

# Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society

Vol 33, No 2 (1982)

**Υπεύθυνοι σύμφωνα με το νόμο**

ΙΣΤΟΚΤΗΤΗΣ: ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΚΤΗΝΙΑΤΡΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ

Επιστημονικό Σωματείο άνεγναρισμένο, ἄριθ. ἀποφ. 5410/19.2.1975 Πρωτοδικείου Ἀθηνῶν. Πρόεδρος γιὰ τὸ ἔτος 1982. Σπ. Κυριακῆς

ΕΚΔΟΤΗΣ: Ἐκδίδεται ὑπὸ αἰρετῆς πενταμελοῦς συντακτικῆς ἐπιτροπῆς (Σ.Ε.) μελῶν τῆς Ε.Κ.Ε.

ΥΠ/ΝΟΣ ΣΥΝΤΑΞΕΩΣ: Ὁ Πρόεδρος τῆς Σ.Ε. Λουκᾶς Εὐσταθίου, Ζαλοκώστα 30, Χαλάνδρι. Τηλ. 6823459

Μέλη Σινδῆς Ἐπ.:  
 Χ. Παππούς  
 Α. Σαϊμένης  
 Ι. Δημητριάδης  
 Σ. Κολλῆγης

Φωτοστοιχειοθεσία - Ἐκτύπωση:  
 ΕΠΤΑΛΟΦΟΣ Α.Β.Ε.Ε.

Ἀρθροῦ 12-16 Ἀθῆναι  
 Τηλ. 9217513 - 9214820  
 ΤΟΠΟΣ ΕΚΔΟΣΕΩΣ: Ἀθῆναι

**Ταχ. Διεύθυνση:**  
 Ταχ. θυρίδα 546  
 Κεντρικὸ Ταχυδρομεῖο  
 Ἀθῆναι

**Συνδρομῆς:**

Ἐτησίᾳ ἐπιστημικῶν	δρχ.	500
Ἐτησίᾳ ἐξωτερικῶν	+	1000
Ἐτησίᾳ φοιτητῶν ἡμεδαπῆς	+	300
Ἐτησίᾳ φοιτητῶν ἀλλοδαπῆς	+	500
Τιμὴ ἐκστούτου τεύχους	+	200
Ἴδρυματα κ.λπ.	+	1000

**Address:** P.O.B. 546  
 Central Post Office  
 Athens - Greece

**Redaction:** L. Efstathiou  
 Zalokosta 30,  
 Halandri  
 Greece

**Subscription rates:**  
 (Foreign Countries)  
 \$ U.S.A. 20 per year.



**Δελτίον**  
 ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ  
 ΚΤΗΝΙΑΤΡΙΚΗΣ ΕΤΑΙΡΕΙΑΣ

ΤΡΙΜΗΝΙΑΙΑ ΕΚΔΟΣΗ  
 ΠΕΡΙΟΔΟΣ Β  
 ΤΟΜΟΣ 33  
 ΤΕΥΧΟΣ 2

ΑΠΡΙΛΙΟΣ - ΙΟΥΝΙΟΣ  
 1982

**Bulletin**  
 OF THE HELLENIC  
 VETERINARY MEDICAL SOCIETY

QUARTERLY  
 SECOND PERIOD  
 VOLUME 33  
 No 2

APRIL - JUNE  
 1982

Ἐπιτυχῆς καὶ ἐμβόσματα ἀποστέλλονται ἐπ' ὄνοματι κ. Στ. Μάλαρη κτην. Ἴνστ. Ὑγιανῆς καὶ τεχνολογίας Τροφίμων, Ἱερά ὁδὸς 75, Τ.Τ. 301 Ἀθῆναι. Μελέτες, ἐπιστολὲς κ.λπ. ἀποστέλλονται πρὸς κ. Α. Εὐσταθίου, Κτηνιατρικὸ Ἰνστιτούτο Φυσιολογίας, Ἀντιπαραγωγῆς καὶ Διατροφῆς Ζώων, Ναυπόλεως 9-25, Ἁγία Παρασκευῆ Ἀττικῆς.

