

Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society

Vol 51, No 4 (2000)



Nitrate and nitrite residues in Greek pastirma

A. E. TYRPENOU, E. H. GOUTA (Ε.Η. ΓΟΥΤΑ), A. D. TSIGOURI (Α.Δ. ΤΣΙΓΟΥΡΗ), Ch. N. VLASIoTIS (Χ.Ν. ΒΛΑΣΙΩΤΗΣ)

doi: [10.12681/jhvms.15691](https://doi.org/10.12681/jhvms.15691)

Copyright © 2018, AE TYRPENOU, EH GOUTA, AD TSIGOURI, Ch.N VLASIoTIS



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

To cite this article:

TYRPENOU, A. E., GOUTA (Ε.Η. ΓΟΥΤΑ) E. H., TSIGOURI (Α.Δ. ΤΣΙΓΟΥΡΗ) A. D., & VLASIoTIS (Χ.Ν. ΒΛΑΣΙΩΤΗΣ) C. N. (2018). Nitrate and nitrite residues in Greek pastirma. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 51(4), 302–307. <https://doi.org/10.12681/jhvms.15691>

Κατάλοιπα νιτρικών και νιτρωδών αλάτων στον ελληνικό παστοურμά.

A. E. Τυρπένου¹, E. H. Γούτα², A. Δ. Τσιγουρή¹, X. N. Βλασιώτης²

ΠΕΡΙΛΗΨΗ. Στην έρευνα αυτή, για τη διερεύνηση του επιπέδου των νιτρικών και νιτρωδών αλάτων στον ελληνικό παστοურμά, εξετάστηκαν δείγματα που προέρχονταν από διάφορες βιομηχανικές επιχειρήσεις επεξεργασίας κρέατος της χώρας μας. Ο προσδιορισμός των νιτρικών και νιτρωδών αλάτων έγινε με την εφαρμογή των πρότυπων τεχνικών του Διεθνούς Οργανισμού Τυποποίησης ISO No. 2918/75¹ και 3091/75.² Σύμφωνα με το πρότυπο ISO No. 2918/75, η αναγωγική ικανότητα της στήλης καδμίου πρέπει να είναι πάντα >90%. Επειδή το κρίσιμο αυτό σημείο συνήθως παρουσιάζει προβλήματα [ουδέποτε ξεπέρασε το 70%], επιτύχαμε τη βελτιστοποίησή του με τροποποίηση 3 σημείων της Τυποποιημένης Μεθόδου Ελέγχου [TME]. Οι τροποποιήσεις αυτές αφορούσαν στην αντικατάσταση του ρυθμιστικού διαλύματος με pH 9,6 της στήλης του καδμίου από το ρυθμιστικό διάλυμα με pH 12,0 σύμφωνα με την τεχνική των Margeson et al., 1980.³ Η τροποποίηση αυτή είχε ως αποτέλεσμα τη βελτίωση της αναγωγικής ικανότητας της στήλης καδμίου, η οποία αυξήθηκε από 70% σε 90-105%. Εξετάστηκαν τριάντα δείγματα παστοურμά και οι συγκεντρώσεις που υπολογίστηκαν κυμάνθηκαν από 0,85 έως 189,65 mg/kg για τα νιτρώδη και από 2,66 έως 639,67 mg/kg για τα νιτρικά άλατα εκφραζόμενα ως νιτρώδες νάτριο. Σε ποσοστό 56,66% των δειγμάτων οι συγκεντρώσεις των νιτρωδών αλάτων και σε ποσοστό 83,33% των δειγμάτων οι συγκεντρώσεις των νιτρικών αλάτων, ήταν μέσα στα προβλεπόμενα από τη Νομοθεσία όρια.

