

Πανόραμα Πυρηνικής Φυσικής στο ΕΜΠ

του Ε. Γαζή*

1. Εισαγωγή

Στις 25 και 26 Μαΐου 1992, έλαβαν χώρα στο ΕΜΠ, οι εργασίες του 3ου Πανελληνίου Συμποσίου Πυρηνικής Φυσικής, στην Αίθουσα Τελετών του κτιρίου διοίκησης της Πολυτεχνειούπολης.

Το συμπόσιο διοργανώθηκε αποκλειστικά από την ομάδα Πυρηνικής Φυσικής του Τομέα Φυσικής του ΕΜΠ με την συμμετοχή των Επικούρων Καθηγητών Ρ. Βλαστού - Ζάννη, Κ. Παπαδόπουλου, Ε. Γαζή, του συνεργάτη Χ. Ραχμανί, του μεταπτυχιακού σπουδαστή Μ. Σέρρη και της Ι. Δεμεσίτσα - Μαυράκου από την Γραμματεία του Τομέα Φυσικής.

Κατά την έναρξη του συμποσίου τους συνέδρους προσφώνησαν οι πρυτανικές αρχές του ιδρύματος, ο πρύτανης Νικόλαος Μαρκάτος και ο αντιπρύτανης Γ. Τσαμασφύρος.

Στο συμπόσιο συμμετείχαν 72 σύνεδροι, συμπεριλαμβανομένων και 25 μεταπτυχιακών σπουδαστών. Τις εργασίες του συμποσίου παρακολούθησαν φοιτητές του ΕΜΠ και του Φυσικού Τμήματος του Πανεπιστημίου της Αθήνας.

Οι σύνεδροι προέρχονταν από το Ερευνητικό Κέντρο ΕΚΕΦΕ «Δημόκριτος», τα Πανεπιστήμια Αθήνας, Θεσσαλονίκης, Ιωαννίνων και Πάτρας και το ΕΜΠ. Ανακοινώθηκαν σαράντα (40) περίπου πειραματικές και θεωρητικές εργασίες σε πέντε συνεδρίες.

2. Αποσπάσματα ομιλιών

Βασικός ομιλητής της πρώτης συνεδρίας, ο Καθηγητής του ΕΜΠ Α. Φίλιππας, ανέπτυξε το θέμα της σχέσης - σύνδεσης μεταξύ πυρηνικής φυσικής χαμηλών ενεργειών και φυσικής υψηλών ενεργειών, που αντιστοιχεί στη μελέτη πυρήνων και στοιχειωδών σωματιδίων, όπως quarks κλπ. Συγκεκριμένα, η διαρκής εξέλιξη της τεχνολογίας, έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση των ενεργειών πρόπτωσης των πυρήνων - δέσμης πάνω σε πυρήνες- στόχους, με επακόλουθο την βαθύτερη διείσδυση στο εσωτερικό του πυρήνα καθώς και την δυνατότητα μελέτης βαρύτερων πυρήνων. Η συνεχής αυτή πορεία έχει σαν αποτέλεσμα την άμεση σύνδεση, αν όχι ενοποίηση στο εγγύς μέλλον των εννοιών της πυρηνικής φυσικής και της φυσικής των στοιχειωδών σωματιδίων.

Ο Καθηγητής του Πανεπιστημίου Αθηνών Ν. Αττωνίου ανέπτυξε την θεωρητική ερμηνεία πειραματι-

κών αποτελεσμάτων που περιλαμβάνουν μοναδικά φαινόμενα εξάρσης της ύλης κατά τη διάρκεια ισχυρών αλληλεπιδράσεων, φαινόμενα που προκύπτουν από υψηλής ενέργειας συγκρούσεις αδρονικών συστημάτων στα οποία έχουμε συγκέντρωση υψηλής πυκνότητας ενέργειας ανά μονάδα όγκου.

Παρόλο που με πρώτη ματιά τα φαινόμενα κατάτμησης (fractal structure) και διασποράς (intermittency) σε πολυ-αδρονικούς συνδυασμούς στο χώρο της ωκύτητας (rapidity) δείχνουν να επικαλύπτονται από το υπόβαθρο των στατιστικών διακυμάνσεων, εντούτοις μια πιο προσεκτική ανάλυση τα ξεχωρίζει και αποκαλύπτει πολλά δεδομένα που μπορούν να περιγράψουν κρίσιμες ιδιότητες σε αντίστοιχα συστήματα έντονης αλληλεπίδρασης, όπως είναι οι συγκρούσεις σχετικιστικών βαρέων ιόντων, ενώ μας δίνει πληροφορίες και για τη φύση της μετάβασης στη φάση quark-αδρονίων.

