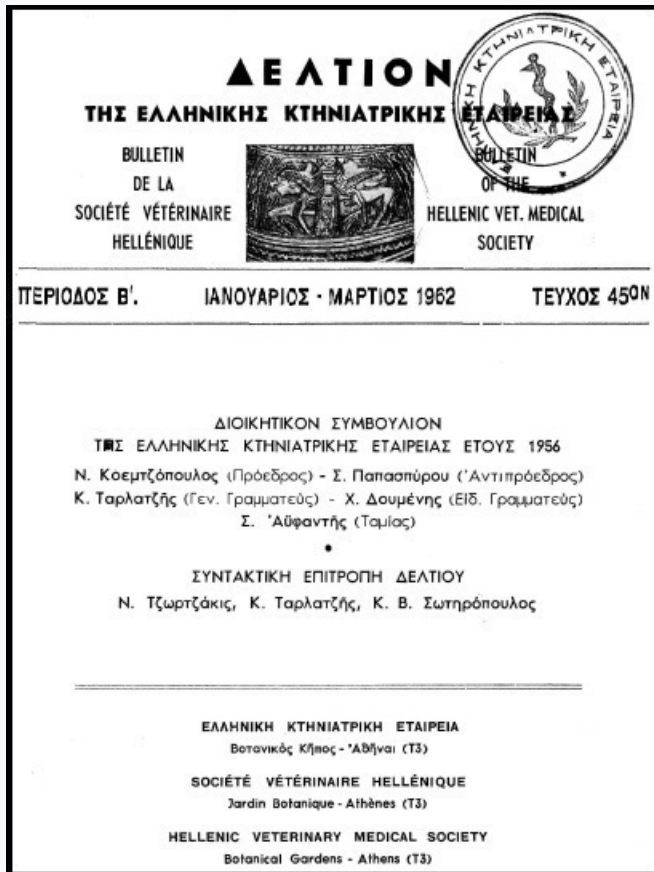


## Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society

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 (1)

#### ΙΟΝΙΖΟΥΣΩΝ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΩΝ

1. **Ακτίων Χ και γ:** Αί ακτίνες Χ ἢ Röntgen προέρχονται ἐξ ατόμων ἐν διεγέρσει (σωλήνες ἰονικοί, Coolidge) ἐνῶ αἱ ακτίνες γ ἐκ τῶν ἐν διεγέρσει πυρήνων τῶν ραδιενεργῶν στοιχείων. Ἀμφότεραι εἶναι ἠλεκτρομαγνητικῆς φύσεως, ὡς αἱ μονοχρωματικαὶ ἀκτινοβολίαι τοῦ ὁρατοῦ φωτός, στεροῦνται μάζης καὶ ἠλεκτρικοῦ φορτίου. Εἶναι ἀσυγκρίτως μεγαλυτέρας συχνότητος, ἄρα κέκνηται φωτονίων μεγάλης ἐνεργείας, κινοῦνται μὲ τὴν ταχύτητα τοῦ φωτός καὶ διακρίνονται διὰ τὴν μεγάλην διεισδυτικὴν των ἰκανότητα. Κατὰ τὴν ἀκτινοβόλησιν τῆς ὕλης, ἢ ἀπώλεια τῆς ἐνεργείας των ἀναλύσεται εἴτε εἰς τὴν πρόκλησιν διεγέρσεων τῶν μορίων ἢ παραγωγὴν θερμότητος καὶ φωτός (φωτόνια μικρᾶς ἐνεργείας), εἴτε εἰς τὴν πρόκλησιν ἰονισμῶν (φωτόνια μεγάλης ἐνεργείας).

2. **Ακτίων β.** Ἀποτελοῦνται ἀπὸ δέσμας ἠλεκτρονίων (e<sup>-</sup>). Ἔχουν μᾶζαν καὶ φέρουν ἕκαστον ἐν στοιχειῶδες ἠλεκτρικὸν φορτίον. Ἡ ταχύτης των κυμαίνεται ἀπὸ 0,25 - 0,99 τῆς ταχύτητος τοῦ φωτός. Ἀντιστοιχοῦν πρὸς τὰς καθοδικὰς ακτίνας καὶ συνιστοῦν τὰς σπουδαιότερας 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 ἐξακριβώθησαν 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 ἀσθενῆς καὶ ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς ἐνεργείας των.

**3. Ἀκτίνων α:** Σωματιδιακὴ ἀκτινοβολία ἀποτελουμένη ἐκ ροῆς πυρήνων 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, ἢ 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 τέρας 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 καθιστᾶ 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 δευτερογενῆ τῆ βοηθεία 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 ἰδιότητας. Ὁ προκαλούμενος ἰονισμὸς εἶναι κατὰ συνέπειαν δευτερογενῆς <sup>(4)</sup> καὶ ὀφείλεται εἰς τὰς ἐκπεμπομένας, ὑπὸ τῶν οὕτω δημιουργηθέντων ραδιενεργῶν πυρήνων, ἰονίζουσας ἀκτινοβολίας (β, γ).

(1) μ.: Συνιστᾶ μονάδα μετρήσεως ἐλαχίστων μηκῶν. Ἴσοῦται 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  $0,025\text{eV}$  καὶ ἡ ἀντίστοιχος πιθανωτέρα ταχύτης των περὶπου 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 ἀνά γραμμάριον ὕδατος εἶναι (1) περίπου 2,5 φορὰς μεγαλείτερος ἐκείνου ὅστις προκαλεῖται ὑπὸ τῆς αὐτῆς δόσεως εἰς ἓν γραμμάριον ἀέρος. Τὸ γεγονός τοῦτο καθιστᾷ τὴν δοσιμετρίαν τῶν νετρονίων ἀρκούντως δυσχερῆ.

## 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 βᾶσις τῶν μονάδων ραδιενεργείας λαμβάνεται ἡ ἀρχικῶς καθορισθεῖσα μονὰς Curie (C). Ἐκφράζει τὴν ραδιενέργειαν ἐκείνης τῆς ποσότητος ραδιενεργοῦ τινὸς ὕλικου ἢ ὁποία ὑφίσταται  $3.7 \cdot 10^{10}$  διασπάσεις ραδιενεργῶν πυρήνων ἀνὰ δευτερόλεπτον. (dis/sec).

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

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

(1) Ὁ εἰδικὸς ἰονισμὸς ἀντιπροσωπεύει τὸν ἀριθμὸν τῶν ζευγῶν ἰόντων ἀτίνα σχηματίζονται ἀνὰ μονάδα μήκους (μ) τῆς διαγραφομένης τροχιάς ὑπὸ τινος σωματιδιακῆς (α, β κλπ.) ἢ ἠλεκτρομαγνητικῆς 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 βοήθειᾳ 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 βαθμολογήσιν 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 χώρον πυρηνικῶν διασπάσεων. Γενικῶς εἰς τὰς περιπτώσεις τῶν πηγῶν ἐκπομπῆς ἀκτινοβολιῶν  $\gamma$  ἢ X δὲν ἐνδιαφέρει ὁ ἀριθμὸς τῶν ἐκπεμπομένων φωτονίων ἀλλ' ἡ ὀλικὴ δι' αὐτῶν διαδιδόμενη ἐνέργεια.

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

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

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

2. Ἡ ἔντασις (J) : Ἀποτελεῖ μέγεθος ἀναφερόμενον εἰς σημεῖον τοῦ χώρου δυνάμενον νὰ προσβληθῇ ὑπὸ τῆς ἀκτινοβολίας. Εἶναι ἀνάλογος τῆς ἐνεργείας DE τῶν φωτονίων δεδομένης ἀκτινοβολίας ἣτις 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 δέσμη 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 (μ) και τοῦ πάχους (Dx) τοῦ ἀκτινοβολουμένου ὕλικου.

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

Συναρτήσῃ δὲ τοῦ χρόνου (t) και τοῦ ἐμβαδοῦ τῆς ἀκτινοβολουμένης ἐπιφανείας (S) τοῦ ὕλικου ή μείωσις τῆς ἐντάσεως δίδεται :

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

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

β) Ὡς πρὸς τὸ ἀποτέλεσμα τῶν ἀκτινοβολιῶν ἐνδιαφέρει ή μέτρησης τῆς ἀπορροφουμένης ὑπὸ τοῦ ὕλικου ἐνεργείας ὡς και αἱ συνέπειαι ταύτης (ιονισμοί, διεγέρσεις). Μεγέθη ἀναφερόμενα εἰς τὸ ἀποτέλεσμα τῶν ἀκτινοβολιῶν εἶναι :

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

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

ἐνθα : J = ἔντασις ἀκτινοβολίας

t = χρόνος ἀκτινοβόλησεως

μ = γραμμ. συντελεστής ἐξασθενίσεως

ρ = πυκνότης ἀκτινοβολουμένης ὕλης.

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

2) Ὁ ρυθμὸς δόσεως (Rδ) : Ἀντιστοιχεῖ εἰς τὴν ἀπορροφουμένην, ὑπὸ τῆς ὑφισταμένης τὴν ἀκτινοβόλησιν 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 και τὴν πυκνότητα τοῦ ἀκτινοβολουμένου ὕλικου.

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

Ἐν τῷ πλαισίῳ τῶν λαμβανουσῶν χώραν ἀλληλοεπιδράσεων, μεταξὺ ἀκτινοβολίας και ἀκτινοβολουμένης ὕλης, εἶναι ἀναγκαῖον νὰ χρησιμοποιεῖται ὁ ρυθμὸς δόσεως και οὐχι ή ἔντασις τῆς ἀκτινοβολίας. Ἀκτινοβολίαι τῆς αὐτῆς ἐντάσεως ἀλλὰ διαφόρου συχνότητος (μαλακαὶ και σκληραὶ ἀκτῖνες γ ή X) προκαλοῦν διάφορον ἐντὸς τῆς ἀκτινοβολουμένης ὕλης ἀποτέλεσμα. Τοῦτο δὲ καθ' ὅσον αἱ μαλακαὶ ἀκτῖνες γ ή X (μικρὰ συχνότης μεγάλων κύμα) ἀπορροφῶνται ἀσυγκρίτως περισσότερον ή αἱ σκληραὶ τοιαῦται (μεγάλη συχνότης-μικρὸν μήκος κύματος). Συνεπῶς τὴν ταχύτητα μετὴν ὁποίαν ή ἀκτινοβολία δημιουργεῖ ἰονισμόν ή ἐπιφέρει διάφορα ἀποτελέσματα, ἐντὸς τῆς ἀκτινοβολουμένης ὕλης, δὲν τὴν χαρακτηρίζει ή ἔντασις τῆς ἀκτινοβολίας ἀλλὰ ἀποκλειστικῶς ή 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 θεραπευτικούς σκοποὺς) 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 ( $\mu$ ) διαδρομῆς τοῦ ἰονίζοντος σωματιδίου.

Ἐν τῷ πλαισίῳ τῆς βιολογίας αἱ μονάδες δόσεως πρέπει νὰ λαμβάνωσι ὑπ' ὄψιν τόσον τὴν εἰς 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 δυνατὸν νὰ ὑπολογισθῇ ἡ παραγωμὴν 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 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  $\gamma$ , ἦτο ἡ μονὰς Röntgen. Ὡς μονὰς δὲ ρυθμοῦ δόσεως ἡ R/m ἢ ἡ R/h ἢ ἡ R/"Ἔτος. Ἡ μονὰς Röntgen δὲν ἀποτελεῖ μονάδα ἀπορροφουμένης δόσεως ἀλλὰ συνιστᾷ μονάδα ἡ ὁποία καθορίζει ποσότητα ἀκτίνων X ἢ  $\gamma$  ἥτις ἀντιστοιχεῖ εἰς ἀπορρόφησιν 83,8 ERG/GR ἄερος.

Ἡ μονὰς R ἢ r καθωρίσθη ὡς τὸ ποσὸν τῶν ἀκτίνων X ἢ  $\gamma$  τῶν ὁποίων ἡ δευτερεύουσα σωματιδιακὴ ἀκτινοβολία (ἀπόσπασις ἠλεκτρονίων κατὰ τὴν ἀκτινοβολήσιν) παράγει ἐντὸς ἐνὸς κυβικοῦ ἑκατ. ξηροῦ ἀέρος, ὑπὸ κανονικῆς συνθήκας πίεσεως καὶ θερμοκρασίας, ζεύγη θετικῶν καὶ ἀρνητικῶν ἰόντων, τὸ συνολικὸν φορτίον τῶν ὁποίων ἰσοῦται πρὸς τὴν θετικὴν καὶ ἀρνητικὴν ἠλεκτροστατι-

κὴν μονάδα ἡλεκτρικοῦ φορτίου. Παράγη δὲ ἐντὸς ἐνὸς κυβικοῦ ἕκαστομ. ξηροῦ ἀέρος ὑπὸ κανονικᾶς συνθήκας πιέσεως και θερμοκρασίας :

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

Ἐπειδὴ δι' ἐν 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  $6,77 \cdot 10^{10} \times 1,6 \cdot 10^{12} = 0,108 \text{ ERG/cm}^3 \text{ R}$ .

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

= 88,8 ERG/gr.R.

(1) Σημείωσις : Ἐν Coulomb ἡλεκτρικοῦ φορτίου εἶναι ἴσον πρὸς  $3 \cdot 10^9$  ΗΣΜ, (ἡλεκτροστατικαὶ μονάδες) και  $1,6 \cdot 10^{-19}$  εἶναι τὸ φορτίον τοῦ ἡλεκτρονίου.  $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-12} \text{ ERG}$  και  $1,293 \cdot 10^{-3} \text{ gr/cm}^3$  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 νὰ θεωρηθοῦν ὡς ἀκριβῆ τ' ἀποτελέσματα ἐκ τῆς μετρήσεως μὲ βάσιν τὴν μονάδα R θὰ πρέπει νὰ ὑφίσταται ἰσορροπία μεταξὺ πρωτογενοῦς (προσπιπτούσης) ἀκτινοβολίας και δευτερογενοῦς τοιαύτης (ἀπόσπασις ἡλεκτρονίων κατὰ τὴν δίοδον ἐντὸς τῆς ἀκτινοβολουμένης ὕλης).

Ἡ διαφορὰ μεταξὺ τῆς πραγματικῶς ἀπορροφουμένης ἐνεργείας και 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 και γ ἀκτινοβολιῶν. Ἀναφέρεται εἰς τὸν προκαλούμενον ἐντὸς τοῦ ὕδατος και τῶν ἰστῶν ἰονισμόν. Καθωρίσθη ὡς ἡ δόσις ἀκτινοβολίας ἢ ὁποῖα ἐλευθερώνει ἐντὸς τοῦ ὕδατος και τῶν ἰστῶν τὸ αὐτὸ ποσὸν ἐνεργείας ὅσον ἓνα R ἀκτίνων X ἢ γ. Ἡ δόσις ἀκτινοβολίας ἐνὸς REP ἀντιστοιχεῖ εἰς ἀπορρόφωσιν 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 και REP και τὴν κάλυψιν τῶν ἀπαιτήσεων ἀπασῶν τῶν ἀκτινοβολιῶν. Ἡ δό-

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

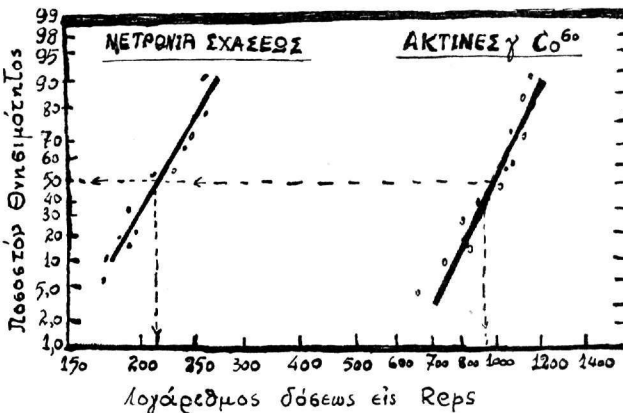
Αἱ μονάδες δόσεως R, REP καὶ RAD δὲν λαμβάνουν ὑπ' ὄψιν τὸ προκύπτον ἐκ τῆς ἀκτινοβολήσεως βιολογικὸν ἀποτέλεσμα. Διὰ τὸν ὑπολογισμόν τοῦ βιολογικοῦ ἀποτελέσματος, τὸ ὁποῖον ποικίλει ἀναλόγως τῆς προσπιπτούσης ἀκτινοβολίας ὠρίσθη ἕτερα μονὰς δόσεως (REM).