Λέξεις ευρετηρίασης: νιτρικά άλατα, νιτρώδη άλατα, παστοურμάς

ABSTRACT. Tyrpenou A.E., Gouta E.H., Tsigouri A.D., Vlasiotis Ch.N. Nitrate and nitrite residues in Greek pastirma. *Bulletin of the Hellenic Veterinary Medical Society* 2000, 51(4):302-307. In this research, for the investigation of the nitrate and nitrite content of Greek pastirma samples coming from several Greek meat processing factories were examined. Nitrate and nitrite determination was carried out following the standard methods of the International Standard Organization ISO No. 2918/75¹ and 3091/75.² According to these Standard Operating Procedures-SOPs, reducing capacity of cadmium column should always has to be >90%. Because this critical point usually causes problems [never was >70%], we succeeded and validated this point by amending 3 points of the Standard Operating Procedure [SOP]. These amendments referred to the replacement of the buffer pH 9,6 of the cadmium column with the buffer pH 12,0 according to the method of Margeson et al., 1980.³ The result was that the reducing capacity of the cadmium column increased from 70% to 90-105%. Thirty pastirma samples have been tasted and the concentrations determined ranged from 0,85 to 189,65mg/kg for nitrites and from 2,66 to 639,67mg/kg for nitrates expressed as sodium nitrite. Nitrites, in 56,66% of the samples and nitrates in 83,33% of the samples were ranging in the limits foreseen by the Greek Legislation.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Για αιώνες και πριν από την κατάψυξη, η αλιπάσωση αποτελούσε τη μέθοδο συντήρησης του κρέατος, η οποία όμως δεν χρησιμοποιεί μόνο το αλάτι αλλά και μίγματα νιτρωδών αλάτων, ζάχαρης, καρυκευμάτων καθώς και νιτρικού καλίου, γνωστού ως *saltpeter*, για τις αντιβακτηριακές του ιδιότητες και τα αποτελέσματά του στο χρώμα και το άρωμα.⁴ Τα νιτρικά και τα νιτρώδη άλατα προσθέτονται και στην αλιπάσωση του παστοურμά για τη βελτίωση του χρώματος, του αρώματος, την πρόληψη της τάγγισης και τη μικροβιακή σταθερότητα του προϊόντος. Ο παστοურμάς είναι ένα εύγευστο παραδοσιακό κρεατοσκεύασμα που καταναλώνεται ως ορεκτικό. Κατάγεται από τη Μέση και Εγγύς Ανατολή και μεταφέρθηκε στην Ελλάδα κατά την Τουρκοκρατία. Τόπος καταγωγής του είναι η Αρμενία όπου ονομάζεται *pasterma*, ενώ άλλη άποψη είναι ότι προ-

¹ Ινστιτούτο Κτηνιατρικών Ερευνών Αθηνών - Ι.Κ.Ε.Α.
Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας - ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε.

² Ινστιτούτο Υγιεινής Τροφίμων Αθηνών - Υπουργείο Γεωργίας

³ Institute of Veterinary Research of Athens - I.V.R.A.
National Agricultural Research Foundation - N.A.G.R.E.F.

⁴ Institute of Food Hygiene - Ministry of Agriculture

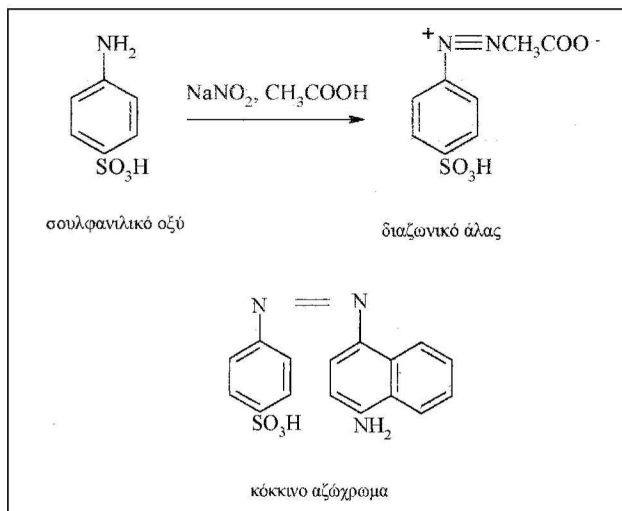
ερχεται από την τουρκική λέξη *pastim* που σημαίνει πατώ, επειδή ο παστούρμας πατιέται κατά την παρασκευή του.⁵ Η τεχνολογική επεξεργασία, που υφίστανται συνήθως τα τεμάχια βοείου κρέατος, συνίσταται στην αλάτιση, μερική αφυδάτωση, συμπίεση, ωρίμανση και τελικά στην εξωτερική του επικάλυψη με μίγμα *τσιμενίου* και σίκαλης, γλυκού και καυτερού πιπεριού, σκόρδου, κύμινου και άλλων αρωμάτων.⁵ Στη χώρα μας, σύμφωνα με την τελευταία τροποποίηση του Κώδικα Τροφίμων και Ποτών 1996⁶ και την Οδηγία 95/2/EK⁷ επιτρέπεται η χρήση των νιτρωδών αλάτων καλίου και νατρίου [E249 & E250] ως συντηρητικών και στερεωτικών του χρώματος των προϊόντων με βάση το κρέας, στην ποσότητα των 150 mg/kg και με υπολειπόμενο ποσό 50 mg/kg [ποσότητα καταλοίπων στο σημείο πώλησης στον τελικό καταναλωτή, εκφραζόμενη ως νιτρώδες νάτριο]. Επίσης επιτρέπεται η προσθήκη νιτρικών αλάτων καλίου και νατρίου [E252 & E251] στην ποσότητα των 300 mg/kg και με υπολειπόμενο ποσό 250 mg/kg εκφραζόμενο ως νιτρώδες νάτριο. Επιπλέον επιτρέπεται η εμπορία των νιτρωδών αλάτων με την επισήμανση "για χρήση στα τρόφιμα", μόνο σε μίγμα με μαγειρικό αλάτι ή υποκατάστατο αυτού.⁷

Τα νιτρώδη ανιχνεύονται με το σχηματισμό κόκκινου αζωχρώματος από την επίδραση νιτρώδους οξέος στο σουλφανιλικό οξύ και τη σύζευξη του διαζωπωθέντος σουλφανιλικού οξέος με τη ναφθυλαμίνη σύμφωνα με την αντίδραση Griess. [Εικόνα 1] Στη συνέχεια προσδιορίζονται χρωματομετρικά στα 538 nm με τη χρήση του φασματοφωτομέτρου.