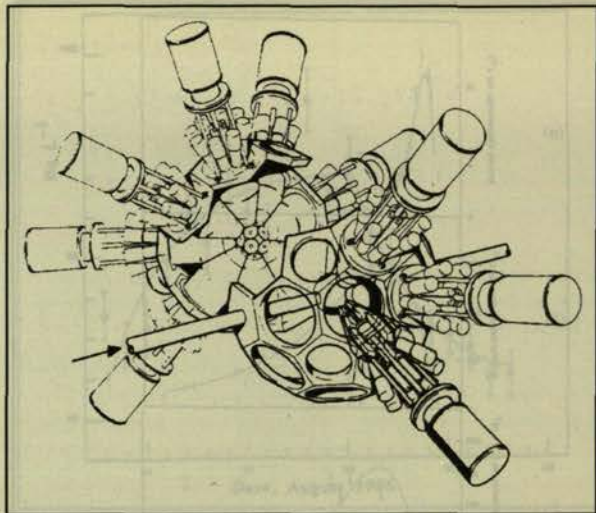
3. Διεθνείς Συνεργασίες

Πολλές από τις εργασίες που ανακοινώθηκαν κατά τη διάρκεια του συμποσίου προέρχονται από Έλληνες επιστήμονες που συμμετέχουν σε διεθνείς συνεργασίες με ερευνητές από άλλα ευρωπαϊκά κράτη, αλλά και από αντίστοιχες ομάδες με συμμετοχή Αμερικανικών και Ιαπωνικών ερευνητικών ινστιτούτων και Πανεπιστημίων.

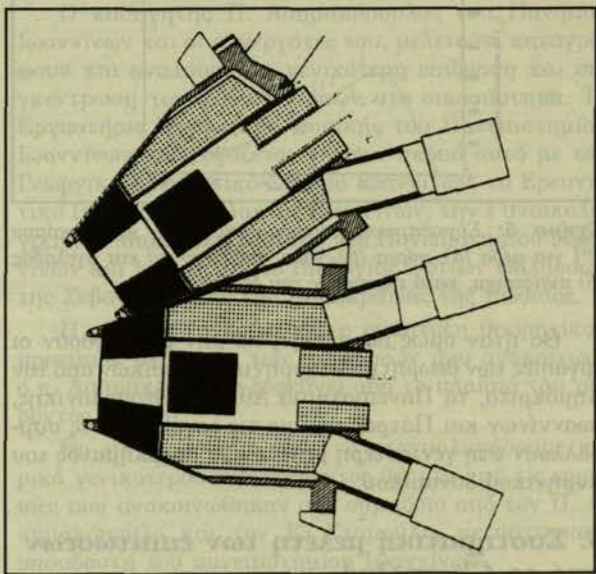
Ο Δρ. Boris Morozov, από τον Διεθνή Οργανισμό Πυρηνικών Ερευνών (JINR) της Dubna (Δημοκρατία της Ρωσσίας), ανέπτυξε το διεθνές πρόγραμμα ερευνητικής μελέτης αντιδράσεων βαρέων ιόντων με σχετικιστικές ταχύτητες. Η ολοκλήρωση της κατασκευής της νέας επιταχυντικής μηχανής Nuclotron με υπεργώγιμους μαγνήτες που θα αντικαταστήσει την πολύ επιτυχημένη αντίστοιχη μηχανή Συγχροφάστρον, θα δώσει νέα ώθηση στο πρόγραμμα μελέτης, όπως τόνισε ο Δρ. Morozov, που στοχεύει στην επίτευξη πολύ υψηλών ενεργειών βομβαρδισμού των βαρέων πυρήνων, με αποτέλεσμα να προσεγγίζονται καταστάσεις της λεγόμενης τέταρτης φάσης της ύλης (πλάσματος αποτελούμενου από στοιχειώδη σωματίδια quarks και φορείς των ισχυρών αλληλεπιδράσεων gluons).

Μια σημαντική διεθνής συνεργασία μελέτης της δομής υπερ-παραμορφωμένων βαρέων πυρήνων ανακοινώθηκε από τον ερευνητή του ΕΚΕΦΕ «Δημόκριτος» Δρα Κ. Κάλφα, πρόγραμμα στο οποίο συμμετέχει και

(*) Ο Ε. Γαζής είναι Επίκουρος Καθηγητής στον Τομέα Φυσικής του Γενικού Τμήματος του ΕΜΠ.



Σχήμα 1: Σφαιρικός ανιχνευτής Γερμανίου ακτίνων γ του εργαστηρίου Daresbury (Μ. Βρετανία).