## Επίδραση της ηλεκτροδιέγερσης στην ποιότητα του πρόβειου κρέατος

Σ. ΓΕΩΡΓΑΚΗΣ, Κ. ΒΑΡΕΛΤΖΗΣ, Ε. ΑΓΑΚΙΔΟΥ, Α. ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΔΟΥ

doi: [10.12681/jhvms.21538](https://doi.org/10.12681/jhvms.21538)

Copyright © 2019, Σ. ΓΕΩΡΓΑΚΗΣ, Κ. ΒΑΡΕΛΤΖΗΣ, Ε. ΑΓΑΚΙΔΟΥ, Α. ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΔΟΥ



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

### To cite this article:

ΓΕΩΡΓΑΚΗΣ Σ., ΒΑΡΕΛΤΖΗΣ Κ., ΑΓΑΚΙΔΟΥ Ε., & ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΔΟΥ Α. (2019). Επίδραση της ηλεκτροδιέγερσης στην ποιότητα του πρόβειου κρέατος. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 33(2), 159-164. <https://doi.org/10.12681/jhvms.21538>

## ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΟΔΙΕΓΕΡΣΗΣ ΣΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΠΡΟΒΕΙΟΥ ΚΡΕΑΤΟΣ

ΓΕΩΡΓΑΚΗ Σ., ΒΑΡΕΛΤΖΗ Κ., ΑΓΑΚΙΔΟΥ Ε. και Α. ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΔΟΥ\*

### THE ELECTRICAL STIMULATION OF LAMB MEAT

GEORGAKIS S., VARELTZIS K., AGAKIDOU E. and A. ELEFThERiADOU\*

### SUMMARY

A research of the literature reveals that the tenderness of the meat is affected by its electrical stimulation (ES) when it is taking place under specific conditions.

The effect of the electrical stimulation (ES) has been investigated concerning the tenderness ability of lamb as well as the alterations of lactic acid, total creatinine, pH, Water Holding Capacity (WHC) and brightness of the muscle. The psoas major muscles were removed from the sheep carcasses. The right one was under electrocution of 150 V, 23 mA in 50 KHz for 50 sec, 30 min after slaughter. The left one was used as a control muscle. Two samples were taken from the psoas major muscles (sample-control muscle) which were kept in a refreg. temperature wrapped up in alluminum foil, directly and 24 hours after the electrocution of the psoas major muscles. It is obvious from the results that:

1. There is no change of the WHC values of the meat between sample and control muscle.

2. The brightness of the meat of the control muscle (GÖFO value) was:  $G\ddot{O}F\ddot{O}_0 = \bar{x} = 85,71$  and  $G\ddot{O}F\ddot{O}_{24} = \bar{x} = 86,28$  and the brightness of the meat of the sample was  $G\ddot{O}F\ddot{O}_0 = \bar{x} = 86,00$  and  $G\ddot{O}F\ddot{O}_{24} = \bar{x} = 85,57$ . No important difference has been found statistically between  $G\ddot{O}F\ddot{O}_{24}$  value of the control muscle and  $G\ddot{O}F\ddot{O}_{24}$  value of the sample for  $Z_{0,05}$  value.

3. Total creatinine content (mg/g) was:

a) In the control muscle:  $\bar{x}_0 = 0,239 \pm 0,093$  and  $\bar{x}_{24} = 0,357 \pm 0,075$

b) In the sample:  $\bar{x}_0 = 0,276 \pm 0,155$  and  $\bar{x}_{24} = 0,424 \pm 0,202$

A real increase of the total creatinine content has been found in the sample. However, this difference is not statistically significant for  $Z_{0,05}$  value.

4. The lactic acid content (mg/g) was found out to be:

a) In the control muscle:  $\bar{x}_0 = 0,292 \pm 0,128$  and  $\bar{x}_{24} = 0,422 \pm 0,040$

b) In the sample:  $\bar{x}_0 = 0,367 \pm 0,096$  and  $\bar{x}_{24} = 0,544 \pm 0,104$

There is no important statistical difference between the  $\bar{x}_{24}$  values of the control muscle and the sample for  $Z_{0,05}$  value.

\* Από την έδρα Τεχνολογίας Προϊόντων Ζωικής Προελεύσεως της Κτηνιατρικής Σχολής του Α.Π.Θ.. Διευθυντής ο καθηγητής Σ. Γεωργάκης.

