
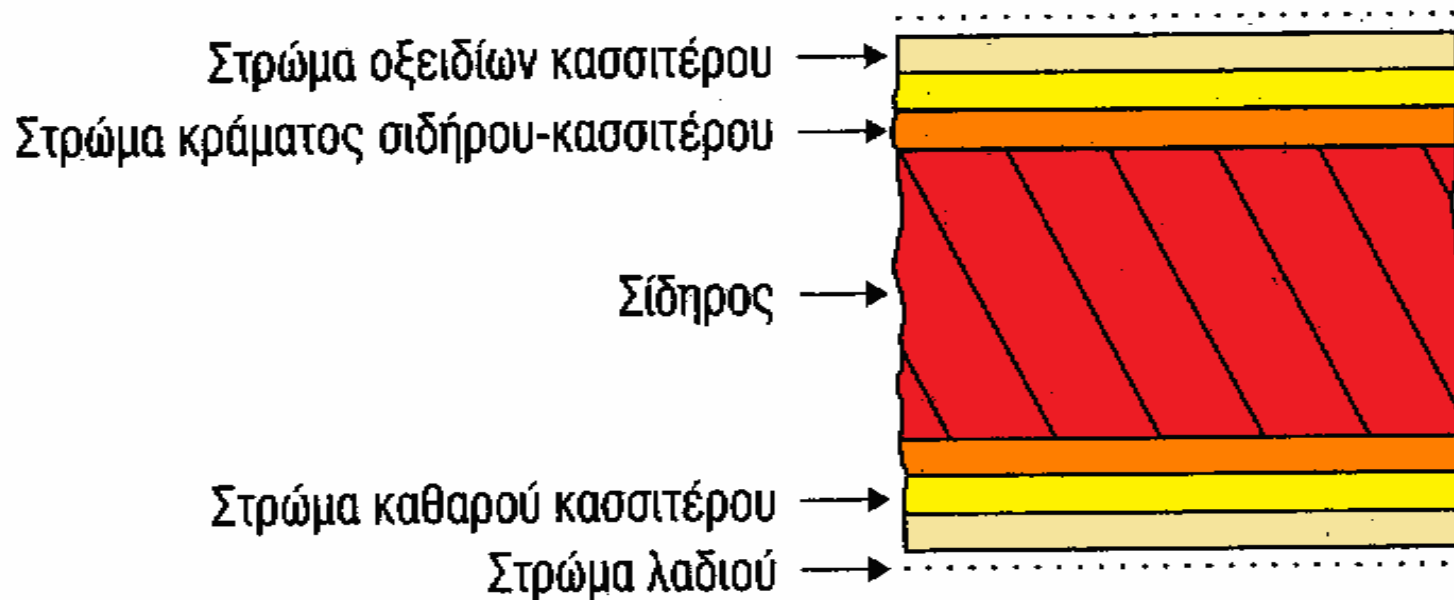


«ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΤΗ  
ΔΙΑΒΡΩΣΗ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΠΕΡΙΕΚΤΩΝ  
ΕΠΙΚΑΣΣΙΤΕΡΩΜΕΝΟΥ ΧΑΛΥΒΑ ΣΕ  
ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ ΚΙΤΡΙΚΟΥ ΚΑΙ ΤΡΥΓΙΚΟΥ  
ΟΞΕΟΣ»



ΔΑΟΥΛΑ ΧΑΪΔΩ

## Μεταλλική συσκευασία (κονσέρβα)



**Σχήμα 1.** Δομή της εγκάρσιας τομής του ηλεκτρολυτικού λευκοσιδήρου.

(Μπλούκας, 2004; Tselesh, 2007)

## διάβρωση

---

- *«**Διάβρωση** είναι κάθε αυθόρμητη, ακόμη και εκβιασμένη, χημικής, ηλεκτροχημικής, φυσικής, μηχανικής, βιολογικής φύσης διεργασία αλλοίωσης της επιφάνειας [εξωτερικής και εσωτερικής (πόροι)] των υλικών, που οδηγεί σε απώλεια υλικών».*
- Για τα μέταλλα: «**διάβρωση**» είναι η αντίδραση ενός μετάλλου ή κράματος με το περιβάλλον του, προς σχηματισμό μιας μεταλλικής ένωσης, η οποία μπορεί να είναι στερεή ή να διαλυθεί στο διαβρωτικό μέσο.