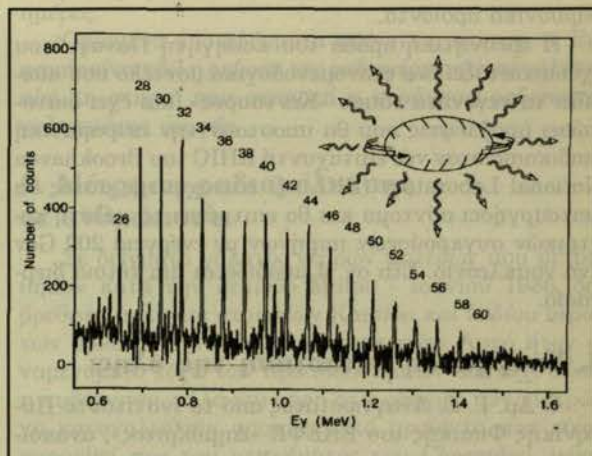


Σχήμα 2: Σύστημα δύο ανιχνευτών Γερμανίου της οσοτιχίας του σχ. 1 μαζί με τους βοηθητικούς ανιχνευτές από κρύσταλλο BGO για απομάκρυνση του υποβάθρου.

η ομάδα πυρηνικής φυσικής του ΕΜΠ (Επ. Καθηγητές Ρ. Βλαστού - Ζάννη, Κ. Παπαδόπουλος, ΕΜΥ Μ. Σέρρης).

Χαρακτηριστικές εικόνες της πειραματικής διατάξεως φαίνονται στα σχήματα 1 και 2, στα οποία αποτυπώνονται οι ανιχνευτές των ακτίνων-γ που καλύπτουν πλήρως την πυρηνική αντίδραση κατά στερεά γωνία 4π, όπως δείχνει η γεωμετρία του δωδεαέδρου. Μια νέα ανιχνευτική διάταξη EUROGAM με 72 συνολικά ανιχνευτές Γερμανίου είναι υπό κατασκευή. Η ελληνική πλευρά έχει αναλάβει την ανάπτυξη ηλεκτρο-

νικών διατάξεων και ειδικών προγραμμάτων λογισμικού.

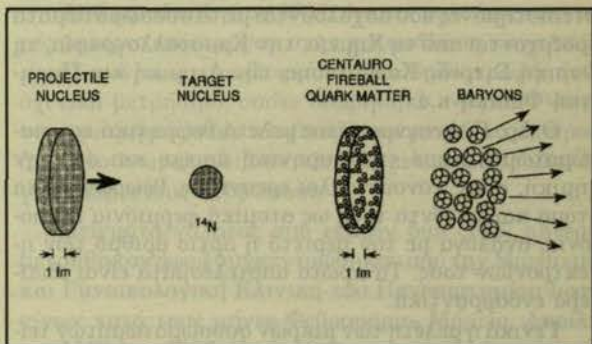


Σχήμα 3: Φάσμα ακτίνων γ του υπερπαραμορφωμένου πυρήνα ^{152}Dy . Στις κορυφές των ακτίνων γ αναγράφονται οι τιμές των ιδιοστροφομών του πυρήνα.

Τα πειράματα θα διεξαχθούν στο Daresbury της Μεγ. Βρετανίας, όπου σε προηγούμενα πειράματα έχουν ήδη ανακαλυφθεί σημαντικά αποτελέσματα που παρατίθενται στο σχ. 3: Οι αριθμοί 26, 28, 30, 32, κλπ. αντιστοιχούν στις τιμές ιδιοστροφομής (spin) του υπερπαραμορφωμένου πυρήνα ^{152}Dy (Δυσπρόσιο - 152) σε διαδοχικές ενεργειακές καταστάσεις.

Αποτελέσματα παρομοίων πειραμάτων στο ίδιο εργαστήριο του Daresbury παρουσίασε και η Επίκουρη Καθηγήτρια του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων Αθηνά Πακού. Στα πειράματα μελετήθηκαν πυρήνες χρωμίου 49 και 50 ($^{49,50}\text{Cr}$).

Τέλος, ο Καθηγητής του Πανεπιστημίου Αθήνας Α. Παναγιώτου αναφέρθηκε στα μηνύματα που λαμβάνονται από τον αστερισμό του Κενταύρου, τα οποία μας δίνουν πληροφορίες για τη συμπεριφορά της ύλης που αποτελείται από πυρόσφαιρες ύλης quark (fireball quark - matter). Πιο συγκεκριμένα, έχουν παρατηρηθεί γεγονότα στα οποία η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία,



Σχήμα 4: Εικονική παράσταση σύγκρουσης πυρήνων με μεγάλη ενέργεια και δημιουργία κατάστασης ύλης πυρόσφαιρας (fireball).