\* Department of Technology of Animal Origin Products, School of Veterinary Medicine, University of Thessaloniki - Greece

5. The pH values ranged as follows;

a) In the control muscle:  $\bar{x}_0 = 6,65 \pm 0,031$  and  $\bar{x}_{24} = 6,07 \pm 0,032$

b) In the sample:  $\bar{x}_7 = 6,54 \pm 0,281$  and  $\bar{x}_{24} = 6,01 \pm 0,307$

There is no important statistical difference between the above mentioned values of  $\bar{x}_{24}$  of the control muscle and the sample.

6. In spite of the fact that the meat had not ripened yet the sample was much tenderer than the control muscle. Generally it is obvious that the electrocution affects to a great extent certain biochemical changes which take place inside the muscle after death. In this way the meat becomes more tender without any indication of it becoming ripened at an accelerating rate. Furthermore, there are changes (relative to the control muscle) in the values of lactic acid content, total creatinine content, GÖFO and pH.

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η χρήση τής ηλεκτροδιέγερσης (ΗΔ) στά σφάγια άναφέρθηκε για πρώτη φορά, πριν από 30 χρόνια (1951). Μάλιστα, ή μελέτη έκείνη, καλύφθηκε και από τό ύπ' αριθμ. 2.544.681 δίπλωμα εύρεσιτεχνίας τών Η.Π.Α. (Harsham and Deatherage). Όμως, ή ΗΔ, άρχισε νά κινεί τό έντονο ένδιαφέρον τών έρευνητών από τό 1975, και μάλιστα όταν διαπιστώθηκε, άρχικά στη Νέα Ζηλανδία, όπου οί ζημιές τής παραγωγής του πρόβειου κρέατος ήταν τεράστιες, πώς ή μέθοδος αυτή, είχε κάποια επίδραση στην προστασία του κρέατος από την ψυχρή συστολή (Cold shortening). Σύμφωνα με τίς άπόψεις τής έποχής έκείνης, τά σφάγια τών προβάτων που προορίζονταν για έξαγωγή, τεμαχίζονταν ζεστά άκόμα. Στη συνέχεια ψύχονταν και καταψύχονταν. Στά σφάγια αυτά (που ψύχονταν δηλ. γρήγορα και σε θερμοκρασίες χαμηλότερες από +10°C) παρατηρούνταν μία πολύ σημαντική μυϊκή σύσπαση, ή όποία τελικά όδηγούσε στην παραγωγή ένός προϊόντος μειωμένης ποιοτικής καταστάσεως, άφου τό κρέας τους ήταν έξαιρετικά δυσμάσητο.

Η διαπίστωση πώς ή ΗΔ κάτω από όρισμένες συνθήκες παρεμπόδιζε την εμφάνιση τής μεταβολής αυτής, όπως ήταν φυσικό, άνοιξε ένα νέο έρευνητικό τομέα τής τεχνολογίας του κρέατος. Σήμερα, πάνω στο θέμα τής επίδρασης τής ΗΔ στην ποιότητα του κρέατος, άσχολεϊται ένα πολύ μεγάλος αριθμός έρευνητών σ' όλον τόν κόσμο.

Ός ΗΔ στην τεχνολογία του κρέατος χαρακτηρίζεται ή όίοδος ηλεκτρικού ρεύματος δια μέσου όλόκληρου του σφαγίου ή τών ήμιμορίων του, ή τών τεμαχίων του κρέατος. Το ηλεκτρικό ρεύμα (έναλασσόμενο ή συνεχές) ώθειται με παλμούς στο κρέας. Η τάση, ή ένταση, ό αριθμός τών παλμών, ή συχνότητα και ή διάρκειά τους, άποτελούν τά στοιχεία τής ΗΔ. Στη βιβλιογραφία άναφέρονται πολλοί συνδυασμοί τών παραμέτρων αυτών· αλλά άκόμα είναι δύσκολο νά άποφανθεί κανείς, με άπόλυτη βεβαιότητα, για την εφαρμογή στην πράξη του πιο κατάλληλου συνδυασμού τών παραπάνω παραμέτρων.

Άπό πλευράς πρακτικότητας και οικονομίας επενδυόμενου κεφαλαίου, φαίνεται πώς ή ΗΔ/ΧΤ (25-40 V) πρέπει νά προτιμάται από την ΗΔ/ΥΤ (250-600 V) άφου ή δεύτερη, ως έγκατάσταση και ως λειτουργία κοστίζει περίπου 10 φορές περισσότερο από όσο ή πρώτη, τά δε άποτελέσματά τους δέν φαίνεται νά διαφέρουν οδσιαστικά μεταξύ τους.

