και να φτάσει τα 15\$/ kg με τις κατάλληλες τροποποιήσεις στα συστατικά του καλλιεργητικού μέσου ενώ με περαιτέρω αλλαγές στη γραμμή παραγωγής το κόστος μπορεί να μειωθεί στα 5\$/kg (Chen et al.,2021).



Εικόνα 15: ανάλυση του κόστους παραγωγής σύμφωνα με τα σημερινά δεδομένα και ανάλυση του κόστους έπειτα από τροποποιήσεις στην παραγωγή.

Το πιο ακριβό μέρος παραγωγής του καλλιεργήσιμου κρέατος είναι το κόστος των πρώτων υλών και του καλλιεργητικού μέσου. Το καλλιεργητικό μέσο είναι ακριβό επειδή περιέχει πρωτεΐνες όπως οι κυτταροκίνες αλλά και ένζυμα τα οποία έχουν μεγάλο κόστος παραγωγής εξαιτίας των πολύ απαιτητικών προτύπων που πρέπει να ακολουθηθούν για την παραγωγή τους (Guan et al.,2020). Η παραγωγή μεγάλης κλίμακας τέτοιου είδους πρωτεϊνών υπολογίζεται πως είναι 10^4 πιο ακριβή από την παραγωγή ενζύμων όπως η αμυλάση (Sprecht, 2020). Το κόστος παραγωγής του καλλιεργητικού μέσου μπορεί να μειωθεί με τροποποίηση των προτύπων ώστε η παραγωγή και χρήση των κυτταροκινών να είναι οικονομικότερη. Μια ακόμα αλλαγή η οποία θα μείωνε το κόστος παραγωγής είναι η προσθήκη υδρολυτικών πρωτεϊνών όμως έχει παρατηρηθεί πως η χρήση τους είναι δύσκολη καθώς δεν έχουν σταθερό μηχανισμό δράσης (Guan et al.,2020). Το καλλιεργητικό μέσο εκτός από πρωτεΐνες περιέχει και άλλα θρεπτικά συστατικά τα οποία χρησιμοποιούνται για να προσδώσουν στο τελικό προϊόν θρεπτικά και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά παρόμοια με αυτά του συμβατικού κρέατος. Το κόστος αυτών των συστατικών μεταβάλλεται ανάλογα με την ποιότητά τους (Humbird, 2021). Ως εκ τούτου, το κόστος του καλλιεργητικού μέσου μπορεί να μειωθεί με την επιλογή συστατικών χαμηλότερης ποιότητας τα οποία όμως να συμβαδίζουν με τα όρια της νομοθεσίας και να είναι ασφαλή για κατανάλωση.

Αρκετά μεγάλο κόστος είναι και αυτό του εξοπλισμού αφού για τον πολλαπλασιασμό των κυττάρων είναι απαραίτητη η χρήση σύγχρονων πλήρως ελεγχόμενων συνθηκών βιοαντιδραστήρων. Το κόστος τους εξαρτάται από το μέγεθός τους το οποίο θα πρέπει να είναι ανάλογο του προσδοκώμενου όγκου παραγωγής. Εκτός από βιοαντιδραστήρες για την παραγωγή των προϊόντων χρειάζεται επιπλέον εξοπλισμός όπως πιπέτες και τρυβλία Petri ενώ έχει υπολογισθεί πως το συνολικό άμεσο κόστος του εξοπλισμού μαζί με το κόστος των χώρων των εγκαταστάσεων είναι περίπου 94 εκατομμύρια δολάρια ενώ το συνολικό κόστος επένδυσης ανέρχεται στα 328 εκατομμύρια το οποίο αντιστοιχεί στα 48 εκατομμύρια δολάρια το χρόνο (Humbird et al.,2021). Ο εξοπλισμός για να λειτουργεί

σωστά είναι απαραίτητο να συντηρείται. Η διαδικασία αυτή έχει κοστολογηθεί στο 5% του συνολικού κόστους επένδυσης όμως αναμένεται στην διάρκεια των ετών να αυξηθεί με την παλαίωση του εξοπλισμού (Garrison et al., 2022).