είτε απουσιάζει, είτε είναι ελάχιστη, ενώ δεν εμφανίζονται και κάποια είδη π-μεσονίων. Τα γεγονότα αυτά θεωρούνται ως καταστάσεις ύλης που παράγουν μόνο βαρυονικά προϊόντα.

Η ερευνητική ομάδα του καθηγητή Παναγιώτου έχει αναπτύξει ένα φαινομενολογικό μοντέλο που αποδίδει τα γεγονότα τύπου «Κένταυρος», και έχει διατυπώσει προβλέψεις που θα υποστούν την πειραματική διαδικασία στον νέο επιταχυντή RHIC του Brookhaven National Laboratory (BNL). Ο επιταχυντής αυτός θα λειτουργήσει σύντομα και θα επιτρέψει τη μελέτη κεντρικών συγκρούσεων πυρήνων με ενέργεια 200 Gev ανά νουκλεόνιο. Στο σχ. 4 αποδίδεται μια τέτοια διεργασία.

4. Υπάρχει 5η κατάσταση της ύλης;

Ο Δρ. Γ. Σ. Αναγνωστάτος από το Ινστιτούτο Πυρηνικής Φυσικής του ΕΚΕΦΕ «Δημόκριτος», ανακρίνωσε εργασία του πάνω στα ελαφρά συσσωματώματα (clusters) αλκαλίων. Μια νέα θεωρητική υπόθεση που κυκλοφορεί ευρέως στην διεθνή επιστημονική κοινότητα, θεωρεί τα συσσωματώματα ως 5η κατάσταση της ύλης.

Πιο συγκεκριμένα είναι γνωστό ότι διαφορετικές ιδιότητες παρουσιάζει ο πυρήνας, διαφορετικές το άτομο και διαφορετικές το ίδιο το στοιχείο σε στερεά, υγρή και αερίωδη κατάσταση.

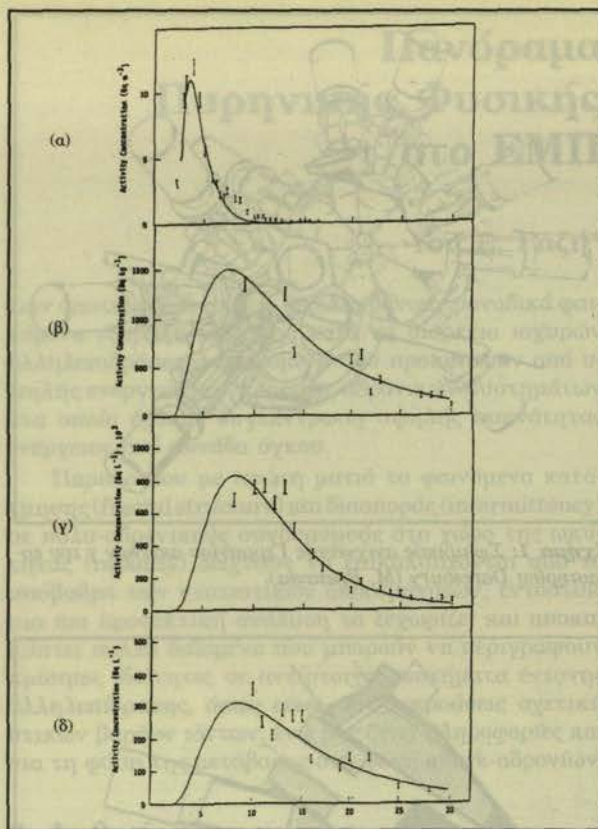
Διακριτά όρια μεταξύ πυρηνικών και ατομικών ιδιοτήτων καθώς και εκείνων του στερεού σώματος δεν υπάρχουν. Δεν είναι σαφές, με άλλα λόγια, πού σταματούν οι πυρηνικές ιδιότητες και πού αρχίζουν οι πλεγματικές κ.ο.κ.

Η άποψη ότι οι ατομικές και μοριακές ιδιότητες αφορούν πληθυσμούς ενός έως και μικρού αριθμού ατόμων δεν ευσταθεί. Τα συσσωματώματα αποτελούνται από δύο άτομα έως και μερικές χιλιάδες απομονωμένα άτομα (ή μόρια) ενός οποιουδήποτε στοιχείου (ή μεγάλου στοιχείου) του περιοδικού συστήματος.

Πέραν της ακαδημαϊκής κοινότητας, οι βιομηχανίες ασχολούνται εντατικά με το ζήτημα λόγω των αναμενόμενων πολλών εφαρμογών, όπως κατάλυση, διάσπρωση επιφανειών, μελέτη σταδίου μεταξύ δύο φάσεων κ.ά. Οι επιστήμονες που ασχολούνται με τα συσσωματώματα προέρχονται από τη Χημεία, την Κρυσταλλογραφία, τη Φυσική Στερεάς Κατάστασης, την Ατομική και Πυρηνική Φυσική κ.ά.

