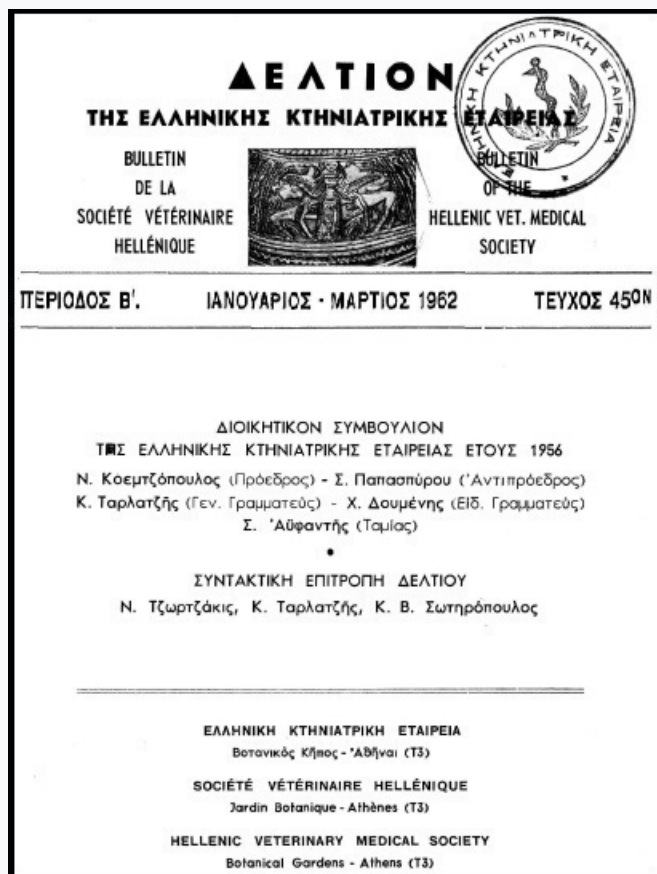


## Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society

Vol 13, No 1 (1962)



### ΑΙ ΙΟΝΙΖΟΥΣΑΙ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΙ ΚΑΙ Η ΣΠΟΥΔΑΙΟΤΗΣ ΑΥΤΩΝ ΕΝ ΤΗ ΒΙΟΛΟΓΙΑ

Α. ΑΝΔΡΙΟΠΟΥΛΟΣ

doi: [10.12681/jhvms.17884](https://doi.org/10.12681/jhvms.17884)

Copyright © 2018, Α. ΑΝΔΡΙΟΠΟΥΛΟΣ



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

### To cite this article:

ΑΝΔΡΙΟΠΟΥΛΟΣ Α. (1962). ΑΙ ΙΟΝΙΖΟΥΣΑΙ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΙ ΚΑΙ Η ΣΠΟΥΔΑΙΟΤΗΣ ΑΥΤΩΝ ΕΝ ΤΗ ΒΙΟΛΟΓΙΑ. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 13(1), 209-247. <https://doi.org/10.12681/jhvms.17884>

# ΔΕΛΤΙΟΝ

## ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΚΤΗΝΙΑΤΡΙΚΗΣ ΕΤΑΙΡΕΙΑΣ

### BULLETIN

#### DE LA SOCIÉTÉ VÉTÉRINAIRE HELLÉNIQUE

ΠΕΡΙΟΔΟΣ Β'.

ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ - ΜΑΡΤΙΟΣ 1962

ΤΕΥΧΟΣ 45<sup>ON</sup>

#### ΑΙ ΙΟΝΙΖΟΥΣΑΙ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΙ ΚΑΙ Η ΣΠΟΥΔΑΙΟΤΗΣ ΑΥΤΩΝ ΕΝ ΤΗ ΒΙΟΛΟΓΙΑ

Υ π ό

Α. ΑΝΔΡΙΟΠΟΥΛΟΥ  
Κτηνιάτρου

#### ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟΝ

#### II. ΙΟΝΙΖΟΥΣΑΙ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΙ - ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΣΠΟΥΔΑΙΟΤΗΣ

#### I. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑΙ ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ (')

#### ΙΟΝΙΖΟΥΣΩΝ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΩΝ

1. **Ἀκτίνων X καὶ γ:** Αἱ ἀκτίνες X ἢ Röntgen προέρχονται ἐξ ατόμων ἐν διεγέρσει (σωλήνες ἰονικοί, Coolidge) ἐνῶ αἱ ἀκτίνες γ ἐκ τῶν ἐν διεγέρσει πυρήνων τῶν ραδιενεργῶν στοιχείων. Ἀμφότεραι εἶναι ἡλεκτρομαγνητικῆς φύσεως, ὡς αἱ μονοχρωματικαὶ ἀκτινοβολίαι τοῦ ὁρατοῦ φωτός, στεροῦνται μάζης καὶ ἡλεκτρικοῦ φορτίου. Εἶναι ἀσυγκρίτως μεγαλυτέρας συχνότητος, ἄρα κέκτνται φωτονίων μεγάλης ἐνεργείας, κινοῦνται μὲ τὴν ταχύτητα τοῦ φωτός καὶ διακρίνονται διὰ τὴν μεγάλην διεισδυτικὴν τῶν ἱκανότητα. Κατὰ τὴν ἀκτινοβολήσιν τῆς ὕλης, ἡ ἀπώλεια τῆς ἐνεργείας τῶν ἀναλίσκεται εἴτε εἰς τὴν πρόκλησιν διεγέρσεων τῶν μορίων ἢ παραγωγὴν θερμότητος καὶ φωτός (φωτόνια μικρᾶς ἐνεργείας), εἴτε εἰς τὴν πρόκλησιν ἰονισμῶν (φωτόνια μεγάλης ἐνεργείας).

2. **Ἀκτίνων β.** Ἀποτελοῦνται ἀπὸ δέσμας ἡλεκτρονίων (e<sup>-</sup>). Ἐχουν μᾶζαν καὶ φέρουν ἕκαστον ἐν στοιχειῶδες ἡλεκτρικὸν φορτίον. Ἡ ταχύτης τῶν κυμαίνεται ἀπὸ 0,25 - 0,99 τῆς ταχύτητος τοῦ φωτός. Ἀντιστοιχοῦν πρὸς τὰς καθοδικὰς ἀκτίνας καὶ συνιστοῦν τὰς σπουδαιοτέρας τῶν ἀκτινοβολιῶν τῶν ραδιενεργῶν ἰσοτόπων. (H<sup>3</sup>, C<sup>14</sup>, P<sup>32</sup>, S<sup>35</sup>, I<sup>131</sup> κλπ.). Ὑπὸ τινων

1. Ἐλήφθησαν ὑπ' ὄψιν αἱ ἰονίζουσαι ἀκτινοβολίαι Röntgen (X) καὶ γ ὡς καὶ αἱ ἀκτινοβολίαι α, β καὶ νετρονίων ὡς ἀξιολογώτεραι ἐν τῇ βιολογία.

τεχνητῶς παραχθέντων ραδιενεργῶν ἰσοτόπων ἐκπέμπονται θετικῶς φορτισμένα σωματίδια β τὰ ὁποῖα ἐχαρκτηρίσθησαν ὡς ποζιτρόνια ( $e^{+}$ ).

Ἡ ἐμβέλεια τῶν ἀκτίνων β ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς ἐνεργείας των καὶ εἶναι ἐνδιαμέσου τιμῆς ἐκείνης τῶν ἀκτίνων α καὶ γ. Τὸ μέγιστον δυνατὸν βάθος διεισδύσεώς των, ἐντὸς τοῦ ὕδατος καὶ τῶν ὀργανικῶν συστημάτων, δὲν ὑπερβαίνει τὰ 5—7 χιλιοστά. Ὁ προκαλούμενος ὑπ' αὐτῶν ἰονισμὸς εἶναι συνήθως ἀσθενὴς καὶ ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς ἐνεργείας των.

**3. Ἀκτίνων α:** Σωματιδιακὴ ἀκτινοβολία ἀποτελουμένη ἐκ ροῆς πυρρήνων τοῦ στοιχείου ἥλιου ( $^4_2\text{He}$ ). Εἶναι ταυτόσημος τῶν γνωστῶν ἐκ τῆς φυσικῆς διαυλικῶν ἢ θετικῶν ἀκτίνων. Ἔχουν μᾶζαν ἴσην πρὸς τέσσαρας μονάδας ἀτομικῆς μᾶζης καὶ ἠλεκτρικὸν φορτίον ἰσοδύναμον πρὸς δύο στοιχειώδη θετικὰ ἠλεκτρικὰ φορτία. Ἡ ταχύτης των κυμαίνεται ἀπὸ  $1/10 - 1/30$  τῆς ταχύτητος τοῦ φωτός, ἡ δὲ ἐμβέλειά των εἶναι ἀρκούντως μικρὰ ἐν σχέσει πρὸς ἐκείνην τῶν ἀκτίνων β καὶ γ. Τὸ βάθος διεισδύσεώς των εἰς τὸ ὕδωρ καὶ τοὺς ὀργανικοὺς ἰστούς ἀνέρχεται μόλις εἰς 7 μ. (μικρὰ) <sup>(1)</sup>· κέκτηνται δὲ ἐνεργείας κυμαινομένης μεταξὺ 5 - 10 MeV. Λόγω τῆς μεγάλης αὐτῶν ἐνεργείας καὶ τῆς μικρᾶς των ταχύτητος ὁ προκαλούμενος ἰονισμὸς, ἐντὸς τῆς ὕλης δι' ἧς διέρχονται, εἶναι ἐξόχως ἰσχυρὸς κυρίως κατὰ τὸ τέρμα τῆς διαγραφομένης ὑπ' αὐτῶν τροχιάς.

**4. Ἀκτίνων νετρονίων ( $^1_0\text{n}$ ):** Σωματιδιακὴ ἀκτινοβολία ἀποτελουμένη ἐκ σωματιδίων νετρονίων διαφόρων ταχυτήτων ἐχόντων μᾶζαν 1 καὶ στερουμένων ἠλεκτρικοῦ φορτίου.

Ἡ ἔλλειψις ἠλεκτρικοῦ φορτίου καθιστᾷ τὴν ἀκτινοβολίαν τῶν νετρονίων λίαν διεισδυτικὴν. Τὸ προκαλούμενον βιολογικὸν ἀποτέλεσμα ποικίλει ἀναλόγως τῆς ταχύτητός των. Τὰ ταχέα νετρόνια δὲν προκαλοῦν πρωτογενῆ ἰονισμὸν ἐντὸς τῆς ὕλης δι' ἧς διέρχονται <sup>(2)</sup> ἀλλὰ δευτερογενῇ τῇ βοηθείᾳ τῶν ἀποσπωμένων πρωτονίων ἐκ τοῦ πυρήνος τῶν ἀτόμων τῶν στοιχείων τῆς ἀκτινοβολουμένης ὕλης. Τὰ βραδέα νετρόνια ἀντιθέτως, ἀντὶ ν' ἀποσποῦν πρωτόνια, συλλαμβάνονται ὑπὸ τῶν <sup>(3)</sup> πυρήνων τῶν ἀτόμων τῆς ὕλης δι' ἧς διέρχονται, δημιουργοῦντα οὕτω νέους πυρήνας οἵτινες κέκτηνται ραδιενεργοὺς ιδιότητες. Ὁ προκαλούμενος ἰονισμὸς εἶναι κατὰ συνέπειαν δευτερογενὴς <sup>(4)</sup> καὶ ὀφείλεται εἰς τὰς ἐκπεμπομένας, ὑπὸ τῶν οὕτω δημιουργηθέντων ραδιενεργῶν πυρήνων, ἰονιζούσας ἀκτινοβολίας (β, γ).

(1) μ: Συνιστᾷ μονάδα μετρήσεως ἐλαχίστων μηκῶν. Ἰσοῦται μὲ τὸ  $1/1.000.000$  τοῦ μέτρου ἢ μὲ  $10^{-4}$  cm.

(2) Ὡς ταχέα νετρόνια θεωροῦνται τὰ ἔχοντα ἐνέργειαν ἀνωτέραν τοῦ 1 MeV.

(3) Ἐκλήθησαν βραδέα ἢ θερμοκᾶ νετρόνια, διότι ἡ ἐνέργειά των ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς θερμοκρασίας τοῦ περιβάλλοντός των. Διὰ θερμοκρασίαν π.χ.  $22^{\circ}\text{C}$  ἡ ἐνέργεια των εἶναι ἴση πρὸς 0,025eV καὶ ἡ ἀντίστοιχος πιθανωτέρα ταχύτης των περιπυρρῶν ἴση πρὸς  $2,2 \times 10^6$  Cm/sec.

(4) Διὰ τοῦ τρόπου αὐτοῦ, πολλὰ ραδιενεργὰ ἰσότοπα παράγονται σήμερον ἐντὸς τῶν πυρηνικῶν ἀντιδραστήρων.

Ἐν ἀντιθέσει πρὸς τὰ συμβαίνοντα μὲ τὰς ἄλλας ἀκτινοβολίας, ὁ προκαλούμενος ὑπὸ τῶν νετρονίων εἰδικὸς ἰονισμὸς ἐξαρτᾶται εἰς μέγαν βαθμὸν ἀπὸ τὴν φύσιν τῆς ἀτομικῆς συστάσεως τῆς ὕλης διὰ μέσου τῆς ὁποίας διέρχονται. Οὕτω, ὁ εἰδικὸς ἰονισμὸς δεδομένης δόσεως νετρονίων ἀνὰ γραμμάριον ὕδατος εἶναι <sup>(1)</sup> περίπου 2,5 φορὰς μεγαλειέτερος ἐκείνου ὅστις προκαλεῖται ὑπὸ τῆς αὐτῆς δόσεως εἰς ἓν γραμμάριον ἀέρος. Τὸ γεγονός τοῦτο καθιστᾷ τὴν δοσιμετρίαν τῶν νετρονίων ἀρκούντως δυσχερή.

## II. ΜΟΝΑΔΕΣ ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΕΙΑΣ - ΜΟΝΑΔΕΣ ΔΟΣΕΩΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΩΝ (ΔΟΣΙΜΕΤΡΑ) - ΚΑΝΟΝΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

### 1. Μονάδες Ραδιενεργείας

#### α) Μεγέθη ἀναφερόμενα εἰς τὴν ραδιενεργὸν διάσπασιν.

Ὑπὸ τὸν ὄρον ραδιενέργεια ἐννοεῖται ὁ ρυθμὸς τῶν πυρηνικῶν διασπάσεων ραδιενεργοῦ τινὸς ὕλικου. Ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸν ἀριθμὸν τῶν ἀνὰ μονάδα χρόνου (sec) λαμβανουσῶν χώραν πυρηνικῶν διασπάσεων. Ὡς εἰδικὴ δὲ ραδιενέργεια ἐννοεῖται ὁ λόγος τῆς ραδιενεργοῦ οὐσίας εἰς mC πρὸς τὴν συνολικὴν ποσότητα εἰς γραμμάρια τοῦ περιέχοντος ταύτην παρασκευάσματος.

Διὰ τῶν ἐπινοηθέντων μονάδων ραδιενεργείας βαθμολογεῖται ὁ ρυθμὸς διασπάσεως τῶν ραδιενεργῶν χημικῶν στοιχείων. Ἡ βαθμολόγησις ἀναφέρεται εἰς τὸ ραδιενεργὸν καὶ μόνον ὕλικὸν καὶ δὲν λαμβάνει ὑπ' ὄψιν τὰς ἐκ τῆς ραδιενεργείας συνεπειὰς καὶ ἐπιδράσεις.

Ὡς βάσις τῶν μονάδων ραδιενεργείας λαμβάνεται ἡ ἀρχικῶς καθορισθεῖσα μονάς Curie (C). Ἐκφράζει τὴν ραδιενέργειαν ἐκείνης τῆς ποσότητος ραδιενεργοῦ τινὸς ὕλικου ἣ ὁποία ὑφίσταται  $3.7 \cdot 10^{10}$  διασπάσεις ραδιενεργῶν πυρηνῶν ἀνὰ δευτερόλεπτον. (dis/sec).

Πρὸς διευκόλυνσιν τῶν μετρήσεων καθωρίσθησαν μεταγενεστέρως καὶ ἕτεραι μονάδες ραδιενεργείας ἡτοι :

1. KC  $1.10^3$  C ἢ  $3,7 \cdot 10^{13}$  dis/sec
2. Mega C  $1.10^6$  C ἢ  $3,7 \cdot 10^{16}$  » »
3. mC  $1.10^{-3}$  C ἢ  $3,7 \cdot 10^7$  » »
4.  $\mu$ C  $1.10^{-6}$  C ἢ  $3,7 \cdot 10^4$  » »
5.  $\mu$   $\mu$ C  $1.10^{-9}$   $\mu$  C ἢ  $1.10^{-12}$  C

(1) Ὁ εἰδικὸς ἰονισμὸς ἀντιπροσωπεύει τὸν ἀριθμὸν τῶν ζευγῶν ἰόντων ἅτινα σχηματίζονται ἀνὰ μονάδα μήκους (μ) τῆς διαγραφομένης τροχιάς ὑπὸ τινος σωματιδιακῆς (α, β κλπ.) ἢ ἡλεκτρομαγνητικῆς φύσεως ἀκτινοβολίας.

Διὰ τῶν μονάδων ραδιενεργείας βαθμολογεῖται ἡ ραδιενέργεια τῶν ραδιενεργῶν ἐκείνων ὑλικῶν τῶν ὁποίων ἡ πυρηνικὴ διάσπασις συνοδεύεται μὲ ἐκπομπὴν σωματιδιακῆς ἀκτινοβολίας  $\alpha$  καὶ  $\beta$ . Ἐκ τῆς καθορισθείσης ραδιενεργείας ραδιενεργοῦ τινὸς στοιχείου δυνάμεθα τῇ βοηθείᾳ μαθηματικῶν ὑπολογισμῶν νὰ προσδιορίσωμεν τὸ βάρος αὐτοῦ. Ἐκ τῆς ὑπολογισθείσης δὲ ἐνεργείας εἰς MeV τῆς ἐκπεμπομένης σωματιδιακῆς ἀκτινοβολίας δυνάμεθα νὰ καθορίσωμεν τὴν δόσιν τῆς ἀκτινοβολίας τὴν ὁποίαν ἐδέχθη ἀκτινοβοληθεῖσα οὐσία.

**β) Μεγέθη ἀναφερόμενα εἰς πηγὰς ἀκτίνων  $\gamma$  καὶ Röntgen (X).**

Αἱ μονάδες ραδιενεργείας δὲν καθίστανται ἐπαρκεῖς διὰ τὴν βαθμολόγησιν τῆς ἰσχύος τῶν πηγῶν ἐκπομπῆς ἀκτίνων  $\gamma$  καὶ X. Τοῦτο δὲ καθ' ὅσον ὁ ἀριθμὸς τῶν ἐκπεμπομένων φωτονίων δὲν εἶναι ἀπαραιτήτως καὶ ἰσάριθμος τοῦ ἀριθμοῦ τῶν λαμβανουσῶν χώραν πυρηνικῶν διασπάσεων. Γενικῶς εἰς τὰς περιπτώσεις τῶν πηγῶν ἐκπομπῆς ἀκτινοβολιῶν  $\gamma$  ἢ X δὲν ἐνδιαφέρει ὁ ἀριθμὸς τῶν ἐκπεμπομένων φωτονίων ἀλλ' ἡ ὅλική δι' αὐτῶν διαδιδόμενη ἐνέργεια.

Μεγέθη ἀφορῶντα εἰς πηγὰς ἀκτινοβολιῶν  $\gamma$  καὶ X εἶναι :

1. **Ἡ ἰσχὺς (I) :** Ἡ ἰσχὺς ἀναφέρεται ἀποκλειστικῶς εἰς αὐτὴν ταύτην τὴν πηγὴν καὶ ἐκφράζεται ὑπὸ τοῦ πηλίκου τῆς ἐντὸς τοῦ χρόνου Dt καὶ πρὸς ὅλας τὰς διενθύνσεις ἐκπεμπομένης ἐνεργείας DE ὑπὸ μορφὴν ἀκτίνων  $\gamma$  ἢ X. Μετρεῖται δὲ εἰς ERG/Sec.

$$I = \frac{DE}{Dt}$$

2. **Ἡ ἐντάσις (J) :** Ἀποτελεῖ μέγεθος ἀναφερόμενον εἰς σημεῖον τοῦ χώρου δυνάμενον νὰ προσβληθῇ ὑπὸ τῆς ἀκτινοβολίας. Εἶναι ἀνάλογος τῆς ἐνεργείας DE τῶν φωτονίων δεδομένης ἀκτινοβολίας ἥτις διέρχεται διὰ τινος καθέτως τεθείσης ἐπιφανείας ἐμβαδοῦ DS καὶ εἰς χρόνον Dt. Μετρεῖται εἰς ERG/cm<sup>2</sup>/Sec :

$$J = \frac{DE}{DS \cdot Dt}$$

3. **Ἡ ποσότης ἀκτινοβολίας (E) :** Ἀντιστοιχεῖ εἰς τὴν διερχομένην ποσότητα ἐνεργείας διὰ τινος ἐπιφανείας (S) καθέτου πρὸς τὴν δέσμην τῆς προσπιπτούσης ἀκτινοβολίας καὶ εἶναι ἀνάλογος τῆς ἐντάσεως ταύτης καὶ τοῦ χρόνου ἀκτινοβολίας. Μετρεῖται εἰς ERG.

$$E = J \cdot S \cdot t$$

4. Ἡ δόσις ἀκτινοβολίας  $\gamma$  ἢ X διὰ τινος ὑλικοῦ συνοδεύεται μὲ ἐξασθένισιν τῆς ἐντάσεως ταύτης. Ἡ ποσότης δὲ τῆς ἀπορροφουμένης ἐνεργείας ἀναλίσκεται εἰς τὴν πρόκλησιν ἰονισμῶν καὶ διέγερσιν τῶν ἀτόμων καὶ μορίων τῆς ἀκτινοβολουμένης ὕλης.

α) Ἡ ἐλάττωσις τῆς ἐντάσεως (DJ) προσπιπτούσης ἐπὶ τινος ὕλικου ἀκτινοβολίας εἶναι ἀνάλογος τῆς ἐντάσεως ταύτης (J) τοῦ γραμμικοῦ συντελεστοῦ ἐξασθενίσεως ( $\mu$ ) καὶ τοῦ πάχους (Dx) τοῦ ἀκτινοβολουμένου ὕλικου.

$$DJ = -J \cdot \mu \cdot Dx$$

Συναρτήσει δὲ τοῦ χρόνου (t) καὶ τοῦ ἐμβαδοῦ τῆς ἀκτινοβολουμένης ἐπιφανείας (S) τοῦ ὕλικου ἡ μείωσις τῆς ἐντάσεως δίδεται :

$$DJ \cdot S \cdot t = -J \cdot DS \cdot t \cdot \mu \cdot Dx$$

$$\text{ἢ } DE = -E \cdot \mu \cdot Dx$$

β) Ὡς πρὸς τὸ ἀποτέλεσμα τῶν ἀκτινοβολιῶν ἐνδιαφέρει ἡ μέτρησης τῆς ἀπορροφουμένης ὑπὸ τοῦ ὕλικου ἐνεργείας ὥς καὶ αἱ συνέπειαί ταύτης (ιονισμοί, διεγέρσεις). Μεγέθη ἀναφερόμενα εἰς τὸ ἀποτέλεσμα τῶν ἀκτινοβολιῶν εἶναι :

1. Ἡ δόσις ( $\delta$ ) : ἀντιστοιχεῖ πρὸς τὴν ποσότητα τῆς ἀπορροφουμένης ἐνεργείας (DE) ὑπὸ τῆς ὑφισταμένης τὴν ἀκτινοβολήσιν ὕλης (Dm). Μετρεῖται εἰς ERG/GR ἀκτινοβολουμένης ὕλης.

$$\delta = \frac{DE}{Dm}$$

ἔνθα : J = ἔντασις ἀκτινοβολίας

t = χρόνος ἀκτινοβολήσεως

$\mu$  = γραμμ. συντελεστὴς ἐξασθενίσεως

$\rho$  = πυκνότης ἀκτινοβολουμένης ὕλης.

$$\text{ἢ } \delta = \frac{J \cdot t \cdot \mu}{\rho}$$

2) Ὁ ρυθμὸς δόσεως (R $\delta$ ) : Ἀντιστοιχεῖ εἰς τὴν ἀπορροφουμένην, ὑπὸ τῆς ὑφισταμένης τὴν ἀκτινοβολήσιν ὕλης, δόσιν ἀκτινοβολίας εἰς τὴν μονάδα τοῦ χρόνου. Μετρεῖται εἰς ERG/GR/Sec.

Συνδέεται δὲ πρὸς τὸν γραμματικὸν συντελεστὴν ἐξασθενίσεως, τὴν ἔντασιν τῆς προσπιπτούσης ἀκτινοβολίας καὶ τὴν πυκνότητα τοῦ ἀκτινοβολουμένου ὕλικου.

$$R\delta = \frac{\delta}{t} \quad \text{ἢ} \quad R\delta = J \cdot \frac{\mu}{\rho}$$

Ἐν τῷ πλαισίῳ τῶν λαμβανουσῶν χώραν ἀλληλοεπιδράσεων, μεταξὺ ἀκτινοβολίας καὶ ἀκτινοβολουμένης ὕλης, εἶναι ἀναγκαῖον νὰ χρησιμοποιεῖται ὁ ρυθμὸς δόσεως καὶ οὐχὶ ἡ ἔντασις τῆς ἀκτινοβολίας. Ἀκτινοβολίαι τῆς αὐτῆς ἐντάσεως ἀλλὰ διαφόρου συχνότητος (μαλακαὶ καὶ σκληραὶ ἀκτῖνες  $\gamma$  ἢ X) προκαλοῦν διάφορον ἐντὸς τῆς ἀκτινοβολουμένης ὕλης ἀποτέλεσμα. Τοῦτο δὲ καθ' ὅσον αἱ μαλακαὶ ἀκτῖνες  $\gamma$  ἢ X (μικρὰ συχνότης μεγάλου κύμα) ἀπορροφῶνται ἀσυγκρίτως περισσότερον ἢ αἱ σκληραὶ τοιαῦται (μεγάλη συχνότης-μικρὸν μήκος κύματος). Συνεπῶς τὴν ταχύτητα μὲ τὴν ὁποίαν ἡ ἀκτινοβολία δημιουργεῖ ἰονισμόν ἢ ἐπιφέρει διάφορα ἀποτελέσματα, ἐντὸς τῆς ἀκτινοβολουμένης ὕλης, δὲν τὴν χαρακτηρίζει ἡ ἔντασις τῆς ἀκτινοβολίας ἀλλὰ ἀποκλειστικῶς ἡ δόσις.

## 2. Μονάδες δόσεως Ἀκτινοβολιῶν

**α) Δοσιμετρία ἀκτινοβολιῶν :** Ἀσχολεῖται μὲ τὸν καθορισμὸν τῆς ἐκάστοτε ἀπορροφουμένης ἐνεργείας ὑπὸ τῆς ὑφισταμένης τὴν ἀκτινοβολήσιν ὕλης. Ἀφορᾷ εἴτε εἰς τὰς περιπτώσεις ἐσωτερικῆς ἀκτινοβολήσεως (ἐσωτερικὴ ραδιομόλυνσις, χρῆσις ραδιενεργῶν ἰσοτόπων διὰ θεραπευτικῶν σκοποῦς) εἴτε εἰς τὰς περιπτώσεις ἐξωτερικῆς ἀκτινοβολήσεως.

Ἡ ἀκτινοβολία δημιουργεῖ ἀποτέλεσμα μόνον λόγῳ τοῦ ἀπορροφουμένου ποσοῦ ἐνεργείας. Εἰδικώτερον τὸ βιολογικὸν ἀποτέλεσμα ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν κατανομὴν τῆς ἀπορροφηθείσης ἐνεργείας τουτέστιν ἀπὸ τὸν ἀριθμὸν τῶν σχηματιζομένων ἰόντων ἀνὰ μονάδα μήκους (μ) διαδρομῆς τοῦ ἰονίζοντος σωματιδίου.

Ἐν τῷ πλαισίῳ τῆς βιολογίας αἱ μονάδες δόσεως πρέπει νὰ λαμβάνωσι ὑπ' ὄψιν τόσον τὴν εἰς  $\text{ERG/GR}$  ἀπορροφουμένην ἐνέργειαν (φυσικὴ δόσις) ὅσον καὶ τὸ προκύπτον βιολογικὸν ἀποτέλεσμα (βιολογικὴ δόσις) ἐκ τῆς ἀπορροφουμένης ἐνεργείας.