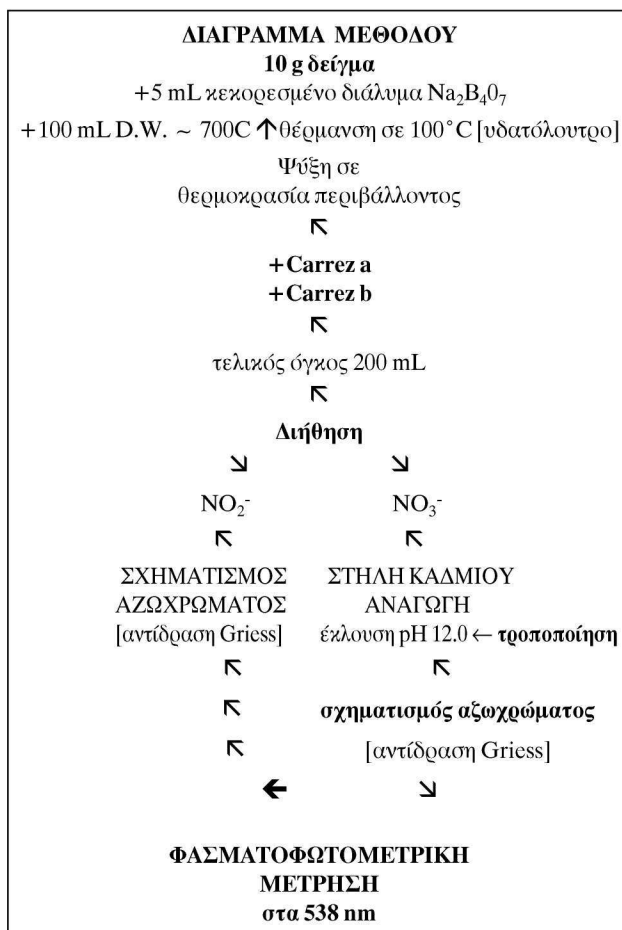
ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΣ

Στην έρευνα αυτή εξετάστηκαν 30 δείγματα παστευ-
μά βάρους περίπου 250 g έκαστο. Τα δείγματα αγοράστη-
καν από την αγορά των Αθηνών και προέρχονταν από διά-
φορες βιομηχανικές επιχειρήσεις κρέατος της χώρας μας.
Αμέσως μετά την αγορά τους τοποθετούνταν στους +4 °C
μέχρι την ανάλυσή τους, η οποία γινόταν εντός τεσσάρων
ημερών το ανώτερο. Ο προσδιορισμός των νιτρικών και
των νιτρωδών αλάτων έγινε με την εφαρμογή των μεθό-
δων αναφοράς ISO No.3091/75 και ISO No.2918/75 για τα
νιτρικά και τα νιτρώδη άλατα αντίστοιχα.