Απαραίτητο για την λειτουργία του εργοστασίου και την παραγωγή ποιοτικών προϊόντων είναι η ύπαρξη κατάλληλα καταρτισμένου προσωπικού. Εκτός από το προσωπικό που υπάρχει σε όλες τις επιχειρήσεις τροφίμων (λογιστές, συσκευαστές, καθαριστές, νομικούς εκπροσώπους) χρειάζονται και άνθρωποι οι οποίοι θα έχουν τις απαραίτητες γνώσεις για να χειρίζονται τον εξοπλισμό ο οποίος ενώ ακόμη βρίσκεται σε στάδια δοκιμών και ανάπτυξης αναμένεται να είναι πολύ πιο εξελιγμένος από τον σημερινό εξοπλισμό που υπάρχει στη βιομηχανία. Επίσης για την εξασφάλιση της ασφάλειας των προϊόντων είναι απαραίτητοι οι μικροβιολόγοι. Τα χρήματα που θα χρειαστεί να δαπανήσει μια εταιρεία για το προσωπικό εξαρτάται από την χώρα στην οποία βρίσκεται το εργοστάσιο και την ισχύουσα νομοθεσία κάθε φορά. Για παράδειγμα στην Αμερική οι μέσες ετήσιες απολαβές ενός εργαζομένου είναι περίπου 103.000\$ ενώ στην Ινδία είναι περίπου 40% λιγότερο όμως στην συγκεκριμένη χώρα υπάρχει σχετική νομοθεσία η οποία αυξάνει τις απολαβές ανάλογα με τον αριθμό των εργαζομένων (Garrison et al., 2022).

Στα λειτουργικά έξοδα της επιχείρησης συγκαταλέγονται επίσης τα έξοδα για την υδροδότηση και την ηλεκτροδότηση τα έξοδα αυτά είναι ανάλογα της λειτουργίας του εργοστασίου. Όσο μεγαλύτερη είναι η παραγωγή τόσο μεγαλύτερη είναι και η κατανάλωση. Επίσης η τιμή διαφοροποιείται ανάλογα με το μέσο κόστος του κυβικού μέτρου και της κιλοβατώρας αντίστοιχα στην χώρα στην οποία βρίσκεται το εργοστάσιο. Στην ίδια κατηγορία ανήκουν επίσης και τα έξοδα που αφορούν στην φορολογία (Risner et al., 2020).

8.2 Έρευνα αγοράς

Παρά το γεγονός πως υπάρχουν αρκετές δυσκολίες στην παραγωγή του καλλιεργήσιμου κρέατος αυτό συνεχίζει να είναι ένα προϊόν το οποίο έχει πολύ μεγάλο ενδιαφέρον στη βιομηχανία των τροφίμων. Ιδιαίτερα από το 2013 και έπειτα όλο και περισσότερες εταιρίες επεκτείνονται σε αυτόν τον τομέα ενώ ιδρύονται πολλές start up εταιρείες σε διάφορες χώρες. Το μεγαλύτερο ποσοστό των εταιριών που δραστηριοποιούνται στον τομέα του καλλιεργήσιμου κρέατος εντοπίζεται στη βόρεια Αμερική και ακολουθούν η Ασία και η