Ἡ ἀπορροφουμένη ὑπὸ τινος ὕλης ἐνέργεια ἐκδηλοῦται ὑπὸ διαφόρους μορφὰς κυρίως ὅμως ἐμφανίζεται ὑπὸ μορφήν θερμότητος καὶ χημικῶν μεταβολῶν (ιονισμοί, διεγέρσεις). Μικρὰ ἐνίοτε ποσότης ἐκδηλοῦται ὑπὸ μορφήν φωτὸς (φθορισμός). Ὁ πλέον ἰδεώδης τρόπος μετρήσεως ἐκάστης δόσεως θὰ ἦτο ἂν καθίστατο δυνατόν νὰ ὑπολογισθῇ ἡ παραγωμὲνη εἰς ἓν σύστημα ποσότης θερμότητος. Εἰς τὰ βιολογικὰ ὅμως συστήματα παρομοία δυνατότης μετρήσεως τῆς ἀπορροφουμένης ἐνεργείας, θερμοδομετρικῶς, καθίσταται ἀδύνατος. Οὕτω π.χ. ἡ θανατηφόρος δόσις τῶν  $700 \text{ R}$  δι' ἓνα θηλαστικὸν δὲν θὰ ἠῤῥανε τὴν θερμοκρασίαν του παρὰ κατὰ  $1,7 \times 10^{-3} \text{ C}^\circ$  ἔστω καὶ ἂν τὸ συνολικὸν ποσὸν τῆς ἀπορροφηθείσης ἐνεργείας μετετρέπετο εἰς θερμότητα.

### β. Μονάδες δόσεως :

1. **Μονὰς Röntgen (R ἢ r).** Ἡ ἀρχικῶς καθορισθεῖσα μονὰς δόσεως εἰδικῶς διὰ τὰς ἀκτίνας X καὶ γ, ἦτο ἡ μονὰς Röntgen. Ὡς μονὰς δὲ ρυθμοῦ δόσεως ἡ  $\text{R/m}$  ἢ ἡ  $\text{R/h}$  ἢ ἡ  $\text{R/"}\text{Ετος}$ . Ἡ μονὰς Röntgen δὲν ἀποτελεῖ μονάδα ἀπορροφουμένης δόσεως ἀλλὰ συνιστᾷ μονάδα ἡ ὁποία καθορίζει ποσότητα ἀκτίνων X ἢ γ ἥτις ἀντιστοιχεῖ εἰς ἀπορρόφησιν  $83,8 \text{ ERG/GR}$  ἀέρος.

Ἡ μονὰς R ἢ r καθωρίσθη ὥς τὸ ποσὸν τῶν ἀκτίνων X ἢ γ τῶν ὁποίων ἡ δευτερεύουσα σωματιδιακὴ ἀκτινοβολία (ἀπόσπασις ἠλεκτρονίων κατὰ τὴν ἀκτινοβολήσιν) παράγει ἐντὸς ἐνὸς κυβικοῦ ἐκατ. ξηροῦ ἀέρος, ὑπὸ κανονικᾶς συνθήκας πιέσεως καὶ θερμοκρασίας, ξεύγη θετικῶν καὶ ἀρνητικῶν ἰόντων, τὸ συνολικὸν φορτίον τῶν ὁποίων ἰσοῦται πρὸς τὴν θετικὴν καὶ ἀρνητικὴν ἠλεκτροστατι-

κὴν μονάδα ἡλεκτρικοῦ φορτίου. Παράγῃ δὲ ἐντὸς ἐνὸς κυβικοῦ ἑκαστομ. ξηροῦ ἀέρος ὑπὸ κανονικᾶς συνθήκας πιέσεως καὶ θερμοκρασίας :

$$\frac{1}{3 \cdot 10^9 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} = 2,083 \cdot 10^9 \text{ ζεύγη ἰόντων } (^1)$$

Ἐπειδὴ δι' ἓν ζεύγος ἰόντων ἀπαιτεῖται ἐνέργεια 32,5eV (εἰς τὸν ἀέρα) ἔπεται ὅτι ἡ ἀπορροφουμένη ἐνέργεια :

α) Εἰς eV θὰ ἰσοῦται πρὸς  $2,083 \cdot 10^9 \cdot 32,5 \text{ eV} = 6,77 \cdot 10^{10} \text{ eV/R. Cm}^3$ .

β) Εἰς ERG θὰ ἰσοῦται πρὸς  $6,77 \cdot 10^{10} \times 1,6 \cdot 10^{12} = 0,108 \text{ ERG/cm}^3 \cdot \text{R}$ .

γ) Εἰς ERG/GR ἀπορροφητικοῦ ὕλικου  $= \frac{0,108 \text{ ERG/Cm}^3 \cdot \text{R}}{1,213 \cdot 10^{-3}} =$

$= 88,8 \text{ ERG/gr.R}$ .

(1) Σημειώσεις : Ἐν Coulomb ἡλεκτρικοῦ φορτίου εἶναι ἴσον πρὸς  $3 \cdot 10^9$  ΗΣΜ, (ἡλεκτροστατικαὶ μονάδες) καὶ  $1,6 \cdot 10^{-19}$  εἶναι τὸ φορτίον τοῦ ἡλεκτρονίου.  
 $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-12} \text{ ERG}$  καὶ  $1,293 \cdot 10^{-3} \text{ gr/cm}^3$  ἡ πυκνότης τοῦ ἀέρος.

Τὸ ποσὸν τῆς ἀπορροφουμένης ἐνεργείας ὑφ' ἐνὸς ὕλικου ἀκτινοβοληθέντος ὑφ' ἐνὸς R ἀκτίνων X ἢ γ εἶναι συνάρτησις :

α) Τῆς φύσεως τῆς ἀκτινοβολουμένης ὕλης : Διάφορον διὰ τὸν ἀέρα ὕδωρ, ἰστούς.

β) Τῆς ἐνεργείας τῶν φωτονίων τῆς προσπιπτούσης ἀκτινοβολίας X ἢ γ. Ἡ διαφορὰ καθίσταται μεγαλυτέρα δι' ἀκτινοβολίας μικρᾶς συχνότητος τοῦτέστιν μικρᾶς ἐνεργείας.

Μειονεκτήματα :

Διὰ τὰ θεωρηθῶν ὡς ἀκριβῆ τ' ἀποτελέσματα ἐκ τῆς μετρήσεως μὲ βάσιν τὴν μονάδα R θὰ πρέπει νὰ ὑφίσταται ἰσορροπία μεταξὺ πρωτογενοῦς (προσπιπτούσης) ἀκτινοβολίας καὶ δευτερογενοῦς τοιαύτης (ἀπόσπασις ἡλεκτρονίων κατὰ τὴν δίοδον ἐντὸς τῆς ἀκτινοβολουμένης ὕλης).

Ἡ διαφορὰ μεταξὺ τῆς πραγματικῶς ἀπορροφουμένης ἐνεργείας καὶ ἐκείνης ἣτις δίδεται διὰ τῶν μετρήσεων ὑπὸ τῆς μονάδος R καθίσταται ἀξιολόγως σημαντικὴ δι' ἐνεργείας ἀκτινοβολιῶν ὑπερβαίνουσας μερικὰ keV. Ἡ μονὰς Röntgen καθωρίσθη συμφώνως πρὸς τὸν προκαλούμενον ἐντὸς τοῦ ἀέρος ἰονισμόν.

2. Μονὰς REP (Röntgen equivalent physigue) : Ἐγένετο πρὸς τὸν σκοπὸν καθορισμοῦ τῆς μονάδος δόσεως τῶν λοιπῶν ἐκτὸς τῶν ἀκτίνων Röntgen καὶ γ ἀκτινοβολιῶν. Ἀναφέρεται εἰς τὸν προκαλούμενον ἐντὸς τοῦ ὕδατος καὶ τῶν ἰστῶν ἰονισμόν. Καθωρίσθη ὡς ἡ δόσις ἀκτινοβολίας ἢ ὁποῖα ἐλευθερώνει ἐντὸς τοῦ ὕδατος καὶ τῶν ἰστῶν τὸ αὐτὸ ποσὸν ἐνεργείας ὅσον ἓνα R ἀκτίνων X ἢ γ. Ἡ δόσις ἀκτινοβολίας ἐνὸς REP ἀντιστοιχεῖ εἰς ἀπορρόφησιν 93 ERG/GR ὕδατος. Δὲν ἀποτελεῖ ἐπίσημον μονάδα δόσεως.

3. Μονὰς RAD : Ἐπροτάθη ὡς μονὰς δόσεως διὰ τὴν ἀποφυγὴν τῶν δυσκολιῶν, αἵτινες προέκυψαν ἐκ τῆς ἐφαρμογῆς τῶν μονάδων R καὶ REP καὶ τὴν κάλυψιν τῶν ἀπαιτήσεων ἁπασῶν τῶν ἀκτινοβολιῶν. Ἡ δό-

σις ἑνὸς RAD ἀντιστοιχεῖ εἰς ἀπορρόφησιν ἐνεργείας 100 ἐργίων ἀνὰ γραμ. ἀκτινοβολουμένης οὐσίας.

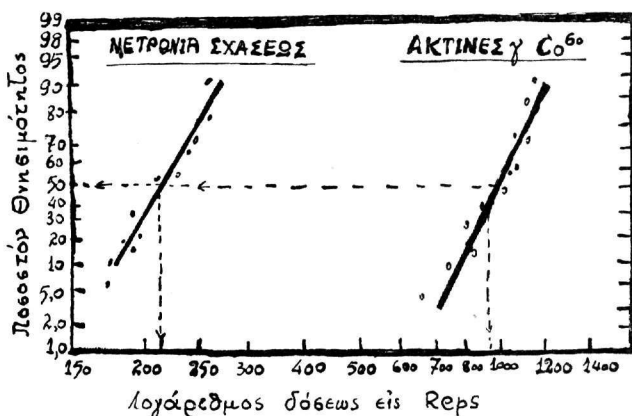
Αἱ μονάδες δόσεως R, REP καὶ RAD δὲν λαμβάνουν ὑπ' ὄψιν τὸ προκύπτον ἐκ τῆς ἀκτινοβολήσεως βιολογικὸν ἀποτέλεσμα. Διὰ τὸν ὑπολογισμόν τοῦ βιολογικοῦ ἀποτελέσματος, τὸ ὁποῖον ποικίλει ἀναλόγως τῆς προσπιπτούσης ἀκτινοβολίας ὠρίσθη ἑτέρα μονὰς δόσεως (REM).

**4. Μονὰς REM :** (Röntgen equivalent man) Ἐκφράζεται ὑπὸ τοῦ γινομένου τῆς δόσεως εἰς RAD ἐπὶ τὴν σχετικὴν βιολογικὴν ἀποτελεσματικότητα (R.B.E.) = (Rate biological Effectiveness).

Μία μονὰς REM = 1 μονάδα Rad  $\times$  R.B.E.

Διὰ τὸν καθορισμὸν τῆς R.B.E. ἐλήφθη ὡς βάσις τὸ ποσὸν τῆς ἀπορροφουμένης ἐνεργείας ἀκτίνων X καὶ  $\gamma$  πάσης ἐνεργείας τὸ ὁποῖον ἐπροκάλεσε βιολογικὸν τι ἀποτέλεσμα.

Σχετικὴ βιολογικὴ ἀποτελεσματικότης π.χ. ἀκτίνων α τῶν φυσικῶς ραδιενεργῶν στοιχείων ἴση πρὸς 10 σημαίνει ὅτι ἀπαιτεῖται 10 φορές ὀλιγοτέρα ἐνέργεια ν' ἀπορροφηθῇ ἐκ τῆς σωματιδιακῆς ἀκτινοβολίας α ἀπὸ ὅτι ἐκ τῆς ἀκτινοβολίας  $\gamma$  ἢ X διὰ νὰ δημιουργηθῇ τὸ αὐτὸ βιολογικὸν ἀποτέλεσμα ἢ αἱ ἀκτίνες α εἶναι 10 φορές πλέον ἀποτελεσματικαὶ ἢ αἱ ἀκτίνες X ἢ  $\gamma$  (πίναξ 6).



(κατὰ J. W. Clark, D. L. Jordan  
καὶ H. H. Vogel, Jr)

**Πίναξ 6.** Ἐμφαίνων τὸ ποσοστὸν θνησιμότητος ἀκτινοβοληθέντων μυῶν ὑπὸ νετρονίων σχάσεως καὶ ἀκτίνων  $\gamma$   $\text{Co}^{60}$  κατόπιν ὁλοσώμου καὶ ἐφ' ἅπαξ ἀκτινοβολήσεως ἐπὶ 90 λεπτά. Ὡς ἐμφαίνεται ἐκ τοῦ πίνακος ἡ δόσις  $210 \pm 1$  REPS νετρονίων σχάσεως φονεύει τὸ ἥμισυ τῶν ἀκτινοβοληθέντων μυῶν τῆς πρώτης ομάδος. Ἀντιθέτως διὰ τὴν ομάδα τῶν ἀκτινοβοληθέντων μυῶν ὑπὸ ἀκτινοβολίας  $\gamma$  τοῦ  $\text{Co}^{60}$  ἀπαιτήθησαν συνολικῶς  $929 \pm 5$  REPS, προκειμένου νὰ ἐπιτευχθῇ τὸ αὐτὸ βιολογικὸν ἀποτέλεσμα. Ἐξ αὐτοῦ συνάγεται ὅτι ἡ σχετικὴ βιολογικὴ ἀποτελεσματικότης (RBE) τῶν νετρονίων σχάσεως εἶναι  $929/210 = 4.43$ . Τοῦτέστιν δεδομένη δόσις νετρονίων σχάσεως εἶναι 4,43 φορές πλέον ἀποτελεσματικὴ ἢ ἡ φυσικῶς ἰσοδύναμος δόσις ἀκτίνων  $\gamma$  τοῦ  $\text{Co}^{60}$ .



# STAPHYLOCOCCUS AUREUS TOXOID

(SLANETZ STRAIN° 7)

## ΕΙΔΙΚΟΝ ΑΝΤΙΣΤΑΦΥΛΟΚΟΚΚΙΚΟΝ ΕΜΒΟΛΙΟΝ ΚΑΤΑ ΤΗΣ ΜΑΣΤΙΤΙΔΟΣ ΤΩΝ ΑΓΕΛΑΔΩΝ

(ΟΛΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ - ΧΗΜΙΚΩΣ ΑΠΟΝΕΚΡΩΘΕΙΣΑ)

Κατόπιν τῆς διαπιστουμένης καθημερινῶς ἐλλείψεως ἀποτελεσματικότητος τῶν πλείστων ἀντιβιοτικῶν ἐναντί τῆς σταφυλοκοκκικῆς μαστίτιδος τῶν ἀγελάδων, ὡς μόνη ὀρθολογική μέθοδος ἀντιμετωπίσεως τῆς ἀνωτέρω νόσου ἡ ὁποία προκαλεῖ τεραστίας ζημίας εἰς τὴν ἀγελαδοτροφίαν, ἐμφανίζεται ἡ ἔγκαιρος ἀνοσοποίησις τῶν μοσχίδων διὰ τοῦ ἐμβολιασμοῦ αὐτῶν μετὰ τὸ Εἶδικον

### ΑΝΤΙΣΤΑΦΥΛΟΚΟΚΚΙΚΟΝ ΕΜΒΟΛΙΟΝ

Ὁ ἐμβολιασμός τῶν μοσχίδων διενεργεῖται μετὰ τὸ πρῶτον ἔτος τῆς ἡλικίας των καὶ πρὸ τοῦ πρώτου τοκετοῦ. Ἐπαναλαμβάνεται δὲ μετὰ ἓνα μῆνα καὶ ἕκτοτε ἅπαξ τοῦ ἔτους.

Διὰ τοῦ τρόπου τούτου δύναται ὄχι μόνον νὰ καταπολεμηθῇ ἡ σταφυλοκοκκική μαστίτις ἀλλὰ καὶ σὺν τῷ χρόνῳ νὰ ἐκριζωθῇ ἀπὸ τὰ βουστάσια.

Κατασκευάζεται ὑπὸ τῆς

**AMERICAN CYANAMID C°**

30, Rockefeller Plaza New York 20, N. Y.

ΑΠΟΚΛΕΙΣΤΙΚΗ ΑΝΤΙΠΡΟΣΩΠΕΙΑ

**Λ Α Π Α Φ Α Ρ Μ Α Ε.**

Ἀθῆναι — Σωκράτους 50 — Τηλ. 521.463  
Θεσπία — Μητροπόλεως 37 — Τηλ. 70.064



**ΚΤΗΝΙΑΤΡΙΚΑ - ΖΩΟΤΕΧΝΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ**

**CARLO ERBA**

## **DISTOVINA**

“ERBA,,

**Καψύλια**

Διά τήν καταπολέμησιν τῆς διστοματώσεως  
Εἶναι τὸ μοναδικὸν φάρμακον εἰς ὅλον τὸν κόσμον.  
Περιέχει τετραχλωριούχον ἄνθρακα καὶ ἀνθρακικὸν ἀσβε-  
στιον καὶ ὡς ἐκ τούτου πλεονεκτεῖ ὅλων τῶν ἀντιστοίχων  
τὰ ὁποῖα συνήθως εἶναι τοξικά.  
Πλεονεκτεῖ ἀκριβῶς διότι δέν χρειάζεται ἡ συγχρόνως χο-  
ρήγησις ἀσβεστίου.  
Χορηγεῖται ἄνευ προηγουμένης προπαρασκευῆς τοῦ ζώου.

## **BRONCOVERMIN**

“ERBA,,

**Κυανοξεικοῦδραζίδη**

**Διάλυμα - δισκία**

Κατὰ τῶν πνευμονικῶν στρογγυλιάσεων τῶν αἰγοπροβάτων,  
τῶν βοοειδῶν

Χορηγεῖται : Ἐνδομυϊκῶς ἢ διὰ τοῦ στόματος

Φιαλίδια τῶν 20 κ. ἐκ.

Φιαλίδια τῶν 30 δισκίων.

## **ERBACETINA**

“ERBA,,

**Ἐνέσιμος**

Μία νέα ἀνακάλυψις - ἓν μοναδικὸν ὄπλον

Λ-χλωραμφαινικόλη συνδυαστικὴ εἰς πολυαιδουλευνικὴν γλυκόλη  
Ἐνδείκνυται εἰς ὅλας τὰς μικροβιακὰς λοιμώξεις ὅλων τῶν  
ὀργάνων καὶ ὅλων τῶν συστημάτων, εἰδικώτερον δὲ εἰς τὰς  
διαρροίας τῶν νεογνῶν.

Πλεονεκτεῖ δὲ εἰς τὰ ἑξῆς :

Ταχεῖα ἀπορρόφησις

Ἀρίστη ἀνοχή

Ἐλάχιστος ἐδισμός τῶν μικροβίων

Κυτίον τῆς 1 καὶ τῶν 10 φιαλῶν

Ἐκαστον φιαλίδιον περιέχει : διάλυμα 3 γραμμαρίων

Λ-χλωραμφαινικόλης

«ὑπὸ ἔγκρισιν»

Διανομέτς

**CARLO ERBA A.E.**

**ΔΙΦΑΡΜ**

Σωκράτους 39-Τηλ. 532.775  
ΑΘΗΝΑΙ

Τμήμα ἐπιστημονικόν

Ἀκαδημίας 91-93-Τηλ. 628.162  
ΑΘΗΝΑΙ



Ἡ R.B.E. ἀποδίδει ἐμπειρικῶς τὴν διάφορον δραστικότητα τῶν διαφόρων ακτινοβολιῶν ἐν σχέσει πρὸς τὴν πρόκλησιν ἑνὸς δεδομένου βαθμοῦ ἀλλοιώσεως ἢ βλάβης τοῦ ὑφισταμένου τὴν ακτινοβολήσιν ὀργανικοῦ ἰστοῦ.

5) **Μονὰς ὀλοκληρωτικῆς δόσεως.** Ἀντιστοιχεῖ πρὸς τὸ ὀλικὸν ποσὸν τῆς ἀπορροφηθείσης ἐνεργείας εἰς μίαν περιοχὴν ακτινοβολουμένης ὕλης καὶ ἐκφράζεται εἰς GRAM . RAD (1 GRAM. RAD=100 ERG).

### 3. Κανόνες ἀσφαλείας ἐναντι τῶν Ἰονίζουσῶν ακτινοβολιῶν

Κατὰ τὴν ακτινοβολήσιν τῆς ζώσης ὕλης, εἰς τὴν ποσότητα τῆς ἀπορροφουμένης ἐνεργείας, ἀντιστοιχεῖ ἓν βιολογικὸν ἀποτέλεσμα.

Ἐκ τοῦ βαθμοῦ ἀντιδράσεως, ἡ ἐκάστοτε ἀπορροφουμένη δόσις δύναται νὰ χαρακτηρισθῇ ὡς φυσιολογικῶς ἀνεκτὴ (π.χ. ὡς ἐκείνη ἐκ τῆς φυσικῆς ακτινοβολήσεως) ἢ βιολογικῶς παθογόνος. Μεταξὺ τῶν ὡς ἄνω ὀρίων ὑφίσταται ἓν κατώφλιον δόσεως τὸ ὁποῖον ἀντιπροσωπεύει τὴν μεγίστην ἐπιτρεπτὴ δόσιν. Ὁ προσδιορισμὸς τῆς μεγίστης ἐπιτρεπτῆς δόσεως (ἐξωτερικῆς ακτινοβολήσεως) καὶ τῆς μεγίστης ἐπιτρεπτῆς ποσοτικῆς συγκεντρώσεως (εἰς τὸ κρίσιμον ὄργανον ἀέρα, ὕδωρ) ἀπετέλεσε τὴν βάσιν τῶν διατυπωθέντων ἐκάστοτε κανόνων ἀσφαλείας. Μὲ τὴν διατύπωσιν τῶν κανόνων ἀσφαλείας ἀσχολεῖται ὁ ἐντεταλμένος πρὸς τοῦτο διεθνῆς ὀργανισμὸς Ραδιοπροστασίας ὅστις καὶ μεριμνᾷ διὰ τὴν κατὰ καιροὺς προσαρμογὴν αὐτῶν εἰς τὰς ἐγειρομένας ἐκάστοτε ἀπαιτήσεις.

### A. Κανόνες ἀσφαλείας ἐπὶ Ἐξωτερικῆς Ἀκτινοβολήσεως.

**Μεγίστη ἐπιτρεπτὴ δόσις (M.E.A.) :** Ἡ ὀλικῶς δεχομένη ὕψ' ἑνὸς ἀτόμου δόσις ακτινοβολίας μὴ δυναμένη νὰ προκαλέσῃ βιολογικὰς διαταραχὰς καθ' ὅλον τὸ χρονικὸν διάστημα τῆς ζωῆς. Ἡ ἐκάστοτε καθοριζομένη μεγίστη ἐπιτρεπτὴ δόσις δὲν συνιστᾷ σταθερὸν ποσὸν δόσεως. Ὁφείλει νὰ προσαρμόζεται καὶ νὰ καθορίζηται ἀναλόγως τῶν περιπτώσεων. Ποικίλει ἀναλόγως τοῦ ἂν πρόκειται περὶ τῆς ἀσφαλείας τοῦ ἀτόμου ἢ τῆς ἀσφαλείας μικροῦ ἢ μεγάλου ποσοστοῦ τοῦ ἐκτεθειμένου εἰς τὴν ακτινοβολήσιν πληθυσμοῦ.

1) **Δι' ἄτομα ἐκτεθειμένα** εἰς ἐξωτερικὴν ακτινοβολήσιν λόγῳ τῆς ἐργασίας των : α) Ἐπὶ ὀλοσώμου καὶ συνεχοῦς ακτινοβολήσεως ἑνὸς ἀτόμου, ὡς μεγίστη ἐπιτρεπτὴ δόσις, θεωρεῖται ἡ τῶν 0,1R/ἑβδομάδα ἢ 5R/ἔτος <sup>(1)</sup>.

(1) Εἶναι ἀξιολόγως ἐνδεικτικὸν νὰ ὑπογραμμισθῇ ὅτι ἐνῶ ἡ μεγίστη ἐπιτρεπτὴ δόσις ακτινοβολίας ἦτο ἐν ἔτει 1931 τῆς τάξεως μεγέθους τοῦ 1,4R/ἑβδομάδα, ἡ αὐτὴ ὡς ἄνω δόσις καθωρίσθη εἰς 0,3R/ἑβδομάδα διὰ τὸ 1950 καὶ 0,1 R/ἑβδομάδα διὰ τὸ 1957. Ἐξ αὐτοῦ καὶ μόνον συνάγεται ἡ οὐχὶ εἰσέτι ἐπαρκῆς συμπλήρωσις τῶν γνώσεών μας ὡς πρὸς τὸ πραγματικὸν μέγεθος τῆς ἐπιδράσεως τῶν ακτινοβολιῶν ἐπὶ τῶν ζώντων ὀργανισμῶν.

β) Ἐπὶ συνεχοῦς ἀκτινοβολήσεως περιορισμένης ἀνατομικῆς περιοχῆς, ὡς Μ.Ε.Δ. θεωρεῖται ἡ τῶν 1,5R/ἑβδομάδα.

γ) Ἐπὶ συμπτωματικῆς ὁλοσώμου ἐκθέσεως εἰς ἀκτινοβολίαν (ἀτυχήματα) :

α) Ὡς μεγίστη ἐπιτρεπτὴ δόσις δύναται νὰ θεωρηθῇ ἡ τῶν 0,3R/ἑβδομάδα ἢ 60 MR/ὥρα ὑπὸ τὸν ὅρον ὅπως, ἡ ὀλικῶς δεχομένη δόσις, ὑπὸ τοῦ ἀκτινοβοληθέντος ἀτόμου, μὴ ὑπερβῇ τὰ 5R/ἔτος.

β) Ἡ ἐφ' ἀπαξ δεχομένη δόσις τῶν 25R, δύναται νὰ θεωρηθῇ ὡς ἐπιτρεπτὴ ὑπὸ τὸν περιορισμὸν ὅτι δὲν θέλει ἐπισυμβῇ ἑτέρα παρομοία ἀπορρόφησις κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς ζωῆς.

Ἐὰν ληφθῇ ὑπ' ὄψιν ὅτι, ἡ μέση ἔτησίᾳ δόσις ἀνῆλθεν εἰς 5R, ἡ μεγίστη ἐπιτρεπτὴ δόσις ἀκτινοβολίας, τὴν ὁποίαν δύναται νὰ δεχθῇ συνολικῶς ἓν ἄτομον δεδομένης ἡλικίας, δίδεται ὑπὸ τῆς σχέσεως.

$$D = 5.(N - 18)$$

π. χ. Δι' ἡλικίαν 50 ἢ 20 ἐτῶν αἱ ἀντιστοιχοῦσαι δόσεις εἶναι :

$$D = 5.(50 - 18) = 160R$$

$$D = 5 (20 - 18) = 10R$$

## 2. Διὰ ποσοστὸν μικρότερον τοῦ $1/10$ τοῦ ὅλου πληθυσμοῦ.

Δόσις προσδιοριζομένη μὲ βάσιν τὰς ἐπὶ τῆς γεννητικῆς σφαίρας ἀπηχήσεις τῆς ἀκτινοβολίας. Ὡς μεγίστη ἐπιτρεπτὴ δόσις θεωρεῖται ἡ τῶν 10mR/ἑβδομάδα ἢ τῶν 500mR/ἔτος.

## 3. Διὰ ποσοστὸν μεγαλύτερον τοῦ $1/10$ τοῦ ὅλου πληθυσμοῦ :

Διὰ τὸν καθορισμὸν τῆς μεγίστης ἐπιτρεπτῆς δόσεως λαμβάνονται ὑπ' ὄψιν :

α) Αἱ ἀναπόφευκτοι ἐπὶ τῶν γονιδίων ἐπιδράσεις τῶν ἀκτινοβολιῶν.

β) Τὸ προερχόμενον ἐκ τεχνητῶν πηγῶν ποσοστὸν δόσεως νὰ εἶναι περὶπου τῆς αὐτῆς τάξεως μεγέθους ἐκείνου τοῦ ἐκ φυσικῶν πηγῶν ραδιενεργείας (Background) προερχομένου.

Ὡς μεγίστη ἐπιτρεπτὴ δόσις καὶ μέχρις ἡλικίας τῶν 30 ἐτῶν, θεωρεῖται ἡ τῶν 5R εἰς τὴν ὁποίαν δὲν συμπεριλαμβάνεται ἡ ἐκ τῶν φθισικῶν πηγῶν προερχομένη δόσις ὡς καὶ ἐκείνη ἐκ τῶν ἐνδεχομένων θεραπευτικῶν ἢ ἄλλων Ἱατρικῶν ἐπεμβάσεων.