Ο Δρ. Γ. Αναγνωστάτος μελετά θεωρητικά τα συσσωματώματα από την πυρηνική άποψη και όχι την χημική, όπως κάνουν άλλοι ερευνητές, θεωρώντας τα άτομα και τα ιόντα τους ως ατομικά φερμιόνια ή μποζόνια, ανάλογα με τον περιττό ή άρτιο αριθμό των ηλεκτρονίων τους. Τα πρώτα αποτελέσματα είναι ιδιαίτερα ενθαρρυντικά.

Γενικά η μελέτη των μικρών συσσωματωμάτων τείνει να δημιουργήσει μια νέα φυσική των ολίγων και των πολλών, αλλά όχι των πάρα πολλών σωματιδίων, με οριακές περιπτώσεις την ατομική και πυρηνική φυσική, όπως και τη φυσική των συσσωματωμάτων.



Σχήμα 5: Συγκέντρωση ραδιενέργειας λόγω του ισότοπου ¹³¹I για αέρα (α), χόρτα (β), γάλα προβάτων (γ) και αγελάδας (δ) αντίστοιχα, κατά τις ημέρες του Μαΐου 1986.

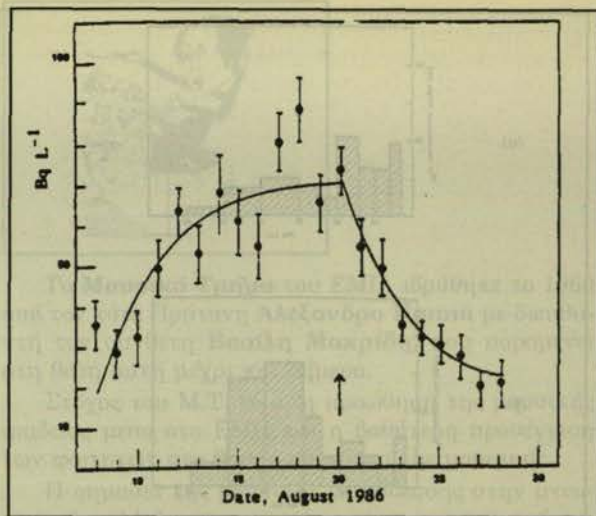
Θα ήταν όμως παράλειψη να μην αναφερθούν οι εργασίες των θεωρητικών πυρηνικών φυσικών από τον Δημόκριτο, τα Πανεπιστήμια Αθήνας, Θεσσαλονίκης, Ιωαννίνων και Πάτρας που με τις εργασίες τους συμβάλλουν στη γενικότερη μελέτη του προβλήματος του πυρηνικού δυναμικού.

5. Συστηματική μελέτη των επιπτώσεων από το Chernobyl.

Οι τραγικές μέρες του Μαΐου του 1986, με το ατύχημα του Chernobyl, σημάδεψαν και επιστημονικά την πυρηνική φυσική, πέρα από τις άμεσες ραδιολογικές, βιολογικές, ψυχολογικές, κοινωνικές, οικονομικές και πολιτικές επιπτώσεις, όχι μόνο στην άμεση γειτονιά του ατυχήματος αλλά σε πολύ ευρύτερες περιοχές πέραν της ευρωπαϊκής ηπείρου.

Η επιστράτευση των ελλήνων πυρηνικών φυσικών από τις ημέρες εκείνες έως και σήμερα δεν σταμάτησε: διαρκής είναι η επεξεργασία των αποτελεσμάτων ελέγχου και καταμετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν το πρώτο διάστημα.

Πολλά εργαστήρια πυρηνικής φυσικής σε πολλά μέρη της χώρας μας συνεχίζουν συστηματικά την μελέτη και ανάλυση των δειγμάτων, παρέχοντας πιο ασφαλή και ευτυχώς πιο αισιόδοξα αποτελέσματα.



Σχήμα 6: Συγκέντρωση ραδιενέργειας στο γάλα προβάτου, λόγω χορήγησης μολυσμένης τροφής από ισότοπα ¹³⁷Cs και ¹³⁴Cs. Στις 20 Αυγούστου 1986 η τροφή των ζώων ήταν καθαρή.