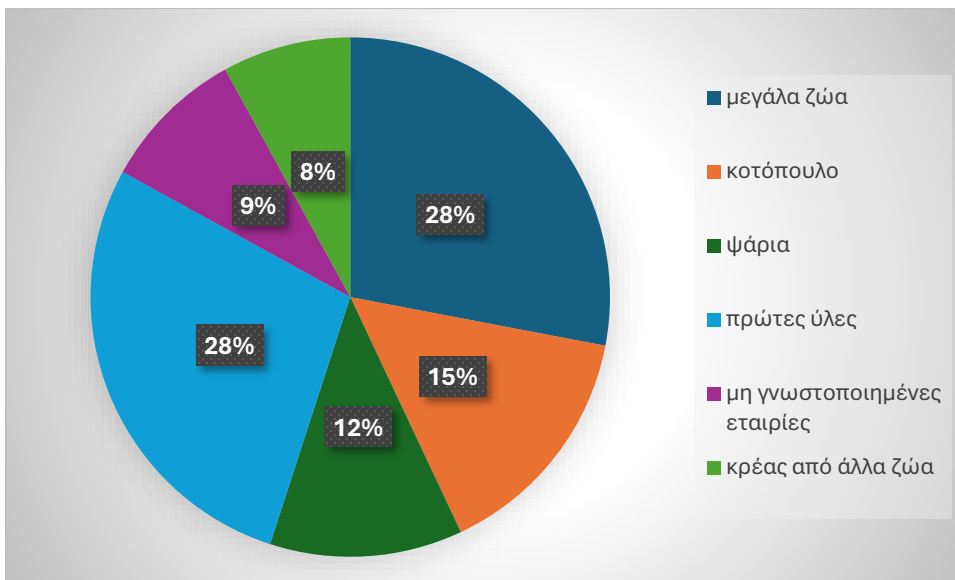
Ευρώπη (Guan et al., 2021). Γρηγορότερη εξέλιξη ώστε να γίνει διαθέσιμο το καλλιεργήσιμο κρέας στην αγορά φαίνεται πως υπάρχει σε χώρες όπως η Κίνα, η Ιαπωνία, το Ισραήλ και η Ολλανδία (FSANZ,2023). Αυτή τη στιγμή υπάρχουν περισσότερες από 100 εταιρείες στον κόσμο που ασχολούνται με το καλλιεργήσιμο κρέας και επενδύουν μεγάλα ποσά για την εξέλιξη αυτού του τομέα με τη μεγαλύτερη επένδυση να γίνεται το 2020 στην εταιρεία Upside food. Η επένδυση αυτή ήταν ύψους 186 εκατομμυρίων και αφορούσε το 2^ο στάδιο των ερευνών κάνοντας την εταιρεία την πρώτη που φτάνει σε αυτό το στάδιο τον Μάιο του 2020 (GFI, 2020). Δυο χρόνια αργότερα, τον Απρίλιο του 2022 έλαβε την μεγαλύτερη χρηματοδότηση που έχει δοθεί στην βιομηχανία, ύψους 400 εκατομμυρίων δολαρίων για να προχωρήσει στο τρίτο στάδιο, αυτό της παραγωγής σε βιομηχανική κλίμακα (PRNewswire, 2022).



Εικόνα 16: εταιρείες που έχουν ενταχθεί στην παραγωγή καλλιεργήσιμου κρέατος ανά τα χρόνια (Guan et al., 2021)

Η πρώτη start up εταιρία που ασχολήθηκε με το καλλιεργήσιμο κρέας ιδρύθηκε το 2016. Από τότε πολλές νέες εταιρίες έχουν ιδρυθεί με ραγδαίους ρυθμούς. Μέσα σε ένα χρόνο

από τον Ιανουάριο του 2018 έως τον Ιανουάριο της επόμενης χρονιάς ο αριθμός των εταιριών είχε τετραπλασιαστεί (Fernandes, et al.,2022). Το 2019 ο αριθμός των εταιριών που ασχολούνταν με το καλλιεργήσιμο κρέας είχε ανέλθει στις 55. Οι εταιρίες αυτές δεν δραστηριοποιούνται μόνο στην παραγωγή καλλιεργήσιμου κρέατος, αλλά κάποιες από αυτές ασχολούνται και με την παραγωγή καλλιεργήσιμων ψαριών και θαλασσινών ενώ υπάρχουν και αυτές που ασχολούνται με την παραγωγή των πρώτων υλών (Chen et al.,2021). Το 2020 ο συνολικός αριθμός των εταιριών είχε ξεπεράσει τις 70 ενώ από το 2016 έως και το 2020 είχαν επενδυθεί περίπου 460 δισεκατομμύρια δολάρια (Guan et al., 2021).



Εικόνα 17: Διαχωρισμός της αγοράς (Guan et al., 2021)

Κεφάλαιο 9: Συμπεράσματα και μελλοντικές προοπτικές

Η βιομηχανία παραγωγής καλλιεργήσιμου κρέατος βρίσκεται σε στάδιο άνθισης. Τα προϊόντα αυτά δεν είναι έτοιμα για διάθεση στο καταναλωτικό κοινό όμως οι ταχύτερες εξελίξεις στην διαδικασία παραγωγής τους καθώς και οι επενδύσεις σε εμπορικό επίπεδο δείχνουν πως πολύ σύντομα θα γίνουν διαθέσιμα για οικιακή χρήση. Τα προϊόντα αυτά είναι υποσχόμενα όσον αφορά το περιβαλλοντικό αποτύπωμα και τον τομέα της ευζωίας των ζώων. Στον περιβαλλοντικό τομέα αναμένονται μικρότερες εκπομπές αερίων αλλά και μείωση της σπατάλης του νερού, ενώ στον τομέα της ευζωίας των ζώων αναμένεται η ανάγκη για μικρότερο αριθμό ζώων και η βελτίωση των συνθηκών ζωής τους.