**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 βᾶσις 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  $\gamma$  Co<sup>60</sup> κατόπιν ὁλοσώμου καὶ ἐφ' ἄπαξ ἀκτινοβολήσεως ἐπὶ 90 λεπτά. Ὡς ἐμφαίνεται ἐκ τοῦ πίνακος ἡ δόσις 210  $\pm$  1 REPS νετρονίων σχάσεως φονεῦει τὸ ἥμισυ τῶν ἀκτινοβοληθέντων μυῶν τῆς πρώτης ομάδος. Ἀντιθέτως διὰ τὴν ομάδα τῶν ἀκτινοβοληθέντων μυῶν ὑπὸ ἀκτινοβολίας  $\gamma$  τοῦ Co<sup>60</sup> 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 δευδόμενη δόσις νετρονίων σχάσεως εἶναι 4,43 φορές πλέον ἀποτελεσματικὴ ἢ ἡ φυσικῶς ἰσοδύναμος δόσις ἀκτίνων  $\gamma$  τοῦ Co<sup>60</sup>.



# STAPHYLOCOCCUS AUREUS TOXOID

(SLANETZ STRAIN<sup>o</sup> 7)

## ΕΙΔΙΚΟΝ ΑΝΤΙΣΤΑΦΥΛΟΚΟΚΚΙΚΟΝ ΕΜΒΟΛΙΟΝ ΚΑΤΑ ΤΗΣ ΜΑΣΤΙΤΙΔΟΣ ΤΩΝ ΑΓΕΛΑΔΩΝ

(ΟΛΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ - ΧΗΜΙΚΩΣ ΑΠΟΝΕΚΡΩΘΕΙΣΑ)

Κατόπιν τῆς διαπιστουμένης καθημερινῶς ἐλλείψεως ἀποτελεσματικότητος τῶν πλείστων ἀντιβιοτικῶν ἐναντι τῆς σταφυλοκοκκικῆς μαστίτιδος τῶν ἀγελάδων, ὡς μόνη ὀρθολογικὴ μέθοδος ἀντιμετώπισεως τῆς ἀνωτέρω νόσου ἡ ὁποία προκαλεῖ τεραστίας ζημίας εἰς τὴν ἀγελαδοτροφίαν, ἐμφανίζεται ἡ ἔγκαιρος ἀνοσοποίησις τῶν μοσχίδων διὰ τοῦ ἐμβολιασμοῦ αὐτῶν μὲ τὸ Εἶ δ ι κ ὶ ν

### 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 ἔκτοτε ἅπαξ τοῦ ἔτους.

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

Κατασκευάζεται ὑπὸ τῆς

**AMERICAN CYANAMID C<sup>o</sup>**

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

ΑΠΟΚΛΕΙΣΤΙΚΗ ΑΝΤΙΠΡΟΣΩΠΕΙΑ

**Λ Α Π Α Φ Α Ρ Μ Α Ε.**

Ἄ θ ῆ ν α ι — Σωκράτους 50 — Τηλ. 521.463  
Θεσνίκη — Μητροπόλεως 37 — Τηλ. 70.064



## ΚΤΗΝΙΑΤΡΙΚΑ - ΖΩΟΤΕΧΝΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ

CARLO ERBA

### **DISTOVINA**

“ERBA,,

Καψύλια

Διά τήν καταπολέμησιν τῆς διστοματώσεως  
Εἶναι τὸ μοναδικὸν φάρμακον εἰς ὄλον τὸν κόσμον.  
Περιέχει τετραχλωριούχον ἄνθρακα καὶ ἀνθρακικὸν ἀσβέ-  
στιον καὶ ὡς ἐκ τούτου πλεονεκτεῖ ὄλων 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

L-χλωραμφαινικόλη συνδυετική εἰς πολυαιθυλενικήν γλυκόλη  
Ἐνδείκνυται εἰς ὅλας τὰς μικροβιακὰς λοιμώξεις ὄλων τῶν  
ὀργάνων καὶ ὄλων τῶν συστημάτων, εἰδικώτερον δέ εἰς τὰς  
διαρροίας τῶν νεογνῶν.

Πλεονεκτεῖ δέ εἰς τὰ ἐξῆς :

Ταχεῖα ἀπορρόφησις

Ἀρίστη ἀνοχή

Ἐλάχιστος ἐθισμὸς τῶν μικροβίων

Κυτίον τῆς 1 καὶ τῶν 10 φιαλῶν

Ἐκαστὸν φιαλίδιον περιέχει : διάλυμα 3 γραμμαρίων

L-χλωραμφαινικόλης

«ὑπὸ ἔγκρισιν»

Διανομέτς

**Δ Ι Φ Α Ρ Μ**

Σωκράτους 39-Τηλ. 532.775  
ΑΘΗΝΑΙ

**CARLO ERBA A.E.**

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 ὄργανικου ἰστοῦ.

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

### 3. Κανόνες ἀσφαλείας ἐναντι τῶν Ἴονιζουσῶν ακτινοβολιῶν

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

Ἐκ τοῦ βαθμοῦ ἀντιδράσεως, ἢ ἐκάστοτε ἀπορροφουμένη δόσις δύναται νὰ χαρακτηρισθῇ ὡς φυσιολογικῶς ἀνεκτή (π.χ. ὡς ἐκείνη ἐκ τῆς φυσικῆς ακτινοβολήσεως) ἢ βιολογικῶς παθογόνος. Μεταξὺ τῶν ὡς ἄνω ὄρων ὑφίσταται ἓν κατώφλιον δόσεως τὸ ὁποῖον ἀντιπροσωπεύει τὴν μεγίστην ἐπιτρεπτὴ δόσιν. Ὁ προσδιορισμὸς τῆς μεγίστης ἐπιτρεπτῆς δόσεως (ἐξωτερικῆ ακτινοβολήσεως) και 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 ὄργανισμὸς Ραδιοπροστασίας ὅστις και μεριμνᾷ διὰ τὴν κατὰ καιροὺς προσαρμογὴν αὐτῶν εἰς τὰς ἐγειρομένας ἐκάστοτε ἀπαιτήσεις.

### A. Κανόνες ἀσφαλείας ἐπὶ Ἐξωτερικῆς Ἀκτινοβολήσεως.

**Μεγίστη ἐπιτρεπτὴ δόσις (M.E.Δ.) :** 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. Ὅφειλει νὰ προσαρμόζεται και νὰ καθορίζεται 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 λόγω τῆς ἐργασίας των : α) Ἐπὶ ὀλοσώμου και συνεχοῦς ακτινοβολήσεως ἑνὸς ἀτόμου, ὡς μεγίστη ἐπιτρεπτὴ δόσις, θεωρεῖται ἡ τῶν 0,1R/ἑβδομάδα ἢ 5R/ἔτος (1).

(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 και 0,1 R/ἑβδομάδα διὰ τὸ 1957. Ἐξ αὐτοῦ και μόνον συνάγεται ἡ οὐχὶ εἰσέτι ἐπαρκῆς συμπλήρωσις τῶν γνώσεών μας ὡς πρὸς τὸ πραγματικὸν μέγεθος τῆς ἐπιδράσεως τῶν ακτινοβολιῶν ἐπὶ τῶν ζώντων ὄργανισμῶν.

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

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

α) Ὡς μεγίστη ἐπιτρεπτή δόσις δύναται νὰ θεωρηθῆ ἡ τῶν 0,3R/ἑβδομάδα ἢ 60 MR/ὥρα ὑπὸ τὸν ὅρον ὄπως, ἡ ὀλιγῶς δεχομένη δόσις, ὑπὸ τοῦ ἀκτινοβοληθέντος ἀτόμου, μὴ ὑπερβῆ τὰ 5R/ἔτος.

β) Ἡ ἐφ' ἀπαξ δεχομένη δόσις τῶν 25R, δύναται νὰ θεωρηθῆ ὡς ἐπιτρεπτή ὑπὸ τὸν περιορισμὸν ὅτι δὲν θέλει ἐπισυμβῆ ἕτερα παρομοία ἀπορρόφησις κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς ζωῆς.

Ἐὰν ληφθῆ ὑπ' ὄψιν ὅτι, ἡ μέση ἔτησία δόσις ἀνῆλθεν εἰς 5R, ἡ μεγίστη ἐπιτρεπτή δόσις ἀκτινοβολίας, τὴν ὁποίαν δύναται νὰ δεχθῆ συνολικῶς ἐν 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 ἀπηχίσεις τῆς ἀκτινοβολίας. Ὡς μεγίστη ἐπιτρεπτή 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 ἀναπόφρευτοι ἐπὶ τῶν γονιδίων ἐπιδράσεις τῶν ἀκτινοβολιῶν.

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

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

## Β. Κανόνες Ἀσφαλείας ἐπὶ ἐσωτερικῆς ἀκτινοβολήσεως.

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

α) κέκτηται μεγάλου χρόνου ὑποδιπλασιασμοῦ

β) εκπέμπει ακτινοβολίαν ήτις προκαλει υψηλήν πυκνότητα ιονισμού  
( $\alpha > \beta > \gamma$ ).

γ) Καθηλοῦται εκλεκτικῶς εις τινα ανατομικόν ὄργανον (κρίσιμον ὄργανον) και ἀπεκρίνεται δυσκολώτατα (μεγάλος ενεργός βιολογικός χρόνος υποδιπλασιασμοῦ).

Τὸ τιθέμενον ὄφεν πρόβλημα εἶναι ἀρκετὰ πολὺπλοκον και συνδέεται στενότερα :

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

—Πρὸς τὰς φυσικοχημικὰς αὐτοῦ ιδιότητας: χρόνον υποδιπλασιασμοῦ, ἐνέργειαν ἐκπεμπομένης ακτινοβολίας, διαλυτότητα κλπ.

Ἐπειδὴ ἡ κατανομή ἐκάστου ραδιενεργοῦ στοιχείου ἐντὸς τοῦ ὄργανισμοῦ δὲν εἶναι ὁμοιογενής, εἰσήχθη ὁ ὅρος τοῦ κρισίμου ὄργανου. Ὡς κρίσιμον ὄργανον θεωρεῖται τὸ ὄργανον ἐκεῖνον τὸ ὁποῖον προσλαμβάνει τὴν μεγαλύτεραν δόσιν μετὰ τὴν κατὰποσιν ἢ εἰσπνοήν.

Ὁ ὑπολογισμὸς τῆς ἀντιστοιχούσης εἰς τὸ κρίσιμον ὄργανον δόσεως, διαδεδομένην ποσότητα ραδιενεργοῦ ἰσοτόπου, συγκριτικῶς πρὸς τὴν κατανομὴν αὐτοῦ ἐντὸς τοῦ ὅλου ὄργανισμοῦ, ἀπαιτεῖ τὴν γνῶσιν τοῦ μεταβολισμοῦ αὐτοῦ, ἐντὸς τοῦ θεωρουμένου κρισίμου ὄργανου, ὡς και τὸ μέγεθος τοῦ τελευταίου τούτου.

Ἐπὶ χρονίας ἐκθέσεως εἰς ακτινοβολίαν, οἱ κανόνες ἀσφαλείας προβλέπουν ὅπως, ἡ ὀλικῶς δεχομένη δόσις νὰ μὴ ὑπερβαίνει τὴν ὄριακὴν τιμὴν τῶν 0,700 RfM/ἑβδομάδα ἐντὸς τοῦ κρισίμου ὄργανου. Ἡ ποσότης αὕτη, ἐκπεφρασμένη εἰς  $\mu\text{C}$  (microcuries), ἀντιπροσωπεύει τὴν μεγίστην ἐπιτρεπτὴν ποσοτικὴν συγκέντρωσιν τοῦ θεωρουμένου ραδιενεργοῦ στοιχείου ἐντὸς τοῦ ὄργανισμοῦ. Ἐὰν τὸ κρίσιμον ὄργανον λαμβάνει δόσιν ἐξ ἐσωτερικῆς ακτινοβολήσεως, μικροτέραν τῆς ἐπιτρεπτῆς δόσεως δι' ὀλόκληρον τὸ σῶμα κατὰ τὴν ἐξωτερικὴν ακτινοβολήσιν, τότε ἡ δόσις εἶναι ἀποδεκτὴ.

Ὁ προσδιορισμὸς τῶν ὡς ἄνω θεμελιωδῶν δόσεων, διὰ τὰ διάφορα ραδιενεργὰ ἰσότοπα, ἐπέτρεψε και τὸν ὑπολογισμὸν τῶν μεγίστων ἐπιτρεπτῶν συγκεντρώσεων αὐτῶν ἐντὸς τοῦ εἰσπνεομένου ἀέρος και τοῦ καταναλισκομένου ὕδατος. Αἱ ὄριακαί 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 ακτινοβολιῶν ( $\alpha$ ,  $\beta$  κλπ.) πρέπει νὰ λαμβάνηται ὑπ' ὄψιν και ἡ σχετικὴ βιολογικὴ ἀποτελεσματικότης ἐκάστης ἰονίζουσας ακτινοβολίας.