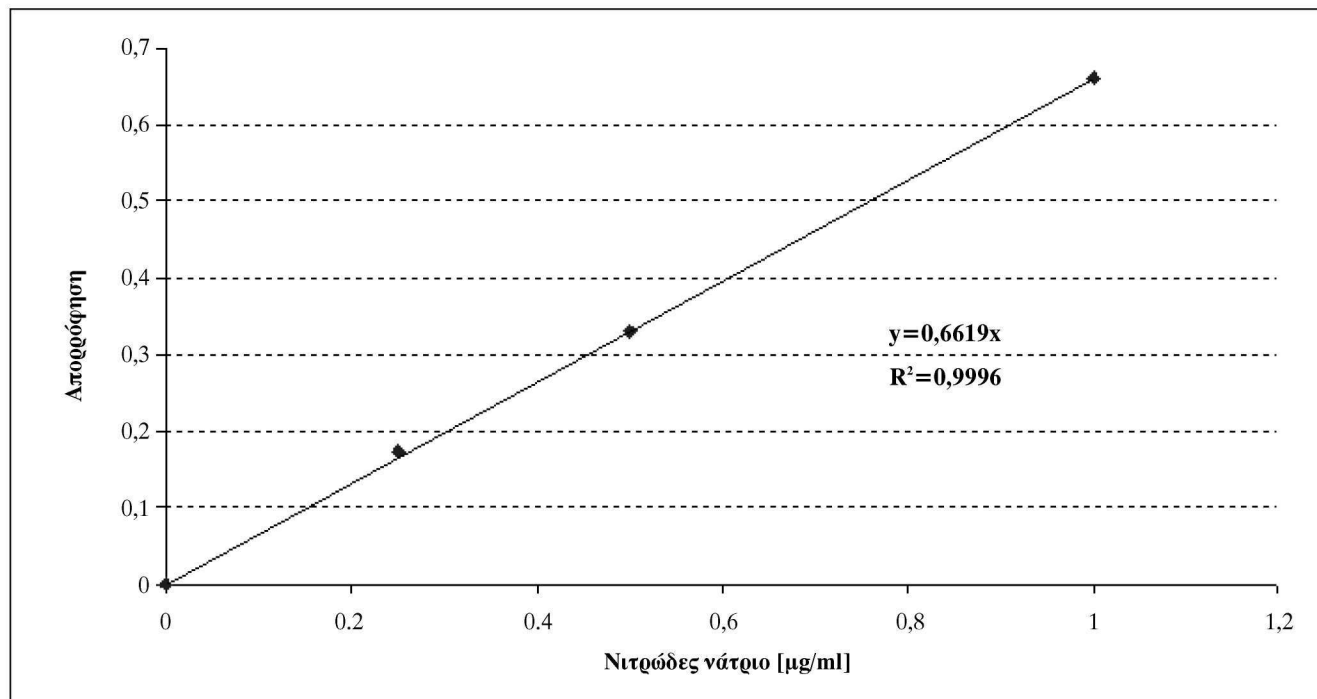
Γενικά, το αναλυτικό δείγμα [διπλή ανάλυση] λαμβανόταν από ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα περίπου 200 g. Προετοιμαζόταν αμέσως μετά την έξοδο του από το ψυγείο και ακολουθούσε εκχύλιση με ζεστό νερό 70°C, καθίζηση των πρωτεϊνών με βρασμό και την προσθήκη των διαλυμάτων Carrez α και Carrez β και τελικά διήθηση του λαμβανόμενου εκχυλίσματος από πυκνωτή ηθμό. Από το διήθημα λαμβάνονταν 5 mL για τον προσδιορισμό των νιτρικών αλάτων ακολουθώντας τη μέθοδο ISO No.2918/75 και 20 mL διηθήματος για τον προσδιορισμό των νιτρικών αλάτων, ακολουθώντας τη μέθοδο ISO No.3091/75 με δικές μας τροποποιήσεις, σύμφωνα με το διάγραμμα της εικόνας 2.



Εικόνα 1. Αντίδραση Griess
Figure 1. Griess reaction



Εικόνα 2. Διάγραμμα αναλυτικής μεθοδολογίας για τον προσδιορισμό των νιτρικών και νιτρωδών αλάτων με στήλη καδμίου.
Figure 2. Flow diagram of the analytical procedure for nitrate and nitrite determination using the cadmium column



Εικόνα 3. Πρότυπη καμπύλη αναφοράς νιτρώδους νατρίου
Figure 3. Sodium nitrite standard calibration curve

Αντιδραστήρια

Όλα τα αντιδραστήρια πρέπει να είναι αναλυτικής καθαρότητας, το δε χρησιμοποιούμενο νερό να είναι δισταπησμένο και υψηλής καθαρότητας.

- σιδηροκυανιούχο κάλιο - $K_4Fe(CN)_6 \cdot 3H_2O$, Serva 26880

- οξικός ψευδάργυρος - $Zn(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$, Serva 38617

- οξικό οξύ κρυσταλλικό 100%, CH_3COOH , Ferak 00697

- τετραβορικό νάτριο ή βόραξ, $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$, Serva 30216

- σουλφανιλαμίδη, $NH_2C_6H_4SO_2NH_2$, Serva 35670

- δι-υδροχλωρικό-N-1-ναφθυλαιθυλενοδιαμίδιο, $C_{10}H_7NHCH_2CH_2NH_2 \cdot 2HCl$, Serva 30060

- υδροχλωρικό οξύ GR 37%, Merck p.a.

- νιτρώδες νάτριο, $NaNO_2$, Serva 30209

- διένυδρο-αιθυλενοδιαμινοτετραοξικό δινάτριο, $EDTA, C_{10}H_{14}N_2O_8 \cdot Na_2 \cdot 2H_2O$, Serva 11280

- αμμωνία 25%, $p=0.88$ g/mol, Merck 5432

- νιτρικό κάλιο, KNO_3 , Serva 26883

- ράβδοι ψευδαργύρου [Zinc rods], μήκους 15 cm και διαμέτρου 5-7 mm

- θειικό κάδμιο, $3CdSO_4 \cdot 8H_2O$, Merck 2027

- υαλοβάμβακα

Συσκευές

- μηχανή του κιμά με σπές διαμέτρου 4 mm, Rotel
- υδατόλουτρο θερμοκρασίας $100^\circ C$, Koettermann
- ειδική γυάλινη στήλη για την αναγωγή των νιτρικών αλάτων
- φασματοφωτόμετρο, Hewlett Packard