Ο καθηγητής Π. Ασημακόπουλος του Παν/μίου Ιωαννίνων και οι συνεργάτες του, μελετούν, καταγράφουν και αναλύουν τη γενικότερη επίδραση και συγκέντρωση των ραδιοισοτόπων στο οικοσύστημα. Το Εργαστήριο Πυρηνικής Φυσικής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, συνεργάζεται για τον σκοπό αυτό με τον Γεωργικό Ερευνητικό Σταθμό Ιωαννίνων, το Ερευνητικό Ινστιτούτο Γάλακτος Ιωαννίνων, την Γυναικολογική και Μαιευτική Κλινική του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων και το Ινστιτούτο Βιολογίας Νοτίων Θαλασσών της Σεβαστούπολης της Δημοκρατίας της Ρωσίας.

Η μέθοδος εργασίας και η ανάπτυξη θεωρητικού προτύπου ανάλυσης των μετρήσεων που ανακοίνωσε ο κ. Ασημακόπουλος ξεφεύγει από τα πλαίσια του παρόντος άρθρου.

Θα επιχειρήσουμε όμως να σταχυολογήσουμε μερικά γενικότερου ενδιαφέροντος θέματα από τις εργασίες που ανακοινώθηκαν στο συμπόσιο από τον Π. Ασημακόπουλο και τον Κ. Σταμούλη, μεταπτυχιακό σπουδαστή του πανεπιστημίου Ιωαννίνων.

Μελετήθηκε συστηματικά η συγκέντρωση του ραδιοισοτόπου ¹³¹I (Ιωδίου -131) στον αέρα, τα χόρτα και το γάλα, από τον Μάιο του 1986 μέχρι σήμερα.

Μετρήθηκαν και προσδιορίστηκαν πειραματικά και με μεγάλη ακρίβεια οι συγκεντρώσεις ραδιοισοτόπων στον αέρα, το γάλα, το κρέας των ζώων και κατ' επέκταση στον άνθρωπο.

Στο σχ. 5 είναι χαρακτηριστική η πτώση της ραδιενέργειας του στοιχείου ¹³¹I έως το τέλος Μαΐου 1986, η οποία στις αρχές του μήνα είχε εμφανίσει υψηλές τιμές 10 Bq/m³ (Becquerel ανά κυβικό μέτρο) στην ατμόσφαιρα (4 Μαΐου -86), 1500 Bq/kgf στα χόρτα (7 Μαΐου -86), 800 Bq/l (ανά λίτρο) στο γάλα προβάτου και 300 Bq/l στο γάλα αγελάδας.

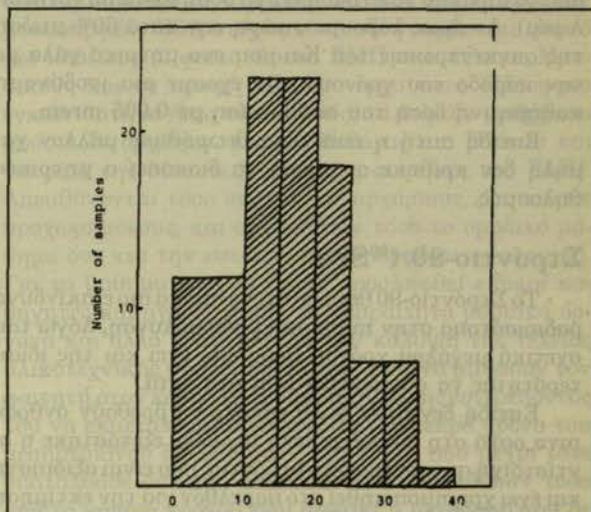
Πέραν αυτών μελετήθηκαν οι επιδράσεις των ραδιενεργών στοιχείων Καισίου 137 και 134 (¹³⁷Cs, ¹³⁴Cs)

με την χορήγηση μολυσμένης τροφής για 20 ημέρες σε απομονωμένο αριθμό προβάτων και συστηματική παρακολούθηση και καταμέτρηση για τις επόμενες 15 ημέρες.

Ορισμένα αποτελέσματα φαίνονται στο σχ. 6. Εμφανής είναι εδώ η μείωση της ραδιενέργειας του γάλατος από τη στιγμή που σταματά η χορήγηση ραδιενεργά μολυσμένης τροφής.

6. Μέτρηση ραδιομόλυνσης σε ανθρώπους

Σε δείγματα γάλατος νεαρών μητέρων που μετρήθηκαν κατά την περίοδο Μαΐου - Ιουνίου 1986, δεν βρέθηκε μόλυνση στοιχείων Καισίου και Ιωδίου πέραν των ορίων ανίχνευσης των συσκευών. Αυτό ήταν αναμενόμενο λόγω των προειδοποιήσεων που είχε δώσει η κυβέρνηση, αλλά και χάρη στις οδηγίες των γιατρών να καταναλωθούν αποκλειστικά προϊόντα που είχαν παραχθεί προ του ατυχήματος του Chernobyl, μέχρι το τέλος του 1986.