Αν και τα προϊόντα δεν έχουν φτάσει ακόμα στα χέρια των καταναλωτών για την έρευνα και ανάπτυξη του έχουν δαπανηθεί εκατομμύρια και πλέον οι επιστήμονες έχουν καταφέρει να αναπτύξουν μια γραμμή παραγωγής η οποία θα δίνει προϊόντα με τελική τιμή παρόμοια με αυτή του συμβατικού κρέατος καταφέροντας έτσι να καταστήσουν το καλλιεργήσιμο κρέας προσβάσιμο σε όλους. Η ευρεία κατανάλωση και η αποδοχή τέτοιων προϊόντων από τους καταναλωτές δεν έχει να κάνει μόνο με την τιμή του αλλά και με το κομμάτι της ηθικής. Οι επιστήμονες θα πρέπει να θέσουν ως στόχο τη μείωση της καταπόνησης των ζώων και τη βελτίωση των συνθηκών ζωής τους κατά την παραγωγική διαδικασία, έτσι θα μπορέσουν να προσελκύσουν καταναλωτές οι οποίοι έχουν σταματήσει την κατανάλωση του κρέατος για αυτούς τους λόγους.

Με τις συνεχιζόμενες εξελίξεις στον τομέα των ερευνών αναμένεται σύντομα η διάθεση στην αγορά όχι μόνο προϊόντων καλλιεργήσιμου κρέατος αλλά και άλλων τροφίμων όπως τα ιχθυηρά και τα γαλακτοκομικά. Τέλος, μια από τις πιο σύγχρονες εξελίξεις είναι η παραγωγή τροφής κατοικίδιων με τη χρήση καλλιεργήσιμου κρέατος έναντι του κανονικού. Πολύ σύντομα τα καλλιεργήσιμα προϊόντα κρέατος είναι πιθανό να αποτελούν κομμάτι της ανθρώπινης διατροφής αλλά και αυτής των κατοικίδιων.

Βιβλιογραφία

- Benjaminson, M. A., Gilchrist, J. A., & Lorenz, M. (2002). In vitro edible muscle protein production system (mpps): Stage 1, fish. *Acta Astronautica*, *51*(12), 879–889.
[https://doi.org/10.1016/S0094-5765\(02\)00033-4](https://doi.org/10.1016/S0094-5765(02)00033-4)
- Bhat, Zuhaib F., Morton, J. D., Mason, S. L., Bekhit, A. E. A., & Bhat, H. F. (2019). Technological, Regulatory, and Ethical Aspects of *In Vitro* Meat: A Future Slaughter-Free Harvest. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, *18*(4), 1192–1208. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12473>
- Bhat, Zuhaib Fayaz, Kumar, S., & Fayaz, H. (2015). In vitro meat production: Challenges and benefits over conventional meat production. *Journal of Integrative Agriculture*, *14*(2), 241–248. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(14\)60887-X](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(14)60887-X)
- Boereboom, A., Mongondry, P., De Aguiar, L. K., Urbano, B., Jiang, Z. (Virgil), De Koning, W., & Vriesekoop, F. (2022). Identifying Consumer Groups and Their Characteristics Based on Their Willingness to Engage with Cultured Meat: A Comparison of Four European Countries. *Foods*, *11*(2), 197. <https://doi.org/10.3390/foods11020197>
- Bohrer, B. M. (2017). Review: Nutrient density and nutritional value of meat products and non-meat foods high in protein. *Trends in Food Science & Technology*, *65*, 103–112. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.04.016>
- Broucke, K., Van Pamel, E., Van Coillie, E., Herman, L., & Van Royen, G. (2023). Cultured meat and challenges ahead: A review on nutritional, technofunctional and sensorial properties, safety and legislation. *Meat Science*, *195*, 109006. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2022.109006>

Brown, J. (2015). Η διατροφή στον κύκλο της ζωής.

Ιατρικές Εκδόσεις Λαγός Δημήτριος.