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

Εἰς αἷς ὅμως περιπτώσεις πρόκειται περὶ ραδιομολύνσεως τοῦ περιβάλλοντος, αἱ καθορισθεῖσαι τιμαὶ ἀσφαλείας, προκειμένου νὰ ἔχουν ἐφαρμογὴν διὰ τὴν ὀλότητα τοῦ πληθυσμοῦ, ὀφείλουσι νὰ ὑποβιβασθοῦν κατὰ ἕνα

| Μέγιστα ἐπιτρεπτά συγκεντρώσεις<br>ραδιενεργῶν στοιχείων εἰς τὸν ἀέρα 1) |                             |                       | Μέγιστα ἐπιτρεπτά συγκεντρώσεις<br>ραδιενεργῶν στοιχείων εἰς τὸ ὕδωρ. |                      |                       |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------|
| Ραδιενεργὰ<br>στοιχεῖα                                                   | μC/cm <sup>3</sup><br>ἀέρος | Εἶδος<br>Ἀκτινοβολίας | Ραδιενεργὰ<br>στοιχεῖα                                                | μC/cm <sup>3</sup>   | Εἶδος<br>Ἀκτινοβολίας |
| Po <sup>210</sup> (διαλ. ἀδιάλυτ.)                                       | 2 x 10 <sup>-12</sup>       | α, γ                  | Ρα <sup>226</sup> + 95% προϊόντα<br>διασπασίας                        | 4 x 10 <sup>-8</sup> | α, β <sup>-</sup> , γ |
| Ac <sup>227</sup> προϊόντα διασπασίας                                    | 4 x 10 <sup>-12</sup>       | α, β <sup>-</sup> , γ | Th (Quadrant)                                                         | 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 | St <sup>90</sup> - γ <sup>90</sup>                                    | 8 x 10 <sup>-7</sup> | β <sup>-</sup>        |
| Th φυσικόν (εὐραλ. ἀδιάλ.)                                               | 3 x 10 <sup>-11</sup>       | α, β <sup>-</sup> , γ | Po <sup>210</sup> προϊόντα διασπασίας                                 | 2 x 10 <sup>-6</sup> | α, β <sup>-</sup> , γ |
| U " " " "                                                                | 3 x 10 <sup>-11</sup>       | α, β <sup>-</sup> , γ | U (φυσικόν, διαλυτό)                                                  | 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 διασπασίας                                  | 8 x 10 <sup>-11</sup>       | α, β <sup>-</sup> , γ | At <sup>211</sup>                                                     | 3 x 10 <sup>-6</sup> | α, β <sup>-</sup>     |
| Po <sup>210</sup> (ἀδιάλυτον)                                            | 10 <sup>-10</sup>           | α, γ                  | Ac <sup>227</sup> προϊόντα διασπασίας                                 | 3 x 10 <sup>-6</sup> | α, β <sup>-</sup> , γ |
| St <sup>90</sup> - γ <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>       | α, γ                  | 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    | St <sup>89</sup>                                                      | 7 x 10 <sup>-5</sup> | β <sup>-</sup>        |
| Ce - Pr <sup>144</sup>                                                   | 2 x 10 <sup>-9</sup>        | β <sup>-</sup> , 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>        | Ra <sup>106</sup> - Ra <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>        | γ <sup>91</sup>                                                       | 3 x 10 <sup>-4</sup> | β <sup>-</sup>        |
| γ <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    |
| St <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> - Ra <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>140</sup> - La <sup>140</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 <sup>-</sup>        |                                                                       |                      |                       |

1) Σημειώσεις πρὸς διεθνῆς ἐπιτροπῆς ραδιοπροστασίας ζωῶν καὶ τῆς ἐργαστηρίου εἰς τὸν δρόμον αὐτοκίνητου βιοενεργῶν φάκων (Journal de Radiologie et d'Electrologie 1947) N° 164, 16

Πίναξ 7.

συντελεστὴν ἀσφαλείας. Οὕτω, αἱ μέγιστα ἐπιτρεπτά ποσοτικά συγκεντρώσεις, θὰ πρέπει νὰ ὑποβιβασθοῦν κατὰ 1/10 (κίνδυνος ραδιομολύνσεως διὰ

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

2. Ἡ ἐκτίμησις τῆς σοβαρότητος διὰ τὸν πληθυσμὸν τινὸς ραδιομολύνσεως προϋποθέτει τὴν γνῶσιν τοῦ βαθμοῦ ραδιομολύνσεως τοῦ περιβάλλοντος. Τοῦτο δὲ ἐπὶ σκοπῶν : α) ἀσκήσεως ἐλέγχου ἐπὶ τῶν διαφόρων πηγῶν προελεύσεως τῶν ραδιομολύνσεων καὶ β) ἐκτιμήσεως ἢ προβλέψεως τῆς δόσεως εἰς ἣν ὑφίσταται κίνδυνος νὰ ἐκτεθῇ ὁ πληθυσμός. Ὡς κριτήριον δὲ ἐκτιμήσεως τοῦ ὑφισταμένου ἐκάστοτε βαθμοῦ ραδιομολύνσεως τοῦ περιβάλλοντος λαμβάνεται ἡ καθορισθεῖσα, δι' ἕνα ἕκαστον 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—ἐξαιρουμένου 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 τινὸς ραδιομολύνσεως τοῦ περιβάλλοντος. Οὕτω, εἰς περιπτώσιν κατὰ τὴν ὁποίαν τὸ εὔρεθὲν ἐπίπεδον τῆς ὑφισταμένης ραδιενεργείας εἶναι κατώτερον τοῦ προβλεπομένου διὰ τὰ πλέον ἐπικίνδυνα διὰ τὴν Δημοσίαν ὑγίαν ραδιονουκλίδια, ἢ περαιτέρω ἀνάλυσις ἀποσκοποῦσα εἰς τὴν ταυτοποίησιν τῶν ὑπευθύνων ραδιενεργῶν στοιχείων δὲν καθίσταται ἀναγκαῖα. Ἀντιθέτως εἰς ἅς 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 ὑγίαν 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. Ἐκφράζουσι τὴν ὑφισταμένην εἰς τινὰ 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, ἐξωγαγίνου προ-

ελεύσεως, κεκτημένου μεγάλης ἐνεργείας καὶ διεισδυτικῆς ἰκανότητος. 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, ἠλεκτρονίων, νετρονίων, μεσονίων (yukawa) καὶ ἀκτίνων γ.

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

**2. Φυσικὰ Ραδιενεργὰ στοιχεῖα.** Ἡ ἐκ γητίνων πηγῶν προέλευσις τῶν ἰονίζουσῶν ἀκτινοβολιῶν, ἀντιπροσωπεύεται ὑπὸ τῶν ἐν τῇ βιοσφαιρᾷ 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<sup>238</sup>) τὸ θόριον—232 (Th<sup>232</sup>) καὶ τὸ ἀκτίνιον ἢ ἀκτινοουράνιον—235 (U<sup>235</sup>). 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 μορφῆν διαφόρων πρωτογενῶν ἢ δευτερογενῶν ὀρυκτῶν (Πισσουρανίτης, Κοφρινίτης, 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 οὐρανοῦχα 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<sup>40</sup>) τὸ ρουβίδιον—87 (Rb<sup>87</sup>) τὸ Σαμάριον—147 (Sm<sup>147</sup>) ὡς καὶ τὰ Lu<sup>176</sup> Re<sup>187</sup>, H<sup>8</sup> (τρίτιον) καὶ ὁ C<sup>14</sup> (ραδιενεργὸς ἀνθραξ).

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

της ενεργείας των εκπαιπομένων 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, εις 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 φυσιολογικῆν (ἀνεκτῆν) περιεκτικότητα. Ἡ ποσοτικὴ ὁμως συγκέντρωσις αυτῶν εἶναι ἀσυγκρίτως μεγαλυτέρα εις 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, ἀτινα προέρχονται ἐκ ραδιοενεργοποιήσεως τῶν φυσικῶν μὴ ραδιενεργῶν στοιχείων κατόπιν βομβαρδισμοῦ ὑπὸ τῶν νετρονίων τῆς κοσμικῆς ἀκτινοβολίας.

Εἰς τὰ ἐπιφανειακά ὕδατα, λόγω 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>. Εἰς τινὰς θερμικὰς πηγὰς, πλουσίας εις Ra (ράδιον), ή ἀνιχνευομένη ραδιενέργεια ἀνέρχεται εις 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 εις τὸ θαλάσσιον ὕδωρ ή εις τὸν ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα.

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

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

Οἱ ζῶντες ὄργανισμοὶ ὑφίστανται τὴν ἐπίδρασιν, τῆς ἐκ τῶν φυσικῶν ραδιενεργῶν στοιχείων προερχομένης ραδιενεργείας, κατόπιν ἐξωτερικῆς και ἐσωτερικῆς ἀκτινοβολήσεως. Ἡ δεχομένη ὑπ' αυτῶν ὀλικὴ δόσις ὑπελογίσθη, εις τὸ ἐπίπεδον τῆς θαλάσσης, εις 2mR/ἑβδομάδα ή 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 ὕλικῶν ὡς και τὰ κέντρα πυρηνικῆς ενεργείας.

Οἱ κίνδυνοι ραδιομολύνσεως ἐκ τεχνητῶν πηγῶν ραδιενεργείας, χρονολογῶνται ἀπὸ τῆς ἐποχῆς τῶν ἰατρικῶν 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 ἰατρικὴν περίθλασιν ἀτόμων, ὅσον καὶ τοῦ ἐντεταλμένου τεχνητοῦ καὶ ἐπιστημονικοῦ προσωπικοῦ. Ἡ βελτίωσις τῶν ραδιοσυσκευῶν καὶ ἡ αἰσιόδοξος προοπτικὴ ἐπιτεύξεως ἔτι τελειοποιημένων μεθόδων χρήσεως τῶν ραδιενεργῶν ἰσοτόπων, ἂν καὶ περιορίζουν εἰς τὸ ἐλάχιστον τοὺς κινδύνους ἐκ ραδιομολύνσεων, 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, Χημείαν κλπ.), συνιστοῦν ἐτέρας πηγὰς ραδιομολύνσεων.

Τὰς πλέον ὄμως ἐπικινδύνους πηγὰς ραδιομολύνσεων, συνιστοῦν ἀσφαλῶς αἱ ἐκ τῶν πυρηνικῶν ἐκρήξεων ραδιενεργοὶ ἐπιπτώσεις, τὰ ραδιενεργὰ κατάλοιπα τῶν βιομηχανιῶν ἐπεξεργασίας ραδιενεργῶν ὕλικῶν 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 ἑκατοστιαίας ποσοτικῆς ἀναλογίας αὐτῶν ἐντὸς τῶν ραδιενεργῶν ἐπιπτώσεων καὶ ἰδιαίτερος ἐκ τῆς δυνατότητος εἰσόδου τῶν εἰς τὸν βιολογικὸν κύκλον τῶν φυτῶν καὶ τῶν ζώων.

#### Α. Σοβαρότεροι πηγαὶ Ραδιομολύνσεως

1. Ραδιομολύνσεις παγκοσμίου ἐνδιαφέροντος καὶ μακρᾶς συνήθως διαρκείας.

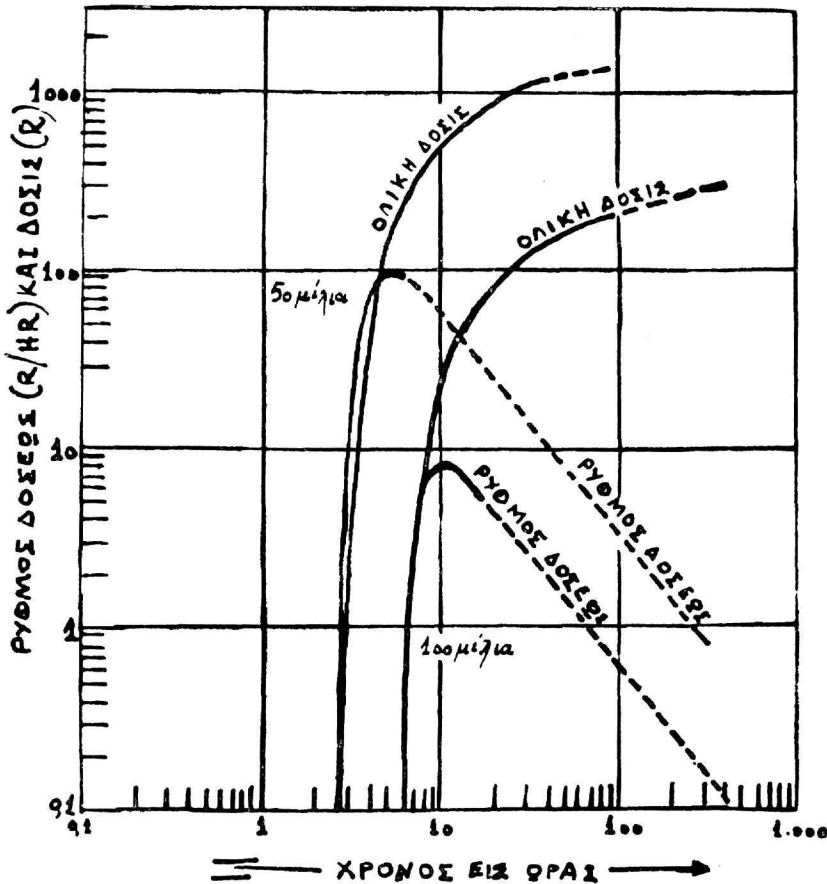
Ὅφείλονται τοῦλάχιστον ἐπὶ τοῦ παρόντος εἰς τὰς ραδιενεργοὺς ἐπιπτώσεις τῶν γενομένων ἐκάστοτε πειραματικῶν πυρηνικῶν ἐκρήξεων.

Ἡ κατὰ τὴν «μέσην 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                 | <hr/> 201 ± 8,5 MeV |     |

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

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



(Κατὰ William G. Wisecup)

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

νον ἐκθέσεώς των εἰς τὴν ἐπίδρασιν τῆς ἀκτινοβολίας. β) Τῆς ἀποστάσεως εἰς ἣν εὐρίσκονται ἀπὸ τοῦ σημείου ἐκρήξεως τῆς ὡς 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 ὡς 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 ὄργανισμοῦ. Πρακτικὴ σπουδαιότης τῶν ὡς 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 κέκτηνται ραδιενεργοὺς ἰδιότητας. Ἐκπέμπουν συνήθως ἀκτινοβολίαν β μετὰ συγχρόνου ἐνίοτε ἐκπομπῆς ἀκτίνων γ. Μεταστοιχειοῦνται, εἴτε εἰς ἕτερα ραδιενεργὰ στοιχεῖα, εἴτε εἰς σταθερὰ χημικὰ τοιαῦτα. Ἀναλόγως τοῦ εἴδους 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 ἐκεῖνη τῶν ραδιοενεργοποιηθέντων χημικῶν στοιχείων κατόπιν βομβαρδισμοῦ αὐτῶν ὑπὸ τῶν κατὰ τὴν σχάσιν ἐλευθερουμένων νετρονίων. (1) Τὸ μὴ σχασίμον ὕλικον 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 ραδιοενεργοποίησεως (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 ραδιοενεργοποίησεως τοῦ ἀζώτου τῆς ἀτμοσφαίρας) τὸ πλουτώνιον ( $Pu^{239}$ ) καὶ τὸ τρίτιον ( $H^3$ ). Ραδιενεργὰ προϊόντα ἐκ ραδιοενεργοποίησεως 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 άσπασίτητος πλαστικός καθητήρ για τή μικρο-χειρουργική της θηλής:

- Στενώσεις του γαλακτικού πόρου
  - Συσφίξεις » » »
  - Φλεγμονές » » »
  - Συστάγματα της θηλής
  - Σκασίματα » » »
  - Τραύματα » » »
- <sup>3</sup> Ακρωτηριασμοί της άκρης της θηλής

Γιά μόνιμη τοποθέτηση και για διευκολύνει του άρπήμευτος

3 τύποι: **N** κανενικός - **D** λεπτός - **L** μακρός για κάθε περίπτωση.

## Συσκευασία Bykanula:

|                                    |   |
|------------------------------------|---|
| Μεταλλικά σωληνάγια τών 5 τεμαχίων | N |
| » » » » »                          | D |
| » » » » »                          | L |

## BYK - GULDEN

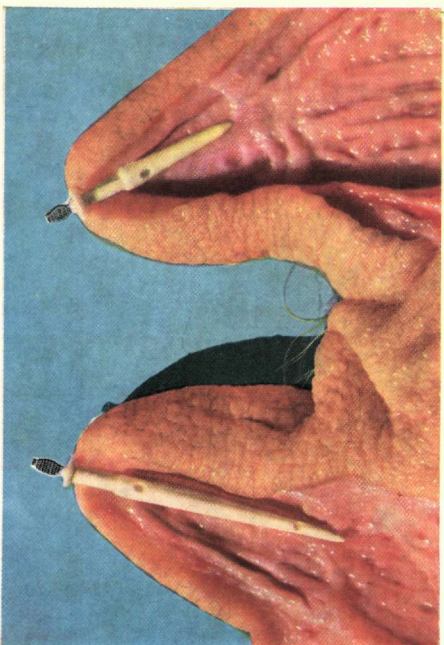
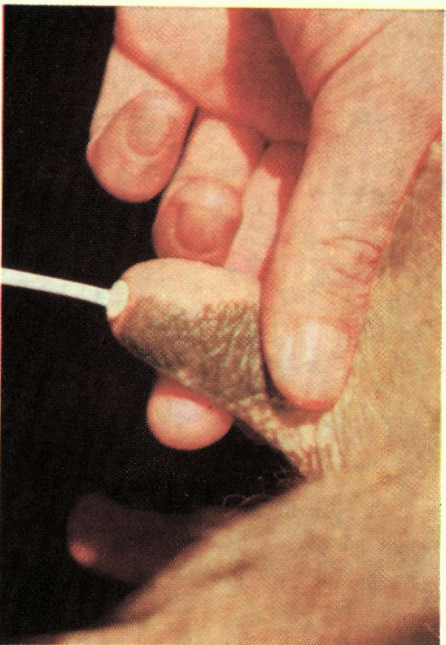
Lomborg, Chem. Fabrik G.m.b.H.  
KONSTANZ / ΓΕΡΜΑΝΙΑ



<sup>1</sup> Αντιπροσωπεία εν Ελλάδι: «ΖΩΟΤΕΧΝΙΚΗ» Ε.Π.Ε.

