

ΠΑΝΗΓΥΡΙΚΗ ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 29^{ΗΣ} ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΥ 1994

ΠΡΟΕΔΡΙΑ ΘΕΜΙΣΤΟΚΛΗΣ ΔΙΑΝΝΕΛΙΔΗ

ΕΛΠΙΔΕΣ ΚΑΙ ΦΟΒΟΙ ΑΠΟ ΤΗ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ
ΚΑΙ ΤΗΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ

ΟΜΙΛΙΑ ΤΟΥ ΠΡΟΕΔΡΟΥ ΤΗΣ ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ ΘΕΜΙΣΤΟΚΛΗΣ ΔΙΑΝΝΕΛΙΔΗ

Ἡ γνώση τοῦ ἐπιστητοῦ στήν ἀρχαία Ἑλλάδα βασίσθηκε στήν παρατήρηση, στοῦ διαλογισμοῦ καί τήν κρίση. Τò πνεῦμα τῶν σοφῶν τῆς ἀρχαίας Ἑλλάδος παρ' ὅλη τήν ἔλλειψη τεχνικῶν μέσων, προκειμένου γιά τίς θετικῆς ἐπιστῆμες, προώθησε τή γνώση καί τήν ἐπιστημονική σκέψη σέ τέτοιο ἐπίπεδο καί πληρότητα, ὥστε σήμερα, ἀναζητώντας ὁ,τιδήποτε, βρίσκουμε στοιχεῖα στή σκέψη τῶν ἀρχαίων σοφῶν. Ἀρκεῖ νά θυμηθοῦμε τὸν Δημόκριτο καί τή σημερινή ἀτομική - πυρηνική φυσική, τὸν Ἱπποκράτη καί τή σύγχρονη ἱατρική, τὸν Ἀριστοτέλη, τὸν Ἐμπεδοκλή, τὸν Ἀναξίμανδρο καί ἄλλους σέ θέματα βιολογίας.

Ἡ πρόοδος τῆς ἔρευνας στίς νεώτερες ἐποχές, σέ συνδυασμὸ μὲ τήν ἐφευρετική ἀνάπτυξη τεχνικῶν μέσων, ὁδήγησε στήν ἀποκάλυψη πολλῶν μυστικῶν ποὺ κρύβει ἡ ὕλη, εἴτε αὐτὴ εἶναι ἀνόργανη νεκρὴ φύση, εἴτε εἶναι ὕλη, ποὺ ἐκδηλώνει τὸ φαινόμενο τῆς ζωῆς. Ἡ δεύτερη ἔχει πολὺπλευρα καί πολυσύνθετα μυστικά, ποὺ ἐξασφαλίζουν τή διατήρηση καί τή συνέχιση τῆς ζωῆς καί τήν ἐξέλιξη τῶν ζώντων ὁργανισμῶν.

Ἡ πρόοδος τῆς ἔρευνας ἔφθασε σέ σημεῖο, ὥστε ὁ ἄνθρωπος νά μπορεῖ σήμερα νά ἐλευθερώνει δυνάμεις, ποὺ ἐγκλείει ἡ ἀνόργανη ὕλη —ἔτσι φθάσαμε στήν πυρηνική ἐνέργεια— καί νά ἀποκαλύπτει μηχανι-

σμούς, πού ἐξελίσσονται μέσα στὴ ζώσα ὕλη καὶ καταλήγουν στὴ διαμόρφωση ἑνὸς ζῶντος ὀργανισμοῦ καὶ τὶς λειτουργικὲς δραστηριότητές του. Ἡ θαυμαστὴ αὐτὴ πρόοδος ὠθεῖ τὸν ἄνθρωπο νὰ ἐπεμβαίνει στὰ μυστικὰ τοῦ ζῶντος ὀργανισμοῦ.

Ἀπ' ἐδῶ καὶ πέρα ἀρχίζουν προβλήματα, ἀπὸ τὴν ἐξέλιξη δὲ αὐτῶν προκύπτουν ζητήματα, πού μπορεῖ νὰ ἔχουν δυσάρεστες μέχρι καὶ καταστρεπτικὲς συνέπειες γιὰ τὴν ἀνθρωπότητα. Αὐτὸ τὸ γνωρίζουμε ὅλοι ἀπὸ τὴν πρώτη ἀκόμη ἐφαρμογὴ τῆς πυρηνικῆς ἐνέργειας κατὰ τὸν τελευταῖο παγκόσμιον πόλεμο, μὲ τὶς πυρηνικὲς βόμβες πού ρίχτηκαν στὴν Ἰαπωνία (Χιροσίμα-Ναγκασάκι).