## Β. Κανόνες Ἀσφαλείας ἐπὶ ἐσωτερικῆς ἀκτινοβολήσεως.

Πᾶσα ἄμεσος ἐπαφὴ τῶν ραδιενεργῶν στοιχείων μετὰ τῶν ζώντων ὀργανισμῶν, (ραδιομόλυνσις δέρματος, πνευμονικαὶ καὶ γαστροεντερικαὶ ραδιομολύνσεις) συνεπάγεται καὶ κινδύνους ἐξ ἐσωτερικῆς ἀκτινοβολήσεως. Ὁ κίνδυνος παρουσιάζεται ἡϋξημένος εἰς τὰς περιπτώσεις κατὰ τὰς ὁποίας τὸ ἐπεμβαῖνον ραδιενεργὸν στοιχεῖον :

α) κέκτηται μεγάλου χρόνου ὑποδιπλασιασμοῦ

β) ἐκπέμπει ἀκτινοβολίαν ἥτις προκαλεῖ ὑψηλὴν πυκνότητα ἰονισμοῦ ( $\alpha > \beta > \gamma$ ).

γ) Καθηλοῦται ἐκλεκτικῶς εἰς τινὰ ἀνατομικὸν ὄργανον (κρίσιμον ὄργανον) καὶ ἀπεκρίνεται δυσκολώτατα (μεγάλος ἐνεργὸς βιολογικὸς χρόνος ὑποδιπλασιασμοῦ).

Τὸ τιθέμενον ὅθεν πρόβλημα εἶναι ἀρκετὰ πολὺπλοκον καὶ συνδέεται στενότερα :

—Πρὸς τὰς μεταβολιστικὰς ιδιότητας τοῦ ἐπεμβαίνοντος ἐκάστοτε ραδιενεργοῦ στοιχείου (ἀπορρόφησις, κυκλοφορία, κατανομή ἐντὸς τοῦ ὁργανισμοῦ, ταχύτης ἀπεκκρήσεως κλπ.).

—Πρὸς τὰς φυσικοχημικὰς αὐτοῦ ιδιότητας: χρόνον ὑποδιπλασιασμοῦ, ἐνέργειαν ἐκπεμπομένης ἀκτινοβολίας, διαλυτότητα κλπ.

Ἐπειδὴ ἡ κατανομή ἐκάστου ραδιενεργοῦ στοιχείου ἐντὸς τοῦ ὁργανισμοῦ δὲν εἶναι ὁμοιογενής, εἰσῆχθη ὁ ὅρος τοῦ κρίσιμου ὁργάνου. Ὡς κρίσιμον ὄργανον θεωρεῖται τὸ ὄργανον ἐκεῖνον τὸ ὁποῖον προσλαμβάνει τὴν μεγαλυτέραν δόσιν μετὰ τὴν κατ'ἀποσιν ἢ εἰσπνοήν.

Ὁ ὑπολογισμὸς τῆς ἀντιστοιχούσης εἰς τὸ κρίσιμον ὄργανον δόσεως, διαδεδομένην ποσότητα ραδιενεργοῦ ἰσοτόπου, συγκριτικῶς πρὸς τὴν κατανομὴν αὐτοῦ ἐντὸς τοῦ ὅλου ὁργανισμοῦ, ἀπαιτεῖ τὴν γνῶσιν τοῦ μεταβολισμοῦ αὐτοῦ, ἐντὸς τοῦ θεωρουμένου κρίσιμου ὁργάνου, ὥς καὶ τὸ μέγεθος τοῦ τελευταίου τούτου.

Ἐπὶ χρονίας ἐκθέσεως εἰς ἀκτινοβολίαν, οἱ κανόνες ἀσφαλείας προβλέπουν ὅπως, ἡ ὀλικῶς δεχομένη δόσις νὰ μὴ ὑπερβαίνει τὴν ὀριακὴν τιμὴν τῶν 0,700 RFM/ἑβδομάδα ἐντὸς τοῦ κρίσιμου ὁργάνου. Ἡ ποσότης αὕτη, ἐκπεφρασμένη εἰς  $\mu\text{C}$  (microcuries), ἀντιπροσωπεύει τὴν μεγίστην ἐπιτρεπτὴν ποσοτικὴν συγκέντρωσιν τοῦ θεωρουμένου ραδιενεργοῦ στοιχείου ἐντὸς τοῦ ὁργανισμοῦ. Ἐὰν τὸ κρίσιμον ὄργανον λαμβάνει δόσιν ἐξ ἐσωτερικῆς ἀκτινοβολήσεως, μικροτέραν τῆς ἐπιτρεπτῆς δόσεως δι' ὁλόκληρον τὸ σῶμα κατὰ τὴν ἐξωτερικὴν ἀκτινοβολήσιν, τότε ἡ δόσις εἶναι ἀποδεκτή.

Ὁ προσδιορισμὸς τῶν ὥς ἄνω θεμελιωδῶν δόσεων, διὰ τὰ διάφορα ραδιενεργὰ ἰσότοπα, ἐπέτρεψε καὶ τὸν ὑπολογισμὸν τῶν μεγίστων ἐπιτρεπτῶν συγκεντρώσεων αὐτῶν ἐντὸς τοῦ εἰσπνεομένου ἀέρος καὶ τοῦ καταναλισκομένου ὕδατος. Αἱ ὀριακαὶ τιμαὶ τῶν ποσοτικῶν συγκεντρώσεων ἐκπεφρασμένων εἰς  $\mu\text{C}/\text{Cm}^3$  (ἢ  $\text{mC}/\text{litre}$ ) ποικίλουν ἀναλόγως τοῦ θεωρουμένου ραδιενεργοῦ στοιχείου. (Πίναξ 7).

**Σημειώσεις.**— 1. Ἡ διατύπωσις τῶν κανόνων ἀσφαλείας ὑπὸ τοῦ Διεθνoῦς Ὁργανισμοῦ Ραδιοπροστασίας, ἀφορᾷ τὴν προστασίαν τῶν ἐργαζομένων μετὰ τῶν ραδιενεργῶν πηγῶν X ἢ γ. Ὅταν ἡ ἐκθεσις ὀφείλεται εἰς ἄλλους τύπους ἀκτινοβολιῶν ( $\alpha$ ,  $\beta$  κλπ.) πρέπει νὰ λαμβάνηται ὑπ' ὄψιν καὶ ἡ σχετικὴ βιολογικὴ ἀποτελεσματικότης ἐκάστης ἰονιζούσης ἀκτινοβολίας.

Συγκέντρωσις ραδιενεργῶν στοιχείων εἰς τὸν ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα καὶ τὸ ὕδωρ κατὰ 10 φορὰς μεγαλυτέρα τῶν δεχομένων ὡς ἐπιτρεπτῶν συγκεντρώσεων, δὲν θὰ ἠδύνατο νὰ χαρακτηρισθῇ ὡς ἐπικίνδυνος ὑπὸ τὸν ὅρον ὅπως, ἡ μέση συγκέντρωσις, ἀνεξαρτήτως τῆς θεωρουμένης ἐποχῆς τοῦ ἔτους, δὲν ὑπερέβη τὰς ἀποδεχθείσας ὡς μεγίστας ἐπιτρεπτὰς τιμὰς συγκεντρώσεως.

Εἰς αἷς ὅμως περιπτώσεις πρόκειται περὶ ραδιομολύνσεως τοῦ περιβάλλοντος, αἱ καθορισθεῖσαι τιμαὶ ἀσφαλείας, προκειμένου νὰ ἔχουν ἐφαρμογὴν διὰ τὴν ὁλότητα τοῦ πληθυσμοῦ, ὀφείλουν νὰ ὑποβιβασθοῦν κατὰ ἓνα

Μέγιστα ἐπιτρεπταὶ συγκεντρώσεις ραδιενεργῶν στοιχείων εἰς τὸν ἀέρα 1)			Μέγιστα ἐπιτρεπταὶ συγκεντρώσεις ραδιενεργῶν στοιχείων εἰς τὸ ὕδωρ.		
Ραδιενεργὰ στοιχεῖα	μC/cm <sup>3</sup> ἀέρος	Εἶδος Ἀκτινοβολίας	Ραδιενεργὰ στοιχεῖα	μC/cm <sup>3</sup>	Εἶδος Ἀκτινοβολίας
P <sup>32</sup> (διαλ. ἀδιάλ.)	2 x 10 <sup>-12</sup>	α, γ	Ra <sup>226</sup> + 55% προϊόντα	4 x 10 <sup>-8</sup>	α, β <sup>-</sup> , γ
AC <sup>227</sup> προϊόντα διασπλάσεως	4 x 10 <sup>-12</sup>	α, β <sup>-</sup> , γ	Th (γενεϊκόν)	5 x 10 <sup>-7</sup>	α, β <sup>-</sup> , γ
Ra <sup>226</sup> 55% "	8 x 10 <sup>-12</sup>	α, β <sup>-</sup> , γ	Sr <sup>90</sup> - Y <sup>90</sup>	8 x 10 <sup>-7</sup>	β <sup>-</sup>
Th γενεϊκόν (εὐρακ, ἀδιάλ.)	3 x 10 <sup>-11</sup>	α, β <sup>-</sup> , γ	Po <sup>210</sup> προϊόντα διασπλάσεως	2 x 10 <sup>-6</sup>	α, β <sup>-</sup> , γ
U " " "	3 x 10 <sup>-11</sup>	α, β <sup>-</sup> , γ	U (γενεϊκόν, διαλυτόν)	2 x 10 <sup>-6</sup>	α, β <sup>-</sup> , γ
U <sup>238</sup> (διαλ. ἀδιάλυτον)	3 x 10 <sup>-11</sup>	α, γ	Cm <sup>242</sup>	2 x 10 <sup>-6</sup>	α
Am <sup>241</sup>	4 x 10 <sup>-11</sup>	α, γ	Po <sup>210</sup>	3 x 10 <sup>-6</sup>	α, γ
Po <sup>210</sup> + προϊόντα διασπλάσεως	8 x 10 <sup>-11</sup>	α, β <sup>-</sup> , γ	At <sup>211</sup>	3 x 10 <sup>-6</sup>	κ, α
Po <sup>210</sup> (ἀδιάλυτον)	10 <sup>-10</sup>	α, γ	AC <sup>227</sup> προϊόντα διασπλάσεως	3 x 10 <sup>-6</sup>	α, β <sup>-</sup> , γ
Sr <sup>90</sup> - Y <sup>90</sup>	2 x 10 <sup>-10</sup>	β <sup>-</sup>	U <sup>233</sup> (διαλυτόν)	3 x 10 <sup>-6</sup>	α, γ
Cm <sup>242</sup>	2 x 10 <sup>-10</sup>	α	Pu <sup>239</sup> (διαλυτόν)	3 x 10 <sup>-6</sup>	α, γ
Po <sup>210</sup> (διαλυτόν)	5 x 10 <sup>-10</sup>	α, γ	Am <sup>241</sup>	3 x 10 <sup>-6</sup>	α, γ
At <sup>211</sup>	5 x 10 <sup>-10</sup>	κ, α	I <sup>131</sup>	6 x 10 <sup>-5</sup>	β <sup>-</sup> , γ
Eu <sup>154</sup>	2 x 10 <sup>-9</sup>	β <sup>-</sup> , γ	Sr <sup>89</sup>	7 x 10 <sup>-5</sup>	β <sup>-</sup>
Ce - Pr <sup>144</sup>	2 x 10 <sup>-9</sup>	β, γ	Ca <sup>45</sup>	10 <sup>-4</sup>	β <sup>-</sup>
Sm <sup>151</sup>	3 x 10 <sup>-9</sup>	β <sup>-</sup>	Ru <sup>106</sup> - Rh <sup>106</sup>	10 <sup>-4</sup>	β <sup>-</sup> , γ
I <sup>131</sup>	6 x 10 <sup>-9</sup>	β <sup>-</sup> , γ	P <sup>32</sup>	2 x 10 <sup>-4</sup>	β <sup>-</sup>
Ca <sup>40</sup>	8 x 10 <sup>-9</sup>	β <sup>-</sup>	Y <sup>91</sup>	3 x 10 <sup>-4</sup>	β <sup>-</sup>
Y <sup>91</sup>	9 x 10 <sup>-9</sup>	β <sup>-</sup>	Ba <sup>130</sup> - La <sup>130</sup>	3 x 10 <sup>-4</sup>	β <sup>-</sup> , γ
Sr <sup>89</sup>	2 x 10 <sup>-8</sup>	β <sup>-</sup>	Eu <sup>154</sup>	4 x 10 <sup>-4</sup>	β <sup>-</sup> , γ
Pu <sup>106</sup> - Rh <sup>106</sup>	2 x 10 <sup>-8</sup>	β <sup>-</sup> , γ	Zr <sup>95</sup> - Nb <sup>95</sup>	6 x 10 <sup>-4</sup>	β <sup>-</sup> , γ
Ba <sup>130</sup> - La <sup>130</sup>	2 x 10 <sup>-8</sup>	β <sup>-</sup> , γ	Ce <sup>144</sup> - Pr <sup>144</sup>	8 x 10 <sup>-3</sup>	β <sup>-</sup> , γ
Zr <sup>95</sup> - Nb <sup>95</sup>	8 x 10 <sup>-8</sup>	β <sup>-</sup> , γ	Sm <sup>151</sup>	8 x 10 <sup>-3</sup>	β <sup>-</sup>
P <sup>32</sup>	10 <sup>-7</sup>	β <sup>-</sup>	H <sup>3</sup>	0.2	β <sup>-</sup>
H <sup>3</sup>	10 <sup>-5</sup>	β			

1) Στοιχεῖα τῆς χημικῆς ἑπιτομῆς ραδιοπροστασίας θεωροῦνται ὡς ἐπικίνδυνα εἰς τὸ ὕδωρ ὅσοι χρησιμοποιεῖται ὡς ραδιενεργῶν στοιχείων. (Γερμανικὰ ραδιολογ. ἢ εἰς Electrologie 1977) N° 164, 16

Πίναξ 7.

συντελεστὴν ἀσφαλείας. Οὕτω, αἱ μέγιστα ἐπιτρεπταὶ ποσοτικαὶ συγκεντρώσεις, θὰ πρέπη νὰ ὑποβιβασθοῦν κατὰ 1/10 (κίνδυνος ραδιομολύνσεως διὰ

ποσοστὸν πληθυσμοῦ  $1/10$  τῆς ὁλότητος) ἢ κατὰ  $1/100$  (κίνδυνος ραδιομολύνσεως ποσοστοῦ μεγαλειτέρου τοῦ  $1/10$ ) ἀναλόγως τοῦ ποσοστοῦ τοῦ ἔκτεθειμένου εἰς τὴν ραδιομόλυνσιν πληθυσμοῦ.

2. Ἡ ἐκτίμησις τῆς σοβαρότητος διὰ τὸν πληθυσμὸν τινός ραδιομόλυνσεως προϋποθέτει τὴν γνῶσιν τοῦ βαθμοῦ ραδιομολύνσεως τοῦ περιβάλλοντος. Τοῦτο δὲ ἐπὶ σκοπῷ : α) ἀσκήσεως ἐλέγχου ἐπὶ τῶν διαφόρων πηγῶν προελεύσεως τῶν ραδιομολύνσεων καὶ β) ἐκτιμήσεως ἢ προβλέψεως τῆς δόσεως εἰς ἣν ὑφίσταται κίνδυνος νὰ ἔκτεθῇ ὁ πληθυσμός. Ὡς κριτήριον δὲ ἐκτιμήσεως τοῦ ὑφισταμένου ἐκάστοτε βαθμοῦ ραδιομολύνσεως τοῦ περιβάλλοντος λαμβάνεται ἡ καθορισθεῖσα, δι' ἑν ἑκαστον ραδιονουκλίδιον, μεγίστη ἐπιτρεπτὴ συγκέντρωσις εἰς τὸν ἀέρα καὶ τὸ ὕδωρ. (Πίναξ 7). Εἰς περιπτώσιν ραδιομολύνσεως ὀφειλομένης εἰς ραδιονουκλίδια κατανεμημένα κατὰ σειρὰν αὐξήσεως τῆς μεγίστης ἐπιτρεπτῆς συγκεντρώσεως αὐτῶν εἰς τὸν ἀέρα καὶ τὸ ὕδωρ—ἔξαιρουμένου τοῦ ζεύγους  $Sr^{90}-Y^{90}$ —τὰ πλέον ἐπικίνδυνα εἶναι τὰ ἐκπέμποντα ἀκτινοβολίαν α. Ὁ προσδιορισμὸς τῆς συνολικῆς ἐνεργείας τῶν ἐκπεμπομένων ἀκτινοβολιῶν α, β καὶ γ ἀποτελεῖ ἐνδεικτικὸν κριτήριον τοῦ ὑφισταμένου γενικοῦ βαθμοῦ τινός ραδιομολύνσεως τοῦ περιβάλλοντος. Οὕτω, εἰς περιπτώσιν κατὰ τὴν ὁποίαν τὸ εὐρεθὲν ἐπίπεδον τῆς ὑφισταμένης ραδιενεργείας εἶναι κατώτερον τοῦ προβλεπομένου διὰ τὰ πλέον ἐπικίνδυνα διὰ τὴν Δημοσίαν υγίαν ραδιονουκλίδια, ἢ περαιτέρω ἀνάλυσις ἀποσκοποῦσα εἰς τὴν ταυτοποίησιν τῶν ὑπευθύνων ραδιενεργῶν στοιχείων δὲν καθίσταται ἀναγκαῖα. Ἀντιθέτως εἰς ἃς περιπτώσεις ἀγνοεῖται κατὰ πόσον ἡ τιμὴ τῆς ὑφισταμένης ραδιενεργείας ὑπερβαίνει τὸ προβλεπόμενον μέγιστον ἐπιτρεπτὸν ἐπίπεδον, διὰ τὸ πλέον ἐπικίνδυνον ραδιονουκλίδιον, ἐπιβάλλεται ὅπως ἡ ἀνάλυσις ἀρχίσῃ ἀπὸ τὸν προσδιορισμὸν τοῦ σοβαροτέρου διὰ τὴν Δημοσίαν υγίαν ραδιενεργοῦ στοιχείου ἐκπέμποντος ἀκτινοβολίαν α. Διὰ διαδοχικῶν προσδιορισμῶν καὶ ἄλλων ραδιονουκλιδίων ἐπιτυγχάνομεν ἵνα ἡ ἐκπεπομένη ραδιενέργεια καθίσταται κατωτέρα τῆς μεγίστης ἐπιτρεπτῆς συγκεντρώσεως τοῦ ἀμέσως ἐπομένου καὶ ἐπικινδύνου ραδιονουκλιδίου.

### III. ΠΡΟΕΛΕΥΣΙΣ ΙΟΝΙΖΟΥΣΩΝ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΩΝ

Αἰ ἰονίζουσαι ἀκτινοβολαὶ, εἰς τὴν ἐπίδρασιν τῶν ὁποίων ἐκτίθενται τόσον ὁ ἄνθρωπος ὅσον καὶ τὰ ζῶα, προέρχονται, εἴτε ἐκ φυσικῶν πηγῶν ραδιενεργείας, εἴτε ἐκ τεχνητῶς ἐπιτευχθέντων τοιούτων. Ἐκφράζουσιν τὴν ὑφισταμένην εἰς τина στοιχεῖα ἐνδοπυρηνικὴν αὐτῶν ἀστάθειαν καὶ ἀποτελοῦν τὴν μόνην χαρακτηριστικὴν ἐνεργειακὴν ἀντίδρασιν πρὸς τὸν σκοπὸν ἐπανακτίσεως εὐσταθεστέρων πυρηνικῶν συγκροτημάτων.

#### α) Ἐκ Φυσικῶν Ραδιενεργῶν Πηγῶν

1. **Κοσμικὴ Ἀκτινοβολία** : Πολύπλοκον, μὴ διευκρινισθὲν εἰσέτι ἐπαρκῶς, ἐνεργειακὸν συγκρότημα ἰονίζουσῶν ἀκτινοβολιῶν, ἔξωγῆτίνου προ-

ελεύσεως, κεκτημένου μεγάλης ἐνεργείας καὶ διεισδυτικῆς ἱκανότητος. Συνίσταται ἐκ πυρήνων διαφόρων χημικῶν στοιχείων (He, O, N, C, Fe κ.λ.π.). Ἡ διὰ τῶν συνήθων ἀνιχνευτικῶν συσκευῶν παρατηρουμένη ἐπὶ τῆς Γῆς κοσμικὴ ἀκτινοβολία, εἶναι δευτερογενεὺς προελεύσεως καὶ λαμβάνη χώραν κατὰ τὰς γενομένας συγκρούσεις, εἰς τὰ ὑψηλότερα στρώματα τῆς ἀτμοσφαιρας, τῆς πρωτογενεὺς τοιαύτης. Ἡ δευτερογενὴς κοσμικὴ ἀκτινοβολία ἀποτελεῖται ἐκ σωματιδίων, ἡλεκτρονίων, νετρονίων, μεσονίων (yukawa) καὶ ἀκτίνων γ.

Ἡ ἔντασις τῆς κοσμικῆς ἀκτινοβολίας αὐξάνει μετὰ τοῦ ὑψομέτρου. Οὕτω, εἰς γεωγραφικὸν πλάτος  $30^\circ$  καὶ διὰ ὑψομετρικὸν εὖρος 2000 μέτρων ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας τῆς θαλάσσης, ποικίλει ἀπὸ 0.07-0,1 mR ἡμερησίως. Ἡ δεχομένη ὑπὸ τῶν ζώντων ὁργανισμῶν καὶ ὀφειλομένη εἰς τὴν κοσμικὴν ἀκτινοβολίαν δόσις, ἀνέρχεται εἰς 30 mR/ἔτος. Εἶναι δὲ περίπου ἡ αὕτη διὰ τὸν νωτιαῖον μυελὸν καὶ τὰ γονίδια.

**2. Φυσικὰ Ραδιενεργὰ στοιχεῖα.** Ἡ ἐκ γηίνων πηγῶν προέλευσις τῶν ἰονίζουσῶν ἀκτινοβολιῶν, ἀντιπροσωπεύεται ὑπὸ τῶν ἐν τῇ βιοσφαίρᾳ ἀνομοιομόρφως κατανεμημένων φυσικῶν ραδιενεργῶν στοιχείων. Ἐκ τῶν 47 φυσικῶν ραδιενεργῶν στοιχείων τὰ περισσότερα (40) ἀποτελοῦν μέλη τριῶν ραδιενεργῶν σειρῶν τὰ μητρικὰ στοιχεῖα τῶν ὁποίων εἶναι τὸ Οὐράνιον—238 ( $U^{238}$ ) τὸ θόριον—232 ( $Th^{232}$ ) καὶ τὸ ἀκτίνιον ἢ ἀκτινοουράνιον—235 ( $U^{235}$ ). Τὸ οὐράνιον παρουσιάζει εὐρείαν ἐξάπλωσιν ἐντὸς τοῦ στερεοῦ φλοιοῦ τῆς Γῆς κατὰ μίαν ἀναλογίαν 4gr ἀνὰ τόννον πετρώματος (0,0004 %). Ἡ ἀναλογία εἰς τὸ θαλάσσιον ὕδωρ ὑπελογίσθη ἴση πρὸς 1gr ἀνὰ χιλίους τόννους. Γενικῶς, συναντᾶται ἠνωμένον μετ' ἄλλων χημικῶν στοιχείων ὑπὸ μορφὴν διαφόρων πρωτογενῶν ἢ δευτερογενῶν ὀρυκτῶν (Πισσουρανίτης, Κοφφινίτης, Καρνονίτης κ.λ.π.).

Τὸ θόριον—238 εἶναι βαρὺ δύστηκτον μέταλλον φαιοῦ χρώματος. Ἡ ἐντὸς τοῦ στερεοῦ φλοιοῦ τῆς Γῆς ἀναλογία τοῦ ἀνέρχεται εἰς 10gr ἀνὰ τόννον πετρώματος (0,001 %). Κοιτάσματα θορίου μεγάλης περιεκτικότητος εἶναι σπανιωτάτη ἀπὸ παρόμοια οὐρανιοῦχα τοιαῦτα. Ἐκ τῶν θοριούχων ὀρυκτῶν, ὁ θορίτης καὶ θοριανίτης, περιέχουν θόριον ὡς κύριον συστατικόν.

Τὰ ὑπόλοιπα τῶν φυσικῶν ραδιενεργῶν στοιχείων εἶναι τὸ κάλιον—40 ( $K^{40}$ ) τὸ ρουβίδιον—87 ( $Rb^{87}$ ) τὸ Σαμάριον—147 ( $Sm^{147}$ ) ὡς καὶ τὰ  $Lu^{176}$   $Re^{187}$ ,  $H^3$  (τρίτιον) καὶ ὁ  $C^{14}$  (ραδιενεργὸς ἀνθράξ).

Αἱ ἐκ τῶν φυσικῶν ραδιενεργῶν στοιχείων ἐκπεμπόμεναι ἀκτινοβολαί εἶναι σωματιδιακῆς (α, β, κλπ.) καὶ ἡλεκτρομαγνητικῆς φύσεως, ἡ δὲ ἐνέργεια τῶν ποικίλει ἀναλόγως τοῦ θεωρουμένου ραδιενεργοῦ στοιχείου. Αἱ ἐξ αὐτῶν κίνδυνοι εἶναι, συνάρτησις τοῦ θεωρουμένου ραδιενεργοῦ στοιχείου (χρόνος ὑποδιπλασιασμοῦ ποικίλει ἀπὸ μερικὰ δευτερόλεπτα εἰς χιλιάδας ἔτη),

της ενεργείας των εκπεμπομένων υπ' αυτού ακτινοβολιών και περιορίζονται προφανώς εις τας περιοχάς ηύξημένης κατανομής αυτών.

Εις τὸ ἔδαφος, ή ἐκ τῶν φυσικῶν ραδιενεργῶν στοιχείων προερχομένη και ἀνεχνευομένη ραδιενέργεια ἀνέρχεται, κατὰ μέσον ὄρον, εἰς 380 mC/Km<sup>2</sup>. Τὰ ἀέρια προϊόντα τῆς ραδιενεργοῦ διασπάσεως, τῶν φυσικῶν ραδιενεργῶν στοιχείων οὐρανίου και θορίου, ὡς τὸ ραδόνιον και τὸ θορόνιον, εὐρίσκονται κατανεμημένα ἐντὸς τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος ὑπὸ φυσιολογικὴν (ἀνεκτὴν) περιεκτικότητα. Ἡ ποσοτικὴ ὁμως συγκέντρωσις αὐτῶν εἶναι ἀσυγκρίτως μεγαλυτέρα εἰς τας περιοχάς κοιτασμάτων οὐρανίου και θορίου. Εἰς τὸν ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα ἀνιχνεύονται ἐπίσης τρίτιον (H<sup>3</sup>), ραδιενεργὸς ἀνθραξ (C<sup>14</sup>), ραδιενεργὸν Be, P και S, ἅτινα προσέρχονται ἐκ ραδιοενεργοποιήσεως τῶν φυσικῶν μὴ ραδιενεργῶν στοιχείων κατόπιν βομβαρδισμοῦ ὑπὸ τῶν νετρονίων τῆς κοσμικῆς ἀκτινοβολίας.

Εἰς τὰ ἐπιφανειακά ὕδατα, λόγῳ τῶν ὑπαρχόντων φυσικῶν ραδιενεργῶν στοιχείων, U<sup>238</sup>, Ra<sup>226</sup>, Th<sup>232</sup> κλπ., ή ἀνιχνευομένη ραδιενέργεια κυμαίνεται ἐντὸς τῶν ὁρίων τῶν 3,6 · 10<sup>-10</sup> μC/Cm<sup>3</sup> ἕως 3,4 · 10<sup>-9</sup>, μC/cm<sup>3</sup>. Εἴς τινας θερμικὰς πηγὰς, πλουσίας εἰς Ra (ράδιον), ή ἀνιχνευομένη ραδιενέργεια ἀνέρχεται εἰς 10<sup>-4</sup> mc/cm<sup>3</sup>. Ἡ ποσοτικὴ συγκέντρωσις τριτίου (H<sup>3</sup>) και ραδιενεργοῦ ἀνθρακος (C<sup>14</sup>), εἶναι ἀσυγκρίτως μεγαλειτέρα εἰς τὸ θαλάσσιον ὕδωρ ἢ εἰς τὸν ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα.

Ἡ ἀνιχνευομένη εἰς τοὺς ζῶντας ὁργανισμοὺς ραδιενέργεια, ὀφείλεται εἰς τὸν ραδιενεργὸν ἀνθρακα και τὸ ραδιενεργὸν Κάλιον—40.