(Σκουλικίδης, 2000 )

## ΕΙΔΗ ΔΙΑΒΡΩΣΗΣ

---

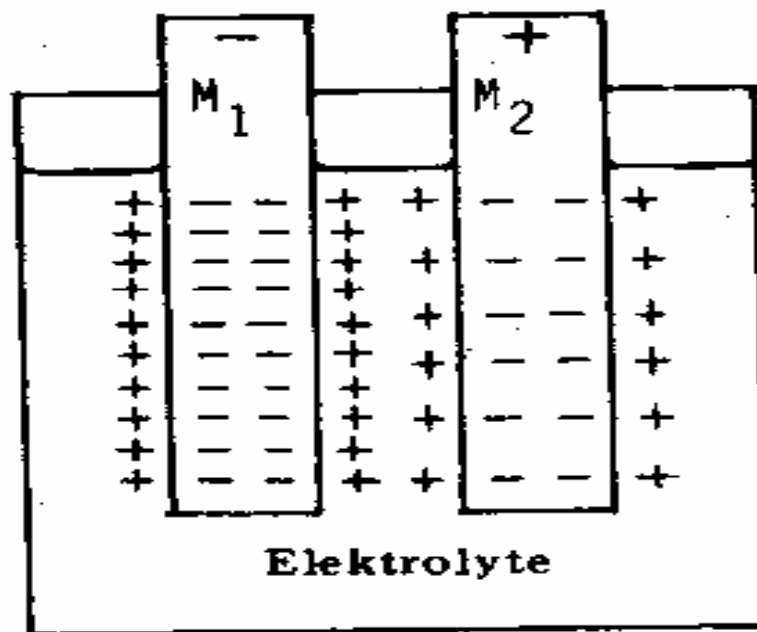
1. ομοιόμορφη (**uniform**)
2. σημειακή ή βελονοειδή (**pitting**)
3. μεταξύ κρυσταλλιτών ή περικρυσταλλική (**intergranular**)
4. εκλεκτική (**selective leaching**)
5. διάβρωση με σχισμές (**crevice**)
6. διάβρωση εξαιτίας τάσεων (**stress corrosion**)
7. γαλβανική διάβρωση (**galvanic**)
8. σπηλαιώδης διάβρωση

(Sastri, 1998)

## Πίνακας 1. Ηλεκτροχημική σειρά των κυριότερων μετάλλων στους 25 °C.

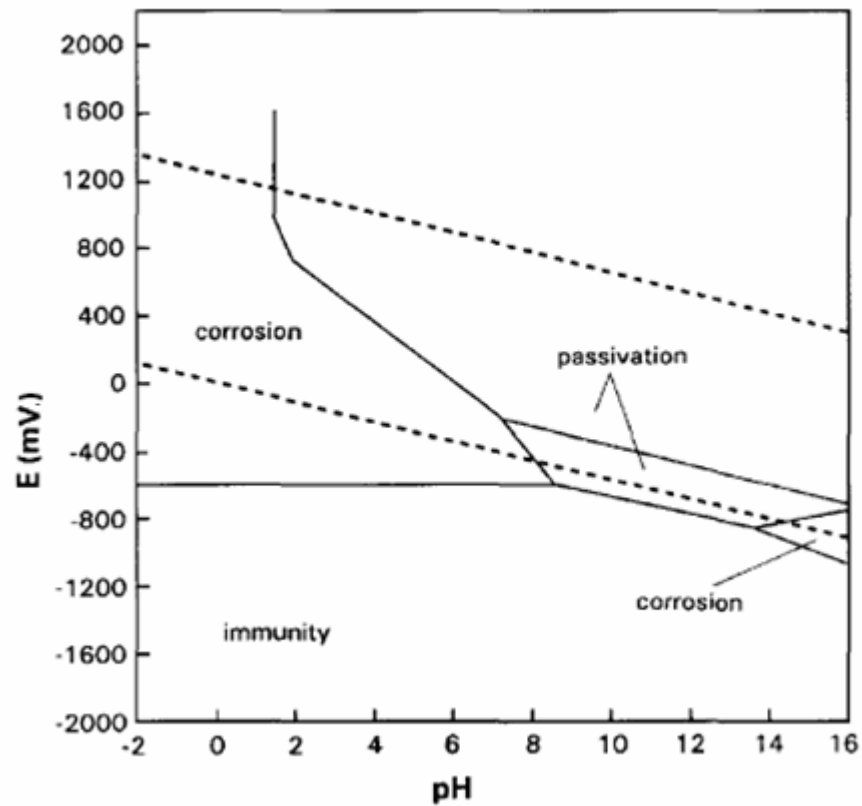
Όνομα	Σύμβολο ιόντος	Κανονικό δυναμικό (V)
Κάλιο	K <sup>+</sup>	- 2,925
Νάτριο	Na <sup>+</sup>	- 2,714
Μαγνήσιο	Mg <sup>2+</sup>	- 2,360
Αλουμίνιο	Al <sup>3+</sup>	- 1,660
Ψευδάργυρος	Zn <sup>2+</sup>	- 0,762
Χρώμιο	Cr <sup>3+</sup>	- 0,710
Σίδηρος	Fe <sup>2+</sup>	- 0,440
Κασσίτερος	Sn <sup>2+</sup>	- 0,141
Μόλυβδος	Pb <sup>2+</sup>	- 0,126