Οἱ ἀποκαλύψεις τῶν μυστικῶν τῆς ζωῆς ὕλης μᾶς ἐφοδίασαν μὲ γνώσεις - στὶς ὁποῖες καὶ θὰ ἀναφερθῶ. Γνώσεις πού ἐφαρμόζονται σὲ ἐπιδιώξεις ὠφελιμιστικῆς. Εἴτε αὐτὲς ἀνάγονται στὴν ἐπιτυχία τρόπων ἐξασφαλίσεως προϊόντων διατροφῆς τοῦ ἀνθρώπου, εἴτε στὴν ἀντιμετώπιση μειονεκτικῶν καταστάσεων τοῦ ἀνθρωπίνου ὀργανισμοῦ ἢ παθήσεών του. Οἱ ἐπιδιώξεις αὐτὲς ὁδήγησαν στὴν ἀνάπτυξη μεθοδολογίας καὶ ἐρευνῶν, τῶν ὁποίων ὅμως τὰ ἀποτελέσματα δὲν εἶναι πάντοτε ἀσφαλῶς προβλέψιμα. Ἔτσι ἐτέθη θέμα ἠθικῆς τάξεως γιὰ ἐπισφαλεῖς ἐρευνες, πού ἐπέβαλε τὴ θέσπιση ἑνὸς *moratorium* γιὰ τὴν τήρηση κανόνων σὲ ὀρισμένους τομεῖς βιολογικῆς ἐρεύνης καὶ συγκεκριμένα στὸν κλάδο, πού ὀνομάζεται «γενετικὴ μηχανικὴ». Αὐτὴ ἀκριβῶς ἡ γενετικὴ μηχανικὴ εἶναι πού δημιουργεῖ φόβους. Τοῦτο εἶναι κατανοητό: ὑπὸ τὸν ὄρο γενετικὴ μηχανικὴ νοεῖται ἡ ἀνησυχητικὴ δυνατότητα, πού ἔχει ὁ ἄνθρωπος νὰ ἐπεμβαίνει στὴν κληρονομικὴ του οὐσία, στὰ κληρονομικὰ του στοιχεῖα, τὰ γονίδιά του, γιὰ νὰ ἐπιτύχει μόνιμες, διαρκεῖς τροποποιήσεις τῶν κληρονομικῶν του ἰδιοτήτων, εἴτε αὐτὲς εἶναι μορφολογικὰ γνωρίσματα, εἴτε λειτουργικὲς ιδιότητες. Τὰ γονίδια εἶναι μονάδες τῆς κληρονομικῆς οὐσίας. Αὐτὰ σὲ γραμμικὴ διάταξη σχηματίζουν τὰ χρωματοσώματα τοῦ πυρῆνος τοῦ κυττάρου. Τὰ γονίδια εἶναι μόρια μιᾶς οὐσίας πού εἶναι ἡ γνωστὴ DNA, ἡ ὁποία κατωρθώθη ν' ἀπομονωθεῖ καὶ νὰ διατηρηθεῖ *in vitro* (στὸ δοκιμαστικὸ σωλήνα). Κάθε γονίδιο εἶναι φορεὺς μιᾶς πληροφορίας, ἡ ὁποία μὲ τὴ μεσολάβηση ἑνὸς κώδικος (γε-

νετικός κώδιξ), οδηγεί στη σύνθεση μέσα στο κύτταρο μιᾶς ειδικῆς πρωτεΐνης, ἐκάστοτε, τῆς ὁποίας ἡ παρουσία ρυθμίζει τὴν ὑπαρξὴ ἐνὸς γνωρίσματος τοῦ ὁργανισμοῦ.

Οἱ ἀνησυχίες γιὰ ἀπρόβλεπτα ἀποτελέσματα ἐκ τῶν ἐπεμβάσεων αὐτῶν διεγείρουν τὸ εὐρὸ κοινὸ καὶ ἐκδηλώνονται μὲ διάφορα δημοσιεύματα, πὺν ἐγγίζουσιν πολλὰς φορὲς τὰ ὅρια τῆς ἄκρας φαντασίας. Ἔτσι διαβάζουμε σὲ ἐφημερίδες ἢ μὴ ἐπιστημονικὰ περιοδικὰ ἢ σὲ μυθιστορηματικὰ ἀναγνώσματα, γιὰ τὴ δημιουργία στὸ προσεχὲς μέλλον ὑπερανθρώπων ἢ τερατωδῶν ὄντων τύπου *Frankenstein*. Δηλαδή ἀφ' ἐνὸς προσδοκίῃς γιὰ ἀνώτερες μορφὲς καὶ ἀφ' ἑτέρου ἀνησυχίῃς τρομακτικῆς.