~~Καλαμάρας~~ - Αθήναι - Τηλ. 533.717

Καλαμάρας 36





## Τρόπος Χρήσεως:

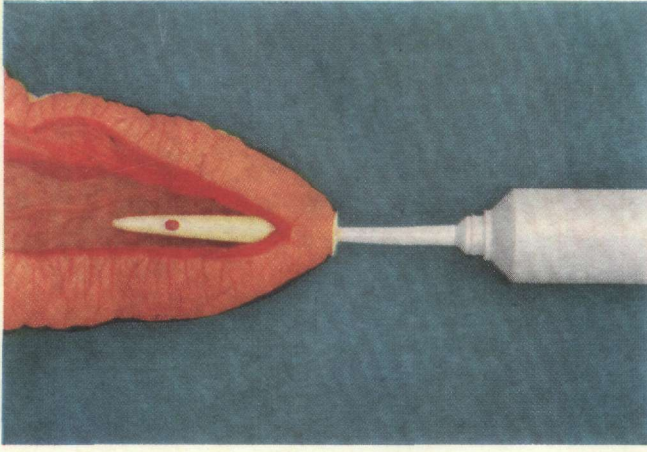
Καθαρίστε και απολυμάνετε τη θηλή. Βγάλετε μια BYKANULA από το σωληνάριο κρατώντας την προσεκτικά από το μεταλλικό πόρο ώστε να μην άκουμπήση στα δάχτυλα και μολυνθή. Τοποθετήστε προσεκτικά τη μύτη της BYKANULA στην τρύπα της θηλής και κατόπιν με γρήγορη κίνηση (για να νιώσετε λιγότερο το ξόο) στρώστε τη μέσα στη θηλή μέχρι το λαϊμό.

Πριν τοποθετηθή η BYKANULA, η θηλή πρέπει να άρμεχθή. Αν τὸ ξόο πονάει στο άρμεγμα, βάλτε μια BYKANULA και αφού τὴν άφίρσετε λίγα λεπτά για να λιώση ἡ άλοιφή πού περιέχει, βγάλτε τὸν πόρο για να τρέξη τὸ γάλα μόνο του. Μετά απ' αὐτὸ μὴν κάνετε συμπληρωματικὸ άρμεγμα για να μὴν μπη άέρας στο μαστὸ από τὸ σωληνάριο τῆς BYKANULA.

Όταν σταματήση τὸ τρέξιμο τοῦ γάλακτος, καλὸν εἶναι νά βάλτε καινούργια BYKANULA στη θηλή.

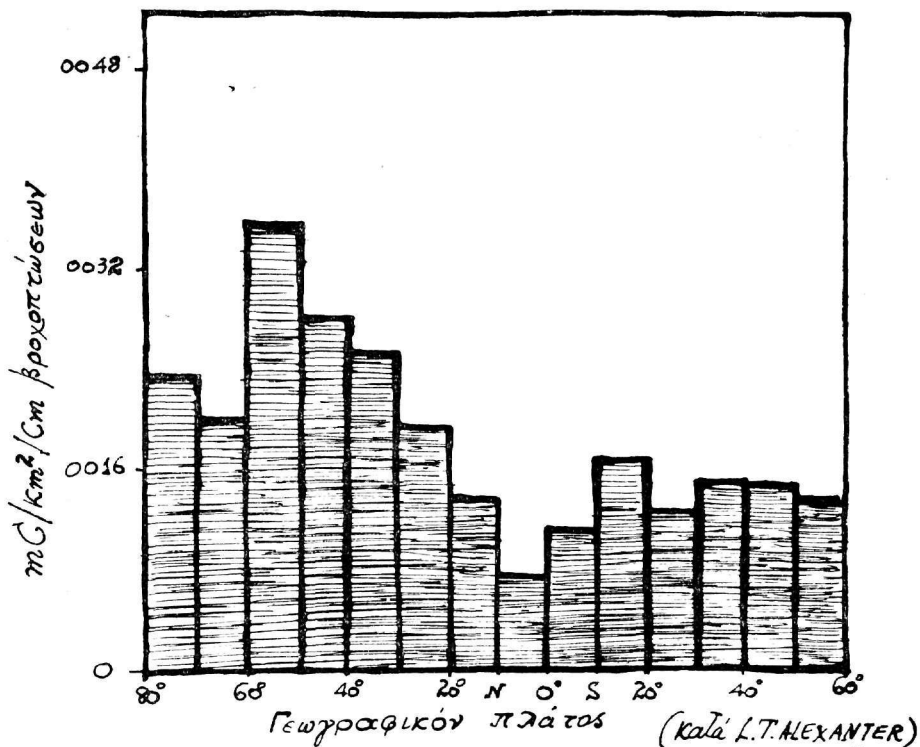
Ἡ BYKANULA δὲν πρέπει νά αλλάζεται συχνά στην περίπτωση τραύματος ἢ εγγειοήσεως, για νά μὴν ξεθιζεται ἡ πληγή και καθυστηρή ἡ ἐπούλωση. Σ' αὐτές τις περιπτώσεις άπλῶς ξαναγεμίζεται με άλοιφή αντιβιοτικῶ ὁ σωληνας τῆς BYKANULA ἐπὶ τόπου. Κάθε άλοιφή μαστίτιδος εἶναι κατάλληλη για τὴ δουλειά αὐτή, εφόσον τὸ σωληνάριο ἢ ἡ σύριγγα πού τὴν περιέχει ἔχει λεπή μύτη ὥστε νά προσαρμόζεται στην τρύπα τῆς BYKANULA. Ἰδιαιτέρως κατάλληλη εἶναι ἡ άλοιφή μαστίτιδος BYKOCILLIN - SM σὲ πλαστικὴ σύριγγα. Ὁ πόρος πρέπει νά διατηρηται άπολύτως καθαρός. Σὲ κάθε κουτί BYKANULA υπάρχουν 5 ἀνταλλακτικοὶ πόροι.

Όταν ὑπάρχει κίνδυνος νά γλυστρήση ἡ BYKANULA πρὸς τὰ μέσα ἢ πρὸς τὰ έξω, μπορεί νά στερεωθῆ στη θηλή με λευκόπλάστη, αφού τὸ δέρμα καθυριστῆ καλά από κάθε λίπος. Ἡ άκόμα με ραφή πού γίνεται με μιά λεπή χειρουργική βελόνα, ὁπότε άφκει νά περάση ἡ κλωστή μιά φορά κάτω από τὸ δέρμα τῆς θηλής και από τὸ λαϊμό τῆς BYKANULA.



Κάθε φορά πού άφαιρεῖται ὁ πόρος για τὸ άρμεγμα, και αφού άδειάση τὸ γάλα, ἡ BYKANULA πρέπει νά ξαναγεμίζεται με άλοιφή αντιβιοτικῶ. Απὸ γίνεται εύκολα με τὴν άλοιφή μαστίτιδος σὲ πλαστικὴ σύριγγα BYKOCILLIN - SM, πού προσαρμόζεται καλά στην τρύπα τῆς BYKANULA.

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



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

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

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

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

Ἡ περιορισμένη διάρκεια τοῦ χρόνου ὑποδιπλασιασμοῦ τῶν πλείστων ραδιενεργῶν ἰσοτόπων (τῶν ραδιοεπιπτώσεων) ἀποτελεῖ διὰ τοὺς ζῶντας ὄργανισμοὺς τὸν ἀξιολογώτερον παράγοντα ἀσφαλείας. Ἐξαιρέσειν ἀποτελοῦν τὸ  $Sr^{90}$  ( $t_{1/2} = 28$  ἔτη), τὸ  $Cs^{137}$  ( $t_{1/2} = 37$  ἔτη), τὸ Πλουτόνιον ( $Pu^{239}$   $t_{1/2} = 24.000$  ἔτη), τὸ Ἰώδιον ( $I^{131}$   $t_{1/2} = 8$  ἡμέραι), τὸ Βάριον ( $t_{1/2} = 12,8$  ἡμέραι), τὸ Τελλούριον ( $t_{1/2} = 78$  ὄρες) 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 ἐκπεμπόμενης ἀκτινοβολίας | Ἐνέργεια Ἀκτινοβολιῶν εἰς MeV |       | Προϊόντα μεταστοιχειώσεως |
|----------------|--------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|-------|---------------------------|
|                |                    |                                                                    |                                 | 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 ὄρ.)                                            | β                               | 0,6                           | —     | Y <sup>90</sup>           |
| 91             | 5,4                | Sr (9,7 ὄρ.), Y (57 ἡμ.)                                           | β                               | 1,54                          | —     | —                         |
| 93             | 6,0                | Y (10 ὄρ.)                                                         | —                               | —                             | —     | —                         |
| 95             | 6,3                | Zr (65 ἡμ.)                                                        | β, γ                            | 0,4                           | 0,8   | Zr <sup>95</sup>          |
|                |                    | Nb (35 ἡμ.)                                                        | β, γ                            | 0,15                          | 0,75  | —                         |
| 97             | 6,4                | Zr (17 ὄρ.), Nb (74 λεπτά)                                         | —                               | —                             | —     | —                         |
| 99             | 6,0                | Mo (86 ὄρ.), Tc (5,9 ὄρ.)                                          | —                               | —                             | —     | —                         |
| 103            | 3,4                | Ru (40 ἡμ.), Rh (57 λεπτά)                                         | β γ                             | 0,2                           | 0,5   | —                         |
| 105            | 1,0                | Ru (4,5 ὄρ.), Rh (36 ὄρ.)                                          | —                               | —                             | —     | —                         |
| 106            | 0,5                | Ru (1 ἔτ.), Rh (30 δευτερ.)                                        | β                               | —                             | 0,04  | Rh <sup>106</sup>         |
| 127            | 0,16               | Sb (93 ὄρ.), Te (90 ἡμερ.)                                         | —                               | —                             | —     | —                         |
| 129            | 9,9                | Te (32 ἡμερ.)                                                      | β, γ                            | 1,8                           | 0,3 + | I <sup>129</sup>          |
| 131            | 3,1                | I (8,1 ἡμερ.)                                                      | β, γ                            | 0,6                           | 0,36+ | —                         |
| 132            | 4,0                | Te (78 ὄρ.), I 2,4 ὄρ.)                                            | —                               | —                             | —     | —                         |
| 133            | 6,3                | I 22 ὄρ.), Xe. (5,3 ἡμέρ.)                                         | —                               | —                             | —     | —                         |
| 135            | 6,0                | I 6,7 ὄρ.), Xe. (9,2 ὄρ.)                                          | —                               | —                             | —     | —                         |
| 137            | 6,2                | Cs (37 ἔτη), Ba (2,6 λεπτ.)                                        | β, γ                            | 0,5                           | 0,7 + | —                         |
| 140            | 6,1                | Ba (12,8 ἡμέρ.), La (40 ὄρ.)                                       | β, γ                            | 1,0                           | 0,2 + | La <sup>140</sup>         |
| 141            | 6,0                | Ce (33 ἡμέρ.)                                                      | β, γ                            | 0,4                           | 0,15+ | —                         |
| 143            | 5,0                | Ce (33 ὄρ.), Pr (13,7 ἡμέρ.)                                       | —                               | —                             | —     | —                         |
| 144            | 5,0                | Ce (290 ἡμερ.) Pr (17,5 λεπτ.)                                     | β                               | —                             | 0,3   | Pr <sup>144</sup>         |
| 147            | 2,9                | Nd (11,6 ἡμέρ.) Pm 63,7 ἔτη)                                       | β, γ                            | 0,8                           | 0,1 + | Pm <sup>147</sup>         |
| 149            | 1,4                | Pm (47,5 ὄρ.)                                                      | —                               | —                             | —     | —                         |
| 151            | 0,5                | Pm (27,5 ὄρ.) - Sm (73 ἔτη)                                        | —                               | —                             | —     | —                         |
| 153            | 0,16               | Sm (47 ὄρ.)                                                        | —                               | —                             | —     | —                         |
| 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' ἐνός ἐκάστου ἀκτινοβολίας.

ποσοστὸν ὑπερβαίνει τὴν τιμὴν τοῦ 0,03% καὶ τῶν ὁποίων ὁ χρόνος ὑποδιπλασιασμοῦ κυμαίνεται μεταξὺ 10 ὥρων καὶ  $5 \cdot 10^5$  ἔτων.

Δὲν ἀναγράφονται τινὰ τῶν ραδιενεργῶν ἰσοτόπων, ὡς τὸ  $I^{129}$  (χρόνος ὑποδιπλασιασμοῦ ἴσος πρὸς  $17 \cdot 10^8$  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 ἀντιδραστήηρος σχηματιζόμενα προϊόντα σχάσεως (κατόπιν λειτουργίας τοῦ ἀτομικοῦ ἀντιδραστήηρος ἐπὶ ἓν ἔτος).

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

Ὄφειλονται εἰς τὴν διαφυγὴν ραδιενεργῶν προϊόντων ἐκ τῶν πυρηνικῶν ἀντιδραστήηρων (περιπτώσεις ἀτυχημάτων) καὶ εἰς τὰ ραδιενεργὰ κατάλοιπα τῶν βιομηχανιῶν ἐπεξεργασίας ραδιενεργῶν ὑλικῶν. Τὰ ραδιενεργὰ ταῦτα κατάλοιπα κέκτηνται 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 ὀργανισμῶν. 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 εὐρισκομένας περιοχὰς πρόσκαιρος δὲ διὰ τὰς πέραν μιᾶς ὄρισεμένης ἀκτίνος (περίπτωσης ἀτυχημάτων) κειμένας τοιαύτας.