Υπολογισμός νιτρωδών αλάτων

Η περιεκτικότητα του δείγματος σε νιτρώδη άλατα υπολογιζόταν από την καμπύλη αναφοράς, η οποία πρέπει να είναι πάντα καινούργια, με πρόσφατα πρότυπα διαλύματα νιτρώδους νατρίου μαζί με κάθε νέα σειρά δειγμάτων. Η καμπύλη αναφοράς των νιτρωδών αλάτων ήταν γραμμική από 0,25 έως 1,0 $\mu g/mL$. Σχεδιάζοντας την ποσότητα του νιτρώδους νατρίου προς την απορρόφηση, το τετράγωνο του συντελεστού συσχέτισης r^2 ήταν 0,9996, η κλίση της ευθείας ήταν 0,6619 και ο σταθερός όρος ήταν μηδέν. Η καμπύλη αναφοράς με 4 σημεία συμπεριλαμβανομένου και του μηδενός φαίνεται στην εικόνα 3. Για να είναι δε αποδεκτή η αναγωγική ικανότητα της στήλης καδμίου ένα διάλυμα 0,9 $\mu g/mL$ νιτρώδους νατρίου πρέπει να μας δώσει απορρόφηση ίση με 0,630 μονάδες [AU].

Ο υπολογισμός της περιεκτικότητας σε νιτρώδη άλατα εκφράζεται σε mg/kg νιτρώδους νατρίου δείγματος με την εφαρμογή του παρακάτω τύπου:

Πίνακας 1. Συγκέντρωση νιτρώδων και νιτρικών αλάτων στον ελληνικό παστοურμά [mg/kg]**Table 1.** Nitrite and nitrate concentration in Greek pastirma [mg/kg]

a/a	NaNO ₂	KNO ₃ εκφραζόμενο ως NaNO ₂	a/a	NaNO ₂	KNO ₃ εκφραζόμενο ως NaNO ₂	a/a	NaNO ₂	KNO ₃ εκφραζόμενο ως NaNO ₂
Δ1	53,50	346,45	Δ11	2,25	8,12	Δ21	4,25	27,03
Δ2	47,56	97,18	Δ12	5,20	14,54	Δ22	2,75	12,66
Δ3	4,80	171,03	Δ13	0,85	2,84	Δ23	63,83	80,21
Δ4	8,65	55,28	Δ14	1,15	561,19	Δ24	92,75	75,41
Δ5	42,75	429,53	Δ15	1,15	639,67	Δ25	180,34	172,60
Δ6	89,65	55,81	Δ16	33,00	122,77	Δ26	189,65	211,29
Δ7	47,53	105,10	Δ17	43,00	25,25	Δ27	103,50	103,31
Δ8	61,95	276,48	Δ18	59,40	2,66	Δ28	78,50	66,50
Δ9	8,75	43,47	Δ19	9,75	29,58	Δ29	77,50	92,97
Δ10	4,75	21,22	Δ20	63,75	68,94	Δ30	99,00	105,51

Οι τιμές του πίνακα είναι ο μέσος όρος δύο μετρήσεων κάθε δείγματος εκφρασμένες ως νιτρώδες νάτριο.

$$\text{NaNO}_2 = C \cdot 2000/m \cdot V$$

m = η μάζα του αναλυτικού δείγματος σε γραμμάρια

V = ο όγκος σε mL του διηθήματος που λήφθηκε για τον προσδιορισμό

C = η συγκέντρωση του νιτρώδους νατρίου σε mg/mL, από την καμπύλη αναφοράς και που αντιστοιχεί με την απορρόφηση του διαλύματος που παρασκευάστηκε από το διήθημα του δείγματος.

• Υπολογισμός νιτρικών αλάτων

Ο υπολογισμός της περιεκτικότητας σε νιτρικά άλατα του δείγματος εκφράζεται σε mg νιτρικού καλίου ανά kg δείγματος με την εφαρμογή του παρακάτω τύπου:

$$\text{KNO}_3 = 1,465 [C \cdot (10000/m \cdot V) - \text{NaNO}_2]$$

m = η μάζα του αναλυτικού δείγματος σε γραμμάρια

V = ο όγκος σε mL του εκλούσματος που λήφθηκε από τη στήλη αναγωγής

C = η συγκέντρωση του νιτρώδους νατρίου σε mg/mL, από την καμπύλη αναφοράς και που αντιστοιχεί με την απορρόφηση του διαλύματος που παρασκευάστηκε από το εκλούσμα της στήλης καδμίου.