Τό ηλεκτρικό ρεύμα, όταν διέρχεται από τό κρέας, προκαλεί τη δημιουργία μιάς όλόκληρης σειράς βιοχημικών αντιδράσεων αλλά και μορφολογικών μεταβολών μέσα στα κύτταρα και στους ίστους.

Σέ γενικές γραμμές, γίνεται σήμερα παραδεκτό, πώς τό ηλεκτρικό ρεύμα, όταν περνάει μέσα από τό κρέας, προκαλεί μία έντονη ένεργοποίηση, τουλάχιστον όρισμένων ένζυμικών συστημάτων (Potthast, 1980). Η γλυκόλυση και ή άποδόμηση του ATP γίνονται πιο γρήγορα. Το pH, σύντομα κατεβαίνει σε επίπεδα τέτοια που επιτρέπουν μία γρήγορη ψύξη ή και κατάψυξη του κρέατος χωρίς τόν κίνδυνο τής ψυχρής συστολής.

Οί καθεμίνες, που επίσης ενεργοποιούνται, με μία πρωτεολυτική διαδικασία προκαλούν όδρόλυση μεγαλομοριακών λευκωματούχων ένώσεων. Άκόμα άναφέρθηκε (Potthast, 1980), πώς παρατηρήθηκαν και θραύσεις μεγαλομοριακών ένώσεων που βρίσκονται μέσα στα μυϊκά κύτταρα.

Παράλληλα φαίνεται, πώς η ΗΛ επηρεάζει ευνοϊκά τὸ ὀπώδες, τὴ γεύση, καθὼς καὶ τὸν χρωματισμὸ τοῦ κρέατος. Ἡ νεκρική ἀκαμψία ἐγκαθίσταται γρηγορώτερα κατὰ 10-12 ὄρες καὶ οἱ ἀπόλοιες βάρους εἶναι μειωμένες.

Σ' ὅτι ἀφορᾷ στὸν τομέα οἰκονομίας ἐνέργειας, γίνεται δεκτὸ πὼς, ἀφοῦ τὰ σφάγια πού ὑποβλήθηκαν σὲ ΗΛ ὀρμάζουν γρηγορώτερα, (ὁ χρόνος τῆς ὀρμάσεως περιορίζεται κατὰ 30% περίπου), μποροῦν νὰ δοθοῦν πιὸ νωρὴς στὴν κατανάλωση. Φαίνεται λοιπὸν πὼς, γιὰ τὸ λόγο αὐτὸ ὑπάρχει μιὰ μειωμένη κατανάλωση ἠλεκτρικοῦ ρεύματος.

Ἐκτὸς ὁμοῦ ἀπὸ τὶς παραπάνω βιοχημικὲς μεταβολές, παρατηροῦνται καὶ μορφολογικὲς μεταβολές τῶν μυϊκῶν κυττάρων. Οἱ πιὸ χαρακτηριστικὲς πού ἀναφέρονται στὴν βιβιογραφία καὶ πού φαίνεται πὼς ἐπηρεάζουν τὴν τρυφερότητα τοῦ κρέατος εἶναι ἡ μεταβολὴ τοῦ μήκους τῶν σαρκομεριδίων.

Τέλος, πρέπει νὰ σημειωθεῖ, πὼς ὑπάρχει καλύτερη καὶ μεγαλύτερη συντήρηση τοῦ νοποῦ κρέατος πού ἠλεκτροπλήχθηκε καὶ ἀκόμα, πὼς τὸ κρέας αὐτό, μπορεῖ νὰ τεμαχιστεῖ 2 περίπου ὄρες ὕστερα ἀπὸ τὴ σφαγὴ.

## ΥΛΙΚΟ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Τὸ πρῶτο μέρος ἑνὸς προγράμματος πού γίνεται στὸ ἐργαστήριό καὶ τοῦ ὁποῖου τὰ ἀποτελέσματα παρουσιάζονται σήμερα, ἀναφέρεται σὲ ὀρισμένες ἐπιπτώσεις πού μπορεῖ νὰ ἔχει ἡ ΗΛ στὴν πιότητα τοῦ κρέατος τοῦ προβάτου.