Οἱ ζῶντες π.χ. ἐντὸς τοῦ θαλασσίου ὕδατος ὁργανισμοὶ περιέχουν τόσην ποσότητα ραδιενεργοῦ Καλίου —40 (300C/Km<sup>3</sup>) ὥστε νὰ ἐκπέμπωσι ραδιενέργειαν ἴσην πρὸς 5 · 10<sup>-7</sup> μC/gr ὁργανικῆς ὕλης.

Οἱ ζῶντες ὁργανισμοὶ ὑφίστανται τὴν ἐπίδρασιν, τῆς ἐκ τῶν φυσικῶν ραδιενεργῶν στοιχείων προερχομένης ραδιενεργείας, κατόπιν ἐξωτερικῆς και ἐσωτερικῆς ἀκτινοβολήσεως. Ἡ δεχομένη ὑπ' αὐτῶν ὀλικὴ δόσις ὑπελογίσθη, εἰς τὸ ἐπίπεδον τῆς θαλάσσης, εἰς 2mR/ἑβδομάδα ἢ 100 mR/ἔτος.

## 6) Ἐκ τεχνητῶν ραδιενεργῶν πηγῶν

Εἰς τὰς τεχνητὰς πηγὰς προελεύσεως τῶν ιονίζουσῶν ἀκτινοβολιῶν συμπεριλαμβάνονται αἱ διάφοροι συσκευαὶ παραγωγῆς ἀκτίνων Röntgen, τὰ διάφορα εἶδη τῶν ραδιενεργῶν ἰσοτόπων, αἱ πειραματικαὶ πυρηνικαὶ ἐκκρήξεις τὰ ραδιενεργὰ κατάλοιπα τῶν διαφόρων Βιομηχανιῶν ἐπεξεργασίας ραδιενεργῶν ὑλικῶν ὡς και τὰ κέντρα πυρηνικῆς ενεργείας.

Οἱ κίνδυνοι ραδιομολύσεως ἐκ τεχνητῶν πηγῶν ραδιενεργείας, χρονολογῶνται ἀπὸ τῆς ἐποχῆς τῶν ἱατρικῶν ἐφαρμογῶν τῶν ἀκτίνων Röntgen και γ τοῦ Ραδίου. Κυρίως δέ, ἀπὸ τοῦ ἔτους ἐνάρξεως τῶν πυρηνικῶν δο-

κιμῶν καὶ τῆς ἀξιοποιήσεως τῆς πυρηνικῆς ἐνεργείας (πυρηνικοὶ ἀντιδραστῆρες, ἐφαρμογαὶ ραδιενεργῶν ἰσοτόπων κλπ.).

Αἱ χρησιμοποιούμεναι ἀκτίνες Röntgen καὶ γ τοῦ Ραδίου (εἰς τὴν ραδιοδιαγνωστικὴν, ραδιογραφίαν καὶ ραδιοθεραπευτικὴν), ἀποτελοῦν ἐνίοτε πηγὰς ἐπικινδύνων ραδιομολύνσεων, τόσον τῶν ὑφισταμένων τὴν ἱατρικὴν περίθαλψιν ἀτόμων, ὅσον καὶ τοῦ ἐντεταλμένου τεχνητοῦ καὶ ἐπιστημονικοῦ προσωπικοῦ. Ἡ βελτίωσις τῶν ραδιοσυσκευῶν καὶ ἡ αἰσιόδοξος προσπάθεια ἐπιτεύξεως ἔτι τελειοποιημένων μεθόδων χρήσεως τῶν ραδιενεργῶν ἰσοτόπων, ἂν καὶ περιορίζουν εἰς τὸ ἐλάχιστον τοὺς κινδύνους ἐκ ραδιομολύνσεως, ἐν τούτοις δὲν δύνανται νὰ ἀποτρέψουν ἐνδεχομένας καὶ ἀπροβλέπτους συνήθως προκλήσεις ἀτυχημάτων. Ἡ ἐπέκτασις τῆς χρήσεως τῶν ραδιενεργῶν ἰσοτόπων εἰς εἰρηνικὰς ἐφαρμογὰς, ἐν τῇ βιομηχανίᾳ καὶ γεωργίᾳ καὶ ἡ χρησιμοποίησις αὐτῶν εἰς πειραματικὰς ἐρεῦνας (βιολογίαν, Χημεῖαν κλπ.), συνιστοῦν ἐτέρας πηγὰς ραδιομολύνσεων.

Τὰς πλέον ὁμως ἐπικινδύνους πηγὰς ραδιομολύνσεων, συνιστοῦν ἀσφαλῶς αἱ ἐκ τῶν πυρηνικῶν ἐκρήξεων ραδιενεργοὶ ἐπιπτώσεις, τὰ ραδιενεργὰ κατὰλοιπα τῶν βιομηχανιῶν ἐπεξεργασίας ραδιενεργῶν ὑλικῶν καὶ τὰ ἐλευθερούμενα ραδιενεργὰ στοιχεῖα ἐπὶ ἐνδεχομένων ἀτυχημάτων εἰς τοὺς πυρηνικοὺς ἀντιδραστῆρας.

Ἡ σοβαρότης τοῦ βιολογικοῦ ἀποτελέσματος ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς ἐνεργείας τῆς ἰονιζούσης ἀκτινοβολίας, τῆς ποιότητος τῶν ραδιενεργῶν προϊόντων σχάσεως, τῆς ἐκατοστιαίας ποσοτικῆς ἀναλογίας αὐτῶν ἐντὸς τῶν ραδιενεργῶν ἐπιπτώσεων καὶ ἰδιαίτερος ἐκ τῆς δυνατότητος εἰσόδου τῶν εἰς τὸν βιολογικὸν κύκλον τῶν φυτῶν καὶ τῶν ζώων.

#### Α. Σοβαρώτεραι πηγαὶ Ραδιομολύνσεως

1. Ραδιομολύνσεις παγκοσμίου ἐνδιαφέροντος καὶ μακρᾶς συνήθως διαρκείας.

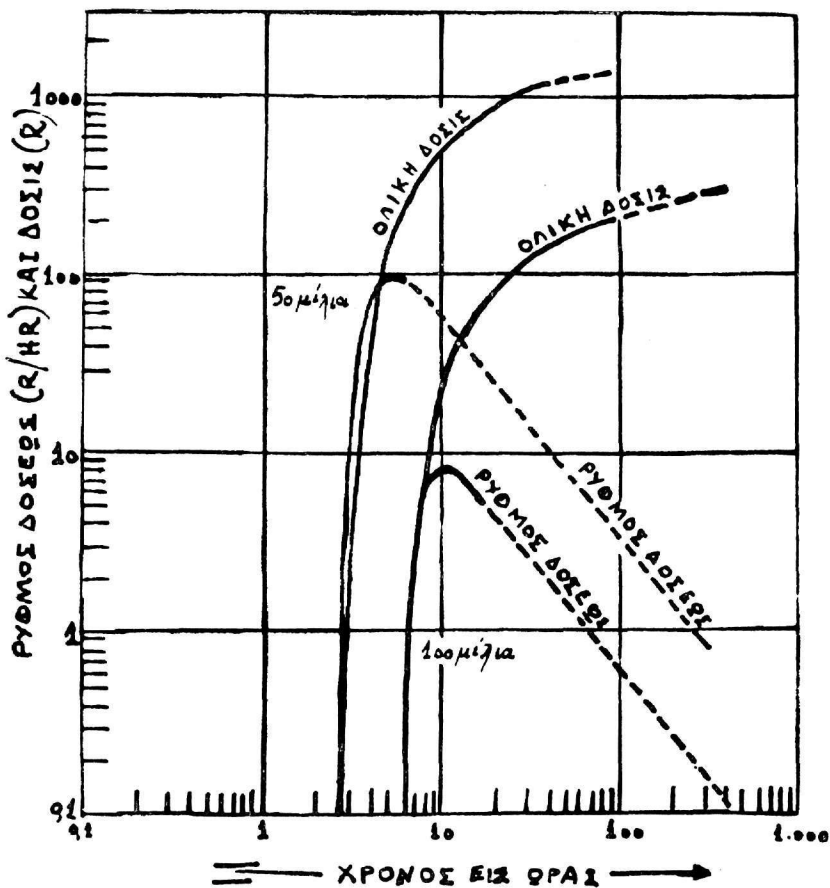
Ὅφείλονται τοὐλάχιστον ἐπὶ τοῦ παρόντος εἰς τὰς ραδιενεργοὺς ἐπιπτώσεις τῶν γενομένων ἐκάστοτε πειραματικῶν πυρηνικῶν ἐκρήξεων.

Ἡ κατὰ τὴν «μέσσην σχάσιν» ἐνὸς πυρῆνος Οὐρανίου —<sup>235</sup>, ἐκλυομένη ἐνέργεια, ὑπελογίσθη ἴση πρὸς 200 MeV περίπου καὶ κατανέμεται εἰς τὰ προϊόντα σχάσεως ὡς κατωτέρω :

Κινητικὴ ἐνέργεια προϊόντων σχάσεως	168 ± 5	MeV
Ἀκτινοβολία γ ἐκπεμπομένη κατὰ τὴν σχάσιν	5 ± 1	»
Κινητικὴ ἐνέργεια τῶν νετρονίων σχάσεως	5 ± 0,5	»
Ἐνέργεια σωματίων β προερχομένων ἐκ τῶν προϊόντων σχάσεως	7 ± 1	»
Ἀκτινοβολία γ προερχομένη ἐκ τῶν προϊόντων σχάσεως	6 ± 1	»
Νετρίνα	10	
Ὀλικὴ ἐνέργεια παραγομένη κατὰ τὴν σχάσιν	201 ± 8,5	MeV

Ἡ ραδιενέργεια τῶν προϊόντων σχάσεως εἶναι τεραστίας ἐντάσεως καὶ ἀντιστοιχεῖ κατὰ τὸ πρῶτον μὲν λεπτόν μετὰ τὴν ἔκρηξιν εἰς 100.000 τόνων ραδίου, μετὰ παρέλευσιν δὲ 24 ὥρων μειοῦται εἰς τὴν τιμὴν τῶν 20 τόνων.

Ἡ μείωσις τῆς ἐντάσεως τῆς ραδιενεργείας ἀκολουθεῖ ἐκθετικούς νόμους καὶ εὐρίσκεται ὑπὸ τὴν ἐξάρτησιν πλείστων παραγόντων. Τὰ ἄμεσα ἀποτελέσματα τῆς ραδιενεργείας κατὰ τὴν σχάσιν ὀφείλονται βεβαίως εἰς τὰ νετρόνια καὶ τὴν ἀκτινοβολίαν γ. Ἄν καὶ φέρουν μικρὸν μόνον ποσοστὸν τῆς ὁλικῶς ἐκλυομένης ἐνεργείας ἔχουν ὁμως μεγάλην διεισδυτικὴν ἱκανότητα. (Πίναξ 8).



(Κατὰ William G. Wisecup)

Πίναξ 8.—Ἐμφαίνων τὸν ὑπολογισθέντα ρυθμὸν δόσεως (εἰς R/hr) ὡς καὶ τὴν ὁλικῶς ἀπορροφηθεῖσαν δόσιν εἰς R ὑπὸ ζώντων ὀργανισμῶν συναρτήσῃ : α) Τοῦ μεσολαβοῦντος χρονικοῦ διαστήματος μετὰ τοῦ χρόνου ἐκρήξεως πυρηνικῆς βόμβας ἰσχύος ἑνὸς μεγατόννου (ἑνὸς ἑκατομ. τόνων τρινιτροτουλουόλης) καὶ τοῦ χρό-

νου ἐκθέσεώς των εἰς τὴν ἐπίδρασιν τῆς ἀκτινοβολίας. β) Τῆς ἀποστάσεως εἰς ἣν εὐρίσκονται ἀπὸ τοῦ σημείου ἐκρήξεως τῆς ὥς ἄνω πυρηνικῆς βόμβας καὶ γ) τῆς ταχύτητος τοῦ ἀνέμου ληφθείσης ἴσης πρὸς 15 - 20 μίλια ὥριαίως. Ἐκ τῶν καμπυλῶν ἐμφαίνεται ὅτι μεταξὺ τοῦ χρόνου ἐκκρήξεως καὶ τοῦ χρόνου ἀφίξεως εἰς τινα ἀπόστασιν τοῦ ραδιενεργοῦ κύματος παρεμβάλλεται χρονικὴ τινὰ περίοδος. Τὸ ὥς ἄνω χρονικὸν μεσοδιάστημα ἀνέρχεται περίπου εἰς 3 ὥρας δι' ἀπόστασιν 50 μιλίων καὶ εἰς 6 ὥρας δι' ἀπόστασιν 100 μιλίων. Σημειωτέον ὅτι ἡ ραδιενέργεια ἐξακολουθεῖ νὰ ὑφίσταται ἀκόμη καὶ μετὰ τὴν ἀφίξιν εἰς τι σημεῖον τοῦ ραδιενεργοῦ κύματος. Ὡς ἐκ τούτου ἡ ὀλικῶς ἀπορροφηθεῖσα δόσις αὐξάνει μετὰ τοῦ χρόνου ἐκθέσεως εἰς τὴν ἀκτινοβολίαν ζῶντος τινος ὀργανισμοῦ. Πρακτικὴ σπουδαιότης τῶν ὥς ἄνω διαπιστώσεων εἶναι ὅτι πέραν ὀρισμένης ἀποστάσεως, ἀπὸ τοῦ σημείου ἐκκρήξεως πυρηνικῆς τινὸς βόμβας, παρέχεται χρονικὴ τινὰ περίοδος προπαρασκευῆς πρὸς ἀντιμετώπισιν τῶν ἐκ τῆς ραδιενεργείας κινδύνων. Ἡ προστασία συνεπῶς ἔναντι τῶν ἐκ τῆς ραδιενεργείας κινδύνων θὰ ἐξαρτηθῇ 1) ἐκ τῆς ἀποστάσεως, 2) ἐκ τοῦ χρόνου ἐκθέσεως εἰς τὴν ἀκτινοβολίαν καὶ 3) ἐκ τῶν δυναμένων νὰ προβλεφθῶσι καὶ νὰ χρησιμοποιηθῶσι ἀποτελεσματικῶς προστατευτικῶν μέσων (καταφυγίων κλπ.).

Τὰ προϊόντα σχάσεως, διαφόρου δι' ἑν ἕκαστον ἑκατοστιαίας ποσοτικῆς ἀναλογίας, ἀποτελοῦν σύμπλοκον μείγμα ἰσοτόπων (200 περίπου) 35 χημικῶν στοιχείων, οἱ μαζικοὶ ἀριθμοὶ τῶν ὁποίων ἐκτείνονται ἐντὸς τῆς περιοχῆς 85 - 155 τοῦ περιοδικοῦ συστήματος. Τὰ πλεῖστα τῶν ἰσοτόπων κέκτενται ραδιενεργοὺς ιδιότητας. Ἐκπέμπουν συνήθως ἀκτινοβολίαν β μετὰ συγχρόνου ἐνίοτε ἐκπομπῆς ἀκτίνων γ. Μεταστοιχειοῦνται, εἴτε εἰς ἕτερα ραδιενεργὰ στοιχεῖα, εἴτε εἰς σταθερὰ χημικὰ τοιαῦτα. Ἀναλόγως τοῦ εἶδους τῶν ραδιενεργῶν ἰσοτόπων ἡ χρονολογικὴ διάρκεια τῶν ἐκάστοτε μεταστοιχειώσεων ποικίλει ἀπὸ μερικὰ δευτερόλεπτα εἰς πολλὰ ἔτη.

Κατὰ τὰς πυρηνικὰς ἐκρήξεις θὰ πρέπει νὰ ὑπολογισθῇ ἐπίσης, τόσον ἡ ραδιενέργεια τῶν μὴ σχασίμων ραδιενεργῶν ὕλικῶν,  $U^{235}$  καὶ  $Pu^{239}$ , ὅσον καὶ ἐκείνη τῶν ραδιοενεργοποιηθέντων χημικῶν στοιχείων κατόπιν βομβαρδισμοῦ αὐτῶν ὑπὸ τῶν κατὰ τὴν σχάσιν ἐλευθερουμένων νετρονίων. (1) Τὸ μὴ σχασίμον ὕλικὸν ἐκπέμπει ἀκτινοβολίαν α καὶ ἔχει χρόνον ὑποδιπλασιασμοῦ μεγάλης χρονικῆς διαρκείας (ἔτη). Ἡ ραδιοενεργοποίησις τῶν διαφόρων χημικῶν στοιχείων λαμβάνει χώραν, εἴτε ἐντὸς τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος εἴτε ἐπὶ τοῦ ἐδάφους.

(1) Ραδιενεργὰ στοιχεῖα βιολογικῆς σπουδαιότητος προελθόντα ἐκ ραδιοενεργοποιήσεως (Activation products) τῶν ὑφισταμένων ἐν τῇ βιοσφαίρᾳ μονίμων σταθερῶν χημικῶν στοιχείων εἶναι ὁ σίδηρος ( $Fe^{55}$ ,  $Fe^{59}$ ) ὁ ψευδάργυρος ( $Zn^{65}$ ) ὁ ἄνθραξ (κατόπιν ραδιοενεργοποιήσεως τοῦ ἀζώτου τῆς ἀτμοσφαίρας) τὸ πλουτώνιον ( $Pu^{239}$ ) καὶ τὸ τρίτιον ( $H^3$ ). Ραδιενεργὰ προϊόντα ἐκ ραδιοενεργοποιήσεως παράγονται ἐπίσης καὶ ἐντὸς τῶν ἐν λειτουργίᾳ πυρηνικῶν ἀντιδραστήρων. Τοιαῦτα ραδιενεργὰ στοιχεῖα εἶναι τὰ :  $Co^{60}$ ,  $Fe^{55}$ ,  $Fe^{59}$ ,  $Cr^{51}$ ,  $Cu^{64}$ ,  $Ta^{182}$ ,  $Zn^{65}$ ,  $P^{32}$  καὶ  $Na^{24}$ .

# Bykanula®

Ο άπαραίτητος πλαστικός καθητήρ για τη μυκο-  
χειρουργική της θηλής:

- Στενώσεις του γαλακτικού πόρου
- Συσφίξεις » » »
- Φλεγμονές » » »
- Συστάγματα της θηλής
- Σκισίματα » » »
- Τραύματα » » »
- Ακρωτηριασμοί της άκρης της θηλής

Για μένιμη τενοθέτηση και για διεκδύλναι  
του άρμέγματος

3 τύποι: Ν κανενικός - D λετός - L μακρός  
για κάθε περίπτωση.

**Συσκευασία Bykanula:**

Μεταλλικά σωληνάγια των 5 τεμαχίων	N
» » » » »	D
» » » » »	L

**BYK - GULDEN**

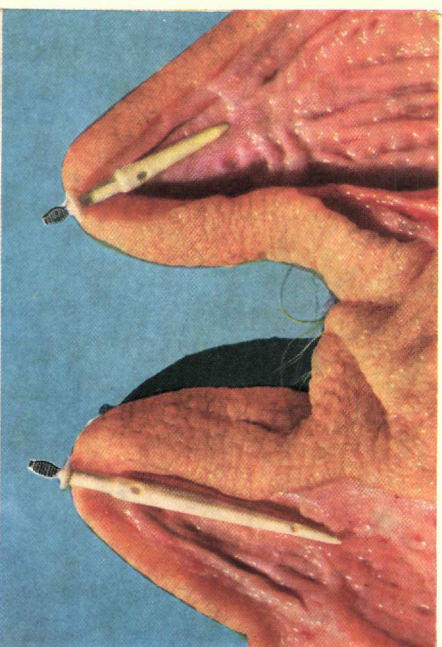
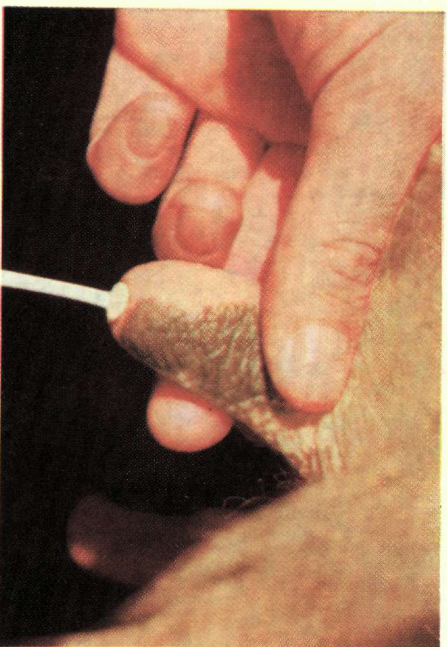
Lomborg, Chem. Fabrik G.m.b.H.  
KONSTANZ / GERMANIA



Αντιστοιχεί εν Ελλάδι: «ΖΩΟΤΕΧΝΙΚΗ» Ε.Π.Ε.

Αθήνα - Τηλ. 533.717

Χαλκοκονδυλίη 36



## Τρόπος Χρήσεως:

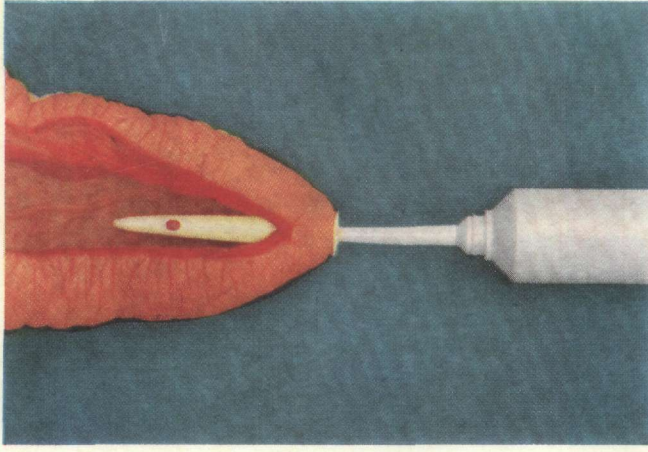
Καθαρίστε και απολυμάνετε τη θηλή. Βγάλετε μιά BYKANULA από τὸ σωληνάριο κρατώντας την προσεκτικά από τὸ μεταλλικὸ πύρο ὥστε νὰ μὴν ἀκουμπήσῃ στὰ δάχτυλα και μολυνθῇ. Τοποθετῆστε προσεκτικά τὴ μύτη τῆς BYKANULA στὴν τρύπα τῆς θηλῆς και κατόπιν με γρήγορη κίνηση (γιὰ νὰ πονέσῃ λιγώτερο τὸ ξῶο) στρώστε τε μέσα στὴ θηλή μέχρι τὸ λαμῷ.

Πρὶν τοποθετηθῇ ἡ BYKANULA, ἡ θηλή πρέπει νὰ ἄρμεχθῇ. Ἄν τὸ ξῶο πονάτῃ στὸ ἄρμεγμα, βάλτε μιὰ BYKANULA και ἄφου τὴν ἀφίσετε λίγα λεπτά γιὰ νὰ λυώσῃ ἡ ἄλοιφῃ πὺν περικεῖται, βγάλτε τὸν πύρο γιὰ νὰ τρέξῃ τὸ γάλα μόνο του. Μετὰ ἀπ' αὐτὸ μὴν κάνετε συμπληρωματικὸ ἄρμεγμα γιὰ νὰ μὴν μπῇ ἀέρας στὸ μαστὸ ἀπὸ τὸ σωλῆνα τῆς BYKANULA.

Ὅταν σταματήσῃ τὸ τρέξιμο τοῦ γάλακτος, καλὸν εἶναι νὰ βγάλετε καινούργια BYKANULA στὴ θηλή.

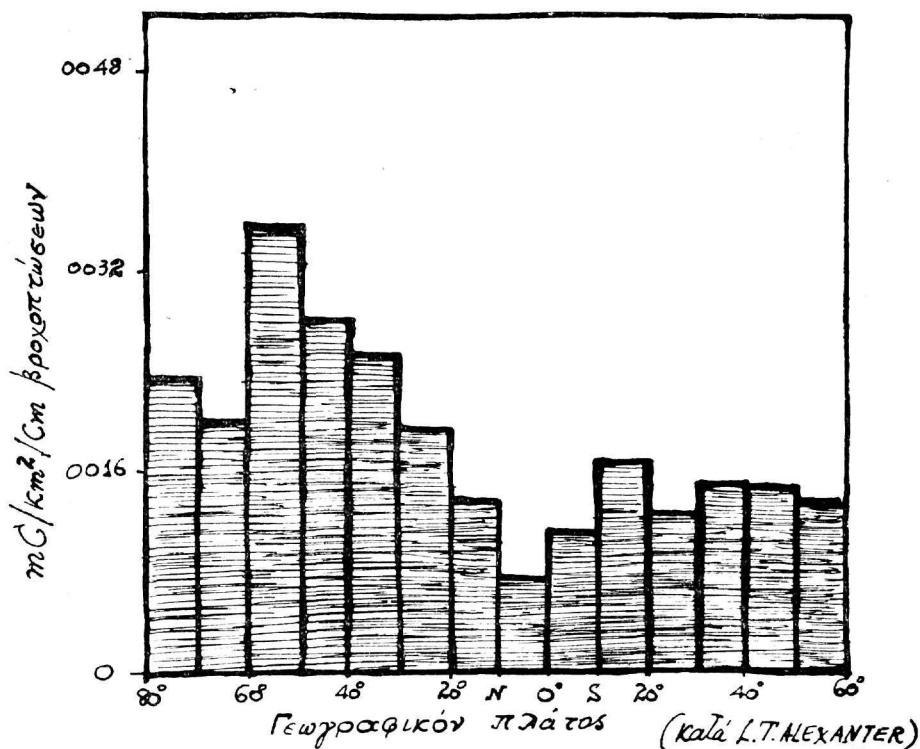
Ἡ BYKANULA δὲν πρέπει νὰ ἀλλάζεται συχνὰ στὴν περίπτωσι τραύματος ἢ ἐγγειώσεως, γιὰ νὰ μὴν ἐρεθίζεται ἡ πληγὴ και καθυστερῇ ἡ ἐπούλωση. Σ' αὐτὲς τίς περιπτώσεις ἀπλῶς ξαναγεμίζεται με ἄλοιφῃ ἀντιβιοτικῶ ὁ σωλῆνας τῆς BYKANULA ἐπὶ τόπου. Κάθε ἄλοιφῃ μαστίτιδος εἶναι κατάλληλῃ γιὰ τὴ δουλειὰ αὐτῇ, ἐφόσον τὸ σωληνάριο ἢ ἡ σύριγγα πὺν τὴν περιεχεῖ ἔχει λεπτὴ μύτη ὥστε νὰ προσαρμόζεται στὴν τρύπα τῆς BYKANULA. Ἰδιαίτερος κατάλληλῃ εἶναι ἡ ἄλοιφῃ μαστίτιδος BYKOCILLIN - SM σὲ πλαστικὴ σύριγγα. Ὁ πύρος πρέπει νὰ διατηρηταὶ ἀπολύτως καθαρός. Σὲ κάθε κουτὶ BYKANULA ὑπάρχουν 5 ἀνταλλακτικοὶ πύροι.

Ὅταν ὑπάρχῃ κίνδυνος νὰ γλυστρήσῃ ἡ BYKANULA πρὸς τὰ μέσα ἢ πρὸς τὰ ἔξω, μπορεῖ νὰ στερεωθῇ στὴ θηλή με λευκοπλάστη, ἄφου τὸ δέγμα καθυριστῇ καλὰ ἀπὸ κάθε λίπος. Ἡ ἀκόμα με ραφὴ πὺν γίνεται με μιὰ λεπτὴ χειρουργικὴ βελόνα, ὁπότε ἀρκεῖ νὰ περάσῃ ἡ κλωστή μιὰ φορὰ κάτω ἀπὸ τὸ δέγμα τῆς θηλῆς και ἀπὸ τὸ λαμῷ τῆς BYKANULA.



Κάθε φορὰ πὺν ἀφαιρεῖται ὁ πύρος γιὰ τὸ ἄρμεγμα, και ἄφου ἀδειάσῃ τὸ γάλα, ἡ BYKANULA πρέπει νὰ ξαναγεμίζεται με ἄλοιφῃ ἀντιβιοτικῶ. Ἀπὸ γίνεται εὐκόλα με τὴν ἄλοιφῃ μαστίτιδος σὲ πλαστικὴ σύριγγα BYKOCILLIN - SM, πὺν προσαρμόζεται καλὰ στὴν τρύπα τῆς BYKANULA.