Σχήμα 7: Συγκέντρωση ραδιενέργειας λόγω ¹³⁷Cs και ¹³⁴Cs στο μητρικό γάλα.

Από την άνοιξη του 1987, έγκυες γυναίκες και νεαρές μητέρες επέστρεψαν στην κατανάλωση κανονικών προϊόντων, ενώ το ραδιοκαίσιο στα είδη διατροφής ήταν σχετικά μετρήσιμο, οπότε θεωρήθηκε αναγκαίο να γίνουν μετρήσεις στον πληθυσμό, προκειμένου να προσδιοριστούν ανάλογοι συντελεστές μεταφοράς ραδιενέργειας και στους ανθρώπους.

Δείγματα γάλατος από εκατόν δύο (102) μητέρες μετρήθηκαν αφού συγκεντρώθηκαν από την Μαιευτική και Γυναικολογική Κλινική του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων κατά τους μήνες Φεβρουάριο, Μάρτιο, Απρίλιο και Μάιο του 1987. Η ηλικία των μητέρων ήταν μεταξύ δεκαέξι και τριάντα πέντε χρόνων. Η δειγματοληψία του γάλατος έγινε με μέση συχνότητα 3-6 ημερών από την ημέρα του τοκετού. Συμπληρώθηκε ειδικό ερωτη-

ματολόγιο με στοιχεία που αφορούσαν την ηλικία, καταγωγή, εκπαίδευση, κοινωνική θέση και ιδίως την διατροφή της μητέρας τους τρεις τελευταίους μήνες της εγκυμοσύνης.

Τα συνολικά αποτελέσματα και για τα δύο στοιχεία (^{137}Cs και ^{134}Cs) φαίνονται στο ιστόγραμμα του σχήματος 7, όπου σημαντικός αριθμός δειγμάτων μητρικού γάλατος ξεπερνά τα 10 Bq/l. Έγινε προσπάθεια να βρεθεί η σχέση μεταξύ επιπέδου ραδιομόλυνσης του μητρικού γάλατος και της αντίστοιχης διατροφής των μητέρων.

Με πολύπλοκη ανάλυση ο συντελεστής μεταφοράς προσδιορίστηκε στην τιμή:

$$f_m = 0.06 \pm 0.03 \text{ ημέρες/l-γάλατος μητέρας}$$

ενώ από τα προηγούμενα αποτελέσματα οι αντίστοιχες τιμές του συντελεστή για το γάλα προβάτου και αγελάδας βρέθηκαν:

$$f_m = 0,058 \pm 0,007 \text{ ημέρες/l-γάλατος προβάτου}$$

$$\text{και } f_m = 0,079 \pm 0,019 \text{ ημέρες/l-γάλατος αγελάδας}$$

Οι μετρήσεις κατέληξαν ότι στην αρχή του θηλασμού κάθε παιδί έπαιρνε καθημερινά κατά μέσον όρο από το μητρικό γάλα ραδιενεργή δόση 0.012 mrem (μιλιλίρεμ). Αν όμως λάβουμε υπόψη την κατά 60% πτώση της συγκέντρωσης του Καισίου στο μητρικό γάλα με την πάροδο του χρόνου, τότε έχουμε μια ισοδύναμη καθημερινή δόση του παιδιού ίση με 0.005 mrem.

Επειδή αυτή η ποσότητα θεωρήθηκε μάλλον χαμηλή δεν κρίθηκε αναγκαίο να διακοπεί ο μητρικός θηλασμός.

Στρόντιο-90 (^{90}Sr .)

Το Στρόντιο-90 θεωρείται ένα από τα πιο επικίνδυνα ραδιοϊσότοπα στην πυρηνική ραδιομόλυνση, λόγω του σχετικά μεγάλου χρόνου ζωής που έχει και της ιδιαιτερότητας να συγκεντρώνεται στα οστά.

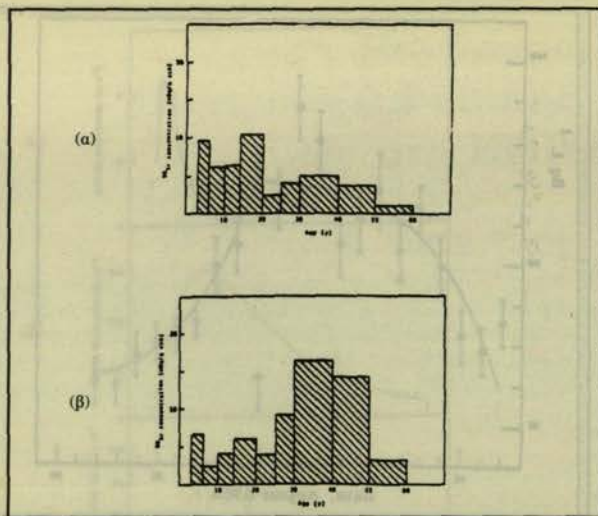
Επειδή δεν ήταν πολύ εύκολο να βρεθούν ανθρώπινα οστά στη συγκεκριμένη περίοδο, εξετάστηκε η αντίστοιχη συγκέντρωση στα δόντια, που είναι αξιόπιστη και έχει χρησιμοποιηθεί στο παρελθόν για την εκτίμηση της ολόσωσης δόσης ^{90}Sr .