Bryant, C. J. (2020). Culture, meat, and cultured meat. *Journal of Animal Science*, 98(8), skaa172. <https://doi.org/10.1093/jas/skaa172>

Carneiro, R., James, C., Aung, T., & O’Keefe, S. (2022). Challenges for flavoring fish products from cellular agriculture. *Current Opinion in Food Science*, 47, 100902. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2022.100902>

Chandimali, N., Park, E. H., Bak, S.-G., Won, Y.-S., Lim, H.-J., & Lee, S.-J. (2024). Not seafood but seafood: A review on cell-based cultured seafood in lieu of conventional seafood. *Food Control*, 162, 110472. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2024.110472>

Chen, L., Guttieres, D., Koenigsberg, A., Barone, P. W., Sinskey, A. J., & Springs, S. L. (2022). Large-scale cultured meat production: Trends, challenges and promising biomanufacturing technologies. *Biomaterials*, 280, 121274. <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2021.121274>

Chia, A., Shou, Y., Wong, N. M. Y., Cameron-Smith, D., Sim, X., Van Dam, R. M., & Chong, M. F.-F. (2024). Complexity of consumer acceptance to alternative protein foods in a multiethnic Asian population: A comparison of plant-based meat alternatives, cultured meat, and insect-based products. *Food Quality and Preference*, 114, 105102. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2024.105102>

Chodkowska, K. A., Wódz, K., & Wojciechowski, J. (2022). Sustainable Future Protein Foods: The Challenges and the Future of Cultivated Meat. *Foods*, 11(24), 4008. <https://doi.org/10.3390/foods11244008>

- Chriki, S., & Hocquette, J.-F. (2020). The Myth of Cultured Meat: A Review. *Frontiers in Nutrition*, 7, 7. <https://doi.org/10.3389/fnut.2020.00007>
- Cibum*. (2022). <https://cibum.gr/>
- Circus, V. E., & Robison, R. (2019). Exploring perceptions of sustainable proteins and meat attachment. *British Food Journal*, 121(2), 533–545. <https://doi.org/10.1108/BFJ-01-2018-0025>
- Deliza, R., Rodríguez, B., Reinoso-Carvalho, F., & Lucchese-Cheung, T. (2023). Cultured meat: A review on accepting challenges and upcoming possibilities. *Current Opinion in Food Science*, 52, 101050. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2023.101050>
- Djisalov, M., Knežić, T., Podunavac, I., Živojević, K., Radonic, V., Knežević, N. Ž., ... Gadžanski, I. (2021). Cultivating Multidisciplinarity: Manufacturing and Sensing Challenges in Cultured Meat Production. *Biology*, 10(3), 204. <https://doi.org/10.3390/biology10030204>
- Farouk, M. M., Al-Mazeedi, H. M., Sabow, A. B., Bekhit, A. E. D., Adeyemi, K. D., Sazili, A. Q., & Ghani, A. (2014). Halal and kosher slaughter methods and meat quality: A review. *Meat Science*, 98(3), 505–519. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.05.021>
- Fernandes, A. M., Teixeira, O. D. S., Fantinel, A. L., Revillion, J. P. P., & Souza, Â. R. L. D. (2022). Technological prospecting: The case of cultured meat. *Future Foods*, 6, 100156. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2022.100156>
- Food Standards Australia New Zealand*. <https://www.foodstandards.gov.au>
- Fraeye, I., Kratka, M., Vandeburgh, H., & Thorrez, L. (2020). Sensorial and Nutritional Aspects of Cultured Meat in Comparison to Traditional Meat: Much to Be Inferred. *Frontiers in Nutrition*, 7, 35. <https://doi.org/10.3389/fnut.2020.00035>

- Garrison, G. L., Biermacher, J. T., & Brorsen, B. W. (2022). How much will large-scale production of cell-cultured meat cost? *Journal of Agriculture and Food Research*, 10, 100358. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2022.100358>
- Godfray, H. C. J., Aveyard, P., Garnett, T., Hall, J. W., Key, T. J., Lorimer, J., ... Jebb, S. A. (2018). Meat consumption, health, and the environment. *Science*, 361(6399), eaam5324. <https://doi.org/10.1126/science.aam5324>
- Good food institute. <https://gfi.org/>
- Guan, X., Lei, Q., Yan, Q., Li, X., Zhou, J., Du, G., & Chen, J. (2021). Trends and ideas in technology, regulation and public acceptance of cultured meat. *Future Foods*, 3, 100032. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2021.100032>
- Hallman, W. K., Hallman, W. K., & Hallman, E. E. (2023). Cell-based, cell-cultured, cell-cultivated, cultured, or cultivated. What is the best name for meat, poultry, and seafood made directly from the cells of animals? *Npj Science of Food*, 7(1), 62. <https://doi.org/10.1038/s41538-023-00234-x>
- Hettinga, K., & Bijl, E. (2022). Can recombinant milk proteins replace those produced by animals? *Current Opinion in Biotechnology*, 75, 102690. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2022.102690>
- Hopkins, P. D. (2015). Cultured meat in western media: The disproportionate coverage of vegetarian reactions, demographic realities, and implications for cultured meat marketing. *Journal of Integrative Agriculture*, 14(2), 264–272. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(14\)60883-2](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(14)60883-2)
- Humbird, D. (2021). Scale-up economics for cultured meat. *Biotechnology and Bioengineering*, 118(8), 3239–3250. <https://doi.org/10.1002/bit.27848>