Ἡ ραδιομόλυνσις τοῦ φυσικοῦ περιβάλλοντος, ἐκ τῶν ραδιενεργῶν ἐπιπτώσεων, κυρίως δὲ ἡ εἰς μεγάλην ἀκτῖνα ἐπέκτασις ταύτης, ἐξαρτᾶται, ἀφ' ἑνὸς μὲν ἐκ τῆς ἰσχύος καὶ τοῦ τύπου τῆς πυρηνικῆς βόμβας, ἀφ' ἑτέρου δὲ ἐκ τῶν ἐκάστοτε, εὐνοϊκῶς ἢ δυσμενῶς, συντελουσῶν συνθηκῶν (Μετεωρολογικῶν) μετακινήσεως καὶ κατακρημνίσεως (ὑπὸ βροχῆς κλπ. πίναξ 9), τοῦ ραδιενεργοῦ νέφους. Γενικῶς, αἱ πυρηνικαὶ βόμβαι σχάσεως,



Πίναξ 9.— Ἐμφαίνων τὸ ποσοστὸν ἐναποθέσεως  $\text{Sr}^{90}$  εἰς  $\text{mC/Km}^2/\text{cm}$  βροχοπτώσεων (1953-58). Ὡς ἐκ τοῦ πίνακος ἐμφαίνεται τὸ ὡς ἄνω ποσοστὸν δὲν ἦτο τὸ αὐτὸ δι' ὅλας τὰς ζώνας τοῦ γεωγραφικοῦ πλάτους. Εὐρέθῃ μεγαλειτερον εἰς τὸ Βόρειον ἢ τὸ Νότιον ἡμισφαίριον μὲ ἐλάχιστον εἰς τὴν ζώνην τοῦ Ἰσημερινοῦ. Ἐκ τῶν γενομένων ἐρευνῶν προέκυψε ὅτι ἡ τιμὴ τῆς σχέσεως μεταξὺ τῶν λαβουσῶν χώραν ἐπιπτώσεων  $\text{Sr}^{90}$  καὶ βροχοπτώσεων, διὰ τὰς διαφόρους περιοχὰς τῶν Η.Π.Α., ποικίλει ἀναλόγως τοῦ μηνός, ἔνθα ἔλαβον χώραν αἱ δειγματοληψίαι, καὶ τοῦ γεωγραφικοῦ πλάτους. Ἐν τῷ ἐσωτερικῷ δὲ τῆς ζώνης τοῦ αὐτοῦ γεωγραφικοῦ πλάτους ἡ τιμὴ τῆς ἐναποτεθείσης ποσότητος  $\text{Sr}^{90}$  ἀνά μονάδα βροχοπτώσεως εἶναι ἀσυγκρίτως ὑψηλοτέρα διὰ τὰς ξηρὰς ἢ διὰ τὰς ἀροσίμους περιοχὰς.

(π. χ. Οὐρανίου - 235) δίδουν ραδιενεργοὺς ἐπιπτώσεις τοπικοῦ χαρακτῆρος καὶ «βραχείας ἢ μέσης πνοῆς». Ἀντιθέτως, αἱ πυρηνικαὶ βόμβαι συντή-

ξεως (βόμβα Ὑδρογόνου), δίδουν ραδιοεπιπτώσεις γενικωτέρου χαρακτήρος καὶ «μακρᾶς πνοῆς».

Προφανῶς, ἡ σοβαρότης τῆς ραδιομολύνσεως ἐκ τῶν ραδιενεργῶν ἐπιπτώσεων, ἰδίως τῶν «μακρᾶς πνοῆς», ἐγκτεται εἰς τὴν φύσιν καὶ τὴν ποιότητα τῶν περιεχομένων ἐντὸς αὐτῶν ραδιενεργῶν στοιχείων καὶ ἐξαρτᾶται ἐκ τῶν συνθηκῶν αἰτινες θὰ εὐνοήσουν τὴν εἴσοδον τῶν τελευταίων τούτων εἰς τὴν παραγωγικὴν ἄλυσον τῶν προϊόντων διατροφῆς τοῦ ἀνθρώπου.

Ἡ περιορισμένη διάρκεια τοῦ χρόνου ὑποδιπλασιασμοῦ τῶν πλείστων ραδιενεργῶν ἱσοτόπων (τῶν ραδιοεπιπτώσεων) ἀποτελεῖ διὰ τοὺς ζῶντας ὁργανισμοὺς τὸν ἀξιολογώτερον παράγοντα ἀσφαλείας. Ἐξαίρεσιν ἀποτελοῦν τὸ  $\text{Sr}^{90}$  ( $t_{1/2} = 28$  ἔτη), τὸ  $\text{Cs}^{137}$  ( $t_{1/2} = 37$  ἔτη), τὸ Πλουτώνιον ( $\text{Pu}^{239}$   $t_{1/2} = 24.000$  ἔτη), τὸ Ἰώδιον ( $\text{I}^{131}$   $t_{1/2} = 8$  ἡμέραι), τὸ Βάριον ( $t_{1/2} = 12,8$  ἡμέραι), τὸ Τελλούριον ( $t_{1/2} = 78$  ὥρες) κλπ.

Εἰς τὸν πίνακα 10 ἀναγράφονται τὰ προϊόντα σχάσεως διὰ τὰ ὁποῖα τὸ

Ἀτομικὸν βάρος	Ποσοστὸν σχάσεως %	Ραδιενεργὰ προϊόντα σχάσεως καὶ $t_{1/2}$ (χρόνος ὑποδιπλασιασμοῦ)	Εἶδος ἐκπε- μπομένης ἀκτινοβολίας	Ἐνέργεια Ἀκτινοβολιῶν εἰς MeV		Προϊόντα μεταστοι- χειώσεως
				β	γ	
85	1,3	Kr (10 ἔτη)	β, γ	0,9	0,37	I
89	4,6	Sr (51 ἡμ.)	β, γ	1,5	0,8	—
90	5,1	Sr (28 ἔτη). Y (61 ὥρ.)	β	0,6	—	$\text{Y}^{90}$
91	5,4	Sr (9,7 ὥρ.), Y (57 ἡμ.)	β	1,54	—	—
93	6,0	Y (10 ὥρ.)	—	—	—	—
95	6,3	Zr (65 ἡμ.). Nb (35 ἡμ.)	β, γ β, γ	0,4 0,15	0,8 0,75	$\text{Zr}^{95}$
97	6,4	Zr (17 ὥρ.), Nb (74 λεπτά)	—	—	—	—
99	6,0	Mo (86 ὥρ.), Tc (5,9 ὥρ.)	—	—	—	—
103	3,4	Ru (40 ἡμ.), Rh (57 λεπτά)	β γ	0,2	0,5	—
105	1,0	Ru (4,5 ὥρ.), Rh (36 ὥρ.)	—	—	—	—
106	0,5	Ru (1 ἔτ.), Rh (30 δευτερ.)	β	0,04	—	$\text{Rh}^{106}$
127	0,16	Sb (93 ὥρ.), Te (90 ἡμερ.)	—	—	—	—
129	9,9	Te (32 ἡμερ.)	β, γ	1,8	0,3 +	$\text{I}^{129}$
131	3,1	I (8,1 ἡμερ.)	β, γ	0,6	0,36+	—
132	4,0	Te (78 ὥρ.), I 2,4 ὥρ.)	—	—	—	—
133	6,3	I 22 ὥρ.), Xe. (5,3 ἡμερ.)	—	—	—	—
135	6,0	I 6,7 ὥρ.), Xe. (9,2 ὥρ.)	—	—	—	—
137	6,2	Cs (37 ἔτη), Ba (2,6 λεπτ.)	β, γ	0,5	0,7 +	—
140	6,1	Ba (12,8 ἡμερ.), La (40 ὥρ.)	β, γ	1,0	0,2 +	$\text{La}^{140}$
141	6,0	Ce (33 ἡμερ.)	β, γ	0,4	0,15+	—
143	5,0	Ce (33 ὥρ.), Pr (13,7 ἡμερ.)	—	—	—	—
144	5,0	Ce (290 ἡμερ.) Pr (17,5 λεπτ.)	β —	0,3	—	$\text{Pr}^{144}$
147	2,9	Nd (11,6 ἡμερ.) Pm 63,7 ἔτη)	β, γ	0,8	0,1 +	$\text{Pm}^{147}$
149	1,4	Pm (47,5 ὥρ.)	—	—	—	—
151	0,5	Pm (27,5 ὥρ.) - Sm (73 ἔτη)	—	—	—	—
153	0,16	Sm (47 ὥρ.)	—	—	—	—
155	0,03	Eu (1,7 ἔτη)	—	—	—	—

Πίναξ 10.— Ἐμφαίνων τὰ ραδιενεργὰ προϊόντα σχάσεως (πυρηνικαὶ ἐκρήξεις), τὸ ποσοστὸν σχάσεως (%), τὸν χρόνον ὑποδιπλασιασμοῦ ὡς καὶ τὸ εἶδος τῆς ἐκπεμπομένης ὑφ' ἐνὸς ἐκάστου ἀκτινοβολίας.

ποσοστὸν ὑπερβαίνει τὴν τιμὴν τοῦ 0,03% καὶ τῶν ὁποίων ὁ χρόνος ὑποδιπλασιασμοῦ κυμαίνεται μετὰ 10 ὥρων καὶ 5.10<sup>5</sup> ἔτων.

Δὲν ἀναγράφονται τινὰ τῶν ραδιενεργῶν ἰσοτόπων, ὡς τὸ I<sup>129</sup> (χρόνος ὑποδιπλασιασμοῦ ἴσος πρὸς 17.10<sup>8</sup> ἔτη), καθόσον ἡ εἰδικὴ αὐτῶν ραδιενέργεια (mC/gr) εἶναι ἀρκούντως ἀσθενής.

**2. Ραδιομολύνσεις σοβαρᾶς συνήθως μορφῆς πλὴν ὅμως περιορισμένου καὶ τοπικοῦ χαρακτῆρος :** (Πίναξ 11)

Πίναξ 11.—Ἐμφαίνων τὰ ἐντὸς πυρηνικοῦ ἀντιδραστήρος σχηματιζόμενα προϊόντα σχάσεως (κατόπιν λειτουργίας τοῦ ἀτομικοῦ ἀντιδραστήρος ἐπὶ ἕν ἔτος).

Ἀτομικὸν βάρος	Ραδιενεργὰ Ἰσότοπα χρόνος ὑποδιπλασιασμοῦ	Ποσοστὸν σχάσεως	Ραδιενέργεια
		%	εἰς KC/megawatt
89	Sr <sup>1/2</sup> = 53 ἡμέρ.	4,6	39
90	Sr » = 28 ἔτη	5,1	1
91	Y » = 57 ἡμέρ.	5,4	45
95	Zr » = 65 ἡμέρ.	6,3	53
103	Ru » = 40 ἡμέρ.	3,4	28
106	Ru » = 1 ἔτος	0,5	2
131	I » = 8,1 ἡμέρ.	3,1	24
132	Te » = 78 ὥρες	4,0	30
133	I » = 22 ὥρες	6,3	24
137	Cs' » = 37 ἔτη	6,2	1
140	Ba » = 12,8 ἡμέρ.	6,1	48
141	Ce » = 33 ἡμέρ.	6,0	51
144	Ce » = 290 ἡμέρ.	5,0	26

Ὅφειλονται εἰς τὴν διαφυγὴν ραδιενεργῶν προϊόντων ἐκ τῶν πυρηνικῶν ἀντιδραστήρων (περιπτώσεις ἀτυχημάτων) καὶ εἰς τὰ ραδιενεργὰ κατάλοιπα τῶν βιομηχανιῶν ἐπεξεργασίας ραδιενεργῶν ὑλικῶν. Τὰ ραδιενεργὰ ταῦτα κατάλοιπα κέκτληται τῶν αὐτῶν ὡς τὰ ραδιενεργὰ προϊόντα σχάσεως ἰδιοτήτων καὶ οἱ ἐξ αὐτῶν κίνδυνοι εἶναι στενώτατα συνδεδεμένοι πρὸς τὰς δυνατότητας ραδιομολύνσεως τοῦ ἀέρος, τοῦ ἐδάφους, τῶν ὑδάτων καὶ τῶν ζώντων ὁργανισμῶν. Ἡ σοβαρότης τῆς ραδιομολύνσεως ποικίλει ἀναλόγως τῶν ὑπὸ τῶν πυρηνικῶν κέντρων ἢ βιομηχανιῶν παραγομένων ἢ χρησιμοποιουμένων ραδιενεργῶν στοιχείων. Δύναται νὰ θεωρηθῇ ὡς διαρκείας μὲν διὰ τὰς πλησίον αὐτῶν εὗρισκομένας περιοχὰς πρόσκαιρος δὲ διὰ τὰς πέραν μιᾶς ὥρισμῆνης ἀκτίνος (περίπτωσης ἀτυχημάτων) κειμένας τοιαύτας.

Αἱ ἐπακολουθεῖσαι τὸ ἀτύχημα τοῦ πυρηνικοῦ ἀντιδραστήρος τοῦ Windscale (1957) ἔρευναι, ἐπὶ σκοπῷ καθορισμοῦ τῶν ὁρίων τῆς ραδιομολυνθείσης περιοχῆς καὶ τοῦ προσδιορισμοῦ κυρίως τῶν ὑπευθύνων ραδιενεργῶν στοιχείων, ἀπέδειξαν ὅτι, αἱ λαβοῦσαι χώραν ραδιομολύνσεις, ὀφεί-

λονται βασικῶς μὲν, εἰς ραδιενεργὸν ἰώδιον (1) καὶ καίσιον, δευτερευόντως δὲ εἰς ραδιενεργὰ εὐγενῆ ἄερια (Ἀργόν, Ξένον Κρυπτόν κλπ.). Θεωρεῖται ἔν τούτοις σκόπιμον ὅπως λαμβάνηται ὑπ' ὄψιν καὶ ἡ ὑπαρξίς τοῦ ραδιενεργοῦ στρόντιου λόγῳ τῆς σοβαρᾶς αὐτοῦ βιολογικῆς σπουδαιότητος. Ἐνδεικτικῶς ἀναφέρεται ὅτι κατὰ τὸ συμβὰν τοῦ Windscale ἡ ραδιομόλυνσις τοῦ γάλακτος ἦτο τοιαύτης σοβαρότητος ὥστε ἡ ἀνιχνευθεῖσα ραδιενέργεια εἰς τὰς περιοχὰς μὲ ραδιενέργειαν  $1\mu\text{C}/\text{m}^3$  ἀνῆλθε εἰς τὴν τιμὴν τοῦ  $0,1\mu\text{C}/\text{λίτρον}$  γάλακτος. Δι' εὐνοήτους λόγους ἡ εἰς ραδιενεργὸν ἰώδιον ὀφειλομένη ραδιομόλυνσις τοῦ γάλακτος δύναται νὰ θεωρηθῇ μεγαλειτέρα κατὰ τὸ θέρος ἢ τὸν χειμῶνα. Ἀντιθέτως πρὸς τὴν μὴ διάθεσιν εἰς τὴν κατανάλωσιν κυρίως τοῦ ὑπὸ τοῦ ἰωδίου ραδιομολυνθέντος γάλακτος αἱ εἰς ραδιενεργὸν στρόντιον ἀποδοθεῖσαι ραδιομολύνσεις, ὡς μὴ οὔσαι ἀξιόλογοι, δὲν ἀπετέλεσαν ἐμπόδιον εἰς τὴν διάθεσιν τῶν προϊόντων διατροφῆς.

Ἡ ἐπιτελεσθεῖσα ὁμῶς τεχνικὴ πρόοδος εἰς τὸν τομέα τῶν πυρηνικῶν ἀντιδραστήρων καὶ τῶν βιομηχανικῶν ἐπεξεργασίας ραδιενεργῶν ὑλικῶν, ἀφ' ἑνὸς μὲν ἐνισχύουν τὴν βεβαιότητα περὶ τῶν ἐπελθουσῶν βελτιώσεων, ἀφ' ἑτέρου δὲ συνηγοροῦν ὑπὲρ τοῦ περιορισμοῦ εἰς τὸ ἐλάχιστον ἐνδεχομένων ἐξ αὐτῶν ραδιομολύνσεων.

Παραλλήλως, διὰ τῶν ἐγκατεστημένων πέριξ τῶν πυρηνικῶν κέντρων ἀνιχνευτικῶν συσκευῶν, βαθμολογεῖται ἐκάστοτε τόσον ἡ ὑφισταμένη ραδιενέργεια ὅσον καὶ αἱ τυχόν ἐπισυμβαίνουσαι ἀὐτομειώσεις ταύτης. Ἰδιαιτέραν προφανῶς σπουδαιότητα κέκτηται ἡ βεβαίωσις περὶ τῆς μὴ ὑπερβάσεως, ἐντὸς τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος, τῶν καθοριζομένων ἐκάστοτε μεγίστων ἐπιτρεπτῶν συγκεντρώσεων.

#### IV. ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ ΤΩΝ ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΣΧΑΣΕΩΣ

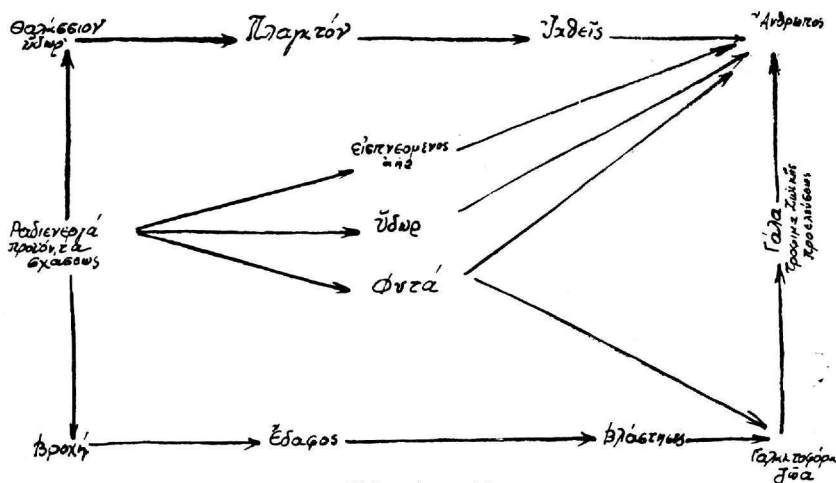
Ἀπαντες οἱ ζῶντες ὀργανισμοὶ ὑφίστανται σταθερὰν ἀκτινοβόλησιν προερχομένην ἐκ τῆς φυσικῆς ραδιενεργείας. Ἡ ἀντιστοιχοῦσα εἰς ταύτην δόσις καὶ ἀνεξαρτήτως τῆς συμβολῆς εἰς τὴν πρόκλησιν τινῶν μεταλλάξεων, δὲν καθίσταται ἱκανὴ εἰς τὸ νὰ προκαλέσῃ νοσογόνον τινὰ βιολογικὴν διαταραχὴν. (Πίναξ 12). Ἡ ὑφισταμένη οὕτω ἰσορροπία ἀπειλεῖται νὰ διαταραχθῇ ἀφ' ἧς ἐποχῆς ἤρχισαν αἱ πυρηνικαὶ ἐκκρήξεις καὶ ἡ εἰς εὐρεῖαν κλίμακα χρησιμοποίησις τῶν ραδιενεργῶν ἰσοτόπων.

Ἡ κυκλοφορία τῶν ραδιενεργῶν προϊόντων σχάσεως ἀπὸ τοῦ σχηματισμοῦ των μέχρις τῆς εισόδου αὐτῶν εἰς τοὺς ζῶντας ὀργανισμοὺς καὶ τελικῶς εἰς τὸν ἄνθρωπον δίδεται παραστατικῶς εἰς τὸν πίνακα 13.

(1) Ἡ ἐκτιμηθεῖσα ραδιενέργεια τοῦ ἐλευθερωθέντος ραδιενεργοῦ ἰωδίου - 131 ἀνῆλθε εἰς 20.000 Curies.

Πηγαὶ Ραδιενεργείας	Δόσεις εἰς REM ἀτόμου 30 ἐτῶν	
	Ἀκτινοβό- λοις τῶν γονιδίων	Ἀκτινοβό- λοις ὁστών
1. Φυσικὴ Ραδιενέργεια		
Κοσμικὴ ἀκτινοβολία	0,9	0,9
Γήινος ἀκτινοβολία	2,1	2,1
Ἀκτινοβολία ἀτμοσφαίρας	0,06	0,06
Κάλιον - 40	0,6	0,3
Ἀνθραξ - 14	0,06	0,06
Ραδόνιον καὶ θορόνιον	0,06	0,06
Ράδιον		1,2
Σύνολον	3,8	4,7
2. Ραδιενέργεια ἐκ τεχνητῶν πηγῶν		
Ἀκτίνες X ἢ Röntgen	3,36	1,4
Ἀκτινοβολαὶ ἐκ φωσφορίζοντων δίσκων	0,03	ἀπροσδιόριστος
Télévision	<0,03	<0,03
Βιομηχανικαὶ ἐφαρμογαὶ	0,003	0,003
Ἰατρικαὶ ἐφαρμογαὶ	0,06	ἀπροσδιόριστος
Τελικὸν κατὰ προσέγγισιν Σύνολον	7-8 REM	5-7 REM

Πίναξ 12.—Ἐμφαίνων τὰς ὑφ' ἐνὸς ἀτόμου 30 ἐτῶν ἀπορροφηθείσας δόσεις εἰς REM.



Εἰκὼν 13.

## 1. Εἰς τὴν ἀτμοσφαῖραν καὶ τὰ ὕδατα.

Ἡ ἐκ τῶν πυρηνικῶν ἐκκρήξεων προερχομένη καὶ ἀνιχνευομένη ραδιενέργεια, τοῦλάχιστον εἰς τὰ χαμηλὰ στρώματα τῆς ἀτμοσφαίρας, διεκνυμάνθη κατὰ τὰ τελευταῖα ἔτη εἰς τὰς περιοχὰς τῆς Δυτικῆς Εὐρώπης

(μέση μηνιαία δόσις) μεταξύ  $0,2$  ἕως  $3.10^{-12}$   $\mu\text{C}/\text{cm}^3$  ἄερος ( $\text{Max}=9.10^{-12}$   $\mu\text{C}/\text{cm}^3$  ἄερος) (1).

Ἡ ἐναπόθεσις τῶν ραδιενεργῶν προϊόντων σχάσεως ἐπὶ τῆς γῆνης σφαίρας συντελεῖται συναρτήσῃ τοῦ χρόνου καὶ ἐξαρτᾶται ἐκ τῶν ἐκάστοτε ἐπικρατοῦσων μετεωρολογικῶν συνθηκῶν αἰτίνες συμβάλλον ἐυμενῶς ἢ δυσμενῶς εἰς τὴν ταχύτητα κατακρημνίσεως, μετακινήσεως καὶ γεωγραφικῆς κατανομῆς των (Πίναξ 14). Ἐκ τῆς συνολικῆς ἐπιφανείας τῆς γῆνης σφαίρας, τὸ 71 % καλύπτεται ὑπὸ τῶν θαλασσῶν. Ἐξ αὐτοῦ συνάγεται ὅτι ἐκ τῆς συνολικῆς ἐναποτιθεμένης ἐπὶ τῆς ὑδρογείου σφαίρας, ποσότητος ραδιενεργῶν προϊόντων σχάσεως ποσοστὸν 50 - 70 % συγκεντρώνει ἡ ὕξιμῆνας πιθανότητάς νὰ ἐναποτεθῇ ἐπὶ τῶν θαλασσίων ὑδάτων.

Ἐκ τῶν γενομένων μετρήσεων διεπιστῶνθῃ ὅτι, ἡ ραδιενέργεια τῶν ὑδάτων τῆς βροχῆς ἀντιστοιχεῖ περίπου εἰς συγκέντρωσιν  $10^{-7}$   $\mu\text{C}/\text{cm}^3$  (2).

(1) Αἱ ὑπὸ τοῦ τμήματος Ραδιοβιολογίας τῆς Ἑλληνικῆς Ἐπιτροπῆς Ἀτομικῆς Ἐνεργείας διαπιστωθεῖσαι ἐλάχιστοι καὶ μέγιστοι τιμαὶ τῆς ὑφισταμένης εἰς τὸν ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα (ἀνὰ κυβικὸν ἐκτομόμετρον ραδιενεργείας ἀνῆλθον εἰδικῶς διὰ τοὺς μήνας :

- α) Σεπτέμβριον 1961 : Minimum = 0,05  $\mu\text{C}/\text{cm}^3$   
Maximum = 45  $\mu\text{C}/\text{cm}^3$   
β) Ὀκτώβριον 1961 : Minimum = 2  $\mu\text{C}/\text{cm}^3$   
Maximum = 35  $\mu\text{C}/\text{cm}^3$

(2) Ὑπὸ τὸν ὅρον συγκέντρωσις ραδιενεργοῦ τινὸς στοιχείου ἐνοοῦμεν τὴν ὑφισταμένην σχέσιν μεταξύ τῆς ποσότητος τοῦ ὡς ἄνω στοιχείου, εἰς δεδομένον περιβάλλον καὶ τῆς συνολικῆς ποσότητος τοῦ τελευταίου τούτου. Πρὸς διευκόλυνσιν αἱ ὡς ἄνω συγκεντρώσεις καθορίζονται ὑφ' ἐνὸς ἀριθμοῦ μονάδων εἰς  $\mu\text{C}$  ἐν σχέσει πρὸς δεδομένον ὄγκον ἀέρος, ὕδατος, ἐπιφανείας ἐδάφους ἢ τέλος πρὸς δεδομένον βάρος φυτικῆς ἢ ζωϊκῆς ὀργανισμοῦ.

Ἐτεροι συγκεντρώσεις ἀξιόλογοι εἶναι :

1) Ἡ ἰσοτοπικὴ συγκέντρωσις: Π.χ. ἐντὸς τοῦ θαλασσίου ὕδατος διακρίνομεν δύο συγκεντρώσεις τοῦ χημικοῦ στοιχείου Στροντίου (Sr). Ἦτοι, τὴν συγκέντρωσιν τοῦ ραδιενεργοῦ Στροντίου - 90 καὶ τοῦ φυσικοῦ μὴ ραδιενεργοῦ Στροντίου. Ἡ παρατηρούμενη συγκέντρωσις τοῦ φυσικοῦ Στροντίου εἶναι ἀσυγκρίτως μεγαλύτερα (10.000 τόνοι/ $\text{Km}^3$ ) ἢ ἐκείνη τοῦ ραδιενεργοῦ Στροντίου - 90. Οἱ ἐντὸς τῶν ὑδάτων διαβιοῦντες ζῶντες ὀργανισμοί, ὡς μὴ ὄντες ἱκανοὶ νὰ ἀσκήσουν διάκρισιν τινὰ μεταξύ τῶν ὡς ἄνω δύο ἰσοτόπων τοῦ Στροντίου, πλεονεκτοῦν ὡς πρὸς τὸ ὅτι συγκεντρῶνουν ἀσυγκρίτως περισσότερας πιθανότητας χρησιμοποίησεως τοῦ μὴ ραδιενεργοῦ Στροντίου. Κατὰ συνέπειαν, ἡ ραδιομόλυνσις αὐτῶν καὶ τῶν ἐξ αὐτῶν προϊόντων διατροφῆς περιορίζεται εἰς χαμηλὸν σχετικῶς ἐπίπεδον συγκριτικῶς πρὸς ἐκείνην ἣτις προϋπήρχεν ἐντὸς τοῦ ὕδατος.

2) Ἡ ὑφισταμένη σχέσις μεταξύ τῶν συγκεντρώσεων ἐντὸς τοῦ αὐτοῦ περιβάλλοντος, ραδιενεργοῦ τινὸς στοιχείου καὶ ἐνὸς μὴ ραδιενεργοῦ κεκτημένων συγγενεῖς ἢ παρεμφερεῖς μεταβολιστικὰς ιδιότητος. Ὡς π.χ. ἡ τιμὴ τῆς σχέσεως μεταξύ τῶν συγκεντρώσεων τοῦ  $\text{Sr}^{90}$  καὶ τοῦ Ἀσβεστίου ἐντὸς τοῦ ἐδάφους. Παρατηρήθη ὅτι ἡ ὑπαρξίς τοῦ Ἀσβεστίου ἀποτελεῖ τρόπον τινὰ ἀνασταλτικὸν παράγοντα εἰς τὴν ὑπὸ τῶν φυτικῶν ὀργανισμῶν ἀπορρόφησιν τοῦ  $\text{Sr}^{90}$ .