(Αντωνόπουλος, 1986)



**Σχήμα 2.** σχηματική απεικόνιση γαλβανικού στοιχείου.

(FAO, 1986)



**Σχήμα 3.** Διάγραμμα POUURBAIX για το σύστημα Fe –H<sub>2</sub>O στους 25 οC

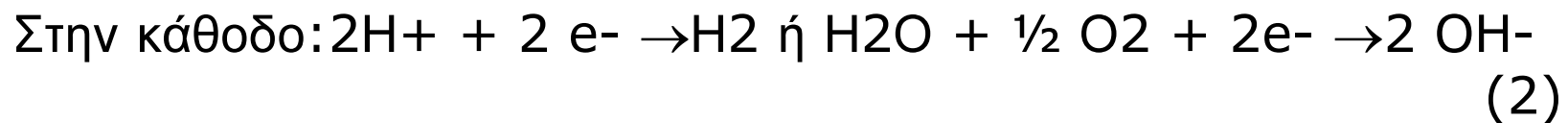
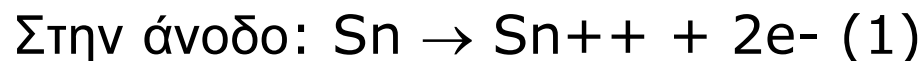
**(Wet & Sandenbergh, 1993)**

# ΔΙΑΒΡΩΣΗ ΑΛΑΚΑΡΙΣΤΩΝ ΚΟΝΣΕΡΒΩΝ ΛΕΥΚΟΣΙΔΗΡΟΥ

---

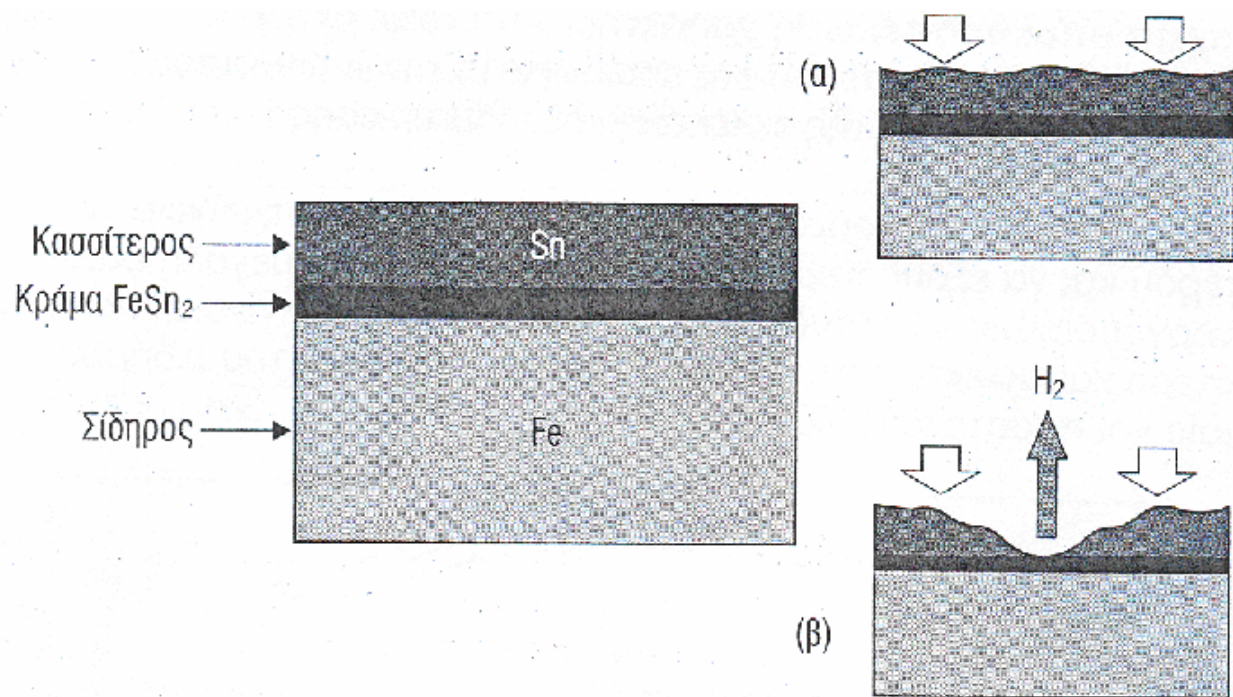
- διάλυση του κασσιτέρου, που οδηγεί στην **αποκασσιτέρωση**