Αἱ ἐπακολουθεῖσασαι τὸ ἀτύχημα τοῦ πυρηνικοῦ ἀντιδραστήηρος τοῦ Windscale (1957) ἔρευναί, 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 ἀέρια (\*Αργόν, Ξένον Κρυπτόν κλπ.). Θεωρεῖται ἔν τούτοις σκόπιμον ὅπως λαμβάνηται ὑπ' ὄψιν καὶ ἡ ὕπαρξις τοῦ ραδιενεργοῦ στρόντιου λόγφ 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 ἢ εἰς ραδιενεργὸν ἰώδιον ὀφειλομένη ραδιομόλυνσις τοῦ γάλακτος δύναται νὰ θεωρηθῆ 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 ὁμως 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 ἀὔξομειώσεις 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

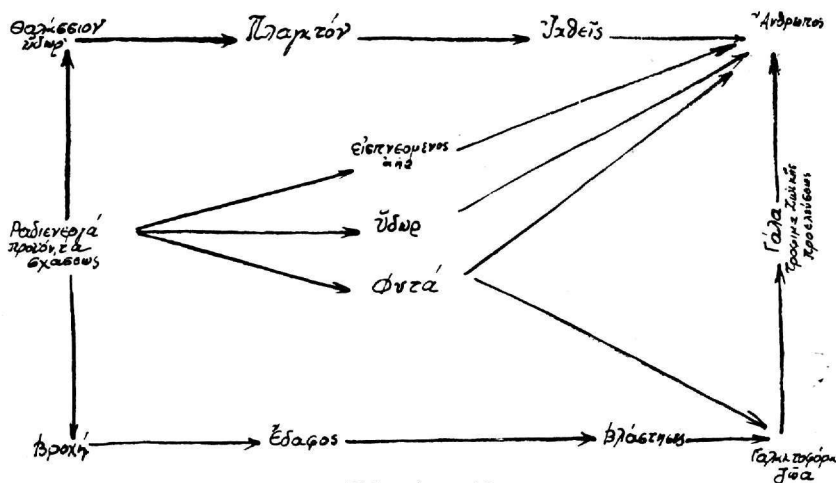
Ἄπαντες οἱ ζῶντες ὄργανισμοὶ ὑφίστανται σταθερὰν ἀκτινοβόλησιν προερχομένην ἐκ τῆς φυσικῆς ραδιενεργείας. Ἡ ἀντιστοιχοῦσα εἰς ταύτην δόσις καὶ ἀνεξαρτήτως τῆς συμβολῆς εἰς τὴν πρόκλησιν τινῶν μεταλλάξεων, δὲν καθίσταται ἱκανὴ εἰς τὸ νὰ προκαλέσῃ νοσογόνον τινὰ βιολογικὴν διαταραχὴν. (Πίναξ 12). Ἡ ὑφισταμένη οὕτω ἰσορροπία ἀπειλεῖται νὰ διαταραχθῆ 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 μέχρι τῆς εισόδου αὐτῶν εἰς τοὺς ζῶντας ὄργανισμοὺς 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.

| Πηγαί Ραδιενεργείας                 | Δόσεις εις REM<br>ατόμου 30 ετών   |                             |
|-------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|
|                                     | Ακτινοβό-<br>λησις των<br>γονιδίων | Ακτινοβό-<br>λησις<br>όστων |
| 1. Φυσική Ραδιενέργεια              |                                    |                             |
| Κοσμική ακτινοβολία                 | 0,9                                | 0,9                         |
| Γήινος ακτινοβολία                  | 2,1                                | 2,1                         |
| Ακτινοβολία ατμοσφαιρας             | 0,06                               | 0,06                        |
| Κάλιον - 40                         | 0,6                                | 0,3                         |
| Ανθραξ - 14                         | 0,06                               | 0,06                        |
| Ραδόνιον και θορόνιον               | 0,06                               | 0,06                        |
| Ράδιον                              |                                    | 1,2                         |
| Σύνολον                             | 3,8                                | 4,7                         |
| 2. Ραδιενέργεια εκ τεχνητών πηγών   |                                    |                             |
| Ακτινες X η Röntgen                 | 3,36                               | 1,4                         |
| Ακτινοβολία εκ φωσφοριζόντων δίσκων | 0,03                               | απροσδιόριστος              |
| ΤέλεVISION                          | <0,03                              | <0,03                       |
| Βιομηχανικαι εφαρμογαι              | 0,003                              | 0,003                       |
| Ιατρικαι εφαρμογαι                  | 0,06                               | απροσδιόριστος              |
| Τελικόν κατά προσέγγισιν Σύνολον    | 7-8 REM                            | 5-7 REM                     |

Πίναξ 12.— Έμφαίνων τας ύφ' ενός ατόμου 30 ετών απορροφηθείσας δόσεις εις REM.



Εικων 13.

### 1. Εις την ατμοσφαιραν και τα ύδατα.

Η εκ των πυρηνικων εκκρήξεων προερχομένη και ανιχνευομένη ραδιενέργεια, τουλάχιστον εις τα χαμηλά στρώματα της ατμοσφαιρας, διευκυνάνθη κατά τα τελευταία έτη εις τας περιοχάς της Δυτικης Ευρώπης

(μέση μηνιαία δόσις) μεταξύ 0,2 ἕως  $3 \cdot 10^{-12}$   $\mu\text{C}/\text{cm}^3$  ἀέρος (Max=9.10<sup>-12</sup>  $\mu\text{C}/\text{cm}^3$  ἀέρος) (1).

Ἡ ἐναπόθεσις τῶν ραδιενεργῶν προϊόντων σχάσεως ἐπὶ τῆς γηίνης σφαίρας συντελεῖται συναρτήσῃ τοῦ χρόνου καὶ ἐξαρτᾶται ἐκ τῶν ἐκάστοτε ἐπικρατούντων μετεωρολογικῶν συνθηκῶν αἰτίνες συμβάλλοντες ἢ δυσμενῶς εἰς τὴν ταχύτητα κατακρημνίσεως, μετακινήσεως καὶ εὐνογραφικῆς κατανομῆς των (Πίναξ 14). Ἐκ τῆς συνολικῆς ἐπιφανείας τῆς γηίνης σφαίρας, τὸ 71 % καλύπτεται ὑπὸ τῶν θαλασσῶν. Ἐξ αὐτοῦ συνάγεται ὅτι ἐκ τῆς συνολικῶς ἐναποτιθεμένης ἐπὶ τῆς ὑδρογείου σφαίρας, ποσοτήτος ραδιενεργῶν προϊόντων σχάσεως ποσοστὸν 50 - 70 % συγκεντρώνει ἠϋξημένης πιθανότητος νὰ ἐναποτεθῇ ἐπὶ τῶν θαλασσίων ὑδάτων.

Ἐκ τῶν γενομένων μετρήσεων διεπιστώθη 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 Ραδιobiολογίας τῆς Ἑλληνικῆς Ἐπιτροπῆς Ἀτομικῆς Ἐνεργείας διαπιστωθεῖσαι ἐλάχιστοι καὶ μέγιστοι τιμαὶ τῆς ὑφισταμένης εἰς τὸν ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα (ἀνὰ κυβικὸν ἐπιφανόμετρον ραδιενεργείας ἀηλθον εἰδικῶς διὰ τοὺς μῆνας :

- 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 ὄρον συγκέντρωσις ραδιενεργοῦ τινὸς στοιχείου ἐνοοῦμεν τὴν ὑφισταμένην σχέσιν μεταξύ τῆς ποσότητος τοῦ ὡς ἀνω στοιχείου, εἰς δεδομένον περιβάλλον καὶ τῆς συνολικῆς ποσότητος τοῦ τελευταίου τούτου. Πρὸς διευκόλυνσιν αἱ ὡς ἀνω συγκεντρώσεις καθορίζονται ὑφ' ἐνὸς ἀριθμοῦ μονάδων εἰς  $\mu\text{C}$  ἐν σχέσει πρὸς δεδομένον ὄγκον ἀέρος, ὕδατος, ἐπιφανείας ἐδάφους ἢ τέλος πρὸς δεδομένον βάρους φυτικῆς ἢ ζωϊκοῦ ὄργανισμοῦ.

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 τόννοι/Km<sup>2</sup>) ἢ ἐκείνη τοῦ ραδιενεργοῦ Στροντίου - 90. Οἱ ἐντὸς τῶν ὑδάτων διαβιοῦντες ζῶντες ὄργανισμοί, ὡς μὴ ὄντες ἱκανοὶ νὰ ἀσκήσουν διάκρισιν τινὰ μεταξύ τῶν ὡς ἀνω δύο ἰσοτόπων τοῦ Στροντίου, πλεονεκτοῦν ὡς πρὸς τὸ ὅτι συγκεντρῶνουν ἀσυγκρίτως περισσοτέρας 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 ιδιότητας. Ὡς π.χ. ἡ τιμὴ τῆς σχέσεως μεταξύ τῶν συγκεντρώσεων τοῦ Sr<sup>90</sup> 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 Sr<sup>90</sup>.

Ἐξετάζοντας, γενικώτερον τὸ θέμα τῶν συγκεντρώσεων τῶν ραδιενεργῶν στοιχείων, καθ' ὅλην τὴν ὑπ' αὐτῶν 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 ὄργανισμὸν (ἀτμοσφαῖραν, ὕδατα, ἔδαφος φυτικούς καὶ ζωϊκούς ὄργανισμούς, τροφίμα, ἄνθρωπον), παρατηροῦμεν, διαδοχικῶς, ἀξιόλογον μείωσιν τῆς συγκεντρώσεως των καὶ ὡς ἐκ τούτου τῆς ὑφισταμένης εἰς τὸ τελικὸν στάδιον ραδιενεργείας. Παρομοίᾳ διαπίστωσις—ἀρχοῦντες ἄλλωστε παρηγορητικὴ διὰ τυχὸν ἀνησυχίας—ὀδηγεῖ εἰς τὸ νὰ δεχθῶμεν τὴν ὑπαρξίν φυσικῶν τρόπων τινὰ φίλτρων ἄτινα, 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

- Αί τελειότεραι καί πλέον συγχρονισμέναί έγκαταστάσεις τής 'Ανατολής καί όλοκλήρου τής Εύρώπης.
- Τά τελειότερα αυτόματα μηχανήματα χωρητικότητος έξήκοντα έξ χιλιάδων (άρ. 66.000) αύγών έκαστον.
- 'Η αύστηρά έπίλογή τών άναπαραγωγών όρνίθων.
- 'Η άπαλλαγή τών νεοσσών από τήν λευκήν διάρροϊαν
- 'Η έκμηδένησις τών άπωλειών τών νεοσσών.
- 'Η ύψηλοτάτη άπόδοσις τών πουλάδων.

Συνετέλεσαν ώστε νά καταστή περίφημος καί περιζήτητος άνά τήν 'Ελλάδα ό νεοσσός τών έκκολαπτηρίων  
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. Άσκαριθιάσεις όρνίθων κ.λ.π.
- γ) Copper K. Τό μοναδικόν φάρμακον έναντίον τών  
τριχομονάδων τών όρνίθων κ.λ.π.
- δ) Blackher 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.

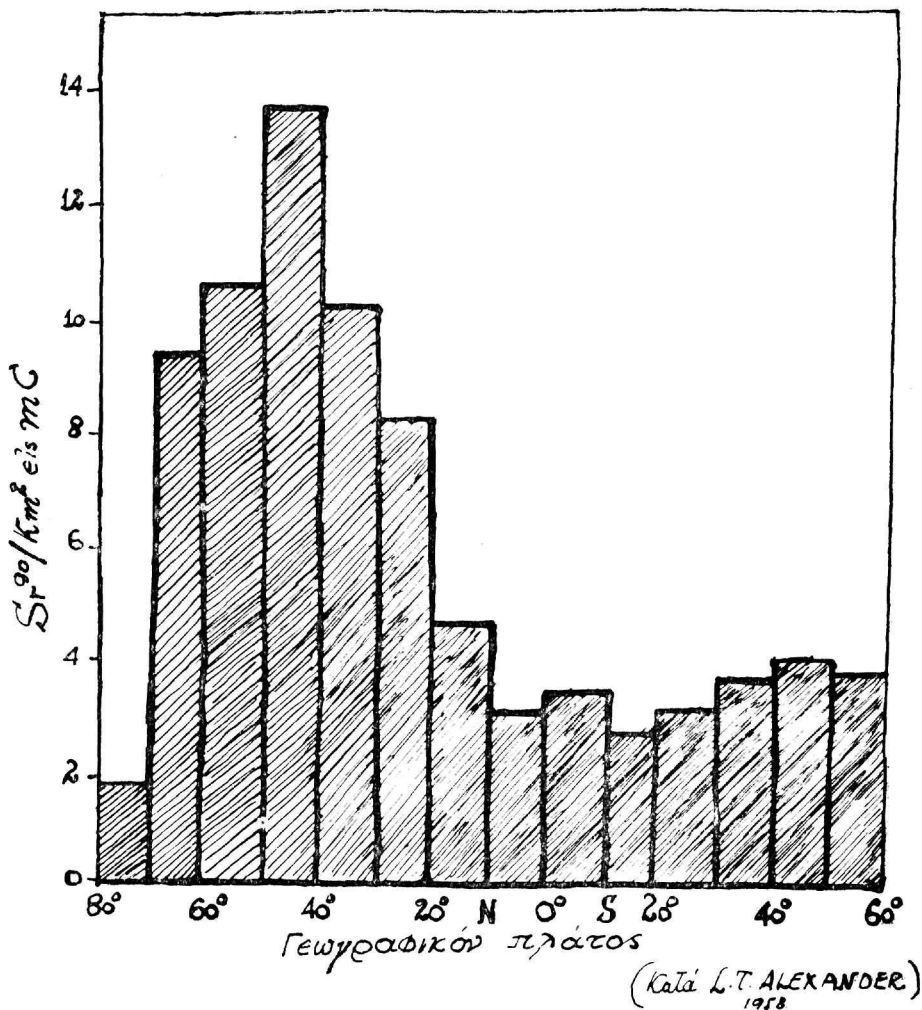
Βιβλιογραφία είς τήν διάθεσιν τών κ. κ. κτηνιάτρων.

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.—'Εμφαίνων τὴν κατανομὴν εἰς τὸ ἔδαφος τοῦ  $Sr^{90}$  εἰς mC/Km<sup>2</sup> ἀναλόγως τοῦ γεωγραφικοῦ πλάτους. Ἡ μεγαλειτέρα συγκέντρωσις, ἐκ τῆς ἐναποτεθείσης ποσότητος  $Sr^{90}$  εὐρέθη εἰς τὸ βόρειον (max. μεταξὺ 20° - 60° καὶ minim. εἰς τὴν Ἰσημερινὴν ζώνην) ἢ εἰς τὸ Νότιον ἡμισφαίριον (1958). Τὰ ὡς ἄνω δεδομένα ἀφοροῦν εἰς διαπιστωθείσας συγκεντρώσεις  $Sr^{90}$  περιοχῶν μὴ καλλιεργησίμων. Αὐξομειώσεις 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. Αὐξομειώσεις τῆς μέσης ἐτήσιας συγκεντρώσεως τοῦ  $Sr^{90}$  δύνανται νὰ παρατηρηθῶσι ἀναλόγως τῶν λαμβανουσῶν χώρων ἢ μὴ πειραματικῶν πυρηνικῶν ἐκρήξεων.