Γιὰ τὴν ΗΛ χρησιμοποιήθηκε ἀπὸ μᾶς μιὰ ἀπλὴ συσκευὴ πού κατασκευάσθηκε μὲ ὑπόδειξή μας καὶ ἡ ὁποία ἱκανοποιεῖ κατὰ κάποιον τρόπο τὶς ἀπαιτήσεις τῆς ἐργασίας αὐτῆς.

Ὡς ὕλικὸ χρησιμοποιήθηκαν 10 πρόβατα ἐγχώριας φυλῆς. Ἡ θρεπτικὴ τους κατάσταση δὲν ἦταν ἰδιαίτερα καλὴ· ἀνταποκρινόταν ὁμοῦ αὐτὴ στὸν μέσο ὄρο περίπου τῆς θρεπτικῆς καταστάσεως τῶν ζώων πού συνήθως ἐρχονται στὰ σφαγεῖα τῆς χώρας μας.

Τὰ πρόβατα σφάζονταν στὸ ἐργαστήριό καὶ ἀμέσως ἀφαιροῦνταν οἱ ψοῖτες. Τριάντα λεπτά μετὰ τὴ σφαγὴ, ὁ ψοῖτης τοῦ δεξιοῦ ἡμιμορίου ἠλεκτροπλήσταν μὲ 150 V, 23 mA (50 Hz) γιὰ 50". Ὁ ψοῖτης τοῦ ἄλλου ἡμιμορίου (ἀριστερός) χρησίμευε ὡς μάρτυρας. Ἀπὸ τοὺς δύο ψοῖτες (δείγμα-μάρτυρας) πού φυλάγονταν σὲ θερμοκρασία ψυγείου τυλιγμένοι σὲ ἀλουμινόχαρτο, παίρνονταν δείγματα ἀμέσως καὶ 24 ὄρες μετὰ τὴν ἠλεκτροπληξία.

Στὰ δείγματα ἐξετάζονταν ἡ ΙΣΥ (Hamm, 1972), ἡ τιμὴ GÖFO (μὲ εἰδικὴ συσκευὴ), ἡ περιεκτικὸτητα σὲ κρεατινίνη (Anonym, 1973), ἡ περιεκτικὸτητα σὲ γαλακτικὸ ὄξύ (Sinell und Lange, 1979), τὸ pH καὶ ἡ τρυφερότητα τοῦ κρέατος (ἀνάλυση μὲ τὶς αἰσθήσεις ἀπὸ ὀμάδα τοῦ ἐργαστηρίου). Ὅλες οἱ δοκιμὲς γινόταν σὲ διπλὸ κι' ὡς τιμὴ λαμβανόταν ὁ μέσος ὄρος τῶν δύο μετρήσεων.

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Ἀπὸ τὶς βασικὲς ἐξετάσεις πού ἔγιναν, ὅπως ἀναφέρονται ἀμέσως πιὸ πάνω, πρόκυψαν τὰ ἑξῆς ἀποτελέσματα:

1. Οἱ τιμὲς τῆς ΙΣΥ τοῦ κρέατος πού βρέθηκαν μετὰξὺ δείγματος καὶ μάρτυρα καὶ πού μετρήθηκαν σὲ χρονικὰ διαστήματα 30' καὶ 24 ὥρων ὕστερα ἀπὸ τὴ

σφαγή των ζώων δεν διέφεραν μεταξύ τους. Όμως, οι τιμές αυτές, ελέγχθηκαν στατιστικά ως μη σημαντικές για επίπεδο σημαντικότητας 5%. Έδω πρέπει να τονισθεί πως το λάθος της μεθόδου είναι αρκετά μεγάλο.