- Jahir, N. R., Ramakrishna, S., Abdullah, A. A. A., & Vigneswari, S. (2023). Cultured meat in cellular agriculture: Advantages, applications and challenges. *Food Bioscience*, 53, 102614. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.102614>
- Kwon, H. C., Jung, H. S., Kothuri, V., & Han, S. G. (2024). Current status and challenges for cell-cultured milk technology: A systematic review. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 15(1), 81. <https://doi.org/10.1186/s40104-024-01039-y>
- Letti, L. A. J., Karp, S. G., Molento, C. F. M., Colonia, B. S. O., Boschero, R. A., Soccol, V. T., ... Soccol, C. R. (2021). Cultivated meat: Recent technological developments, current market and future challenges. *Biotechnology Research and Innovation*, 5(1), e2021001. <https://doi.org/10.4322/biori.202101>
- Mancini, M. C., & Antonioli, F. (2019). Exploring consumers' attitude towards cultured meat in Italy. *Meat Science*, 150, 101–110. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.12.014>
- Markovic, I., Ilic, J., Markovic, D., Simonovic, V., & Kosanic, N. (n.d.). *COLOR MEASUREMENT OF FOOD PRODUCTS USING CIE L*a*b* AND RGB COLOR SPACE*.
- Munteanu, C., Mireșan, V., Răducu, C., Ihuț, A., Uiuiu, P., Pop, D., ... Groza, I. (2021). Can Cultured Meat Be an Alternative to Farm Animal Production for a Sustainable and Healthier Lifestyle? *Frontiers in Nutrition*, 8, 749298. <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.749298>
- Nishinari, K., & Fang, Y. (2018). Perception and measurement of food texture: Solid foods. *Journal of Texture Studies*, 49(2), 160–201. <https://doi.org/10.1111/jtxs.12327>
- Ong, K. J., Johnston, J., Datar, I., Sewalt, V., Holmes, D., & Shatkin, J. A. (2021). Food safety considerations and research priorities for the cultured meat and seafood industry.

Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 20(6), 5421–5448.

<https://doi.org/10.1111/1541-4337.12853>

Pakseresht, A., Ahmadi Kaliji, S., & Canavari, M. (2022a). Review of factors affecting consumer acceptance of cultured meat. *Appetite*, 170, 105829.

<https://doi.org/10.1016/j.appet.2021.105829>

Paredes, J., Cortizo-Lacalle, D., Imaz, A. M., Aldazabal, J., & Vila, M. (2022). Application of texture analysis methods for the characterization of cultured meat. *Scientific Reports*,

12(1), 3898. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-07785-1>

Risner, D., Li, F., Fell, J. S., Pace, S. A., Siegel, J. B., Tagkopoulos, I., & Spang, E. S. (2020). Preliminary Techno-Economic Assessment of Animal Cell-Based Meat. *Foods*, 10(1), 3.

<https://doi.org/10.3390/foods10010003>

Rolland, N. C. M., Markus, C. R., & Post, M. J. (2020). The effect of information content on acceptance of cultured meat in a tasting context. *PLOS ONE*, 15(4), e0231176.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0231176>

Rorheim, A., Mannino, A., Baumann, T., & Caviola, L. (n.d.). *Cultured Meat: An Ethical Alternative To Industrial Animal Farming*.

Rubio, N., Datar, I., Stachura, D., Kaplan, D., & Krueger, K. (2019). Cell-Based Fish: A Novel Approach to Seafood Production and an Opportunity for Cellular Agriculture.