Στην συγκεκριμένη έρευνα το εργαστήριο Πυρηνικής Φυσικής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων συγκέντρωσε και μελέτησε ανθρώπινα δόντια από την Νότια Ουκρανία, σε απόσταση περίπου 1500 km από τον τόπο του ατυχήματος.

Μετρήθηκε η συγκέντρωση του ^{90}Sr και υπολογίστηκαν τα διάφορα επίπεδα ραδιομόλυνσης ανά ομάδες ηλικιών, φύλου κλπ., οπότε προσδιορίστηκαν και οι σχετικοί συντελεστές απορρόφησης.

Η έρευνα έγινε από τον Οκτώβριο του 1990 έως τον Μάιο του 1991: συγκεντρώθηκαν 1000 δόντια ανθρώπων διαφόρων ηλικιών, από την κεντρική παιδοδοντιατρική κλινική της Σεβαστούπολης και άλλων περιφερειακών κλινικών, τα οποία διαχωρίστηκαν σε δεκαοκτώ κατηγορίες ανάλογα με την ηλικία και το φύλο του ανθρώπου.

Τα αποτελέσματα φαίνονται στο σχήμα 8, σε δύο ιστογράμματα για άνδρες και γυναίκες, διαφόρων ηλικιών.



Σχήμα 8: Συγκέντρωση ραδιενέργειας από το ισότοπο ^{90}Sr σε άνδρες (β) και γυναίκες (α) της περιοχής Σεβαστουπόλεως της Δ.Π. της Ρωσίας.

Παρατηρούνται τα εξής:

- α) Οι συγκεντρώσεις ^{90}Sr στα δόντια κοριτσιών παιδικής και εφηβικής ηλικίας είναι διπλάσιες ή τριπλάσιες μερικές φορές από τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις των αγοριών. Αυτό πιθανόν να οφείλεται στη διαφορετική προτίμηση διατροφής που ακολουθούν τα δύο φύλα.
- β) Δύο μέγιστα συγκεντρώσεως ραδιοϊσοτόπου των δοντιών που παρατηρούνται και για τα δύο φύλα αντιστοιχούν στις ηλικίες των 4-6 χρόνων και 10-19 χρόνων. Τα παιδιά αυτά το 1986 ήταν τα μεν πρώτα μωρά που ανέπτυσαν τα προσωρινά δόντια, και τα δεύτερα στην ηλικία των 5-14 χρόνων που ανέπτυσαν την μόνιμη οδοντοφυΐα.
- γ) Μια έξαρση συγκεντρώσεως ραδιοϊσοτόπου εμφανίζεται στον ανδρικό πληθυσμό για τις ηλικίες 20-40 χρόνων ακόμα και 40-50 χρόνων. Μια πιθανή εξήγηση αυτού του φαινομένου για τις συγκεκριμένες ηλικίες, είναι ότι σημαντικός αριθμός ανδρών αυτής της περιοχής μετακινήθηκε είτε σαν στρατιωτικό, είτε σαν πολιτικό προσωπικό εταιρειών στον τόπο του ατυχήματος και εργάστηκε στις επιχειρήσεις καθαρισμού της περιοχής, σε μια ζώνη ακτίνας 30 km γύρω από τον πυρηνικό σταθμό. Τελειώνοντας, εκ μέρους της οργανωτικής επιτροπής του 3ου Πανελληνίου Συμποσίου Πυρηνικής Φυσικής και των συνεργατών που συμμετείχαν σ' αυτήν, να ευχαριστήσω θερμά την Πρυτανεία του ΕΜΠ για την αμέριστη ηθική και οικονομική συμπαράσταση, το Γραφείο Δημοσίων Σχέσεων του ΕΜΠ και την Τεχνική Υπηρεσία του ΕΜΠ ιδίως την κ. Ειρήνη Αθανασιάδου. Επίσης ευχαριστούμε την Γενική Γραμματεία Έρευνας και Τεχνολογίας και το Υπουργείο Παιδείας για την οικονομική τους υποστήριξη. Το επόμενο 4ο Πανελλήνιο Συμπόσιο Πυρηνικής Φυσικής θα γίνει το 1993 στο Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.