Ἡ τῶν ποσίμων ὑδάτων—λόγω τῆς ὑφισταμένης δυνατότητος μειώσεως τῆς συγκεντρώσεως τῶν ραδ. προϊόντων κατόπιν διόδου αὐτῶν διὰ τῶν στρωμάτων τοῦ ἐδάφους—ἐκμανάνθη μεταξὺ τοῦ 1/10 ἕως 1/100 τῆς ἐντὸς τοῦ ὕδατος τῆς βροχῆς ἀνιχνευομένης. Κατὰ γενικὸν κανόνα, ἡ διαπιστωμένη ἐκάστοτε ραδιενέργεια τῶν ποσίμων 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 ὀλίγα μόνον ἔρευνα ἔχουν ἐπιτελεσθῆ μέχρις σήμερον. Ἀφοροῦν εἰς ἐρεῦνας εἰς τὸν Εἰρηρικὸν Ὠκεανὸν καὶ εἰς τὸν Βόρειον Ἀτλαντικόν. Ἀξιόλογοι ἐπίσης ἔρευνα 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  $Sr^{90}$ . Εἰς τὸν Β. Εἰρηρικὸν καὶ εἰς τὰ πρῶτα 100 μέτρα, ἡ ἀνιχνευθεῖσα ραδιενέργεια ὑπερέβη τὴν τιμὴν τῶν 700  $\mu C$ /λίτρον ὕδατος (B.A.NELERO). 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  $\mu C$ /λίτρον Πίναξ 15).

| Χημικὸν στοιχεῖον | Συγκέντρωσις εἰς mgr/kg | Συνολικὴ ποσότης τῶν ὠκεανῶν εἰς τόννους | Φυσικὴ ραδιενέργεια                        |                       |                      |                                  |
|-------------------|-------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------|----------------------|----------------------------------|
|                   |                         |                                          | Ραδιενεργὰ στοιχεῖα                        | Τόννοι                | Curies               | Συγκέντρωσις εἰς $\mu C$ /λίτρον |
| Κάλιον            | 380                     | 5,3.10 <sup>14</sup>                     | $K^{40}$                                   | 6,3.10 <sup>10</sup>  | 4,6.10 <sup>11</sup> | 330                              |
| Ἄνθραξ            | 28                      | 3,9.10 <sup>13</sup>                     | $C^{14}$                                   | 56                    | 2,7.10 <sup>8</sup>  | 0,19                             |
| Ρουβίδιον         | 0,2                     | 2,8.10 <sup>11</sup>                     | $Rb^{87}$                                  | 1,18.10 <sup>11</sup> | 8,4.10 <sup>9</sup>  | 6,0                              |
| Οὐράνιον          | 0,0015                  | 2,1.10 <sup>9</sup>                      | $U^{238}$                                  | 2,8.10 <sup>9</sup>   | 3,8.10 <sup>9</sup>  | 2,7                              |
|                   |                         |                                          | $U^{235}$                                  | 2,1.10 <sup>7</sup>   | 1,1.10 <sup>8</sup>  | 0,08                             |
|                   |                         |                                          | $Th^{232}$                                 | 1,4.10 <sup>7</sup>   | 8.10 <sup>8</sup>    | 5,7.10 <sup>-3</sup>             |
| Ράδιον            | 0,2-3.10 <sup>-10</sup> | 28-420                                   | $Ra^{226}$                                 | 4,2.10 <sup>2</sup>   | 1,1.10 <sup>9</sup>  | 0,27                             |
|                   |                         |                                          | Σύνολ. Φυσ. Ραδιενεργ. 340 $\mu C$ /λίτρον |                       |                      |                                  |

Πίναξ 15—Ἐμφανῶν τὰ ἐντὸς τοῦ θαλασίου 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 Εἰρηρικοῦ ἡ συγκέντρωσις  $Sr^{90}$  ἀνῆλθε εἰς 1  $\mu C$ /λίτρον ὕδατος.

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

κατανομή των, εἰς τοὺς διαφόρους ὀργανικοὺς ἰστοὺς καὶ ὄργανα, συνδέεται πρὸς τὰς μεταβολιστικὰς αὐτῶν ιδιότητες. Ὁ ραδιενεργὸς φωσφόρος  $^{32}$ , εἰς τὴν παρουσίαν τοῦ ὁποίου ὀφείλεται τὸ πλεῖστον τῆς ἀνιχνευθείσης ραδιενεργείας τῶν ἰχθύων, κατανέμεται κατὰ σειρὰν σπουδαιότητος εἰς τὸν σκελετόν, τὰ περὺγια, τὰ λέπια, τὸ ἥπαρ, τὸ δέρμα καὶ τὸν σπλῆνα. Ἡ εἰς τοὺς ἰστοὺς μυϊκὸν καὶ λιπώδη ἀνιχνευομένη ραδιενέργεια ἀντιστοιχεῖ εἰς συγκέντρωσιν ραδιενεργῶν προϊόντων κατὰ πέντε περίπου φορὰς μικροτέρων ἐκείνης τῶν λοιπῶν ὀργανικῶν ἰστῶν.

Διαφοραί, ὡς πρὸς τὴν συγκέντρωσιν τῶν ραδιενεργῶν προϊόντων εἰς τοὺς ἐντὸς τῶν ὕδατων διαβιούντας ὀργανισμοὺς, (1) παρατηρήθησαν ἐπίσης συναρτήσῃ τοῦ βάθους καὶ τῆς τιμῆς συγκεντρώσεως αὐτῶν ἐντὸς τοῦ ὕδατος. Ἡ εὐρεθεῖσα μέση συγκέντρωσις  $\text{Sr}^{90}$  (βορ. Εἰρηνικὸς Ὁκεανὸς) εἰς τοὺς ἰχθεῖς τῶν ἐπιφανειακῶν θαλασσίων στρωμάτων ἀνήλθε εἰς  $0,1 \mu\text{C}/\text{Kgs}$  ἢ  $0,3 \mu\text{C}/\text{συνολικὸν βάρος ἰχθύος}$  ( $1\mu\text{C}/\text{λίτρον ὕδατος ἢ συγκέντρωσις τοῦ αὐτοῦ ραδ. στοιχείου}$ ). Εἰς βάθος μεγαλειότερον τῶν 100 μέτρων, ἡ διαπιστωθεῖσα συγκέντρωσις ἐκυμάνθη εἰς τὰ αὐτὰ περίπου ἐπίπεδα ὡς ἐκείνη ἐντὸς τοῦ ὕδατος ἤτοι ἀπὸ  $10^{-1}$  ἕως  $10^{-2} \mu\text{Sr}^{90}/\text{Kgs}$  (Hiyama). Διεπιστώθη ἐπίσης ὅτι, ἡ τιμὴ τῆς σχέσεως  $\text{Sr}^{90}/\text{Ca}$  εἰς τοὺς ἰχθεῖς τῶν ἐπιφανειακῶν θαλασσίων στρωμάτων ἦτο ἴση πρὸς  $0,3 \mu\text{C}/\text{gr}$  ἄσβεστιοῦ (1958) ἢ  $0,3 \text{Sunshin Unit}$  (2).

Ἐρευναι διὰ τὸν καθορισμὸν τῆς συγκεντρώσεως ἄλλων ραδιενεργῶν προϊόντων, ὡς τῶν  $\text{Cs}^{137}$ ,  $\text{Zn}^{65}$ ,  $\text{Fe}^{55}$ ,  $\text{Mg}^{24}$  κλπ., εἰς τοὺς ἰχθεῖς ἀπέδειξαν ἀφ' ἑνὸς μὲν διάφορον συγκέντρωσιν καὶ κατανομήν αὐτῶν ἐντὸς τῶν

(1) Ὑπὸ τὸν ὄρον συγκέντρωσις ραδιενεργοῦ τινὸς στοιχείου εἰς ὀργανισμοὺς διαβιούντας ἐντὸς τῶν ὑδάτων ἐννοεῖται ὁ λόγος τῆς συγκεντρώσεως αὐτοῦ ἀνά γραμμῆριον ζώσης ὕλης πρὸς τὴν συγκέντρωσιν τοῦ αὐτοῦ ραδιενεργοῦ στοιχείου ἀνά μονάδα βάρους ὕδατος.

(2) SU (Sunshin Unit) : Ἀντιστοιχεῖ εἰς  $1\mu\text{C Sr}^{90}/\text{gr}$  τοῦ ἐντὸς τοῦ ὀργανισμοῦ ὑφισταμένου ἄσβεστιοῦ. Ἡ σπουδαιότης τῆς μονάδος SU ἔγκειται εἰς τὸ ὅτι μᾶς πληροφορεῖ περὶ τοῦ συνολικῶς καθηλωθέντος ἐντὸς τοῦ ὀργανισμοῦ ραδιενεργοῦ στροντίου 90 καὶ τοῦ ὁποίου ἡ συγκέντρωσις ἐπηρεάζεται ἐκ τοῦ περιεχομένου ἐντὸς τοῦ ὀργανισμοῦ καὶ τῶν τροφῶν ἄσβεστιοῦ. Ὁ Διεθνῆς ὀργανισμὸς Ραδιοπροστασίας καθώρισε ὡς μεγίστην ἐπιτρεπτὴν συγκέντρωσιν, διὰ τὸν σκελετὸν ἀτόμου Standard (περιέχοντος 1000 gr ἄσβεστιοῦ) τὴν ποσότητα  $1\mu\text{C}/\text{Sr}^{90}$ . Ἡ οὕτω καθορισθεῖσα μεγίστη ἐπιτρεπτή συγκέντρωσις ἐγένετο συμφώνως πρὸς τὸ δεδομένον ὅτι οἱ ἐργαζόμενοι εἰς τὰς βιομηχανίας πυρηνικῆς ἐνεργείας δύνανται νὰ ἀνεχθοῦν ποσοστὸν  $\text{Sr}^{90}$  ἴσον πρὸς  $1000\mu\text{C}/\text{gr}$  ἄσβεστιοῦ (τουτέστιν  $1.10^{-3}\mu\text{C}$ ) ἢ 1000 SU. Ἡ ὡς ἀνω ὅμως μεγίστη, ἐπιτρεπτή συγκέντρωσις προκειμένου νὰ ἐφαρμοσθῇ εἰς τὸν πληθυσμὸν θὰ πρέπει νὰ ὑποβιβασθῇ κατὰ 1/10 καὶ νὰ μὴ ὑπερβῇ τὴν τιμὴν τοῦ  $1.10^{-4}\mu\text{C}/\text{gr}$  ἄσβεστιοῦ ἢ 100 SU ( $100 \mu\text{C}/\text{gr Ca}$ ). Ὁ ὑποβιβασμὸς οὗτος καθίσταται ἀπαραίτητος λόγῳ τῆς μεγαλειτέρας συγκεντρώσεως τοῦ  $\text{Sr}^{90}$  εἰς τὸν σκελετὸν τῶν ἐν ἀναπτύξει ἀτόμων.

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

Ἐνδεικτικῶς ἀναφέρεται ὅτι, ἡ μέση τιμὴ συγκεντρώσεως τοῦ  $Cs^{137}$  εἰς τοὺς ἰχθεῖς εὐρέθῃ περίπου ἴση πρὸς  $0,02\mu\text{C}/\text{gr}$  ὀργανικῆς ὕλης. Ἡ συγκέντρωσις τοῦ  $Zn^{65}$  ἦτο κατὰ τὸ ἔτος 1954 ἴση περίπου πρὸς  $10^4\mu\text{C}/\text{gr}$  ἥπατος, νεφρῶν καὶ σπληνὸς καὶ  $10^3\mu\text{C}/\text{gr}$  μυϊκοῦ ἰστοῦ. Κατὰ τὸ ἔτος 1956 ἡ εὐρεθείσα τιμὴ τῆς συγκεντρώσεως τοῦ αὐτοῦ ὡς ἄνω ραδιενεργοῦ στοιχείου κατῆλθεν εἰς τὸ ἐπίπεδον τῆς τιμῆς τῶν  $10^3\mu\text{C}/\text{gr}$  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 διαφόρων 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 ποικίλαν ὡς πρὸς τὴν συγκέντρωσιν καὶ κατανομήν τῶν ραδιενεργῶν προϊόντων. Παρατηρήθη ὅτι τόσοσιν ἡ συγκέντρωσις ὅσον καὶ ἡ κατανομὴ συνεδέοντο στενῶτατα μετὰ τοῦ εἴδους τοῦ θεωρουμένου ζώντος ὀργανισμοῦ κυρίως δὲ μετὰ τοῦ εἴδους 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  $P^{32}$  (30-50 %) εἰς τὸν  $Cu^{64}$  (25-50 %) εἰς τὸ  $Na^{24}$  (15 %) καὶ εἰς τὰς σπανίας γαίας (10 %). Ἐπὶ πλέον ποσοστὸν 70-95 % τῆς ἀνιχνευθείσης ραδιενεργείας τῶν ἀσπονδύλων καὶ ἰχθύων καλύπτεται ὑπὸ τοῦ  $P^{32}$  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 (εϊσοδος των ραδιενεργών στοιχείων εντός του εδάφους και ανακατανομή αυτών εις τά φυτά).

Είς τας θερμάς χώρας, παρ' ότι δέν ύπάρχουν συγκεκριμένα πληροφορία, ό κοινόρτος πρέπει να περιέχη αξιόλογον συγκέντρωσιν ραδιενεργών στοιχείων λόγω των επικρατουσών κλιματολογικών συνθηκών αίτινες προφανώς δυσχεραίνουν την εϊσοδον και την εν τω βάθει εντός του εδάφους 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 δέ εκ της φύσεως και συστάσεως του εδάφους (άργιλλοϋχον ή μή), της διαπερατότητος αυτού, της ταχύτητος κυκλοφορίας των ύδάτων (παρουσία ή μη σχισμών) εντός αυτού ως και εκ της ύγροσκοπικής καταστάσεως αυτού. Είς εδάφη μη καλλιεργήσιμα ή συγκέντρωσις, των έναποτιθεμένων επί του εδάφους ραδ. προϊόντων, είναι και διατηρείται επ' άρκετον χρονικόν διάστημα άρκούντως ηΰξημένη. 'Η εντός των στρωμάτων του εδάφους συγκέντρωσις των μειούται μετά του βάθους. Μεταξύ των λαμβανουσών χώραν εντός του εδάφους χημικών διεργασιών (μεταξύ στερεάς και ύγρής φάσεως) αίτινες δύνανται να επηρεάσουν την συμπεριφοράν και κατανομήν αυτών, αί αντιδράσεις ανταλλαγής ίόντων παίζουσι σοβαρώτατον ρόλον. Παράγοντες εύνοούντες τας αντιδράσεις ανταλλαγής ίόντων και ως εκ τούτου ρυθμιζόντες την εν γένει κατανομήν των χημικών στοιχείων εντός του εδάφους είναι τó pH, ή όλική συγκέντρωσις ήλεκτρολυτών (άλατα κλπ.), και ή εις ύδωρ περιεκτικότητα αυτού.

σφαιραν και τά ύδατα άτινα συμβάλλουσι κατά τρόπον αξιόλογον εις την διασποράν των. 'Η δυνατότης δευτερευούσης συγκεντρώσεως ραδιενεργών στοιχείων άποτελεϊ χαρακτηριστικόν γνώρισμα της βιοσφαιρας (Βιολογικόν περιβάλλον του ανθρώπου). Παρομοία διαπίστωσις άπετέλεσε αίτίαν εκδηλώσεως άνησυχιών υπό πλείστων έπιστημόνων. 'Εν τούτοις θα πρέπει να ύπογραμμισθῃ ότι ή τιμή της συνολικής συγκεντρώσεως των ραδιενεργών στοιχείων εν τη βιοσφαιρα αντιπροσωπεύει περιορισμένον ποσοστόν αν ληφθῃ υπ' όψιν ότι ή μάζα των ώκεανών και της άτμοσφαιρας είναι άσυγκρίτως μεγαλειτέρα εκείνης της βιοσφαιρας.

(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. κατακρατοϋνται άσυγκρίτως εύκολότερον εκείνων μεγαλειτέρας των 40 μ διαμέτρου. 'Εκ των διενεργηθέντων ύπολογισμών προέκυψε ότι εκ της συνολικώς κατακρημνιζομένης ποσότητος της ραδιενεργού κόνεως ή άμεσος κατακράτησις των ραδιενεργών επιπτώσεων υπό της βλαστήσεως αντιπροσωπεύει άντιστοιχώς ποσοστόν ίσον προς 25% (κοκκία διαμέτρου <40 μ) και 1-2% (κοκκία > 40 μ). Προφανώς αί βροχοπτώσεις συντελοϋν κατά τρόπον αξιόλογον εις την μείωσιν της έναποτιθεμένης επί της βλαστήσεως ραδιενεργού κόνεως και ως εκ τούτου συμβάλλουσι εις τόν περιορισμόν των εκ ταύτης συνεπαγομένων κινδύνων.