Η διάλυση του κασσιτέρου έχει ως αποτέλεσμα την αποκασσιτέρωση της κονσέρβας κατά την οποία λαμβάνουν χώρα οι παρακάτω αντιδράσεις:



(Μπλούκας, 2004)

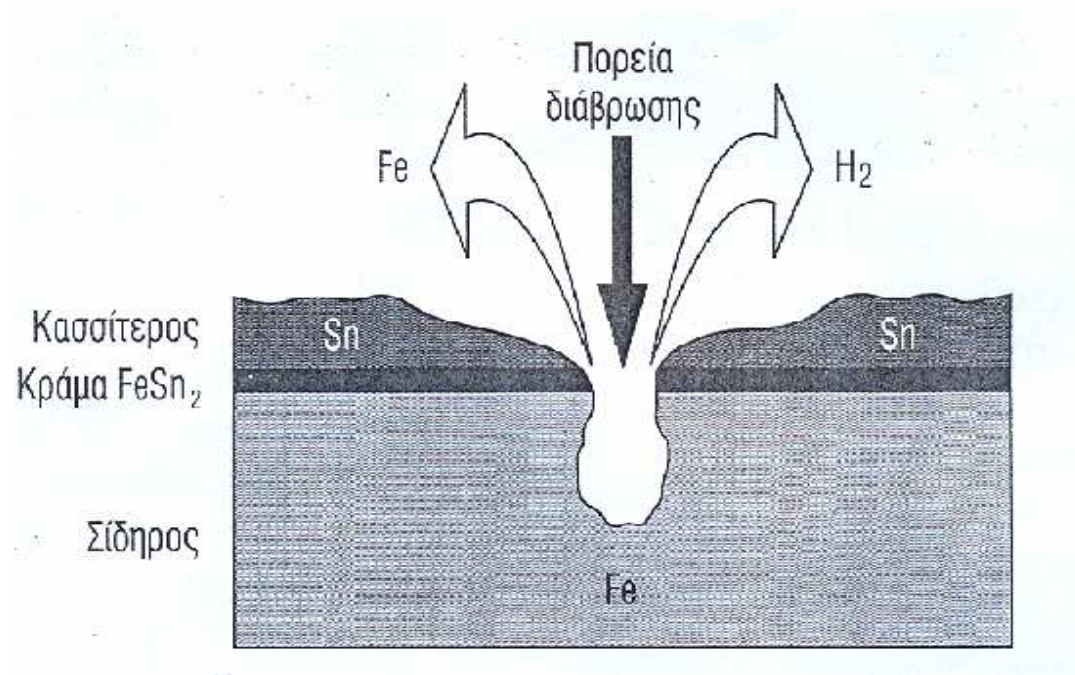




**Σχήμα 4.** Αποκασσιτέρωση αλακάριστων κονσερβών. α) κανονική, β) ταχεία

(Μπλούκας, 2004)

- διάλυση του σιδήρου, που οδηγεί σε διάβρωση με βελονισμό



**Σχήμα 5.** διάβρωση αλακάριστης κονσέρβας με βελονισμό.

(Μπλούκας, 2004)