2. Οι τιμές GÖFO, που δείχνουν τη φωτεινότητα του κρέατος, και μετρήθηκαν περίπου 40' μετά τη σφαγή ήταν για τα δείγματα  $GÖFO_0 = \bar{x} = 86,00$  και για τους μάρτυρες  $GÖFO_0 = \bar{x} = 85,71$ . Η διαφορά που κι' έδω παρατηρείται, ελέγχεται στατιστικά ως μη σημαντική (επίπεδο σημαντικότητας 5%). Οι τιμές  $GÖFO_{24}$ , αυτές δηλ. που μετρήθηκαν 24 ώρες μετά από τη σφαγή κυμάνθηκαν στα ίδια περίπου επίπεδα αφού βρέθηκε πως ήταν για μέν τα δείγματα  $GÖFO_{24} = \bar{x} = 85,57$  για δε τους μάρτυρες  $GÖFO_{24} = \bar{x} = 86,28$ . Τα αποτελέσματα αυτά δεν επιτρέπουν την εξαγωγή σαφών συμπερασμάτων, αν και φαίνεται να υπάρχει μιá τάση για μείωση της τιμής  $GÖFO_{24}$  στα δείγματα. Ίσως ή εξέταση ενός πολύ μεγάλου αριθμού δειγμάτων θα επέτρεπε την διατύπωση μιás κάποιας πιό συγκεκριμένης γνώμης. Έδω πρέπει να σημειωθεί πως όπως και ή ΙΣΥ, έτσι και ή τιμή GÖFO επηρεάζεται πάρα πολύ από πολλούς παράγοντες (π.χ. λίπος κρέατος, γωνία οργάνου κλπ.) που δεν μπορούν να αποκλεισθούν. Σε παρεμφερή, άσαφή αποτελέσματα σχετικά με την τιμή GÖFO, κατάληξαν κι' άλλοι ερευνητές όπως ο Hall και οι συν. (1980), ενώ αντίθετα ο Smith και οι συν. (1980 b) πιστεύουν πως το κρέας των προβάτων που ηλεκτροπλήχθηκε όχι μόνον έχει καλύτερο χρωματισμό αλλά, τον χρωματισμό αυτό τον διατηρεί καλύτερα. Την ίδια περίπου γνώμη διατυπώνει και ο Potthast (1980). Οι Tang and Hengrickson (1980) διαπίστωσαν πως ενώ ή συγκέντρωση της όλικής χρωστικής δεν επηρεάζεται από την ΗΔ, αντίθετα αυξάνει ή περιεκτικότητα της δεξμοσφαιρίνης των μυών.

3. Η περιεκτικότητα του δείγματος σε κρεατινίνη υπολογίσθηκε σε mg/g κρέατος. Αυτή βρέθηκε πως ήταν, στους μάρτυρες  $\bar{x}_0 = 0,239 \pm 0,093$  και  $\bar{x}_{24} = 0,357 \pm 0,075$  mg/g και στα δείγματα  $\bar{x}_0 = 0,276 \pm 0,155$  και  $\bar{x}_{24} = 0,424 \pm 0,202$  mg/g. Τα αποτελέσματα αυτά επιτρέπουν τη διατύπωση της γνώμης πως υπάρχει μιá σαφής αύξηση της περιεκτικότητας σε κρεατινίνη των δειγμάτων, έναντι των μαρτύρων. Η αύξηση αυτή, στατιστικά ελέγχεται ως μη σημαντική για επίπεδο σημαντικότητας 5%. Μιá δεύτερη παρατήρηση που μπορεί να διατυπωθεί είναι πως στα δείγματα, και για δυό χρόνους μετρήσεως ( $x_0$  και  $x_{24}$ ), ή διασπορά των τιμών γύρω από τον μέσο όρο ήταν σαφώς μεγαλύτερη από ότι στους μάρτυρες. Το γεγονός αυτό, μπορεί να οδηγήσει στη σκέψη πως δεν υπάρχει μιá ομοιόμορφη επίδραση της ΗΔ στην αύξηση της περιεκτικότητας του κρέατος σε κρεατινίνη.

4. Η περιεκτικότητα του δείγματος σε γαλακτικό οξύ (mg/g κρέατος) βρέθηκε πως ήταν στους μάρτυρες  $\bar{x}_0 = 0,292 \pm 0,128$  mg/g και  $\bar{x}_{24} = 0,422 \pm 0,040$  mg/g και στα δείγματα  $\bar{x}_0 = 0,367 \pm 0,096$  και  $\bar{x}_{24} = 0,544 \pm 0,104$  mg/g. Εντυπωσιακή είναι ή αύξηση της περιεκτικότητας σε γαλακτικό οξύ των δειγμάτων έναντι των μαρτύρων και μάλιστα σε εξαιρετικά σύντομο χρόνο μετά την ηλεκτροπληξία. Η ίδια παρατήρηση έγινε και για τις τιμές που βρέθηκαν ύστερα από 24 ώρες ( $\bar{x}_{24}$ ). Βεβαίως κι' έδω μπορεί κανείς να παρατηρήσει μιá αρκετά μεγάλη διασπορά των τιμών γύρω από τον μέσο όρο.