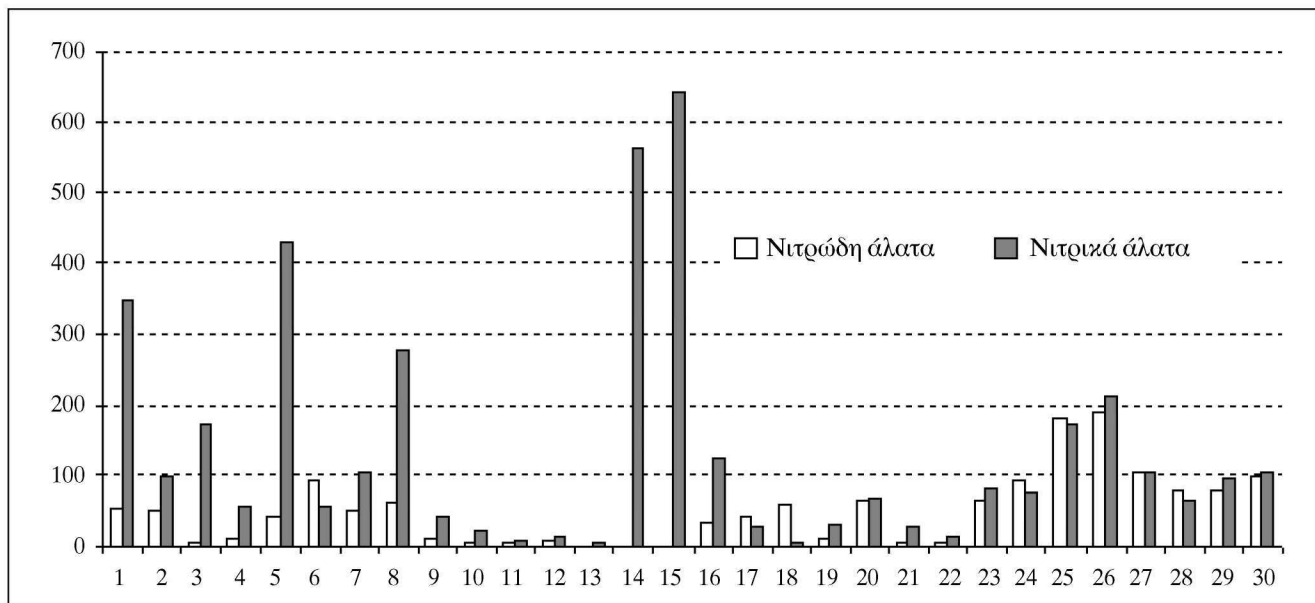
Οι τιμές του νιτρικού καλίου που υπολογίστηκαν μετατράπηκαν σε τιμές νιτρώδους νατρίου σύμφωνα με τις απαιτήσεις Κώδικα Τροφίμων και Ποτών.⁶

Σημείωση: Κατά τους προσδιορισμούς τόσο των νιτρικών όσο και των νιτρώδων αλάτων, η διαφορά ανάμεσα στους δύο προσδιορισμούς του ίδιου δείγματος, που έγιναν από τον ίδιο αναλυτή, δεν ξεπέρασε το 10% της μέσης τιμής των δύο προσδιορισμών, όπως απαιτείται από τα πρότυπα.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η κατανάλωση των τροφίμων που έχουν υποστεί αλιπάσωση αναπόφευκτα συνεπάγεται και την πρόσληψη των νιτρικών και νιτρώδων αλάτων οι ποσότητες των οποίων όμως προσθέτονται σε εκείνες των άλλων τροφίμων, καθ' όσον το 95% των νιτρικών αλάτων που προσλαμβάνονται ημερησίως από τον άνθρωπο προέρχονται από άλλες πηγές και ιδίως από τα λαχανικά, όπως λάχανο, κουνουπίδι, καρότα, σέλινο, μαρούλι, ραπάνι, και σπανάκι, οι περιεκτικότητες των οποίων είναι κατά πολύ μεγαλύτερες.^{4,8} Ακόμα κατά τη διαδικασία της αλιπάσωσης συμβαίνουν επιπλέον και άλλες σοβαρές αλλαγές από τη χρήση των νιτρώδων αλάτων, όπως ο σχηματισμός των N-νιτροξο-ενώσεων [NOCs, N-nitroso-compounds] και μάλιστα των νιτροξαμινών, οι οποίες έχουν ιδιαίτερη σημασία για τη Δημόσια Υγεία καθ' όσον οι 75 από τις 100 περιόπου ενώσεις είναι καρκινογόνες.^{9,10}