Frontiers in Sustainable Food Systems, 3, 43. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2019.00043>

Ruiz-Capillas, C., Herrero, A. M., Pintado, T., & Delgado-Pando, G. (2021). Sensory Analysis and Consumer Research in New Meat Products Development. *Foods*, 10(2), 429.

<https://doi.org/10.3390/foods10020429>

- Siddiqui, S. A., Bahmid, N. A., Karim, I., Mehany, T., Gvozdenko, A. A., Blinov, A. V., ... Lorenzo, J. M. (2022). Cultured meat: Processing, packaging, shelf life, and consumer acceptance. *LWT*, *172*, 114192. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.114192>
- Siegrist, M., & Hartmann, C. (2020). Perceived naturalness, disgust, trust and food neophobia as predictors of cultured meat acceptance in ten countries. *Appetite*, *155*, 104814. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2020.104814>
- Specht, L. (2020). An analysis of culture medium costs and production volumes for cultivated meat. The Good Food institute.
- Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T. D., Castel, V., Rosales M., M., & Haan, C. de. (2006). *Livestock's long shadow: Environmental issues and options*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Talegaonkar, S., Pandey, S., Rai, N., Rawat, P., Sharma, H., & Kumari, N. (2016). Exploring nanoencapsulation of aroma and flavors as new frontier in food technology. In *Encapsulations* (pp. 47–88). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804307-3.00002-8>
- Thiele, C. J., Hudson, M. D., Russell, A. E., Saluveer, M., & Sidaoui-Haddad, G. (2021). Microplastics in fish and fishmeal: An emerging environmental challenge? *Scientific Reports*, *11*(1), 2045. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-81499-8>
- Tomiyama, A. J., Kawecki, N. S., Rosenfeld, D. L., Jay, J. A., Rajagopal, D., & Rowat, A. C. (2020). Bridging the gap between the science of cultured meat and public perceptions. *Trends in Food Science & Technology*, *104*, 144–152. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.07.019>

- Tsvakirai, C. Z. (2024). The valency of consumers' perceptions toward cultured meat: A review. *Heliyon*, 10(6), e27649. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e27649>
- Tuomisto, H. L. (2019). The eco-friendly burger: Could cultured meat improve the environmental sustainability of meat products? *EMBO Reports*, 20(1), e47395. <https://doi.org/10.15252/embr.201847395>
- Tuomisto, H. L., & Teixeira De Mattos, M. J. (2011). Environmental Impacts of Cultured Meat Production. *Environmental Science & Technology*, 45(14), 6117–6123. <https://doi.org/10.1021/es200130u>
- Unated nations. <https://unric.org/>
- Waltz, E. (2022). Cow-less milk: The rising tide of animal-free dairy attracts big players. *Nature Biotechnology*, 40(11), 1534–1536. <https://doi.org/10.1038/s41587-022-01548-z>
- Wang, J., Sakai, K., & Kiwa, T. (2023). All-in-one terahertz taste sensor: Integrated electronic and bioelectronic tongues. *Sensors & Diagnostics*, 2(3), 620–626. <https://doi.org/10.1039/D3SD00038A>
- Wilson, C. L. (2008). *Microbial food contamination* (2nd ed). Boca Raton: CRC Press.
- Zhang, L., Hu, Y., Badar, I. H., Xia, X., Kong, B., & Chen, Q. (2021). Prospects of artificial meat: Opportunities and challenges around consumer acceptance. *Trends in Food Science & Technology*, 116, 434–444. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.07.010>
- Zidarič, T., Milojević, M., Vajda, J., Vihar, B., & Maver, U. (2020). Cultured Meat: Meat Industry Hand in Hand with Biomedical Production Methods. *Food Engineering Reviews*, 12(4), 498–519. <https://doi.org/10.1007/s12393-020-09253-w>
- Zurr, I. (2008). *Growing semi-living art*.

Ελληνική Βιβλιογραφία

ΕΦΕΤ. www.efet.gr

Σιώζος Σ. (2016). Κίνδυνος από αλλεργιογόνα συστατικά τροφίμων

Σφλώμος Κωνσταντίνος, Β. Θ. (2019). Εισαγωγή στην Επιστήμη και Τεχνολογία
Τροφίμων. Αθήνα: Τσοτρας.

Τσάκνης, Ι. (2021). *ποιότητα και ασφάλεια τροφίμων και ποτών*. Αθήνα: Εκδόσεις Τζιόλα