Τὴν αὐξηση αὐτὴ τῆς περιεκτικότητας τοῦ μυὸς σὲ γαλακτικό δξύ (ποῦ συμβαδίζει μὲ τὴν αὐξηση τῆς περιεκτικότητας τοῦ κρέατος σὲ κρεατινίνη) μπορεῖ κανεῖς νὰ ἀποδόσει σὲ ἐνεργοποίηση τῶν ἐνζύμων τῆς γλυκογονολύσεως. Τελικά φαίνεται, πὼς τὸ γεγονὸς αὐτό, δηλ. ἡ αὐξηση τῆς περιεκτικότητας τοῦ μυὸς σὲ γαλακτικό δξύ, μαζί μὲ τὴν παράλληλη μείωση τῆς τιμῆς τοῦ pH, εἶναι ἐκεῖνος ὁ παράγοντας ποῦ ἔμμεσα βοηθάει στὴν πιὸ «γρήγορη ὄριμαση» τοῦ κρέατος. Σύμφωνα μὲ τὶς ἀπόψεις ἐγκύρων ἐρευνητῶν, ἡ ὅλη διαδικασία τῆς ΗΔ προκαλεῖ μιὰ μείωση τοῦ ATP στοὺς μῦες, μὲ ἀποτέλεσμα νὰ γίνεταί δυνατὴ μιὰ γρήγορη ψύξη ἢ κατάψυξη δίχως τὸν κίνδυνο τῆς ψυχρῆς συστολῆς τοῦ μυὸς.

5. Οἱ τιμὲς τοῦ pH μεταβλήθηκαν στοὺς μὲν μάρτυρες ἀπὸ  $\bar{x}_0 = 6,65 \pm 0,031$  σὲ  $\bar{x}_{24} = 0,07 \pm 0,032$  στὰ δὲ δείγματα ἀπὸ  $\bar{x}_0 = 6,54 \pm 0,281$  σὲ  $\bar{x}_{24} = 6,01 \pm 0,307$ .

6. Τέλος, ἡ τρυφερότητα τῶν δειγμάτων σὲ σχέση μὲ τὴν τρυφερότητα τῶν μαρτύρων ἦταν πολὺ μεγαλύτερη, παρὰ τὸ γεγονὸς πὼς τὸ κρέας δὲν εἶχε ὠριμάσει.

Τὸ τελευταῖο αὐτὸ γνώρισμα ἔχει ἰδιαίτερη ἀξία γιὰ τὸν καταναλωτὴ. Βέβαια οἱ ἐπιστημονικὲς θέσεις ἐδῶ ἐπάνω δὲν εἶναι πάντοτε ἴδιες. Ὑπάρχουν ἐρευνητῆς (Casteels et al., 1980) ποῦ ἀμφισβητοῦν τὴν εὐνοϊκὴ ἐπίδραση τῆς ΗΔ πάνω στὴν τρυφερότητα τοῦ κρέατος, ἐνῶ ἄλλοι, οἱ περισσότεροι, τὴν ἀποδέχονται (Potthast, 1980). Μάλιστα, ὁ Deatherage (1980) ἰσχυρίζεται πὼς τὸ ἠλεκτροπληγμένο κρέας παίρνει μέσα σὲ δυὸ μέρη τὴν ἴδια τρυφερότητα τὴν ὁποία ἀποκτίνει κρέας ποῦ διατηρήθηκε 16 ὡς 26 μέρες στὸ ψυγεῖο.