Από τις αναλύσεις που έγιναν στα δείγματα του ελληνικού παστοურμά οι τιμές για τα **νιτρώδη άλατα** κυμάνθηκαν από 0,85 έως 189,65 mg/kg. Σε 12 δείγματα οι συγκεντρώσεις ήταν μεταξύ 0-10 mg/kg [ποσοστό 40%], σε 15 δείγματα από 10-100 mg/kg [ποσοστό 50%] και σε 3 δείγματα από 100-200 mg/kg [ποσοστό 10%]. Σε 13 δείγματα οι συγκεντρώσεις ήταν πάνω από το όριο των 50 mg/kg με ένα εύρος από 53,50 mg/kg έως 189,65 mg/kg. Όσον αφορά στα **νιτρικά άλατα**, οι τιμές του νιτρικού καλίου εκφραζόμενες ως νιτρώδες νάτριο, κυμάνθηκαν 2,66 mg/kg έως 639,67 mg/kg. Σε 3 δείγματα ήταν μεταξύ 0-10 mg/kg [ποσοστό 10%], σε 15 δείγματα μεταξύ 10-100 mg/kg [ποσοστό 50%] και σε 12 δείγματα μεταξύ 100-1000 mg/kg [ποσοστό 40%]. Σε 4 δείγματα οι συγκεντρώσεις ξεπέρασαν το ανώτατο επιτρεπτό όριο των 250 mg/kg με ένα εύρος από 276,48 mg/kg έως 639,67 mg/kg. [Πίνακας 1.]



Εικόνα 4. Ιστογράμμο των συγκεντρώσεων νιτρώδων και νιτρικών αλάτων στον ελληνικό παστοურμά.

Figure 4. Histogram representing the nitrite and nitrate concentrations in Greek pastirma.

Επίσης στην εικόνα 4 μπορούμε να παρατηρήσουμε τη σχηματική απεικόνιση των συγκεντρώσεων των νιτρώδων και νιτρικών αλάτων στα δείγματα παστοურμά που εξετάστηκαν.

Τροποποιήσεις

Σύμφωνα με τη μέθοδο ISO No.3091-1975 και την παράγραφο 8.6.5. του αναλυτικού πρωτοκόλλου, "εάν η προσδιορισθείσα από την καμπύλη αναφοράς συγκέντρωση των νιτρώδων αλάτων του λαμβανόμενου εκλούσματος από τη στήλη καδμίου, είναι χαμηλότερη από 0,9 $\mu\text{g/mL}$ νιτρώδους νατρίου, δηλαδή <90%, η στήλη καδμίου δεν χρησιμοποιείται στην ανάλυση και πρέπει να γίνει καινούργια". Κατά τους επανειλημμένους ελέγχους που έγιναν σύμφωνα με τη μεθοδολογία αυτή και στην προσπάθεια για την τυποποίησή της, ειδικότερα της αναγωγικής ικανότητας της στήλης καδμίου με τη χρήση του προτεινόμενου ρυθμιστικού διαλύματος αμμωνίας pH 9,6-9,7 η αναγωγική ικανότητα της στήλης καδμίου ποτέ δεν ξεπέρασε το 70%. Τελικά τροποποιήσαμε τα στάδια 8.5, 8.6 και 8.7 της μεθόδου ISO 3091/75 αλλάζοντας τις συνθήκες αναγωγής των νιτρικών σε νιτρώδη στη στήλη καδμίου με την αλλαγή του ρυθμιστικού διαλύματος, βασιζόμενοι στη μέθοδο των Margeson et al., 1980.³ Οι τροποποιήσεις αφορούσαν τα παρακάτω 3 σημεία:

1. Παράγραφος 8.5.

Προετοιμασία της στήλης καδμίου

αντί των 25 mL 0,1N HCl, 50 mL νερό και 1+9 αραιωμένου ρυθμιστικού διαλύματος αμμωνίας, χρησιμοποιή-

σαμε 25 mL 0,1N HCl, 50 mL νερό και 25 mL [νερό + 2% EDTA 6,5% pH 12,0]

2. Παράγραφος 8.6.

Έλεγχος της αναγωγικής ικανότητας της στήλης καδμίου

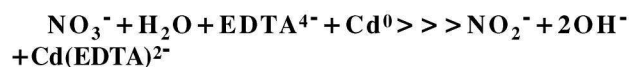
αντί των 20 mL προτύπου διαλύματος KNO_3 [73,25 $\mu\text{g/mL}$] + 5mL ρυθμιστικού διαλύματος αμμωνίας με pH 9,6-9,7 χρησιμοποιήσαμε 20 mL προτύπου διαλύματος KNO_3 + 1,0 mL EDTA 6,5% + 0,5mL ~ 1N H_3BO_3 με pH 12,0 ρυθμισμένο με 0,5N NaOH

3. Παράγραφος 8.7.

Αναγωγή των νιτρικών του δείγματος σε νιτρώδη

στα 20 mL διηθήματος, αντί των 5 mL ρυθμιστικού διαλύματος αμμωνίας με pH 9,6-9,7 χρησιμοποιήσαμε 1,0 mL EDTA 6,5% + 0,5 mL ~ 1N H_3BO_3 με pH 12,0 ρυθμισμένο με 0,5N NaOH. Ξεπλένονται τα ηλεκτρόδια με νερό μέχρι όγκου 50-55 mL και ακολουθεί η έκλυση με ροή 2 mL/min και προσθήκη 60 mL [νερό + 2% EDTA 6,5% pH 12,0] και συλλογή συνολικά 100 mL εκλούσματος.