Ἐξετάζοντας, γενικώτερον τὸ θέμα τῶν συγκεντρώσεων τῶν ραδιενεργῶν στοιχείων, καθ' ὅλην τὴν ὑπ' αὐτὰν διαγραφομένην τροχίαν καὶ συγκρίνοντας εἰδικώτερον τὰς ὑφισταμένας σχέσεις τῶν ποσοτικῶν αὐτῶν συγκεντρώσεων κατὰ τὰ διάφορα διαδοχικὰ τῆς κυκλοφορίας των στάδια μέχρι καὶ τῆς ἀφίξεώς των εἰς τὸν ἀνθρώπινον ὀργανισμὸν (ἀτμοσφαῖραν, ὕδατα, ἔδαφος φυτικούς καὶ ζωϊκοὺς ὀργανισμούς, τροφίμα, ἀνθρώπων), παρατηροῦμεν, διαδοχικῶς, ἀξιόλογον μείωσιν τῆς συγκεντρώσεώς των καὶ ὡς ἐκ τούτου τῆς ὑφισταμένης εἰς τὸ τελικὸν στάδιον ραδιενεργείας. Παρομοία διαπίστωσις—ἀρκούντως ἄλλωστε παραγορητικὴ διὰ τυχὸν ἀνησυχίας—ὁδηγεῖ εἰς τὸ νὰ δεχθῶμεν τὴν ὑπαρξίν φυσικῶν τρόπων τινὰ φίλτρων αὐτῶν, διὰ τῆς παρεμβολῆς των μειώνουν τὴν ραδιενέργειαν καὶ ὡς ἐκ τούτου τοὺς εἰς ταύτην ὀφειλομένους κινδύνους.

# ΠΡΟΤΥΠΟΝ ΠΤΗΝΟΤΡΟΦΕΙΟΝ ΕΚΚΟΛΑΠΤΗΡΙΑ-ΑΝΑΘΡΕΠΤΗΡΙΑ Γ. ΠΑΠΑΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΥ & Ι. ΤΣΟΥΝΤΖΗ

ΠΑΡΑΛΙΑ ΑΣΠΡΟΠΥΡΓΟΥ

Τηλέφωνον 07.330 — ΑΘΗΝΑΙ

- Αἱ τελειότεραι καὶ πλέον συγχρονισμέναι ἐγκαταστάσεις τῆς Ἀνατολῆς καὶ ὁλοκλήρου τῆς Εὐρώπης.
- Τὰ τελειότερα αὐτόματα μηχανήματα χωρητικότητος ἐξήκοντα ἐξ χιλιάδων (ἀρ. 66.000) αὐγῶν ἕκαστον.
- Ἡ αὐστηρά ἐπιλογή τῶν ἀναπαραγωγῶν ὀρνίθων.
- Ἡ ἀπαλλαγὴ τῶν νεοσσῶν ἀπὸ τὴν λευκὴν διάρροϊαν
- Ἡ ἐκμηδένισις τῶν ἀπωλειῶν τῶν νεοσσῶν.
- Ἡ ὑψηλοτάτη ἀπόδοσις τῶν πουλάδων.

Συνετέλεσαν ὥστε νὰ καταστή περίφημος καὶ περιζήτητος ἀνὰ τὴν Ἑλλάδα ὁ νεοσσὸς τῶν ἐκκολαπτηρίων  
**Γ. ΠΑΠΑΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΥ & Ι. ΤΣΟΥΝΤΖΗ**

ΤΙΜΑΙ ΑΣΥΝΑΓΩΝΙΣΤΟΙ

ΕΥΚΟΛΙΑΙ ΠΛΗΡΩΜΗΣ



# VINELAND POULTRY LABORATORIES

---

## 1. ΤΑ ΚΑΛΛΙΤΕΡΑ ΕΜΒΟΛΙΑ ΟΡΝΙΘΩΝ

- VIROL 717 Ψευδοπανώλους
- FOWL - POX Διφθεροευλογιάς
- PIGEON - POX Διφθεροευλογιάς έλαφρόν  
Διάρκεια άνοσίας Ισόβιος

## 2. ΤΑ ΠΛΕΟΝ ΔΡΑΣΤΙΚΑ ΑΝΤΙΠΑΡΑ- ΣΙΤΙΚΑ ΦΑΡΜΑΚΑ ΠΤΗΝΟΤΡΟΦΙΑΣ

- α) T.R.C. Worm tablets. Έλμινθιάσεις όρνίθων κ.λ.π.
- β) Piperazine Wormer. Άσκαριδίασις όρνίθων κ.λ.π.
- γ) Copper K. Τό μοναδικόν φάρμακον έναντίον τών  
τριχομονάδων τών όρνίθων κ.λ.π.
- δ) Blackhep Soluble. Μοναδικόν παρασκεύασμα κα-  
τά τής ιστομοναδώσεως τυ-  
φλοηπατίτιδος) τών ίνδιάνων

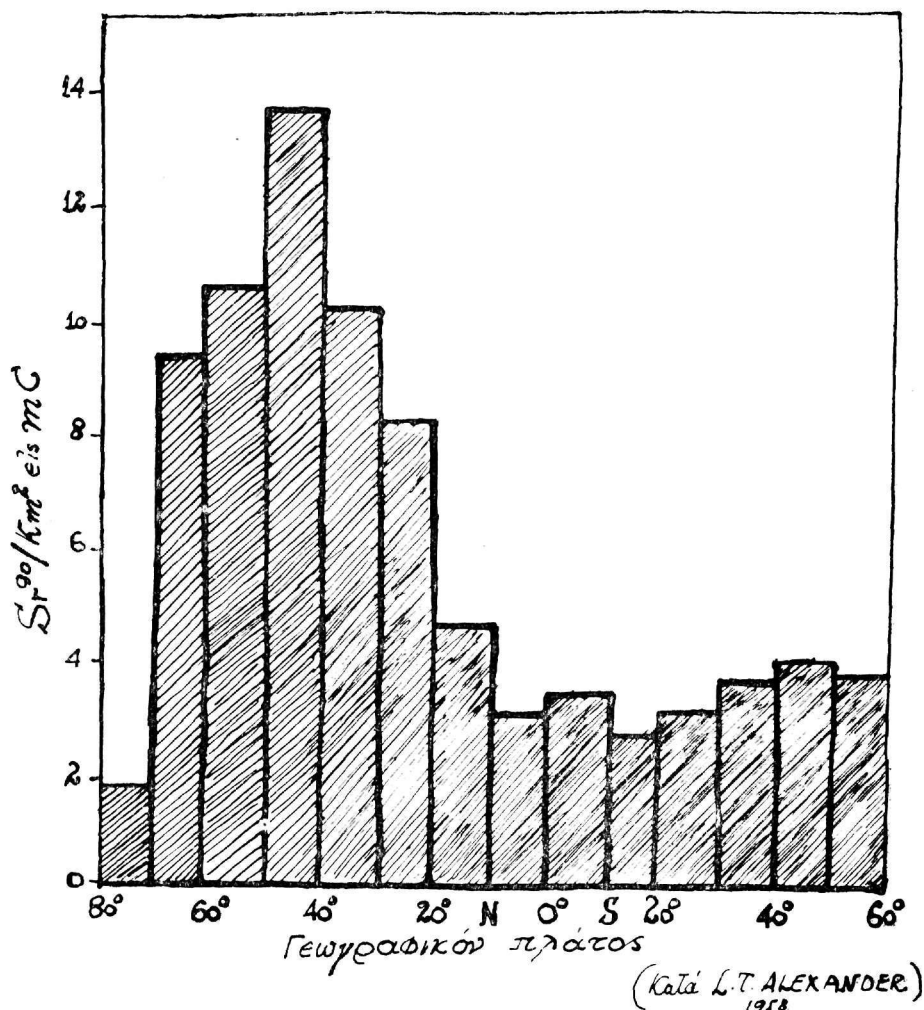
## 3. ΑΝΤΙΒΙΟΤΙΚΑ ΚΤΗΝΙΑΤΡΙΚΗΣ ΧΡΗ- ΣΕΩΣ. ΒΙΤΑΜΙΝΑΙ. ΕΝΙΣΧΥΤΙΚΑ ΠΤΗ- ΝΟΚΤΗΝΟΤΡΟΦΩΝ. ΑΝΤΙΓΟΝΟΝ ΛΕΥΚ. ΔΙΑΡΡΟΙΑΣ Κ.Λ.Π.

Βιβλιογραφία είς τήν διάθεσιν τών κ. κ. κτηνιάτρων.

ΑΠΟΚΛΕΙΣΤΙΚΟΣ ΑΝΤΙΠΡΟΣΩΠΟΣ ΔΙΑ ΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΚΑΙ ΕΙΣΑΓΩΓΕΥΣ  
**ΔΗΜ. Δ. ΘΕΟΔΩΡΟΠΟΥΛΟΣ**

ΟΔΟΣ ΣΟΦΟΚΛΕΟΥΣ 47 - ΜΕΓΑΡΟΝ ΕΜΠΟΡΙΟΥ - ΓΡΑΦ. 3  
ΤΗΛΕΦ. 532.095 καί 873.211 - ΑΘΗΝΑΙ





Πίναξ 14.—Ἐμφαίνων τὴν κατανομὴν εἰς τὸ ἔδαφος τοῦ  $Sr^{90}$  εἰς  $mC/Km^2$  ἀναλόγως τοῦ γεωγραφικοῦ πλάτους. Ἡ μεγαλειτέρα συγκέντρωσις, ἐκ τῆς ἐναποτεθείσης ποσότητος  $Sr^{90}$  εὑρέθη εἰς τὸ βόρειον (max. μεταξὺ 20°-60° καὶ minimum εἰς τὴν Ἰσημερινὴν ζώνην) ἢ εἰς τὸ Νότιον ἡμισφαίριον (1958). Τὰ ὡς ἄνω δεδομένα ἀφοροῦν εἰς διαπιστωθείσας συγκεντρώσεις  $Sr^{90}$  περιοχῶν μὴ καλλιεργησίμων. Αὐτομειώσεις δύνανται νὰ παρατηρηθῶσι ἀναλόγως τῶν τοπογραφικῶν χαρακτήρων ἐκάστης γεωγραφικῆς περιοχῆς καὶ τῶν ἐπικρατουσῶν κλιματολογικῶν συνθηκῶν. Ὅτι ἀφορᾷ εἰς τὴν Γεωργίαν ὁ προσδιορισμὸς τοῦ ποσοστοῦ συγκεντρώσεως  $Sr^{90}$  εἰς καλλιεργήσιμα ἔδαφη εἶναι ὁ πλέον ἐνδεδειγμένος. Αὐτομειώσεις τῆς μέσης ἑτησίας συγκεντρώσεως τοῦ  $Sr^{90}$  δύνανται νὰ παρατηρηθῶσι ἀναλόγως τῶν λαμβανουσῶν χώρων ἢ μὴ πειραματικῶν πυρηνικῶν ἐκρήξεων.

Ἡ τῶν ποσίων ὑδάτων—λόγω τῆς ὑφισταμένης δυνατότητος μειώσεως τῆς συγκεντρώσεως τῶν ραδ. προϊόντων κατόπιν διόδου αὐτῶν διὰ τῶν στρωμάτων τοῦ ἐδάφους—ἐκυμάνθη μεταξὺ τοῦ 1/10 ἕως 1/100 τῆς ἐντὸς τοῦ ὕδατος τῆς βροχῆς ἀνιχνευομένης. Κατὰ γενικὸν κανόνα, ἡ διαπιστομένη ἐκάστοτε ραδιενέργεια τῶν ποσίων ὑδάτων, ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς προελεύσεως αὐτῶν καὶ ἐκ τῆς γεωλογικῆς γενικώτερον δομῆς τοῦ ἐδάφους.

Ὡς πρὸς τὸν προσδιορισμὸν τῆς ὑφισταμένης ραδιενεργείας εἰς τὸ θαλάσιον ὕδωρ ὀλίγοι μόνον ἔρευναι ἔχουν ἐπιτελεσθῇ μέχρις σήμερον. Ἀφοροῦν εἰς ἐρεῦνας εἰς τὸν Εἰρηνικὸν Ὠκεανὸν καὶ εἰς τὸν Βόρειον Ἀτλαντικόν. Ἀξιόλογοι ἐπίσης ἔρευναι ἐγένοντο εἰς τὴν Ἰαπωνίαν.

Ἡ ἀνιχνευθεῖσα ραδιενέργεια ποικίλει μετὰ τοῦ βάθους καὶ προέρχεται, κυρίως μὲν ἐκ ραδιενεργῶν προϊόντων σχάσεως, ἐχόντων μικρὸν χρόνον ὑποδιπλασιασμοῦ, ἐν μέρει δὲ ἐκ  $\text{Sr}^{90}$ . Εἰς τὸν Β. Εἰρηνικὸν καὶ εἰς τὰ πρῶτα 100 μέτρα, ἡ ἀνιχνευθεῖσα ραδιενέργεια ὑπερέβη τὴν τιμὴν τῶν 700  $\mu\text{C}/\text{λίτρον}$  ὕδατος (B.A.NELEPO). Εἰς βάθος πλέον τῶν 100 μέτρων, ἡ τιμὴ τῆς ἀνιχνευθείσης ραδιενεργείας διατηρεῖται εἰς τὸ αὐτὸ ἐπίπεδον ὡς ἐκείνη ἣτις προέρχεται ἐκ φυσικῶν ραδ. πηγῶν (340  $\mu\text{C}/\text{λίτρον}$  Πίναξ 15).

Χημικὸν στοιχεῖον	Συγκέν- τρωσις εἰς $\text{mgr/kg}$	Συνολικὴ ποσότης τῶν ὠκεανῶν εἰς τόννους	Φυσικὴ ραδιενέργεια			
			Ραδιε- νεργὰ στοιχεῖα	Τόννοι	Curies	Συγκέντρω- σις εἰς $\mu\text{C}/\text{λίτρον}$
Κάλιον	380	$5,3 \cdot 10^{14}$	$\text{K}^{40}$	$6,3 \cdot 10^{10}$	$4,6 \cdot 10^{11}$	330
Ἀνθραξ	28	$3,9 \cdot 10^{13}$	$\text{C}^{14}$	56	$2,7 \cdot 10^8$	0,19
Ρουβίδιον	0,2	$2,8 \cdot 10^{11}$	$\text{Rb}^{87}$	$1,18 \cdot 10^{11}$	$8,4 \cdot 10^9$	6,0
Οὐράνιον	0,0015	$2,1 \cdot 10^9$	$\text{U}^{238}$	$2,8 \cdot 10^9$	$3,8 \cdot 10^9$	2,7
			$\text{U}^{235}$	$2,1 \cdot 10^7$	$1,1 \cdot 10^8$	0,08
			$\text{Th}^{232}$	$1,4 \cdot 10^7$	$8 \cdot 10^6$	$5,7 \cdot 10^{-3}$
Ράδιον	$0,2-3 \cdot 10^{-10}$	28-420	$\text{Ra}^{226}$	$4,2 \cdot 10^2$	$1,1 \cdot 10^9$	0,27
			Σύνολ. Φυσ. Ραδιενεργ. 340 $\mu\text{C}/\text{λίτρον}$			

Πίναξ 15—Ἐμφαινῶν τὰ ἐντὸς τοῦ θαλασσίου ὕδατος περιεχόμενα ραδιενεργὰ στοιχεῖα. Ἡ ὡς ἄνω φυσικὴ ραδιενέργεια ὀφείλεται κυρίως εἰς ἀκτινοβολίαν β ἐκ τῆς συνολικῆς ποσότητος τῆς ὁποίας τὰ 90 % προέρχονται ἐκ τοῦ ραδιενεργοῦ καλίου 40.

Ἰάπωνες ἐπιστήμονες εὔρον ὅ,τι, εἰς τὰ ἐπιφανειακὰ στρώματα τοῦ Εἰρηνικοῦ ἡ συγκέντρωσις  $\text{Sr}^{90}$  ἀνῆλθε εἰς  $1 \mu\text{C}/\text{λίτρον}$  ὕδατος.

Ἡ συγκέντρωσις καὶ ἡ κατανομή τῶν ραδιενεργῶν προϊόντων σχάσεως εἰς τοὺς ἐντὸς τῶν ὑδάτων διαβιούντας ὄργανισμοὺς ποικίλει σημαντικῶς. Αἱ παρατηρηθεῖσαι διαφοραὶ ὀφείλονται τόσον εἰς τὰς διαφορὰς χημικὰς ιδιότητας τῶν ραδιενεργῶν στοιχείων, ὅσον καὶ εἰς τὰς φυσιολογικὰς ἀπαιτήσεις καὶ ἀνάγκας διατροφῆς τῶν ζώντων ὀργανισμῶν. Ἡ ἐντόπισις καὶ

κατανομή των, εις τους διαφόρους οργανικούς ιστούς και όργανα, συνδέεται προς τας μεταβολιστικάς αυτών ιδιότητας. Ό ραδιενεργός φωσφόρος  $^{32}$ , εις την παρουσίαν του όποιου οφείλεται το πλείστον της άνιχνευθείσης ραδιενεργείας των ιχθύων, κατανέμεται κατά σειράν σπουδαιότητος εις τον σκελετόν, τα περύγια, τα λέπια, το ήπαρ, το δέρμα και τον σπλήνα. Η εις τους ιστούς μυϊκόν και λιπώδη άνιχνευομένη ραδιενέργεια αντιστοιχεί εις συγκέντρωσιν ραδιενεργών προϊόντων κατά πέντε περίπου φορές μικρότεραν έκείνης των λοιπών οργανικών ιστών.

Διαφοραί, ως προς την συγκέντρωσιν των ραδιενεργών προϊόντων εις τους έντός των υδάτων διαβιούντας οργανισμούς, (1) παρατηρήθησαν επίσης συναρτήσαι του βάρους και της τιμής συγκεντρώσεως αυτών έντός του ύδατος. Η εύρεθείσα μέση συγκέντρωσις  $\text{Sr}^{90}$  (βορ. Ειρηνικός Όκεανός) εις τους ιχθείς των επιφανειακών θαλασσιών στρωμάτων άνήλθε εις  $0,1 \mu\text{C}/\text{Kgs}$  ή  $0,3 \mu\text{C}/\text{συνολικόν βάρος ιχθύος}$  ( $1 \mu\text{C}/\text{λίτρον ύδατος}$  ή συγκέντρωσις του αυτού ραδ. στοιχείου). Εις βάθος μεγαλείτερον των 100 μέτρων, ή διαπιστωθείσα συγκέντρωσις έκυμάνθη εις τα αυτά περίπου επίπεδα ως έκείνη έντός του ύδατος ήτοι από  $10^{-1}$  έως  $10^{-2} \mu\text{mSr}^{90}/\text{Kgs}$  (Hiyama). Διεπιστώθη επίσης ότι, ή τιμή της σχέσεως  $\text{Sr}^{90}/\text{Ca}$  εις τους ιχθείς των επιφανειακών θαλασσιών στρωμάτων ήτο ίση προς  $0,3 \mu\text{C}/\text{gr}$  άσβεστίου (1958) ή  $0,3 \text{ Sunshin Unit}$  (2).

Έρευναι διά τον καθορισμόν της συγκεντρώσεως άλλων ραδιενεργών προϊόντων, ως των  $\text{Cs}^{137}$ ,  $\text{Zn}^{65}$ ,  $\text{Fe}^{55}$ ,  $\text{Mg}^{24}$  κλπ., εις τους ιχθείς απέδειξαν άφ' ένός μόν διάφορον συγκέντρωσιν και κατανομήν αυτών έντός των

(1) Υπό τον όρον συγκέντρωσις ραδιενεργού τινός στοιχείου εις οργανισμούς διαβιούντας έντός των υδάτων έννοείται ο λόγος της συγκεντρώσεως αυτού άνά γραμμάριον ζώσης ύλης προς την συγκέντρωσιν του αυτού ραδιενεργού στοιχείου άνά μονάδα βάρους ύδατος.

(2) SU (Sunshin Unit) : Αντιστοιχεί εις  $1 \mu\text{C Sr}^{90}/\text{gr}$  του έντός του οργανισμού ύφισταμένου άσβεστίου. Η σπουδαιότης της μονάδος SU έγκειται εις το ότι μās πληροφορεί περί του συνολικώς καθηλωθέντος έντός του οργανισμού ραδιενεργού στροντίου 90 και του όποιου ή συγκέντρωσις έπηρεάζεται έκ του περιεχομένου έντός του οργανισμού και των τροφών άσβεστίου. Ό Διεθνής οργανισμός Ραδιοπροστασίας καθώρισε ως μεγίστην έπιτρεπτήν συγκέντρωσιν, διά τον σκελετόν άτόμου Standard (περιέχοντος 1000 gr άσβεστίου) την ποσότητα  $1 \mu\text{C}/\text{Sr}^{90}$ . Η ούτω καθορισθείσα μεγίστη έπιτρεπτή συγκέντρωσις έγένετο συμφώνως προς το δεδομένον ότι οί εργαζόμενοι εις τας βιομηχανίας πυρηνικής ενεργείας δύνανται νά άνεχθούν ποσοστόν  $\text{Sr}^{90}$  ίσον προς  $1000 \mu\text{C}/\text{gr}$  άσβεστίου (τουτέστιν  $1.10^{-3} \mu\text{C}$ ) ή 1000 SU. Η ως άνω όμως μεγίστη, έπιτρεπτή συγκέντρωσις προκειμένου νά εφαρμοσθή εις τον πληθυσμόν θά πρέπει νά υποβιβασθή κατά  $1/10$  και νά μη ύπερβή την τιμήν του  $1.10^{-4} \mu\text{C}/\text{gr}$  άσβεστίου ή 100 SU ( $100 \mu\text{C}/\text{gr Ca}$ ). Ό υποβιβασμός ούτος καθίσταται άπαραίτητος λόγω της μεγαλειτέρας συγκεντρώσεως του  $\text{Sr}^{90}$  εις τον σκελετόν των έν άναπτύξει άτόμων.

ὀργανικῶν ἰστών, ἀφ' ἐτέρου δὲ μείωσιν τῆς διαπιστωθείσης ραδιενεργείας κατὰ τὰς σταδιακῶς γενομένας ἀπὸ τὸ 1954 - 1959 μετρήσεις.

Ἐνδεικτικῶς ἀναφέρεται ὅτι, ἡ μέση τιμὴ συγκεντρώσεως τοῦ  $\text{Cs}^{137}$  εἰς τοὺς ἰχθεῖς εὐρέθῃ περίπου ἴση πρὸς  $0,02\mu\text{C}/\text{gr}$  ὀργανικῆς ὕλης. Ἡ συγκέντρωσις τοῦ  $\text{Zn}^{65}$  ἦτο κατὰ τὸ ἔτος 1954 ἴση περίπου πρὸς  $10^4\mu\text{C}/\text{gr}$  ἥπατος, νεφρῶν καὶ σπληνὸς καὶ  $10^4\mu\text{C}/\text{gr}$  μυϊκοῦ ἱστοῦ. Κατὰ τὸ ἔτος 1956 ἡ εὐρεθείσα τιμὴ τῆς συγκεντρώσεως τοῦ αὐτοῦ ὡς ἄνω ραδιενεργοῦ στοιχείου κατῆλθεν εἰς τὸ ἐπίπεδον τῆς τιμῆς τῶν  $10^4\mu\text{C}/\text{gr}$  ὀργανικῆς ὕλης τῶν ὀργάνων τοῦ γαστροεντερικοῦ σωλήνος (τῶν πλέον εὐπροσβλήτων).

Ἐκτὸς τῶν ραδιενεργῶν προϊόντων σχάσεως, τὰ ὕδατα δύνανται νὰ ὑποστοῦν ραδιομολύνσεις καὶ ἐκ τῶν λαμβανουσῶν χώραν ἀποχετεύσεων ὑπὸ τῶν βιομηχανιῶν ἐπεξεργασίας ραδιενεργῶν ὑλικῶν, τῶν πυρηνικῶν ἀντιδραστήρων καὶ τῶν διαφύρων ἰδρυμάτων χρησιμοποίησεως ραδιενεργῶν ἰσοτόπων. Ἐκ τῶν γενομένων ἐρευνῶν διεπιστώθη ὅτι ἡ μέση τιμὴ τῆς ἀνιχνευθείσης ραδιενεργείας, συνεπεία τῶν ὡς ἄνω ραδιομολύνσεων, εἶναι ἀρκούντως μικροτέρα ἐκείνης τῆς ἐκ τῶν πυρηνικῶν ἐκρήξεων προερχομένης. Ἐν τούτοις, ἡ εἷς τινὰς περιοχὰς ἀνιχνευομένη ραδιενέργεια, λόγῳ προφανῶς τῆς εἰς ταύτας ἀποχετεύσεως τῶν ραδιενεργῶν καταλοίπων, καθίσταται ἀρκούντως ἀξιόλογος. Οὕτω, εἰς τὸν «Columbia River» ὅστις χρησιμεύει ὡς μέσον ἀποχετεύσεως τῆς ἀμερικανικῆς πυρηνικῆς ἐγκαταστάσεως τοῦ Hanford, ἡ συστηματικὴ δειγματοληψία καὶ ἡ μέτρησις τῆς ραδιενεργείας τῶν ἐντὸς τοῦ ὕδατος ζώντων ὀργανισμῶν ἀπέδειξε ἀξιόλογον ποικίλιν ὡς πρὸς τὴν συγκέντρωσιν καὶ κατανομήν τῶν ραδιενεργῶν προϊόντων. Παρατηρήθη ὅτι τόσον ἡ συγκέντρωσις ὅσον καὶ ἡ κατανομὴ συνεδέοντο στενῶτα μετὰ τοῦ εἵδους τοῦ θεωρουμένου ζώντος ὀργανισμοῦ κυρίως δὲ μετὰ τοῦ εἵδους τοῦ ἐπεμβαίνοντος ραδιενεργοῦ στοιχείου. Ἡ ἀνιχνευθεῖσα ραδιενέργεια εἰς τὸ πλαγκτὸν κατέστη 2.000 φορὰς περίπου μεγαλειτέρα ἐκείνης τοῦ ὕδατος. Ἡ ἀναζήτησις ἐξακριβώσεως τῆς προελεύσεως ταύτης ἀπέδειξε ὅτι ὀφείλετο, κατὰ σειρὰν σπουδαιότητος, εἰς τὸν  $\text{P}^{32}$  (30-50 %) εἰς τὸν  $\text{Cu}^{64}$  (25-50 %) εἰς τὸ  $\text{Na}^{24}$  (15 %) καὶ εἰς τὰς σπανίας γαίας (10 %). Ἐπὶ πλέον ποσοστὸν 70-95 % τῆς ἀνιχνευθείσης ραδιενεργείας τῶν ἀσπονδύλων καὶ ἰχθύων καλύπτεται ὑπὸ τοῦ  $\text{P}^{32}$  ἂν καὶ τὸ ραδιενεργὸν τοῦτο στοιχεῖον συμβάλλῃ μόνον κατὰ 1 % εἰς τὴν ἀνιχνευομένην ἐκάστοτε ραδιενέργειαν τοῦ ὕδατος.

## 2. Εἰς τὸ ἔδαφος (\*).

Ἡ ἐναπόθεσις τῶν ραδιενεργῶν προϊόντων σχάσεως ἐπὶ τοῦ ἐδάφους παρουσιάζει διὰ τοὺς ζῶντας ὀργανισμοὺς ἄμεσον (πρόσφατοι ραδιοεπιπτώ-

(1) Κατὰ γενικὸν κανόνα τὸ ἔδαφος χαρακτηρίζεται διὰ τὴν συντελουμένην ἐντὸς αὐτοῦ συγκέντρωσιν τῶν ραδιενεργῶν στοιχείων ἐν ἀντιθέσει πρὸς τὴν ἀτιμώ-

σεις επί της βλαστήσεως (1) και έμεσον κίνδυνον (είσοδος των ραδιενεργών στοιχείων εντός του έδάφους και ανακατανομή αυτών εις τὰ φυτά).