Ἀπὸ ὅσα εἶναι γνωστὰ ἀπὸ τὴ βιβλιογραφία καὶ ἀπὸ τὰ λίγα ποῦ ἀναφέρθηκαν πιὸ πάνω, φαίνεται πὼς ἡ ΗΔ, δηλ. ἡ δίοδος πολλῶν ἠλεκτρικῶν παλμῶν μέσα ἀπὸ τὸ σφάγιο ἢ τὸ κρέας, προκαλεῖ μιὰ σειρὰ ἀπὸ ἀντιδράσεις, ποῦ ἔχουν ὡς τελικὸ ἀποτέλεσμα τὴν ποιοτικὴ βελτίωση τοῦ κρέατος. Βεβαίως, ὑπάρχουν διαφοροποιήσεις ἢ καὶ ἀμφισβητήσεις γιὰ τὸ ποῖα ἀκριβῶς εἶναι αὐτὴ ἡ ποιοτικὴ βελτίωση ποῦ ἐπέρχεται στὸ κρέας. Ὅμως, νομίζουμε πὼς τὰ ἀμφελεγόμενα ἀποτελέσματα ὀφείλονται καὶ στὸ ὅτι οἱ μελετητῆς, δὲν χρησιμοποίησαν ὄλοι οὔτε τοὺς ἴδιους μῦες, οὔτε καὶ τὶς ἴδιες ἀκριβῶς μεθόδους. Εἰδικὰ σ' ὅτι ἀφορᾷ στοὺς μῦες, ἀποδείχθηκε πὼς ἡ ΗΔ δὲν τοὺς ἐπηρεάζει ὄλους κατὰ τὸν ἴδιο τρόπο (Corte et al., 1979).

Ἀπὸ πλευρᾶς πρακτικῆς ἐφαρμογῆς πρέπει νὰ σημειωθεῖ πὼς ἤδη καὶ σὲ ὀρισμένα εὐρωπαϊκὰ σφαγεῖα ἔχουν ἐγκατασταθεῖ μονάδες ΗΔ ὑψηλῆς ἢ χαμηλῆς τάσεως. Ἀξίζει νὰ σημειωθεῖ, πὼς στὴ Νέα Ζηλανδία, τὸ 90% περίπου τῶν σφαγίων τῶν ἀμνῶν ὑποβάλλονται σὲ ΗΔ (ADIV).

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τὰ τελευταῖα χρόνια ἐγινε γνωστὸ πὼς ἡ ἠλεκτροδιέγερση (ΗΔ) μπορεῖ νὰ ἐπιδράσει εὐνοϊκὰ πάνω στὴν τρυφερότητα τοῦ κρέατος.

Στὸ τμῆμα αὐτὸ τῆς ἐργασίας μας ἐξετάζεται ἡ ἐπίδραση τῆς ΗΔ στὴ μεταβολὴ τῆς ποιότητας τοῦ κρέατος τοῦ προβάτου.

Χρησιμοποιήθηκε, για την ηλεκτροπληξία, συσκευή που κατασκευάστηκε σύμφωνα με τις υποδείξεις μας. Τα στοιχεία της ΗΔ που εφαρμόστηκαν σε σφάγια προβάτων ήταν 150 V, 23 mA για 50".

Η ΗΔ έγινε στον δεξιό μείζονα ψοίτη προβάτων, ενώ ο άριστερός χρησιμοποιήθηκε ως μάρτυρας.

Τα αποτελέσματα έδειξαν πώς υπάρχει θετική συσχέτιση μεταξύ ΗΔ και αύξησεως της τρυφερότητας, τουλάχιστον του μύος του σφαγίου του προβάτου που εξετάσθηκε στην έργασία αυτή. Άκόμα διαπιστώθηκαν μεταβολές σ' όρισμένες τυπικές σταθερές του κρέατος (pH, γαλακτικό όξύ, κρεατινίνη).

#### BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. ADIV. La Stimulation Electrique et le Désossage à chaud des Viandes. INRA, France.
2. Anonym (1973): Untersuchungsmethodens für die Suppenindustrie, Bern.
3. Casteel, M. et al. (1980): Die Fleischw. **60**, 1243.
4. Corte, O. et al. (1979): 26. Europ. Fleischforserkongress, Colorado, USA.
5. Deatherage, F.E. (1980): Περίληψη στο «Die Fleischw.» **60**, 2201.
6. Hall, L.C. et al. (1980): J. Food Sci. **45**, 171
7. Hamm, R. (1972): Kolloidchemie des Fleisches. P. Parey Verlag, Berlin und Hamburg.
8. Harsham and Deatherage. Αναφέρεται από τον Potthast, K. (1980).
9. Potthast, K. (1980): Die Fleischw. **60**, 2201.
10. Sinell, H.J. und K. Lange (1979): Die Fleischw. **59**, 547.
11. Smith, G.E. (1980 b): Αναφέρεται από τον Potthast 1980.
12. Tang, B.H. and R.L. Henrickson (1981): J. Food Sci. **45**, 1139.