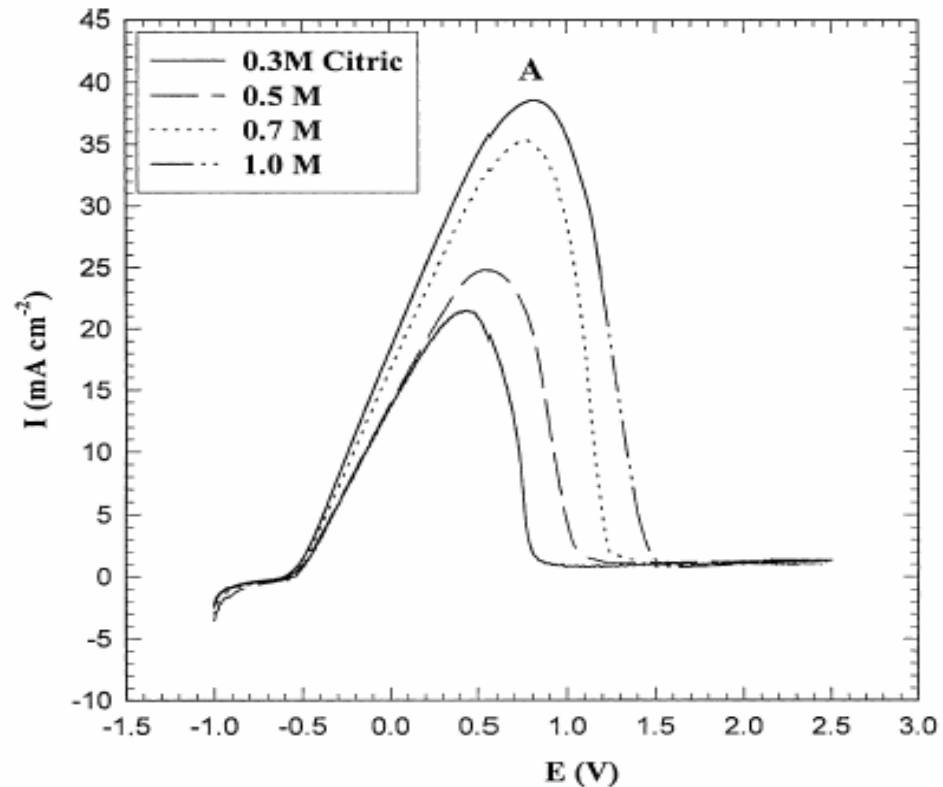
## Πίνακας 2. Επίδραση οργανικών οξέων στη διάβρωση των αλακάριστων κονσερβών λευκοσιδήρου

---

Οξύ	Περιοχή pH	Σύμπλοκο
Κιτρικό	2,1 - 4,0	SnL <sub>2</sub>
Τρυγικό	2,0 - 4,0	SnL

(Rehim et al., 2006 ; Jafarian, 2008)

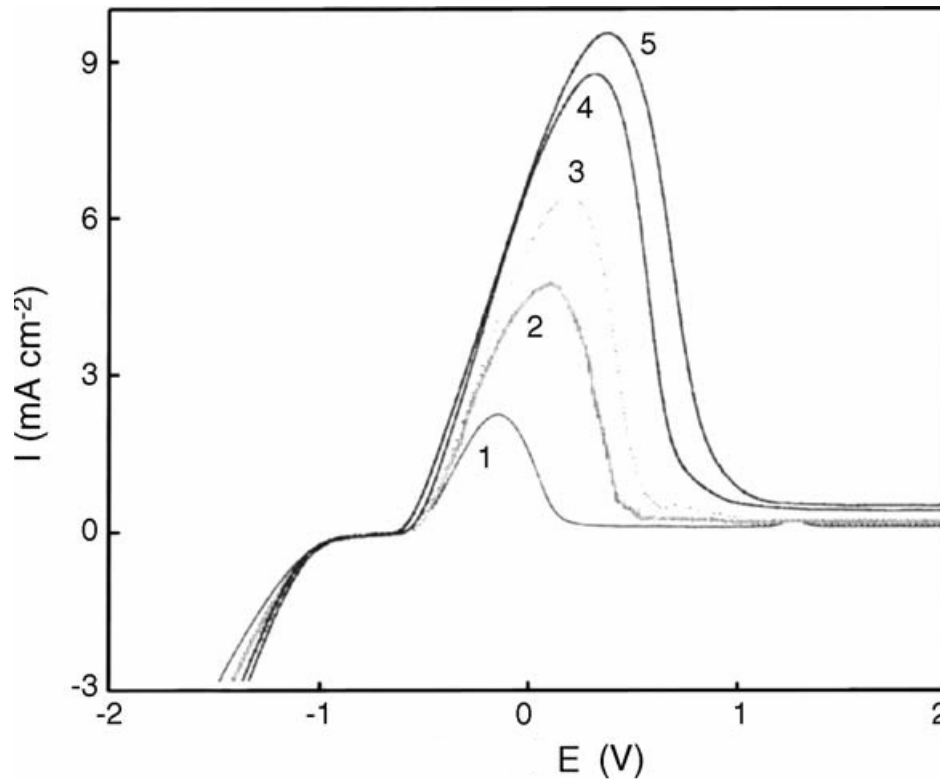
## Κιτρικό οξύ ( $C_6H_8O_7$ )