Εις τας θερμάς χώρας, παρ' ότι δέν υπάρχουν συγκεκριμένα πληροφορία, ό κοινότοπος πρέπει να περιέχη αξιόλογον συγκέντρωσιν ραδιενεργών στοιχείων λόγω των επικρατουσών κλιματολογικών συνθηκών αίτινες προφανώς δυσχεραίνουν την είσοδον και την εν τω βάθει εντός του έδάφους κατανομήν των ραδιενεργών προϊόντων σχάσεως. Η διείσδυσις και κατανομή εντός των εδαφών διέπεται ύφ' ένός συνόλου παραγόντων έξαρτωμένων εκ των χημικών ιδιοτήτων των ραδιενεργών στοιχείων, κυρίως δε εκ της φύσεως και συστάσεως του έδάφους (αργιλλούχον ή μή), της διαπερατότητος αυτού, της ταχύτητος κυκλοφορίας των υδάτων (παρουσία ή μη σχισμών) εντός αυτού ως και εκ της ύγροσκοπικής καταστάσεως αυτού. Εις έδάφη μη καλλιεργήσιμα ή συγκέντρωσις, των έναποτιθεμένων επί του έδάφους ραδ. προϊόντων, είναι και διατηρείται επ' άρκετον χρονικόν διάστημα άρκούντως ηύξημένη. Η έντός των στρωμάτων του έδάφους συγκέντρωσις των μειούται μετά του βάθους. Μεταξύ των λαμβανουσών χώραν έντός του έδάφους χημικών διεργασιών (μεταξύ στερεάς και υγρής φάσεως) αίτινες δύνανται να επηρεάσουν την συμπεριφοράν και κατανομήν αυτών, αί αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων παίζουν σοβαρώτατον ρόλον. Παράγοντες εύνοούντες τας αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων και ως εκ τούτου ρυθμίζοντες την έν γένει κατανομήν των χημικών στοιχείων έντός του έδάφους είναι τó pH, ή όλική συγκέντρωσις ήλεκτρολυτών (άλατα κλπ.), και ή εις ύδωρ περιεκτικότητα αυτού.

σφαιραν και τὰ ύδατα άτινα συμβάλλουν κατά τρόπον αξιόλογον εις την διασποράν των. Η δυνατότης δευτερευούσης συγκεντρώσεως ραδιενεργών στοιχείων άποτελεϊ χαρακτηριστικόν γνώρισμα της βιοσφαίρας (Βιολογικόν περιβάλλον του ανθρώπου). Παρομοία διαπίστωσις άπετέλεσε αίτίαν εκδηλώσεως άνησυχιών υπό πλείστων έπιστημόνων. Εν τούτοις θα πρέπει να ύπογραμμισθί ότι ή τιμή της συνολικής συγκεντρώσεως των ραδιενεργών στοιχείων εν τη βιοσφαίρα αντιπροσωπεύει περιορισμένον ποσοστόν αν ληφθί υπ' όψιν ότι ή μάζα των ωκεανών και της άτμοσφαίρας είναι άσυγκρίτως μεγαλειτέρα εκείνης της βιοσφαίρας.

(1) Η άμεσος κατακράτησις των ραδιενεργών επιπτώσεων υπό της βλαστήσεως έξαρτάται γενικώς εκ της φυσικής μορφής υπό την όποιαν κατακρημνίζονται. Κατά γενικόν κανόνα κοκκία ραδιενεργού κόνεως διαμέτρου μικροτέρας των 40 μ. κατακρατούνται άσυγκρίτως εύκολώτερον εκείνων μεγαλειτέρας των 40 μ διαμέτρου. Έκ των διενεργηθέντων ύπολογισμών προέκυψε ότι εκ της συνολικώς κατακρημνιζομένης ποσότητος της ραδιενεργού κόνεως ή άμεσος κατακράτησις των ραδιενεργών επιπτώσεων υπό της βλαστήσεως αντιπροσωπεύει αντίστοιχως ποσοστόν ίσον πρòς 25% (κοκκία διαμέτρου <40 μ) και 1-2% (κοκκία > 40 μ). Προφανώς αί βροχοπτώσεις συντελούν κατά τρόπον αξιόλογον εις την μείωσιν της έναποτιθεμένης επί της βλαστήσεως ραδιενεργού κόνεως και ως εκ τούτου συμβάλλουν εις τόν περιορισμόν των εκ ταύτης συνεπαγομένων κινδύνων.

Κατὰ γενικὸν κανόνα ἐκ τῆς ἀκριβοῦς γνώσεως τῶν συνθηκῶν ἰσορροπίας ἐκάστου θεωρουμένου ἐδάφους δυνατόν νὰ προβλεφθῇ καὶ ἡ συμπεριφορὰ τῶν διαφόρων ἐντὸς αὐτοῦ ὑφισταμένων ἰόντων. Ἡ ἰσορροπία ἐνίοτε τοῦ ἐδάφους δυνατόν νὰ εὐρίσκεται ὑπὸ τὴν ἐξάρτησιν τῆς τιμῆς συγκεντρώσεως ἐνὸς μόνου ἰόντος. Οὕτω, λόγῳ τῆς ὑφισταμένης ἀναλογίας ὡς πρὸς τὸν μεταβολισμόν Στροντίου - 90 καὶ Ἀσβεστίου, ἡ συμπεριφορὰ τοῦ Στροντίου θὰ διέπεται ὑπὸ τῶν αὐτῶν παραγόντων ὡς ἐκείνη τοῦ Ἀσβεστίου. Ἡ ἀπορρόφησης, ἐπὶ πλεόν τοῦ Στροντίου - 90 ὑπὸ τῶν φυτῶν, θὰ προσδιορισθῇ ἐκ τῆς τιμῆς τῆς σχέσεως  $Sr/Ca$  τοῦ ἐδάφους ἥτις θὰ καθορίσῃ ἐν συνεχείᾳ καὶ τὴν ἐκ τῆς παρουσίας τοῦ ραδιενεργοῦ Στροντίου σοβαρότητα τῆς ραδιομολύνσεως.

### 3. Εἰς τὰ φυτὰ

Ἐκ τοῦ ἐδάφους τὰ πλεῖστα τῶν ραδιενεργῶν στοιχείων δύνανται νὰ εἰσέλθουν εἰς τὸν βιολογικὸν κύκλον τῶν φυτῶν καὶ ἐν συνεχείᾳ τῶν ζώων. Ἀνεξαρτήτως τῆς συγκεντρώσεως καὶ κατανομῆς τῶν ραδιενεργῶν στοιχείων ἐντὸς τοῦ ἐδάφους, ἡ ἀπορρόφησης καὶ ἀκολουθῶς ἡ ἀφομοίωσις αὐτῶν ὑπὸ τῶν φυτῶν θὰ ἐξαρτηθῇ ἐκ τῆς χημικῆς συνθέσεως ὑπὸ τὴν ὁποίαν εὐρίσκονται ἐντὸς τοῦ ἐδάφους καὶ ἐκ τοῦ εἴδους τοῦ θεωρουμένου φυτοῦ (ταχύτης ἀναπτύξεως, ριζικὸν σύστημα κλπ.) (1) Αἱ χημικαὶ δὲ αὐτῶν ιδιότητες θὰ ρυθμίσῃσι ἀκολουθῶς τὴν ταχύτητα κυκλοφορίας των ἐντὸς τῶν φυτῶν ὡς καὶ τὴν κατανομήν αὐτῶν ἐντὸς τῶν διαφορῶν φυτικῶν τμημάτων. Ὅλα σχεδὸν τὰ φυτὰ ἐκδηλώνουν τὸ μέγιστον τῆς ραδιενεργείας εἰς τὰ φύλλα καὶ τὸ ἐλάχιστον εἰς τοὺς καρποὺς (κριθή, φασίολος κλπ.) Ἡ ραδιενέργεια τῶν φύλλων εἶναι σημαντικῶς ἀνωτέρα ἐκείνης τῶν ἀντιστοιχῶν φυτικῶν στελεχῶν. Αἱ βρώσιμοι φυτικά ῥίζαι (καρόττα κλπ.) παρουσιάζουν συνήθως μικροτέραν ραδιενέργειαν συγκριτικῶς πρὸς ἐκείνην τῶν ἐκτὸς τοῦ ἐδάφους φυτικῶν τμημάτων.

**Ραδιενεργὰ στοιχεῖα βιολογικοῦ ἐνδιαφέροντος εἶναι :** (2)

**α) Ραδιενεργὸν Στρόντιον ( $Sr^{90} t^{1/2} = 53$  ἡμέρ.,  $Sr^{90} t^{1/2} = 28$  ἔτη) :**

Ἡ συγκέντρωσις τοῦ  $Sr^{90}$ , λόγῳ τοῦ βραχέος χρόνου ὑποδιπλασιασμοῦ ( $t^{1/2}$ , 53 ἡμέραι), ἔχει περιορισμένην σπουδαιότητα. Ὁ προσδιορισμὸς

(1) Τὸ ραδιενεργὸν Στρόντιον κατέρχεται ἐντὸς τοῦ ἐδάφους λίαν βραδέως. Ὡς ἐκ τοῦ λόγου τούτου τὰ ἐπιφανειακά στρώματα τοῦ ἐδάφους συγκεντρώνουν τὴν μεγαλειτέραν ἐκ τῆς ἐπ' αὐτοῦ ἐναποτιθεμένης ποσότητος. Φυτὰ ὅθεν ἄτινα ἐκτίθενται περισσότερον εἰς τὴν ἔμμεσον ραδιομόλυνσιν (ἀπορρόφησης τοῦ  $Sr - 90$  ὑπὸ τῶν φυτῶν) εἶναι ἅπαντα τὰ κεκτημένα ἐπιφανειακῶν ριζικῶν σύστημα. Ἐπὶ πλεόν ἂν ληφθῇ ὑπ' ὄψιν ὅτι ἡ διεσθυσίς καὶ κατανομή τῶν φυτικῶν ριζῶν ἐξαρτᾶται ἐκ πλείστων παραγόντων εἰδικώτερον ἐκ τῆς ὑγροσκοπικῆς καταστάσεως τοῦ ἐδάφους ἢ ἀπορρόφησης τοῦ  $Sr - 90$  θὰ ποικίλῃ ἀσφαλῶς ἀναλόγως τῶν διαφορῶν ἐδαφικῶν περιοχῶν.

(2) Ἡ ραδιενεργὸς ιδιότης τῶν ραδιενεργῶν στοιχείων ἔχει σοβαρὰν σπουδαιότητα. Γενικῶς τρεῖς περιπτώσεις δύνανται νὰ ἀντιμετωπισθῶσι : 1) Τὰ ραδιε-

ἀντιθέτως τῶν τιμῶν τῶν σχέσεων  $Sr^{89}/Sr^{90}$  εἰς τὸ ἔδαφος καὶ εἰς τὰ γεωργικὰ προϊόντα ἀποτελεῖ χρήσιμον ἔνδειξιν προκειμένου νὰ προσδιορισθῇ ἡ ἡμερομηνία τῶν ραδιομολύνσεων τοῦ  $Sr^{90}$ .

Μόνον αἱ εἰδικόμενοι χημικαὶ μορφαὶ τοῦ  $Sr^{90}$  κέκτῃνται βιολογικοῦ τινὸς ἐνδιαφέροντος. Ἡ ἀπορρόφῃς ὑπὸ τῶν φυτῶν εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος τῆς εἰς τὸ ἔδαφος συγκεντρώσεως τοῦ ἀσβεστίου. Ἐδάφη πλούσια εἰς ἀσβέστιον κέκτῃνται ἀνασταλτικῶν ἰδιοτήτων ἐναντι τῆς ἀπορροφῆσεως τοῦ  $Sr^{90}$ . Ἡ κυκλοφορία αὐτοῦ ἐντὸς τῶν φυτῶν συντελεῖται ἀποκλειστικῶς κατόπιν ἀπορροφῆσεως ὑπὸ τοῦ ριζικοῦ συστήματος καὶ οὐδόλως ἐκ τοῦ φυλλώματος ἐπὶ τοῦ ὁποίου δυνατόν νὰ ἔχῃ ἐναποτεθῇ. Ὡς ἐκ τούτου τὸ  $Sr^{90}$  συνιστᾷ τόσον ἄμεσον (ἐπὶ προσφάτου ἐναποθέσεως ραδ.  $Sr^{90}$  ἐπὶ τῆς βλαστῆσεως) ὥσον καὶ ἔμμεσον (διείσδυσις καὶ κατανομὴ ἐντὸς τοῦ ἔδαφους μὲ πιθανότητος ραδιομολύνσεως τῶν φυτῶν) κίνδυνον.

### β) Ραδιενεργὸν $Cs^{137}$ . Χρόνος ὑποδιπλασιασμοῦ 37 ἔτη

Τὸ ραδιενεργὸν Καίσιον, παρ' ὅτι ἀνήκει εἰς τὴν αὐτὴν ὁμάδα τοῦ περιοδικοῦ συστήματος ὡς τὸ Κάλιον ἐν τούτοις, ἡ ἐντὸς τοῦ ἔδαφους συμπεριφορὰ του εἶναι ὅλως διάφορος ἐκείνης τοῦ Καλίου. Ἐντὸς τοῦ ἔδαφους εὐρίσκεται συνήθως ὑπὸ τοιαύτην χημικὴν σύνθεσιν ὥστε ἡ ἀπορρόφῃς καὶ ἡ ἀφομοίωσις αὐτοῦ ὑπὸ τῶν φυτῶν νὰ καθίσταται ἄκρως περιορισμένη. Ὁ κίνδυνος ὅθεν ραδιομολύνσεως ἐκ τοῦ ραδιενεργοῦ Καΐσιου καὶ ἡ ἐντὸς τῶν φυτῶν κυκλοφορία καὶ περιεκτικότης αὐτοῦ ἐξαρτῶνται σχεδὸν ἀποκλειστικῶς ἐκ τῆς ἐπὶ τῶν φύλλων ἐναποτιθεμένης ποσότητος.

γ) Ραδιενεργὰ Ἰσότοπα τοῦ Ἰωδίου :  $I^{131}$   $t^{1/2} = 8$  ἡμέραι,  $I^{132}$   $t^{1/2} = 2,2$  ὥραι  $I^{133}$   $t^{1/2} = 51$  ὥραι). Ὁ κίνδυνος ραδιομολύνσεως περιορίζεται εἰς τὰς πρώτας ὥρας μετὰ τὴν πυρηνικὴν ἐκρηξιν. Τοῦτο δὲ λόγῳ τῆς ὑψηλῆς περιεκτικότητος αὐτῶν ἐντὸς τῶν προϊόντων σχάσεως καὶ τοῦ βραχέος αὐτῶν χρόνου ὑποδιπλασιασμοῦ. Διὰ ραδιομολύνσεις «μακρᾶς πνοῆς» μόνον τὸ  $I^{131}$  κέκτῃται βιολογικοῦ τινὸς ἐνδιαφέροντος. Ἡ ἀπορρόφῃς ὅμως αὐτοῦ

νεργὰ στοιχεῖα ἅτινα κέκτῃνται μεγάλου χρόνου ὑποδιπλασιασμοῦ ὡς π.χ. τὸ Πλουτώνιον καὶ ὁ ἄνθραξ, ἡ μείωσις τῆς ραδιενεργείας τῶν ὁποίων συγκρινομένη εἰς ἀνθρωπίνην κλίμακα, δὲν εἶναι ἀξιόλογος. 2) Τὰ ραδιενεργὰ στοιχεῖα «μέσης ζωῆς» ὡς π.χ. τὸ  $Sr^{90}$  καὶ τὸ  $Cs^{137}$ . Ἡ μείωσις τῆς ραδιενεργείας των εἰς ἀνθρωπίνην κλίμακα εἶναι βραδεῖα καὶ συνιστοῦν τὰ σπουδαιότερα καὶ τὰ πλέον ἐπικίνδυνα ραδιονουκλίδια. καὶ 3) Τὰ ραδιενεργὰ στοιχεῖα «βραχείας ζωῆς» ἢ βραχέος χρόνου ὑποδιπλασιασμοῦ. Εὐτυχῶς εἰς τὴν τελευταίαν αὐτὴν περίπτωσιν ἀνήκουν τὰ πλεῖστα τῶν ραδιενεργῶν προϊόντων σχάσεως. Προφανῶς οἱ κίνδυνοι θὰ ἦσαν ἀνυπερβλήτοι εἰς περίπτωσιν κατὰ τὴν ὁποίαν ἕνα σοβαρὸν ποσοστὸν τῶν ραδιενεργῶν προϊόντων σχάσεως περιελαμβάνετο εἰς τὴν περίπτωσιν τῶν ραδιονουκλιδίων τῆς τάξεως τοῦ  $Sr^{90}$  καὶ  $Cs^{137}$ .

ὑπὸ τοῦ ἐδάφους καὶ ἡ περαιτέρω εἴσοδος εἰς τὸν βιολογικὸν κύκλον τῶν φυτῶν καὶ τῶν ζώων, λόγῳ τοῦ βραχέος χρόνου ὑποδιπλασιασμοῦ, δύναται νὰ θεωρηθῇ ὡς ἀσήμαντος. Ἡ σοβαρότης ὅθεν τοῦ κινδύνου θὰ ἐξαρτηθῇ κυρίως ἐκ τῆς συγκεντρώσεως τῶν ραδιενεργῶν ἰσοτόπων τοῦ Ἰωδίου ἐπὶ τῆς βλαστήσεως. Μετεωρολογικοὶ καὶ κλιματολογικοὶ παράγοντες (βροχή, ἄνεμος κλπ.) δύνανται νὰ μειώσουν αἰσθητῶς τὴν εἰς τὴν βλάστησιν ἐναποτιθεμένην ποσότητα τῶν ραδιενεργῶν ἰσοτόπων τοῦ Ἰωδίου.

### 3. Εἰς τὰ Ζῶα.

Ἡ εἴσοδος τῶν ραδιενεργῶν στοιχείων εἰς τὸν βιολογικὸν κύκλον τῶν ζώων, θὰ ἐξαρτηθῇ ἐκ πολλῶν παραγόντων. Ἡ ποιότης δὲ τῶν ραδιενεργῶν στοιχείων θὰ καθορίσῃ ἐπὶ πλεόν τὸν βαθμὸν καὶ τὴν σοβαρότητα τῆς ραδιομολύνσεως τῶν προϊόντων ζωϊκῆς προελεύσεως.

Ἡ ραδιομόλυνσις τῶν ζώων ἐξαρτᾶται :

α) Ἐκ τοῦ τρόπου διατροφῆς (ὑπαίθριον - σταύλους) καὶ ἐκ τοῦ εἴδους καὶ τῆς προελεύσεως τοῦ ποσίμου ὕδατος.

β) Ἐκ τῶν συνθηκῶν ἐνσταυλισμοῦ : Ἀναλόγως τῶν γενομένων προβλέψεων θὰ ἐξασφαλισθῇ καὶ διάφορος προστασία.

Ἡ ποικιλία εἰς τοὺς ἀνωτέρω παράγοντας θὰ συντελέσῃ καὶ εἰς διάφορον βαθμὸν ραδιομολύνσεως τῶν ζώων καὶ ὥς ἐκ τούτου καὶ τῶν ἐξ αὐτῶν προερχομένων προϊόντων ζωϊκῆς προελεύσεως.

Ἡ σχετικὴ βιολογικὴ σπουδαιότης τῶν ραδιενεργῶν προϊόντων θὰ ἐξαρτηθῇ κυρίως ἐκ τῶν βιολογικῶν αὐτῶν ιδιοτήτων. Ἐκ τῶν πινάκων 10 καὶ 11 ἐμφαίνεται ὅτι τὰ σπουδαιότερα τῶν προϊόντων σχάσεως εἶναι τὰ ἀνήκοντα εἰς τὰς σπανίας γαίας, (ἰσότοπα τοῦ Zirconium καὶ Nobium) καὶ εἰς τὰ εὐγενῆ μέταλλα κυρίως τὸ Ruthenium καὶ τὸ Baryum.

Ἐκ τοῦ πίνακος 16 εἰς τὸ ὁποῖον ἐνδείκνυνται ἡ γαστροεντερικὴ ἀπορρόφσις καὶ ἡ ἐκλεκτικὴ κατανομή τῶν διαφόρων ραδιενεργῶν στοιχείων δυνάμεθα νὰ συναγάγωμεν τινὰς ἐνδείξεις ὡς πρὸς τὴν σχετικὴν αὐτῶν βιολογικὴν σπουδαιότητα.

Ἄν καὶ εἰς τὰς σπανίας γαίας περιέχονται προϊόντα σχάσεως σημαντικῆς σπουδαιότητος ἐν τούτοις ἡ περιορισμένη αὐτῶν ἀπορρόφσις ἐκ τοῦ γαστροεντερικοῦ σωλήνος καθιστᾷ ταῦτα—ἐκτὸς τῆς ἀκτινοβολήσεως τὴν ὁποίαν ἀσκοῦν ἐπὶ τοῦ πεπτικοῦ συστήματος—οὐχὶ ἀξιόλογα τοῦλάχιστον ὡς πρὸς τὴν ραδιομόλυνσιν τῶν τροφίμων ζωϊκῆς προελεύσεως.

Ραδιενεργὰ ὅθεν στοιχεῖα ὑψίστης βιολογικῆς σπουδαιότητος εἶναι τὸ Strontium ( $Sr^{90}$ ) τὸ Baryum ( $Ba^{140}$ ) τὸ Cesium ( $Cs^{137}$ ) καὶ τὰ ραδιενεργὰ ἰσότοπα τοῦ Ἰωδίου ( $I^{131}$ ).

Τὸν σοβαρότερον κίνδυνον ραδιομολύνσεως τῶν ζώων ἀποτελοῦν κατὰ σειράν σπουδαιότητος : (Πίναξ 17, 18).

α) Τὸ ραδιενεργὸν  $\text{Sr}^{90}$  : Χρόνος ὑποδιπλασιασμοῦ 28 ἔτη, ἐκπέπει ἀκτινοβολίαν β. Ὁ βαθμὸς ραδιομολύνσεως ἐκτιμᾶται ἐκ τῶν τιμῶν συγ-

Πηγαὶ προελεύσεως καὶ εἶδος ραδιονουκλιδίου	Ποσοστὸν Ρα- διονουκλιδίου διερχόμενον γαστροεντερι- κὸν σωλῆνα καὶ κατευθυνόμε- νον πρὸς τὸ κρί- σιμον ὄργανον	Κρίσιμον ἀνατομικὸν ὄργανον	Ἔνεργος Βιολογικὸς χρόνος ὑποδιπλα- σιασμοῦ εἰς ἡμέρας
1. Ραδιενεργὰ προϊόντα σχάσεως			
$\text{I}^{131}$	0,3	θυρεοειδὴς ἀδὴν	7,6
$\text{I}^{133}$	0,3	» »	0,87
$\text{I}^{135}$	0,3	» »	0,28
$\text{Te}^{132}$	(*)	γαστροεντερικὸς σωλῆν	(*)
$\text{Cs}^{137}$	1,0	ἄσπας ὀργανισμὸς	70-100
$\text{Sr}^{89}$	0,2	ὀστά	50,4-52
$\text{Sr}^{90}$	0,2	ὀστά	$6,4 \times 10^3$
$\text{Ba}^{140}$	0,03	ὀστά	10,7-12
Σπάνιαι γαῖαι (**)	(*)	γαστροεντερικὸς σωλῆν	(*)
$\text{Ru}^{103}$	(*)	» »	(*)
$\text{Ru}^{106}$	(*)	» »	(*)
2. Ραδιονουκλίδια ἐκ ραδιοενεργοποιήσεως			
$\text{C}^{14}$	0,5	λίπος	12
$\text{Na}^{24}$	1,0	ἄσπας ὀργανισμὸς	0,6
$\text{P}^{32}$	0,37	ὀστά	14,1
$\text{Fe}^{55}$	$2 \times 10^{-3}$	σπλῆν	388
$\text{Fe}^{59}$	$2 \times 10^{-3}$	σπλῆν	41,9
$\text{Co}^{60}$	0,3	ἄσπας ὀργανισμὸς	9,5
$\text{Zn}^{65}$	0,035	ἥπαρ	66
3. Φυσικὰ ραδιενεργὰ στοιχεῖα			
$\text{Ra}^{226}$	0,15	ὀστά	$1,6 \times 10^4$
$\text{Th}^{228}$	$7 \times 10^{-5}$	ὀστά	961

Πίναξ 16.—Ραδιενεργὰ προϊόντα Βιολογικοῦ ἐνδιαφέροντος

κεντρώσεως αὐτοῦ ἐντὸς τῶν ὀργανικῶν ἰσθμῶν, τῶν ἐκκρίσεων, τῶν τροφίμων. Ἡ ἀπορρόφησης διὰ τὰ κατοικίδια μηρυκαστικά συντελεῖται εἰς τὸ πρῶτον ἡμῶν τοῦ λεπτοῦ ἐντέρου (Jones, Hansard, Comar. 1952). Ἀνεξαρτήτως τοῦ τρόπου λήψεως, ἡ καθήλωση τοῦ ραδιενεργοῦ στροντίου

(\*) Ἐλαχίστη ποσότης εἰσέρχεται ἐντὸς τοῦ ὀργανισμοῦ. Ἡ δεχομένη ὅμως δόσις ἀκτινοβολίας ὑπὸ τοῦ γαστροεντερικοῦ σωλῆνος κατὰ τὴν δίοδον τοῦ ραδιονουκλιδίου ἀντιστοιχεῖ εἰς τὴν μεγίστην ἐπιτρεπτὴν δόσιν.

(\*\*)  $\text{Y}^{91}$ ,  $\text{Zr}^{95}$ ,  $\text{Ce}^{141}$ ,  $\text{Ce}^{144}$ ,  $\text{Pr}^{143}$ ,  $\text{Nd}^{147}$ ,  $\text{Pm}^{147}$ .

περιορίζεται οὐσιαστικῶς εἰς τὸν σκελετὸν καὶ ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς ἡλικίας <sup>(1)</sup>. Ἡ κατανομή του εἰς τοὺς διαφόρους ὀργανικοὺς ἰστούς καὶ ἐκκρίσεις ὑπελογίσθη πειραματικῶς. Ἡ κατανομή εἰς τὰ ὅσῃ καὶ τὸν μυϊκὸν ἴστον ἀντι-

Ραδιονουκλῖδια σχάσεως	Ραδιενεργὸν Ἰσότοπον εἶδος ἐκπε- πομένης ἀκτινοβολίας	Χρόνος ὑποδιπλασιασμοῦ			Κοίσιμον ὄργανον	Ἐπιτρεπτή συγκέντρωσις εἰς μC
		Φυσικὸς (Tp)	Βιολογι- κὸς (Tb)	Ἐνεργὸς (Te) Βιο- λογικὸς χρόνος ὑ- ποδιπλα- σιασμοῦ <sup>(2)</sup>		
Ραδιενεργὰ προϊ- όντα σχάσεως μι- κροῦ χρόνου ὑποδιπλασιασμοῦ	Ba <sup>140</sup> (β, γ)	13 ἡμέρ.	200 ἡμέρ	12 ἡμέρ.	ὅσῃ θυρεοει- δὴς ἀδὴν ὅσῃ	5
	I <sup>131</sup> (β, γ)	8 »	180 »	7,5 »		0,3
	Sr <sup>89</sup> (β)	53 »	10,8 ἔτη	52 »		2
Ραδιενεργὰ προϊ- όντα σχάσεως με- γάλου χρόνου ὑποδιπλασιασμοῦ	Cs <sup>137</sup> (β, γ)	37 ἔτη	170 ἡμ.	100 ἡμέρ.	Μυϊκὸς ἴστος ὅσῃ Νεφρὸς	90
	Sr <sup>90</sup> (β)	28 ἔτη	10,8 ἔτη	7,5 ἔτη		1
	Ru <sup>106</sup> (β)	1 »	20 ἡμέρ.	19 ἡμέρ.		4

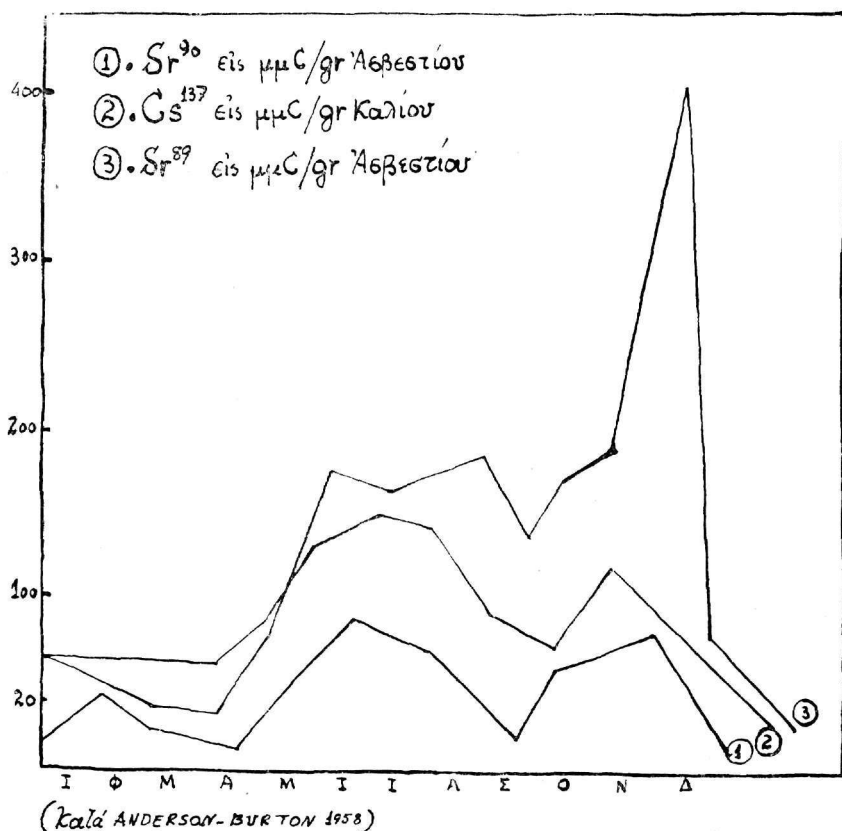
Πίναξ 17.—Ἐμφαίνων τὰς φυσικὰς καὶ βιολογικὰς ιδιότητες τῶν σπουδαιότε-  
ρων ραδιενεργῶν προϊόντων σχάσεως.