Κατὰ γενικὸν κανόνα ἐκ τῆς ἀκριβοῦς γνώσεως τῶν συνθηκῶν ἰσορροπίας ἐκάστου θεωρουμένου ἐδάφους δυνατὸν νὰ προβλεφθῆ καὶ ἡ συμπεριφορὰ τῶν διαφόρων ἐντὸς αὐτοῦ ὑφισταμένων ἰόντων. Ἡ ἰσορροπία ἐνίοτε τοῦ ἐδάφους δυνατὸν νὰ εὐρίσκειται 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 προσδιορισθῆ 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 ἀκολούθως ἡ ἀφομοίωσις αὐτῶν ὑπὸ τῶν φυτῶν θὰ ἐξαρτηθῆ 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 ρυθμίσωσι ἀκολούθως τὴν ταχύτητα κυκλοφορίας των ἐντὸς τῶν φυτῶν ὡς καὶ τὴν κατανομὴν αὐτῶν ἐντὸς τῶν διαφορῶν φυτικῶν τμημάτων. Ὅλα σχεδὸν τὰ φυτὰ ἐκδηλώνουν τὸ μέγιστον τῆς ραδιενεργείας εἰς τὰ φύλλα καὶ τὸ ἐλάχιστον εἰς τοὺς καρπούς (κριθή, φασίολος κλπ) Ἡ ραδιενέργεια τῶν φύλλων εἶναι σημαντικῶς ἀνωτέρα ἐκείνης τῶν ἀντιστοίχων φυτικῶν στελεχῶν. Αἱ βρώσιμοι φυτικά ρίζαι (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 ἐπιφανειακὰ στρώματα τοῦ ἐδάφους συγκεντρώνουν τὴν μεγαλειτέραν ἐκ τῆς ἐπ' αὐτοῦ ἐναποτιθεμένης ποσότητος. Φυτὰ ὅθεν ἄτινα ἐκτίθενται περισσότερον εἰς τὴν ἕμμεσον ραδιομόλυνσιν (ἀπορρόφησης τοῦ Sr - 90 ὑπὸ τῶν φυτῶν) εἶναι ἅπαντα τὰ κεκτημένα ἐπιφανειακῶν ριζικῶν σύστημα. Ἐπὶ πλεόν ἂν ληφθῆ ὑπ' ὄψιν ὅτι ἡ διείσδυσις καὶ κατανομὴ 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 ραδιενε-

αντιθέτως των τιμών των σχέσεων  $Sr^{89}/Sr^{90}$  εις το έδαφος και εις τα γεωργικά προϊόντα αποτελεί χρήσιμον ένδειξιν προκειμένου να προσδιορισθῆ η ημερομηνία των ραδιομολύνσεων του  $Sr^{90}$ .

Μόνον αι ειδικάτοι χημικαι μορφαί του  $Sr^{90}$  κέκτηνται βιολογικοῦ τινός ενδιαφέροντος. Η απορρόφησης υπό των φυτών είναι αντιστρόφως ανάλογος της εις το έδαφος συγκεντρώσεως του άσβεστιου. Έδαφα πλούσια εις άσβέστιον κέκτηνται ανασταλτικῶν ιδιοτήτων έναντι της απορροφήσεως του  $Sr^{90}$ . Η κυκλοφορία αυτου έντος των φυτών συντελεῖται αποκλειστικῶς κατόπιν απορροφήσεως υπό του ριζικοῦ συστήματος και ουδόλως εκ του φυλλώματος επί του όποιου δυνατὸν να ἔχη έναποτεθῆ. Ως εκ τούτου το  $Sr^{90}$  συνιστᾶ τόσον άμεσον (επί προσφάτου έναποθέσεως ραδ.  $Sr^{90}$  επί της βλαστήσεως) ὅσον και ἔμμεσον (διείσδυσις και κατανομή έντος του έδάφους με πιθανότητος ραδιομολύνσεως των φυτών) κίνδυνον.

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

Τὸ ραδιενεργὸν Καίσιον, παρ' ὅτι ανήκει εις την αυτην ομάδα του περιοδικου συστήματος ὡς τὸ Κάλιον εν τούτοις, η έντος του έδάφους συμπεριφορά του είναι ὅλως διάφορος εκείνης του Καλίου. Έντος του έδάφους εύρίσκεται συνήθως υπό τοιαύτην χημικὴν σύνθεσιν ὥστε η απορρόφησης και η άφομοίωσις αυτου υπό των φυτών να καθίσταται άκρως περιωρισμένη. Ο κίνδυνος ὅθεν ραδιομολύνσεως εκ του ραδιενεργου Καίσιου και η έντος των φυτών κυκλοφορία και περιεκτικότης αυτου έξαρτώνται σχεδὸν αποκλειστικῶς εκ της επί των φύλλων έναποτιθεμένης ποσότητος.

γ) Ραδιενεργά Ίσότοπα του Ίωδίου :  $I^{131}$   $t^{1/2} = 8$  ἡμέραι,  $I^{132}$   $t^{1/2} = 2,2$  ὄραι  $I^{133}$   $t^{1/2} = 51$  ὄραι). Ο κίνδυνος ραδιομολύνσεως περιορίζεται εις τὰς πρώτας ὄρας μετά την πυρηνικὴν ἔκρηξιν. Τοῦτο δὲ λόγω της ύψηλης περιεκτικότητος αυτών έντος των προϊόντων σχάσεως και του βραχέος αυτών χρόνου ύποδιπλασιασμοῦ. Διὰ ραδιομολύνσεις «μακρᾶς πνοῆς» μόνον τὸ  $I^{131}$  κέκτηται βιολογικοῦ τινός ενδιαφέροντος. Η απορρόφησης ὅμως αυτου

---

νεργά στοιχεῖα ἄτινα κέκτηνται μεγάλου χρόνου ύποδιπλασιασμοῦ ὡς π.χ. τὸ Πλουτώνιον και ὁ άνθραξ, η μείωσις της ραδιενεργείας των ὁποιων συγκρινόμενη εις ανθρωπίνην κλίμακα, δὲν είναι αξιόλογος. 2) Τὰ ραδιενεργά στοιχεῖα «μέσης ζωῆς» ὡς π.χ. τὸ  $Sr^{90}$  και τὸ  $Cs^{137}$ . Η μείωσις της ραδιενεργείας των εις ανθρωπίνην κλίμακα είναι βραδεῖα και συνιστοῦν τὰ σπουδαιότερα και τὰ πλέον επικίνδυνα ραδιονουκλίδια. και 3) Τὰ ραδιενεργά στοιχεῖα «βραχείας ζωῆς» ἢ βραχέος χρόνου ύποδιπλασιασμοῦ. Εὐτυχῶς εις την τελευταίαν ταύτην περιπτώσιν ανήκουν τὰ πλείστα των ραδιενεργῶν προϊόντων σχάσεως. Προφανῶς οἱ κίνδυνοι θά ἦσαν ανυπέβλητοι εις περίπτωσιν κατὰ την ὁποιαν ἔνα σοβαρὸν ποσοστὸν των ραδιενεργῶν προϊόντων σχάσεως περιελαμβάνετο εις την περίπτωσιν των ραδιονουκλιδίων της τάξεως του  $Sr^{90}$  και  $Cs^{137}$ .

ὑπὸ τοῦ ἐδάφους καὶ ἡ περαιτέρω εἴσοδος εἰς τὸν βιολογικὸν κύκλον τῶν φυτῶν καὶ τῶν ζώων, λόγῳ τοῦ βραχέος χρόνου ὑποδιπλασιασμοῦ, δύναται νὰ θεωρηθῆ ὡς ἀσήμαντος. Ἡ σοβαρότης ὅθεν τοῦ κινδύνου θὰ ἐξαρτηθῆ κυρίως ἐκ τῆς συγκεντρώσεως τῶν ραδιενεργῶν ἰσοτόπων τοῦ Ἰωδίου ἐπὶ τῆς βλαστήσεως. Μετεωρολογικοὶ καὶ κλιματολογικοὶ παράγοντες (βροχί, ἄνεμος κλπ.) δύναται 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 ἐξαρτηθῆ 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 (ὑπαιθρον - σταύλους) καὶ ἐκ τοῦ εἴδους καὶ τῆς προελεύσεως τοῦ ποσίμου ὕδατος.

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

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

Ἡ σχετικὴ βιολογικὴ σπουδαιότης τῶν ραδιενεργῶν προϊόντων θὰ ἐξαρτηθῆ 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 ἐνδείκνυται 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) Το ραδιενεργόν Sr<sup>90</sup> : Χρόνος υποδιπλασιασμού 28 έτη, εκπμέπει ακτινοβολίαν β. Ο βαθμός ραδιομολύνσεως εκτιμάται εκ των τιμών συγ-

| Πηγαι προελεύσεως και είδος ραδιονουκλιδίου     | Ποσοστόν Ραδιονουκλιδίου διερχόμενον γαστροεντερικών σωλήνα και κατευθυνόμενον προς τὸ κρίσιμον ὄργανον | Κρίσιμον ἀνατομικὸν ὄργανον | Ἐνεργὸς Βιολογικὸς χρόνος υποδιπλασιασμοῦ εἰς ἡμέρας |
|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------------------|
| <b>1. Ραδιενεργὰ προϊόντα σχάσεως</b>           |                                                                                                         |                             |                                                      |
| I <sup>131</sup>                                | 0,3                                                                                                     | θυρεοειδής ἀδὴν             | 7,6                                                  |
| I <sup>133</sup>                                | 0,3                                                                                                     | » »                         | 0,87                                                 |
| I <sup>135</sup>                                | 0,3                                                                                                     | » »                         | 0,28                                                 |
| Te <sup>132</sup>                               | (*)                                                                                                     | γαστροεντερικὸς σωλήν       | (*)                                                  |
| Cs <sup>137</sup>                               | 1,0                                                                                                     | ἄπας ὄργανισμὸς             | 70-100                                               |
| Sr <sup>89</sup>                                | 0,2                                                                                                     | ὄστᾶ                        | 50,4-52                                              |
| Sr <sup>90</sup>                                | 0,2                                                                                                     | ὄστᾶ                        | 6,4×10 <sup>3</sup>                                  |
| Ba <sup>140</sup>                               | 0,03                                                                                                    | ὄστᾶ                        | 10,7-12                                              |
| Σπάνια γαῖα (**)                                | (*)                                                                                                     | γαστροεντερικὸς σωλήν       | (*)                                                  |
| Ru <sup>103</sup>                               | (*)                                                                                                     | » »                         | (*)                                                  |
| Ru <sup>106</sup>                               | (*)                                                                                                     | » »                         | (*)                                                  |
| <b>2. Ραδιονουκλίδια ἐκ ραδιοενεργοποιήσεως</b> |                                                                                                         |                             |                                                      |
| C <sup>14</sup>                                 | 0,5                                                                                                     | λίπος                       | 12                                                   |
| Na <sup>24</sup>                                | 1,0                                                                                                     | ἄπας ὄργανισμὸς             | 0,6                                                  |
| P <sup>32</sup>                                 | 0,37                                                                                                    | ὄστᾶ                        | 14,1                                                 |
| Fe <sup>55</sup>                                | 2×10 <sup>-3</sup>                                                                                      | σπλήν                       | 388                                                  |
| Fe <sup>59</sup>                                | 2×10 <sup>-3</sup>                                                                                      | σπλήν                       | 41,9                                                 |
| Co <sup>60</sup>                                | 0,3                                                                                                     | ἄπας ὄργανισμὸς             | 9,5                                                  |
| Zy <sup>65</sup>                                | 0,035                                                                                                   | ἥπαρ                        | 66                                                   |
| <b>3. Φυσικὰ ραδιενεργὰ στοιχεῖα</b>            |                                                                                                         |                             |                                                      |
| Ra <sup>226</sup>                               | 0,15                                                                                                    | ὄστᾶ                        | 1,6×10 <sup>4</sup>                                  |
| Th <sup>228</sup>                               | 7×10 <sup>-5</sup>                                                                                      | ὄστᾶ                        | 961                                                  |

Πίναξ 16.—Ραδιενεργὰ προϊόντα Βιολογικοῦ ἐνδιαφέροντος

κεντρώσεως αὐτοῦ ἐντὸς τῶν ὀργανικῶν ἰσθῶν, 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 καθήλωσις τοῦ ραδιενεργοῦ στροντίου

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

(\*\*) Y<sup>91</sup>, Zr<sup>95</sup>, Ce<sup>141</sup>, Ce<sup>144</sup>, Pr<sup>143</sup>, Nd<sup>147</sup>, Pm<sup>147</sup>.



περιορίζεται οὐσιαστικῶς εἰς τὸν σκελετὸν καὶ ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς ἡλικίας (1). Ἡ κατανομή του εἰς τοὺς διαφόρους ὄργανικούς ἰστούς καὶ ἐκκρίσεις ὑπελογίσθη πειραματικῶς. Ἡ κατανομή εἰς τὰ ὅσα καὶ τὸν μυϊκὸν ἴστον ἀντι-

| Ραδιοουκλίδια<br>σχάσεως                                                | Ραδιενεργὸν<br>Ἴσότοπον<br>εἶδος ἐκπε-<br>πομένης<br>ἀκτινοβολίας | Χρόνος ὑποδιπλασιασμοῦ |                      |                                                                          | Κοίσιμον<br>ὄργανον                | Ἐπιπετῆ<br>συγκέντρωσις<br>εἰς μC |
|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|------------------------|----------------------|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
|                                                                         |                                                                   | Φυσικὸς<br>(Tp)        | Βιολογι-<br>κὸς (Tb) | Ἐνεργὸς<br>(Te) Βιολο-<br>γικὸς χρο-<br>νὸς ὑ-<br>ποδιπλα-<br>σιασμοῦ(2) |                                    |                                   |
| Ραδιενεργὰ προϊ-<br>όντα σχάσεως μι-<br>κροῦ χρόνου<br>ὑποδιπλασιασμοῦ  | Ba <sup>140</sup> (β, γ)                                          | 13 ἡμέρ.               | 200 ἡμέρ.            | 12 ἡμέρ.                                                                 | ὅσα<br>θυρεοει-<br>δῆς ἀδὴν<br>ὅσα | 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-<br>όντα σχάσεως με-<br>γάλου χρόνου<br>ὑποδιπλασιασμοῦ | Cs <sup>137</sup> (β, γ)                                          | 37 ἔτη                 | 170 ἡμ.              | 100 ἡμέρ.                                                                | Μυϊκὸς<br>ἴστος<br>ὅσα<br>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                                 |

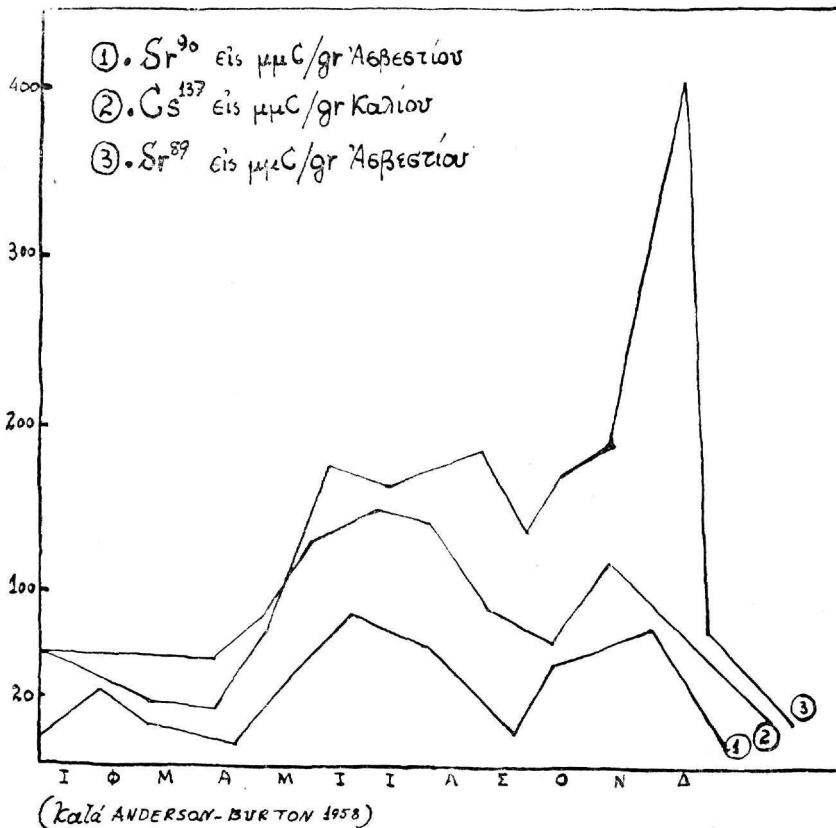
Πίναξ 17.—Ἐμφαίνων τὰς φυσικὰς καὶ βιολογικὰς ιδιότητες τῶν σπουδαιότε-  
ρων ραδιενεργῶν προϊόντων σχάσεως.