**Σχήμα 6.** Καμπύλες πόλωσης του κασσιτέρου στους 30°C στις διάφορες συγκεντρώσεις κιτρικού οξέος

(Rehim et al., 2003)

## τρυγικό οξύ



**Σχήμα 7.** Καμπύλες πόλωσης του κασσιτέρου στους 25 °C στις διάφορες συγκεντρώσεις τρυγικού οξέος(1) 0.1M tartaric acid, (2) 0.5M,(3) 1.0M, (4) 1.3M, (5) 1.5M.

(Rehim et al., 2006)

# ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

---

- ❑ Η διάβρωση του μεταλλικού περιέκτη έχει ως αποτέλεσμα τη μεταφορά μετάλλων στο συσκευασμένο τρόφιμο.
- ❑ Η μορφή της διάβρωσης ενός μεταλλικού περιέκτη η οποία θα επικρατήσει εξαρτάται άμεσα από τη φύση του συσκευασμένου προϊόντος η οποία καθορίζει αν ο κασσίτερος θα λειτουργήσει ως κάθοδος ή ως άνοδος.
- ❑ τα οργανικά οξέα όπως κιτρικό και τρυγικό δρουν θετικά στη διάβρωση των αλακάριστων κονσερβών και μάλιστα με την αύξηση της συγκέντρωσης τους επιταχύνεται η διάβρωση.

# Βιβλιογραφία

---

- FAO. (1986). Guidelines for can manufacturers and food canners: prevention of metal contamination of canned foods. Food and Nutrition Paper, 36, 43-45. Rome.
- Jafarian M., Gobal F., Danaee I., Biabani R., Mahjani M.G. (2008). Electrochemical studies of the pitting corrosion of tin in citric acid solution containing Cl<sup>-</sup>. *Electrochimica Acta*, 53, 4528–4536.
- Rehim S.S.A., Sayyad S.M., El Deeb M.M. (2003). Corrosion of tin in citric acid solution and the effect of some inorganic anions. *Materials Chemistry and Physics*, 80, 696–703.
- Rehim S.S.A., Zaky A.M., Mohamed N.F. (2006). Electrochemical behaviour of a tin electrode in tartaric acid solutions. *Journal of Alloys and Compounds*, 424, 88–92.
- Sastri V.S. (1998). Corrosion inhibitors: Principles and applications, pp 5-24, John Wiley & Sons. New York.
- Tselesh A.S. (2008). Anodic behaviour of tin in citrate solutions: The IR and XPS study on the composition of the passive layer. *Thin Solid Films*, 516, 6253–6260.

- 
- Wet J.R.& Sandenbergh R.F. (1993). The behaviour of mild steel in aqueous cyanide solutions at high temperatures. Journal of *The South African Institute of Mining and Metallurgy*, 93(4), 105-112.
  - Αντωνόπουλος Γ. (1986). Μέταλλα και κράματα. pp 110-123 Εκδόσεις University Studio Press. Θεσσαλονίκη.
  - Μπλούκας Ι. (2004). Συσκευασία τροφίμων. pp 1-193, Εκδόσεις Σταμούλης. Αθήνα.
  - Σκουλικίδης Θ. Ν. (2000). Διάβρωση και συντήρηση των δομικών υλικών των μνημείων. pp 48-59. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, Ηράκλειο.