(1) Ὁ καθορισμὸς τοῦ ποσοστοῦ συγκεντρώσεως τῶν ραδιενεργῶν ἰσοτόπων τοῦ Στροντίου (Sr<sup>89</sup>, Sr<sup>90</sup>) δύναται νὰ συμβῇ κατὰ τρόπον ἀξιόλογον α) εἰς τὴν ἐκτίμησιν τῆς ραδιομολύνσεως τῶν τροφίμων ζωϊκῆς προελεύσεως καὶ β) εἰς τὴν στάθμισιν τῶν ὑφισταμένων σχέσεων μεταξὺ ἀφ' ἑνὸς μὲν τοῦ βαθμοῦ ραδιομο-  
λύνσεως τοῦ ἐδάφους καὶ τῶν φυτῶν ἀφ' ἑτέρου δὲ τοῦ βαθμοῦ ραδιομολύνσεως τῶν ζώων.

Ἐπὶ χρονίας ραδιομολύνσεως ζῶντος ὀργανισμοῦ (\*Ἀγελάς) ὑπὸ τῶν ραδιενεργῶν ἰσοτόπων τοῦ Στροντίου θὰ πρέπει νὰ ὑπογραμμισθῇ ὅτι, ἐὰν ἡ καθοριζο-  
μένη ἐκάστοτε τιμὴ τῆς ποσοτικῆς συγκεντρώσεως τοῦ Στροντίου ἐντὸς τοῦ γά-  
λακτος ἀντιπροσωπεύει τὸν ὑφιστάμενον κατὰ τὴν στιγμὴν ἐκείνην βαθμὸν ραδιο-  
μολύνσεως αὐτοῦ, ἡ προσδιοριζομένη εἰς τὸν σκελετὸν ποσοτικὴ, τοῦ αὐτοῦ ὡς  
ἄνω ραδιενεργοῦ στοιχείου, συγκέντρωσις ἀφορᾷ εἰς τὴν ραδιομολύνσιν ἣτις ἔλα-  
βεν χώραν καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τῆς ζωῆς τοῦ ζώου. Ἡ ἐν τῇ περιπτώσει  
ταύτῃ δειγματοληψία δὲν θέτει σοβαρὸν πρόβλημα, καθ' ὅσον γίνεται ἀποδεκτὸν  
ὅτι ἡ κατανομή τῆς ραδιενεργείας εἰς ὁλόκληρον τὸν σκελετὸν δύναται νὰ θεωρη-  
θῇ ὡς ἰσοπῶσως κατανεμημένη. Εἰς ἣν ὁμως περιπτώσιν πρόκειται περὶ προσλή-  
ψεως τοῦ ραδιενεργοῦ Στροντίου εἰς μεγάλην ποσότητα καὶ εἰς βραχὺ σχετικῶς  
χρονικὸν διάστημα ἡ κατανομή του εἰς τὸν σκελετὸν δὲν δύναται νὰ θεωρηθῇ  
ὁμοιογενής. Ἡ ἑτερογενὴς αὕτη ἐναπόθεσις τοῦ προσληφθέντος ραδιενεργοῦ  
Στροντίου ἀπαιτεῖ ὡς ἐκ τούτου καὶ δειγματοληψίαν ἰδιαιτέρας ἐκλογῆς.

(2) Ὁ ἐνεργὸς βιολογικὸς χρόνος ὑποδιπλασιασμοῦ  $\left( T_e \frac{T_p \times T_b}{T_p + T_b} \right)$  ἀντιστοι-  
χεῖ εἰς χρονικὸν διάστημα κατὰ τὸ ὅποιον ἡ καθηλωμένη ποσότης ραδιενεργοῦ  
τινὸς στοιχείου ἐντὸς τοῦ ὀργανισμοῦ μειοῦται κατὰ 50% κατόπιν συνδεδασμέ-  
νης δράσεως τοῦ φυσικοῦ καὶ τοῦ βιολογικοῦ χρόνου ὑποδιπλασιασμοῦ.

προσωπεύει ἀντιστοίχως τὸ  $3,2 \cdot 10^{-4} \%$  καὶ  $1,7 \cdot 10^{-5} \%$  τῆς διὰ τοῦ στόματος (μηρυκαστικά) χορηγηθείσης ἐφ' ἅπαξ δόσεως εἰς γραμμάρια (Comar,



Πίναξ 18.—Ἐμφαίνων τὰ ἐπὶ μέρους ποσοστὰ συγκεντρώσεως τῶν  $Sr^{90}$ ,  $Sr^{90}$ ,  $Cs^{137}$  ἐντὸς τοῦ γάλακτος (Great Britain - 1958). Ἡ ραδιομόλυνσις τοῦ γάλακτος ποικίλει ἀναλόγως τῆς ζωτροφῆς καὶ τῆς ἐποχῆς τοῦ ἔτους. Ἐκ τῶν καμπυλῶν συγκεντρώσεως ἐντὸς τοῦ γάλακτος τῶν  $Sr^{90}$ ,  $Sr^{90}$  καὶ  $Cs^{137}$  συναρτῆσει τῶν μηνῶν τοῦ ἔτους συνάγεται α) ὅ,τι ἡ συγκέντρωσις τοῦ  $Sr^{90}$  ἀντικατοπτρίζει ἐπακριβῶς τὴν ἔντασιν τῶν ραδιεν(ργῶν ἐπιπτώσεων (3) β) ὅ,τι αἱ συγκεντρώσεις τοῦ  $Sr^{90}$  (1) καὶ τοῦ  $Cs^{137}$  (2) παρουσιάζουν ἀξιόλογον ἄνοδον ἀρχομένην ἀπὸ τοῦ Ἀπριλίου καὶ συμπέπτουσιν μετὰ τὴν ἑναρξιν τῆς βοσκῆς εἰς τὸ ὑπαιθρον. Ἡ ραδιομόλυνσις ὅθεν τοῦ γάλακτος ἐκτὸς τῆς σπουδαιότητος τὴν ὁποίαν ἔχει διὰ τὸν πληθυσμόν, ἀποτελεῖ συγχρόνως καὶ ἀξιόλογον ἐνδεικτικὸν στοιχεῖον τῆς ὑφισταμένης ραδιομόλυνσεως εἰς τὰς ὑπὸ τῶν γαλακτοφόρων ζῶων καταναλισκόμενας ζωτροφάς.

Wasserman - 1956). Ἡ συγκέντρωσις τοῦ ραδιενεργοῦ στροντίου ἐντὸς τοῦ γάλακτος ἀγελάδος (Squire - Coll - 1957) κατὰ τὰς ἑξῆς πρώτας ἡμέρας ἀν-

τιστοιχεῖ πρὸς τὸ 0,17 - 3,9% (μέση τιμὴ 0,81%) τῆς χορηγηθείσης δόσεως per os. Αἱ παρατηρηθεῖσαι διακυμάνσεις ἐξηγοῦνται πιθανώτατα λόγῳ τῶν ποσοτικῶν διαφορῶν ἐν τῇ γαλακτοπαραγωγῇ. (Eckman - 1958). Εἰς καθημερινὰς διὰ τοῦ στόματος χορηγήσεις  $\text{Sr}^{90}$  (εἰς ἀγελάδας) παρατηρήθη ὅτι ἡ συγκέντρωσις αὐτοῦ εἰς τὸ γάλα ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸ 0,2% ἀνὰ λίτρον γάλακτος τῆς χορηγηθείσης καθημερινῶς δόσεως. Ἐπὶ συγχρόνῳ ὅμως καθημερινῆς χορηγήσεως ἀσβεστίου καὶ  $\text{Sr}^{90}$  (μοναδικὴ δόσις  $\text{Sr}^{90}$ ) ἡ συγκέντρωσις τοῦ ραδιενεργοῦ στροντίου εὐρέθη ἴση πρὸς 0,08% ἀνὰ λίτρον γάλακτος τῆς χορηγηθείσης ἡμερησίως ποσότητος εἰς γραμ. (Comar, Wasserman 1956). Ἡ διὰ τοῦ γάλακτος ἀπέκκρισις τοῦ ραδιενεργοῦ στροντίου εἰς τὰ διάφορα εἶδη τῶν μηρυκαστικῶν, εὐρέθη ποσοτικῶς ἀνωτέρα εἰς τὰ μικρὰ ἢ εἰς τὰ μεγάλα μηρυκαστικά.

Ὁ μεταβολισμὸς τοῦ  $\text{Sr}^{90}$  ἐντὸς τοῦ ὁργανισμοῦ εἶναι ὁ αὐτὸς δι' ὅλα τὰ ραδιενεργὰ αὐτοῦ ἰσότοπα καὶ ἀνεξάρτητος τῆς χημικῆς συνθέσεως ὑπὸ τὴν ὁποίαν εἰσέρχεται ἐντὸς αὐτοῦ (Horstmann-Coll.-Squire - Coll. 1957). Ἐξαρτᾶται δὲ ἐκ τῆς ὑπαρχούσης ἢ ἐκ τῆς ἐκάστοτε ἀπορροφουμένης ποσότητος ἀσβεστίου. (Πίναξ 19) Ἔρχονται ἀφορῶσαι εἰς τὸν μεταβολισμὸν

Δεῖγμα	Ραδιενέργεια εἰς SU (sunshin Unit)
Βλαστήσεως ὀστέων φυτοφάγων ζώων (προβάτου)	130 S.U 57 S.U
Γάλακτος ὀστέων ἀνθρώπου	4,4 S.U
0 - 5 ἐτῶν	0,7 S.U
5 - 25 ἐτῶν	0,26 S.U
25 ἐτῶν	0,09 S.U

Πίναξ 19.—Ἐμφαίνων τὰς διαπιστωθείσας συγκεντρώσεις  $\text{Sr}^{90}$  ἐν σχέσει πρὸς τὸ ἀσβέστιον (Sr/Ca) κατὰ τὰ διάφορα στάδια ἀπὸ τῆς ἐναποθέσεως εἰς τὴν βλάστησιν καὶ προσλήψεως ὑπὸ τοῦ ἀνθρώπου. Αἱ εὐρεθεῖσαι τιμαὶ Sr/Ca κατὰ τὰ διάφορα στάδια τοῦ κύκλου κυκλοφορίας τοῦ  $\text{Sr}^{90}$  βεβαιοῦν, περὶ τῆς μειώσεως τῆς συγκεντρώσεως τοῦ  $\text{Sr}^{90}$  ἐπ' ὠφελείᾳ ἐκείνης τοῦ Ca. Ἐνδεικτικῶς ἀναφέρεται ὅτι ὁ ἄνθρωπος ἀπορροφᾷ κατὰ μέσον ὅρον 6μμC Στροντίου - 90 ἡμερησίως καὶ διὰ 1,084 gr Ἀσβεστίου ἢ 6 S.U. Ἡ ἐν λόγῳ ποσότης ἀντιπροσωπεύει προφανῶς τὸ  $1/100$  τῆς μεγίστης ἐπιτρεπτῆς συγκεντρώσεως καὶ ποικίλει ἀπὸ 5-15 S.U καὶ τῆς ὁποίας τὰ 65-75% προέρχονται ἐκ τοῦ γάλακτος. (1S.U.=1μμCSr<sup>90</sup>/gr Ca.).

τοῦ  $\text{Sr}^{90}$  καὶ Ca εἰδικώτερον εἰς τὸν καθορισμὸν τῶν συντελουμένων μετακινήσεων αὐτῶν ἐντὸς τῶν ὁργανικῶν σύστημάτων ἀπέδειξαν ὅτι, ἡ ταχύτης μετακινήσεως τοῦ Ca εἶναι ἀρκούντως διάφορος ἐκείνης τοῦ  $\text{Sr}^{90}$ . Παρατηρεῖται, εἰς ὅλα σχεδὸν τὰ εἶδη τῶν ζώων, ἐκλεκτικὴ ἀπορρόφησης τοῦ Ca ὑπὸ τοῦ πεπτικοῦ συστήματος εἰς βάρος τοῦ  $\text{Sr}^{90}$  ὥς καὶ ἐκλεκτικὴ ἀπέκκρι-

σις του  $Sr^{90}$  δια των ούρων. Παρομοία εκλεκτική διάκρισις παρατηρήθη επίσης και κατά τας μετακινήσεις των ως άνω στοιχείων εκ του αίματος προς το γάλα. Εύνοείται περισσότερο η δίοδος του  $Ca$  εντός του γάλακτος ή του  $Sr^{90}$ . Αί διαπιστωθεΐσαι διαφοραί, ως προς την μετατόπισιν του ενός ή του άλλου στοιχείου δια συγκεκριμένον οργανικόν σύστημα, φαίνεται να έχη χαρακτήρα αρκούντως σταθερόν. Προς διευκόλυνσιν περιγραφής των ανωτέρω διακρίσεων και εξαγωγής χρησίμων συμπερασμάτων διευτυπώθησαν ώρισμένοι σχέσεις ως η  $OR\ Sr^{90}/Ca$  (observed Radio) και η  $DF\ Sr^{90}/Ca$  (Discrimination Factor).

Η  $OR$  χρησιμοποιείται δια τον καθορισμόν της παρατηρουμένης γενικής διακρίσεως κατά την μετακίνησιν άμφοτέρων των στοιχείων ( $Sr^{90}, Ca$ ) εκ μιās οργανικής φάσεως εις άλλην (π.χ. πλασμα-τροφαί, Γάλα - πλάσμα) παρίσταται δέ δια της σχέσεως :

$$(1) OR \text{ δείγμα} - \text{ύλικόν προελεύσεως} = \frac{Sr/Ca \text{ δείγματος}}{Sr/Ca \text{ ύλικού προελεύσεως (precursor)}}$$

$$\eta (2) \text{ Ειδικώτερον : } OR \text{ πλάσμα-τροφαί} = \frac{Sr/Ca \text{ πλάσματος}}{Sr/Ca \text{ τροφών}}$$

Αί εύρεθεΐσαι τιμαί εκ της  $OR$  δέν πληροφορούν περι το ρόλου ενός εκάστου των φαινομένων άτινα συμμετέχουν εν τη γενική διακρίσει των οργανικών συστημάτων έναντι των δύο στοιχείων. Απ' εταντίας αί τιμαί της  $DF$  καθορίζουν τας γενομένας διακρίσεις επιδεδομένου φυσιολογικού φαινομένου ( $DF$  πεπτικής απορροφήσεως,  $DF$  απέκκρίσεως ούρων κλπ.).

Εκ των τιμών της  $DF$  προκύπτει ότι, ή εκλεκτική απορρόφησις εις το πεπτικόν σύστημα συνιστά, τοϋλάχιστον δια τα μηρυκαστικά, την σπουδαιότεραν διαπίστωσιν. Αί προσδιορισθεΐσαι εργαστηριακώς τιμαί της  $OR$  οργανισμού - προϊόντων διατροφής, υπό κανονικάς συνθήκας διατροφής, κυμαίνεται δια τα κατοικίδια ζώα από 0.18 - 0.35 (μέση τιμή=0.25). Αί αντίστοιχοι τιμαί δια τον άνθρωπινον οργανισμόν εύρέθησαν (φυσιολογικά άτομα) ίσαι προς 0.25 (Αγγλία), 0.25 - 0.5 (Αμερική - Καναδάς) και 0.65 (Ιαπωνία). Αί τιμαί αύται παραμένουν σταθεραί δι' οργανισμούς διατρεφόμενους υπό κανονικάς συνθήκας. Ενδεχόμεναι αποκλίσεως εκ των όμαλών συνθηκών διατροφής (ούχι π.χ. φυσιολογική περιεκτικότης των τροφών εις  $Ca$  και  $P$ ) συνεπάγονται και διακυμάνσεις αυτών.

Η χρησιμότης των σχέσεων  $OR$  και  $DF$  συνίσταται εις το να δυνάμεθα εκ των εύρεθεισών τιμών, να προβλέψωμεν την ποσότητα του δυναμένου να καηλωθῇ ή ν' απέκκριθῇ ραδιενεργού Στροντίου (1) και ως εκ τούτου να ύπολογίσωμεν την αντίστοιχοϋσαν δόσιν της ακτινοβολίας. (έσωτερικῇ ακτινοβολίῃσις).

(1) Εκ των διενεργηθεισών έρευνών εις την Αμερικην κατέστη έφικτός, γνωστῆς ούσης της συνθέσεως των ζωοτροφών γαλακτοφόρου αγελάδος, ό κατά

## 2. Ραδιενεργὸν Ἰώδιον - $^{131}\text{I}$ . ( $t_{1/2} = 8$ ἡμέραι).

Ἀπορρόφῃσις ταχεῖα καὶ σχεδὸν πλήρης ὑπὸ τοῦ πεπτικοῦ συστήματος. Ἡ μέση τιμὴ τοῦ κατανενημένου εἰς τὸν ὄργανισμόν  $^{131}\text{I}$  ὑπελογίσθη ἐπὶ χορηγηθείσης δόσεως 5 Curies/ἡμέραν, ἴση περίπου πρὸς  $1,5 \cdot 10^{-4}$   $\mu\text{C/gr}$  ζώσης ὕλης. Ἡ δέσμευσις τοῦ ἀπορροφηθέντος  $^{131}\text{I}$  συντελεῖται κυρίως ὑπὸ τοῦ θυροειδοῦς ἀδέενος. (Πίναξ 20).

Ἡ ἀπέκκρισις τοῦ  $^{131}\text{I}$  λαμβάνει χώραν διὰ τοῦ πεπτικοῦ συστήματος (15 - 34 % τῆς χορηγηθείσης δόσεως εἰς 7 ἡμέρας), τῶν οὐρῶν (ἐντὸς 12 ὥρῶν 10 - 50 % τῆς χορηγηθείσης δόσεως) καὶ τοῦ γάλακτος. Τὸ ραδιενεργὸν Ἰώδιον ἐμφανίζεται ἐντὸς τοῦ γάλακτος ἐντὸς 30 λεπτῶν μετὰ τὴν χορήγησιν καὶ μὲ μεγίστην συγκέντρωσιν ἐντὸς 12 ὥρῶν. Κατὰ τὰς πρώτας ἕξ ἡμέρας, ἡ τιμὴ συγκεντρώσεως τοῦ  $^{131}\text{I}$  ἐντὸς τοῦ γάλακτος (ἀγελᾶς) εὐρέθη ἴση πρὸς 5 - 10 % τῆς χορηγηθείσης δόσεως (μέση τιμὴ 0,81 %). Παρατηρήθη ὅτι τὸ ποσοστὸν συγκεντρώσεως αὐτοῦ ἐντὸς τοῦ γάλακτος τῶν μικρῶν μηρυκαστικῶν (20 - 30 %) εἶναι ἀρκούντως ἀνώτερον ἐκείνου τοῦ εἰς τὸ γάλα τῆς ἀγελᾶδος παρατηρουμένου.

Εἰς τὴν ἀπέκκρισιν τοῦ  $^{131}\text{I}$  διὰ τοῦ γάλακτος ἐπεμβαίνουν πλείστοι παράγοντες τῶν ὁποίων ὁ ρόλος δὲν ἔχει εἰσέτι πλήρως διευκρινισθῇ (ἐποχὰι τοῦ ἔτους, περίοδος γαλακτοπαραγωγῆς, φυσιολογικὴ κατάστασις τοῦ θυροειδοῦς ἀδέενος, τρόπος διατροφῆς κλπ.). Τὸ  $^{131}\text{I}$  ἐντὸς τοῦ γάλακτος εὐρίσκεται ὑπὸ τὴν μορφήν ἀνοργάνων ( $^{131}\text{I}$ -ἰωδιούχαι ἐνώσεις) ἢ ὁργανικῶν ἐνώσεων ( $^{131}\text{I}$ -δο - πρωτεϊνῶν).

## 3. Ραδιενεργὸν Καίσιον : $\text{Cs}^{137}$ — $t_{1/2} = 37$ ἔτη.

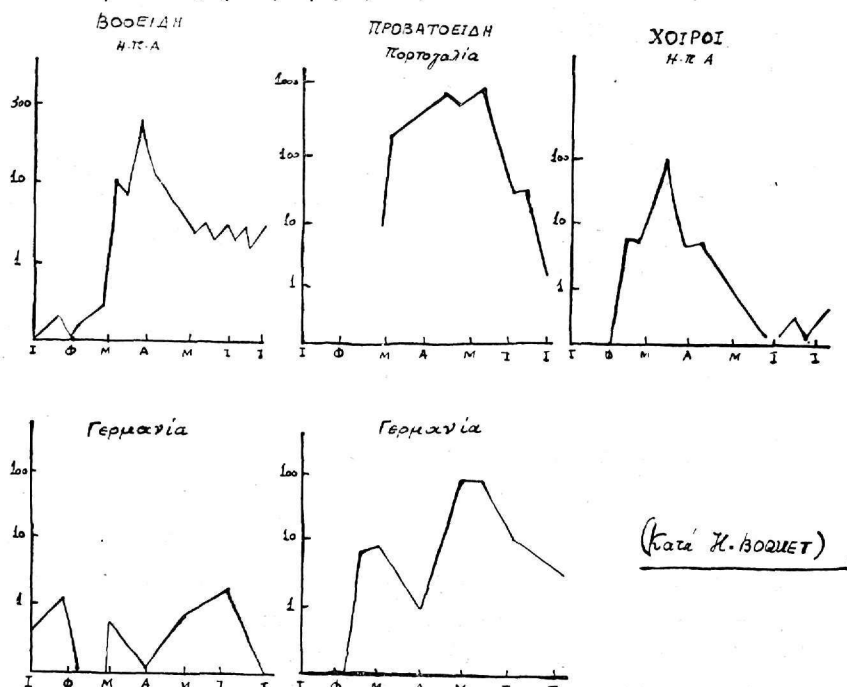
Ἡ ἀπορρόφῃσις τοῦ ραδιενεργοῦ Καΐσιου φαίνεται νὰ λαμβάνῃ χώραν κυρίως μὲν εἰς τὴν μεγάλην κοιλίαν (μεγάλα μηρυκαστικά) ἐν μέρει δὲ εἰς εἰς τὸν ἐντερικὸν σωλῆνα. Ἡ συμπεριφορὰ του ἐντὸς τοῦ ὁργανισμοῦ εἶναι ἀνάλογος ἐκείνης τοῦ Καλίου. Κατανέμεται οὐσιαστικῶς εἰς τὸν μυϊκὸν ἱστόν, μὲ ἐνεργὸν βιολογικὴν περίοδον ἴσην πρὸς 100 ἡμέρας (Ilin Moskolin). Ἡ ἀπέκκρισις συντελεῖται βασικῶς μὲν διὰ τοῦ ἐντερικοῦ σωλῆνος (παχέος ἐντέρου) δευτερεύοντως δὲ διὰ τοῦ γάλακτος (6 - 10 % χορηγηθείσης δόσεως).

Παρατηρήθησαν ἀξιόλογοι διαφοραὶ ὡς πρὸς τὴν ἀπορροφουμένην καὶ προσέγγισιν ὑπολογισμὸς τῆς διὰ τοῦ γάλακτος ἀπεκκρινομένης ποσότητος  $\text{Sr}^{90}$ . Διεπιστώθη ὅτι ἡ τιμὴ τῆς σχέσεως  $\text{Sr}^{90}/\text{Ca}$  ἐντὸς τοῦ γάλακτος ἀντιπροσωπεύει περίπου τὸ 1/10 τῆς ὑφισταμένης ὡς ἄνω σχέσεως ἐντὸς τῶν ζωοτροφῶν. Κατ' ἐπέκτασιν, ἰδιαίτερας μελέτης χρῆζει ἐπίσης ὁ προσδιορισμὸς τῆς ὑφισταμένης σχέσεως μεταξὺ τῆς ἐναποτιθεμένης ποσότητος τῶν ραδιενεργῶν ἐπιπτώσεων ἐπὶ τῶν βοσκοτόπων ἀνὰ μονάδα ἐπιφανείας τῶν καὶ τῆς καταναλωθείσης ὑπὸ τῶν γαλακτοφόρων ζώων ποσότητος διατροφῆς. Προφανῶς ἡ τιμὴ τῆς ὡς ἄνω σχέσεως θὰ ποικίλῃ, συμφώνως πρὸς τὴν ἐφαρμοζομένην μέθοδον καλλιέργειας, ἀπὸ περιοχῆς εἰς περιοχὴν, ὡς καὶ ἐντὸς τῆς αὐτῆς περιοχῆς συναρτήσῃ τῶν ἐποχῶν τοῦ ἔτους.

ἀπεκκρινομένην ποσότητα  $Cs^{137}$  ὑπὸ τῶν πολυγαστρικῶν καὶ μονογαστρικῶν ζώων. Γενικῶς ἡ δεσμευομένη ὑπὸ τῶν πολυγαστρικῶν ποσότης εἶναι συγκριτικῶς μικρωτέρα ἐκείνης τῶν μονογαστρικῶν.

#### 4. Ραδιενεργὸν βάριον - 140, Ba 140 $t_{1/2} = 12,8$ ἡμερ.).

Ὁ ἐκ τοῦ ραδιενεργοῦ Βαρίου - 140 κίνδυνος περιορίζεται εἰς τὰς πρώτας ἡμέρας μετὰ τὴν πυρηνικὴν ἔκρηξιν. Τὰ ραδιομολυνθέντα φυτὰ συνιστοῦν τὰς βασικὰς πηγὰς μολύνσεως. Ἡ κατανομὴ τοῦ Ba 140 εἶναι γενικῶς ἡ αὐτὴ εἰς ὅλους τοὺς ἰστούς καὶ δὲν παρουσιάζει ἐκλεκτικότητα διὰ τὸν σκελετόν. Παρατηρήθη μόνον σχετικὴ ἐκλεκτικὴ ἐντόπισις ἐπὶ τῶν κεχρωσμένων τμημάτων τοῦ ὀφθαλμοῦ (χορειοειδῆς χιτῶν - Carner). Ἡ ἀπέκκρισις λαμβάνει χώραν διὰ τοῦ ἐντερικοῦ σωλήνος (98 %) διὰ τῶν οὐρῶν (1 %) καὶ διὰ τοῦ γάλακτος (μέση τιμὴ 0,38 %).



(κατὰ Χ. ΒΟΡΜΕΤ)

Πίναξ 20.—Ἐμφαίνων τὰς συγκεντρώσεις  $I^{131}$  εἰς  $\mu\text{mC}$  ἀνὰ γραμμάριον θυρεοειδοῦς ἀδένος συναρτήσας τῶν μηνῶν τοῦ ἔτους. Ὁ μεγαλειότερος κίνδυνος ἐξ  $I^{131}$  συνίσταται εἰς τὸ ὅτι ἀπεκκρίνεται διὰ τοῦ γάλακτος. Ἐναπόθεσις ποσότητος  $I^{131}$  ἴσης πρὸς  $0,5\text{mC/m}^2$  ἐπὶ τῶν βοσκοτόπων ἀρκεῖ διὰ νὰ ἐξασφαλίσῃ ραδιομόλυνσιν τοῦ γάλακτος μὲ τιμὴν συγκεντρώσεως ἐντὸς αὐτοῦ ἀνωτέραν τῆς προβλεπομένης μεγίστης ἐπιτρεπτῆς συγκεντρώσεως. Ἡ συγκέντρωσις τοῦ  $I^{131}$  εἰς τὸν θυροειδῆ ἀδένα τῶν κατοικιδίων καὶ ἀγρίων ζώων ἂν καὶ δὲν ἐκφράζει ἄμεσον κίνδυνον διὰ τὸν ἄνθρωπον ἐν τούτοις ὁ καθορισμὸς ταύτης συνιστᾷ κριτήριον ἀξιολόγου ἐνδιαφέροντος διὰ τὴν ἐκτίμησιν τῆς ὑφισταμένης ραδιομολύνσεως τοῦ περιβάλλοντος. (Συνεχίζεται)