(1) Ὁ καθορισμὸς τοῦ ποσοστοῦ συγκέντρωσεως τῶν ραδιενεργῶν ἰσοτόπων τοῦ Στροντίου (Sr<sup>89</sup>, Sr<sup>90</sup>) δύναται νὰ συμβάλῃ 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 ραδιομολύνσεως τοῦ ἐδάφους καὶ τῶν φυτῶν ἀφ' ἑτέρου δὲ τοῦ βαθμοῦ ραδιομολύνσεως τῶν ζώων.

Ἐπὶ χρονίας ραδιομολύνσεως ζῶντος ὀργανισμοῦ (\*Ἀγέλας) ὑπὸ τῶν ραδιενεργῶν ἰσοτόπων τοῦ Στροντίου θὰ πρέπει νὰ ὑπογραμμισθῇ ὅτι, ἐὰν ἡ καθοριζομένη ἐκάστοτε τιμὴ τῆς ποσοτικῆς συγκέντρωσεως τοῦ Στροντίου ἐντὸς τοῦ γάλακτος ἀντιπροσωπεύει τὸν ὑφιστάμενον κατὰ τὴν στιγμὴν ἐκείνην βαθμὸν ραδιομολύνσεως αὐτοῦ, ἡ προσδιοριζομένη εἰς τὸν σκελετὸν ποσοτικὴ, τοῦ αὐτοῦ ὡς ἄνω ραδιενεργοῦ στοιχείου, συγκέντρωσις ἀφορᾷ εἰς τὴν ραδιομολύνσιν ἥτις ἔλαβεν 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 θεωρηθῇ ὡς ἰσοπῶσως κατανεμημένη. Εἰς ἣν ὅμως περίπτωσιν πρόκειται περὶ προσλήψεως τοῦ ραδιενεργοῦ Στροντίου εἰς μεγάλην ποσότητα καὶ εἰς βραχὺ σχετικῶς χρονικὸν διάστημα ἡ κατανομή του εἰς τὸν σκελετὸν δὲν δύναται νὰ θεωρηθῇ ὁμοιογενής. Ἡ ἑτερογενής αὕτη ἐναπόθεσις τοῦ προσληφθέντος ραδιενεργοῦ Στροντίου ἀπαταιεῖ ὡς ἐκ τούτου καὶ δειγματοληψίαν ἰδιαίτερας ἐκλογῆς.

(2) Ὁ ἐνεργὸς βιολογικὸς χρόνος ὑποδιπλασιασμοῦ  $\left( T_e \frac{T_p \times T_b}{T_p + T_b} \right)$  ἀντιστοιχεῖ εἰς χρονικὸν διάστημα κατὰ τὸ ὅποιον ἡ καθηλωμένη ποσότης ραδιενεργοῦ τινὸς στοιχείου ἐντὸς τοῦ ὀργανισμοῦ μειοῦται κατὰ 50% κατόπιν συνδεδασμένης 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  $Sr^{89}$ ,  $Sr^{90}$ ,  $Cs^{137}$  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  $Sr^{89}$ ,  $Sr^{90}$  καὶ  $Cs^{137}$  συναρτῆσει τῶν μηνῶν τοῦ ἔτους συνάγεται α) ὅ,τι ἡ συγκέντρωσις τοῦ  $Sr^{89}$  ἀντικατοπτρίζει ἐπακριβῶς τὴν ἔντασιν τῶν ραδιεν(ργῶν ἐπιπτώσεων (β) β) ὅ,τι αἱ συγκεντρώσεις τοῦ  $Sr^{90}$  (1) καὶ τοῦ  $Cs^{137}$  (2) παρουσιάζουν ἀξιόλογον ἄνοδον ἀρχομένην ἀπὸ τοῦ Ἀπριλίου καὶ συμπύπτουσιν μετὰ τὴν ἑναρξιν τῆς βοσκῆς εἰς τὸ ὑπαιθρον. Ἡ ραδιομόλυνσις ὅθεν τοῦ γάλακτος ἐκτὸς τῆς σπουδαιότητος τὴν ὁποίαν ἔχει διὰ τὸν πληθυσμὸν, ἀποτελεῖ συγχρόνως καὶ ἀξιόλογον ἐνδεικτικὸν στοιχεῖον τῆς ὑφισταμένης ραδιομόλυνσεως εἰς τὰς ὑπὸ τῶν γαλακτοφόρων ζῶων καταναλισκομένας ζωτροφάς.

Wasserman - 1956). Ἡ συγκέντρωσις τοῦ ραδιενεργοῦ στροντίου ἐντὸς τοῦ γάλακτος ἀγελᾶδος (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 συγχρόνου ὁμως 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 ὄργανισμοῦ 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) Ἔρξεναι ἀφορῶσαι εἰς τὸν μεταβολισμὸν

| Δείγμα                                           | Ραδιενέργεια εἰς SU (sunshin Unit) |
|--------------------------------------------------|------------------------------------|
| Βλαστήσεως<br>ὄστων φυτοφάγων<br>ζώων (προβάτου) | 130 S.U                            |
| Γάλακτος<br>ὄστων ἀνθρώπου                       | 57 S.U                             |
|                                                  | 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 ἀνθρώπος ἀπορροφᾷ κατὰ μέσον ὄρον 6μμC Στροντίου - 90 ἡμερησίως καὶ διὰ 1,084 gr Ἀσβεστίου ἢ 6 S.U. Ἡ ἐν λόγῳ ποσότης ἀντιπροσωπεύει προφανῶς τὸ  $\frac{1}{100}$  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 ὄργανικῶν 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 βάρους τοῦ  $\text{Sr}^{90}$  ὡς καὶ ἐκλεκτικὴ ἀπέκρι-

σις του  $Sr^{90}$  δια των ούρων. Παρομοία έκλεκτική 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 ένός ή του άλλου στοιχείου δια συγκεκριμένον οργανικόν σύστημα, φαίνεται να έχη χαρακτήρα άρκούντως σταθερόν. Προς διευκόλυνσιν περιγραφής των άνωτέρω διακρίσεων και έξαγωγής χρησίμων συμπερασμάτων διευτώθησαν 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 άμοφτέρων των στοιχείων ( $Sr^{90}, Ca$ ) εκ μιας 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 πληροφοροϋν περι του ρόλου ένός εκάστου των φαινομένων άτινα συμμετέχουν εν τη γενική διακρίσει των οργανικών συστημάτων έναντι των δύο στοιχείων. Άπ' έταντίας αί τιμαί της  $DF$  καθορίζουν τας γενομένας διακρίσεις επιδεδομένου φυσιολογικού φαινομένου ( $DF$  πεπτικής άπορροφήσεως,  $DF$  άπεκρίσεως ούρων κλπ.).

Έκ των τιμών της  $DF$  προκύπτει ότι, ή εκλεκτική άπορρόφησις εις το πεπτικόν σύστημα συνιστά, τοϋλάχιστον δια τα μηρκαστικά, την σπουδαιότεραν διαπίστωσιν. Αί προσδιορισθεΐσαι έξραστηριακώς τιμαί της  $OR$  οργανισμού - προϊόντων διατροφής, ύπο κανονικάς συνθήκας διατροφής, κυμαίνεται δια τα κατοικίδια ζώα άπό 0,18 - 0,35 (μέση τιμή=0,25). Αί αντίστοιχοι τιμαί δια τον άνθρωπινον οργανισμόν εύρέθησαν (φυσιολογικά άτομα) ίσαι προς 0,25 (Άγγλία), 0,25 - 0,5 (Άμερική - Καναδάς) και 0,65 (Ίαπωνία). Αί τιμαί αύται παραμένουν σταθεραί δι' οργανισμούς διατρεφόμενους ύπο κανονικάς συνθήκας. Ένδεχόμεναι άποκλίσεως 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 καθηλωθή ή ν' άπεκκριθή ραδιενεργού Στροντίου (1) και ως εκ τούτου να ύπολογίσωμεν την αντίστοιχούσαν δόσιν της άκτινοβολίας. (έσωτερική άκτινοβόλησις).

(1) Έκ των διενεργηθεισών έξρευνών εις την Άμερικήν κατέστη έφικτός, γνωστής ούσης της συνθέσεως των ζωοτροφών γαλακτοφόρου άγελάδος, ό κατά

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

Ἀπορρόφησης 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  $1,5 \cdot 10^{-4}$   $\mu\text{C}/\text{gr}$  ζώσης ὕλης. Ἡ δέσμευσις τοῦ ἀπορροφηθέντος  $^{131}\text{I}$  συντελεῖται κυρίως ὑπὸ τοῦ θυροειδοῦς ἀδένου. (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 (ἀγελάς) 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 ἀγελάδος παρατηρουμένου.

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

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

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

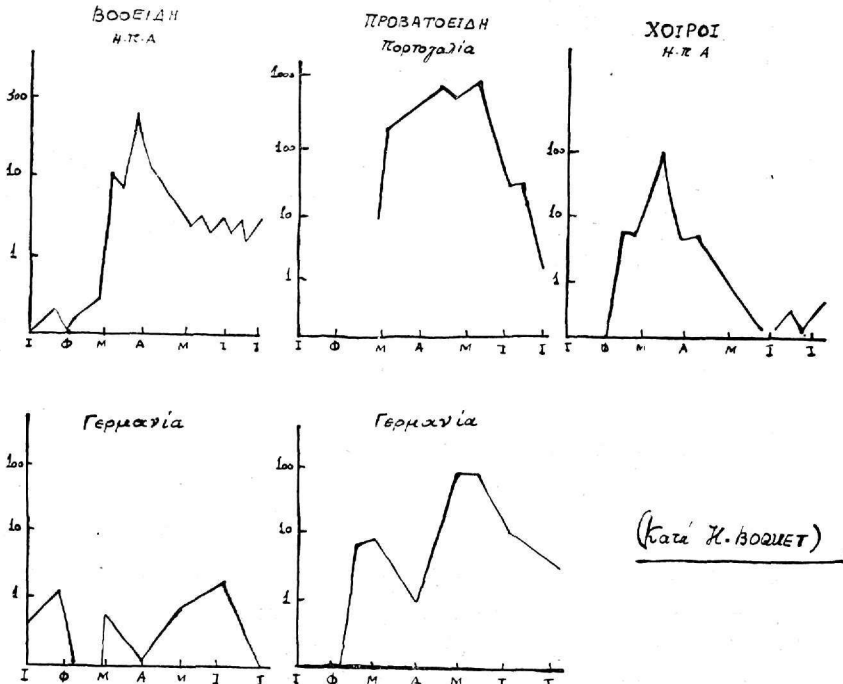
Παρατηρήθησαν ἀξιόλογοι διαφοραὶ ὡς πρὸς τὴν ἀπορροφουμένην καὶ

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, ἰδιαιτέρας μελέτης χρῆζει ἐπίσης ὁ προσδιορισμὸς τῆς ὑφισταμένης σχέσεως μεταξὺ τῆς ἐναποτιθεμένης ποσότητος τῶν ραδιενεργῶν ἐπιπτώσεων ἐπὶ τῶν βοσκοτόπων ἀνά μονάδα ἐπιφανείας των καὶ τῆς καταναλωθείσης ὑπὸ τῶν γαλακτοφόρων ζώων ποσότητος διατροφῆς. Προφανῶς ἡ τιμὴ τῆς ὡς ἄνω σχέσεως θὰ ποικίλη, συμφώνως πρὸς τὴν ἐφαρμοζομένην μέθοδον καλλιέργειας, ἀπὸ περιοχῆς εἰς περιοχὴν, ὡς καὶ ἐντὸς τῆς αὐτῆς περιοχῆς συναρτήσῃ τῶν ἐποχῶν τοῦ ἔτους.

ἀπεκκρινομένην ποσότητα Cs<sup>137</sup> ὑπὸ τῶν πολυγαστρικῶν και μονογαστρικῶν ζῶων. 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.**

Ἐκ τοῦ ραδιενεργοῦ Βαρίου - 140 κίνδυνος περιορίζεται εἰς τὰς πρώτας ἡμέρας μετὰ τὴν πυρηνικὴν ἔκρηξιν. Τὰ ραδιομολυθῆντα φυτὰ συνιστοῦν τὰς βασικὰς πηγὰς μόλυνσεως. Ἡ κατανομὴ τοῦ Ba 140 εἶναι γενικῶς ἡ αὐτὴ εἰς ὅλους τοὺς ἰστούς και δὲν παρουσιάζει ἐκλεκτικότητα διὰ τὸν σκελετόν. Παρατηρήθη μόνον σχετικὴ ἐκλεκτικὴ ἐντόπισις ἐπὶ τῶν κεχωρισμένων τμημάτων τοῦ ὀφθαλμοῦ (χοραιοειδῆς χιτῶν - Carner). Ἡ ἀπέκκρισις λαμβάνει χώραν διὰ τοῦ ἐντερικοῦ σωλῆνος (98%) διὰ τῶν οὔρων (1%) και διὰ τοῦ γάλακτος (μέση τιμὴ 0,38%).



Πίναξ 20.—Ἐμφαίνων τὰς συγκεντρώσεις I<sup>131</sup> εἰς μC ἀνὰ γραμμάριον θυρεοειδοῦς ἀδένος συναρτήσῃ τῶν μηνῶν τοῦ ἔτους. Ὁ μεγαλειτερος κίνδυνος ἐξ I<sup>131</sup> συνίσταται εἰς τὸ ὅτι ἀπεκρίνεται διὰ τοῦ γάλακτος. Ἐναπόθεσις ποσότητος I<sup>131</sup> ἴσης πρὸς 0,5mC/m<sup>2</sup> ἐπὶ τῶν βοσκοτόπων ἀρκεῖ διὰ τὰ ἔξασφαλιση ραδιομόλυνσιν τοῦ γάλακτος με τιμὴν συγκεντρώσεως ἐντὸς αὐτοῦ ἀνωτέραν τῆς προβλεπομένης μεγίστης ἐπιτρεπτῆς συγκεντρώσεως. Ἡ συγκεντρωσις τοῦ I<sup>131</sup> εἰς τὸν θυροειδῆ ἀδένα τῶν κατοικιδίων και ἀγρίων ζῶων ἂν και δὲν ἐκφράζει ἄμεσον κίνδυνον διὰ τὸν ἄνθρωπον ἐν τούτοις ὁ καθορισμὸς ταύτης συνιστᾷ κριτήριον ἀξιολογοῦ ἐνδιαφέροντος διὰ τὴν ἐκτίμησιν τῆς ὑφισταμένης ραδιομόλυνσεως τοῦ περιβάλλοντος. (Συνεχίζεται)