Ο μηχανισμός της αναγωγής των $\text{NO}_3^- \sim \text{NO}_2^-$ φαίνεται στην παρακάτω χημική αντίδραση:



Αν και το pH αυξάνει κατά τη διαδικασία της αναγωγής, με την είσοδο του εκχυλίσματος στη στήλη επέρχεται μια αραιώση του δείγματος και πτώση του pH. Για να εμποδίσουμε την πτώση του κάτω του 11, τιμής η οποία αποτελεί την άριστη περιοχή του σχηματισμού των χηλικών ενώσεων των μετάλλων με το EDTA³, αυτό ρυθμίζεται στο

12,0 τόσο για τη διατήρηση της στήλης καδμίου όσο και για την αναγωγή των νιτρικών σε νιτρώδη. Αποτέλεσμα ήταν η βελτίωση της αναγωγικής ικανότητας της στήλης καδμίου από 70% σε 95-105%. Επιπρόσθετα, η διατήρηση του υψηλού pH είναι σημαντική για δύο ακόμα λόγους. Πρώτον, γιατί εμποδίζεται η μετά την αναγωγή των νιτρικών σε νιτρώδη, αναγωγή των νιτρώδων σε αμμωνιακά άλατα [τα σχηματιζόμενα νιτρώδη είναι περισσότερα σταθερά]. Δεύτερον, διευκολύνεται ο σχηματισμός των χηλικών ενώσεων [chelate Cd^{2+}] του EDTA με το κάδμιο και παρεμποδίζεται η καθίζηση του σχηματιζόμενου υδροξειδίου του καδμίου, το οποίο φράζει τις διόδους μεταξύ των κόκκων του καδμίου και περιορίζεται έτσι η ροή του δείγματος δια μέσου της στήλης. [Διαπιστώθηκε] Όταν η στήλη καδμίου δεν χρησιμοποιείται, διατηρείται στο ρυθμιστικό διάλυμα έκλουσης με $\text{pH}=12$ και με καλυμμένη την επιφάνεια στο πάνω άκρο της στήλης για να περιορίσουμε την οξείδωση του καδμίου.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Από τα αποτελέσματα των αναλύσεων στα δείγματα του ελληνικού παστοურμά διαφαίνεται ότι η μεγάλη διακύμανση των συγκεντρώσεων των νιτρικών και νιτρώδων αλάτων επιβεβαιώνει το γεγονός, ότι η χρησιμοποίηση των αλάτων αυτών στην παρασκευή του παστοურμά πιθανόν να γίνεται κατά εμπειρικό τρόπο. Για το λόγο αυτό θα πρέπει να γίνουν προσπάθειες για την τυποποίηση του προϊόντος.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. International Standard-ISO 2918(E). Meat and meat products-Determination of nitrate content (Reference method). International Organization for Standardization, 1975:1-3
2. International Standard-ISO 3091(E). Meat and meat products-Determination of nitrite content (Reference method). International Organization for Standardization, 1975:28-32
3. Margeson JH, Suggs JC, Midgett MR. Reduction of Nitrate to Nitrite with Cadmium. *Analytical Chemistry* 1980, 52:1955-1957
4. Jones JM. Food Safety. Eagan Press. St. Paul, MN, USA 1992
5. Πανέτσος ΑΓ. Υγιεινή του καπνιστού κρέατος-Είδη καπνιστών κρεάτων. Υγιεινή Τροφίμων Ζωικής Προελεύσεως. 4η έκδοση, Θεσσαλονίκη, 1978:839-840
6. Κώδικας Τροφίμων-Ποτών, Φυλλάδιο Τροποποιήσεων 1996. Έκδοση Γ.Σ.Αλυσανδράτος, 1996:448-449
7. Οδηγία 95/2/EK της 20ης Φεβρουαρίου 1995 για τα πρόσθετα τροφίμων πλην των χρωστικών και των γλυκαντικών, Παράρτημα III, τμήμα Γ-Άλλα συντηρητικά. Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, L 61/18.3.95
8. Schuddeboom LJ. Nitrates and Nitrites in Foodstuffs. Council of Europe Press, Belgium, 1993
9. CAST. Examination of Dietary Recommendations for Salt-Cured, Smoked, and Nitrite-Preserved Foods. CAST Issue Paper No.8, Council for Agricultural Science and Technology, USA 1997
10. Serbanec JG, Cassens RG, Hoekstra WG, Winder WH. ^{15}N tracer studies of nitrite added to a comminuted meat product. *Journal of Food Science*, 1973, 38:7