Ἡ ἰδέα ὅτι θὰ μπορούσε κανεὶς νὰ ἐπέμβῃ μία ἡμέρα ἀπ' εὐθείας στὴν πατρικὴ κληρονομιά τοῦ ἀνθρώπου γιὰ νὰ διορθώσει ἐλαττώματα ἢ γιὰ νὰ τὴν τροποποιήσει, εἶναι ἐξαιρετικὸ θέμα, τὸ ὁποῖο ὁ καθένας, κατὰ τὸν τρόπο τοῦ ἐπεκτείνει σὲ ἀθροιστικὸς κοινωνιο-πολιτικὸς σκοποὺς, ὅπως ἡ εὐγονική, δηλ. σκοποὺς γιὰ τὴ βελτίωση τοῦ ποιοῦ τῶν ἀνθρώπων (ἐδῶ ἀντιδιαστολὴ ἀπὸ τὸ ἔργον τῶν Ἑταιρειῶν εὐγονικῆς καὶ κοινωνικῶν ὁργανώσεων).

Σήμερα διαθέτουμε τεχνικὲς πὺν ἐπιτρέπουν τὴν ἐπέμβαση στὴν κληρονομικὴ οὐσία τῶν ὁργανισμῶν. Στὴν πραγματικότητά αὐτὸ πὺν μπορεῖ νὰ γίνῃ σήμερα, χάρις σ' αὐτὲς τὲς τεχνικὲς, εἶναι ν' ἀπομονωθοῦν γονίδια ὁργανισμῶν, νὰ μελετηθεῖ ἡ δομὴ των καὶ νὰ τὰ κάμουν νὰ δράσουν μέσα σὲ βακτήρια ἢ ἄλλους μικροοργανισμοὺς ἢ ἰοὺς, στοὺς ὁποίους τὰ εἰσάγουν. Καθ' αὐτὸ τίποτε τὸ πολὺ ἀνησυχητικόν. Βεβαίως δοκιμάζεται καὶ ἡ εἰσαγωγὴ ἀπομονωθέντων γονιδίων σὲ κύτταρα ἀνωτέρων ὁργανισμῶν πὺν καλλιεργοῦνται *in vitro* σὲ θρεπτικὰ διαλύματα.

Ἀπὸ ἐτῶν διατίθενται ἐπίσης τεχνικὲς πὺν ἐπιτρέπουν τὴν μίξιον στὸ δοκιμαστικὸ σωλήνα μορίων DNA διαφοροτάτων ὁργανισμῶν, δηλ. τεχνητὴ ἔνωση γονιδίων πὺν ἀνήκουν σὲ μὴ συγγενῇ εἶδη, π.χ. ἀνθρώπου καὶ βακτηρίου. Ἐπιτυγχάνεται δηλ. ἡ εἰσαγωγὴ γονιδίου ἐνὸς ὁργανισμοῦ στὸ DNA ἄλλου ὁργανισμοῦ. Αὐτὸ προμηθεύει στοὺς ἐρευνητὲς ἕνα τρόπο, ἕνα μέσο, γιὰ τὴ δημιουργία χρωματοσωμάτων, πὺν συνδυάζουν τὰ γονίδια δύο ὁργανισμῶν διαφόρου εἶδους, δηλ. δημιουργία χρωματο-

σώμων υβριδίων. Π.χ. εισαγωγή στο βακτήριο *Escherichia coli* γονιδίων σταφυλοκόκκου, δροσοφύλης (ξυδόμυγας), βατράχου, κουνελιού και άρουραίου.

Ένα DNA σε δοκιμαστικό σωλήνα δεν παράγει έναν ζωντανό οργανισμό. Το μόριο του DNA μπορεί να περιέχει μία πληροφορία για την έκδήλωση ενός γνωρίσματος ενός οργανισμού, αλλά δεν είναι, παρά ένα μακρὸ ἀδρανὲς μόριο, ἀνίκανο μόνο του νὰ ἐκδηλώσει τὴν πληροφορία πὺν περιέχει. Γιὰ νὰ ἐκδηλωθεῖ τὸ DNA, ἔχει ἀνάγκη νὰ βρίσκεται σὲ κατάλληλο περιβάλλον, πὺν δὲν τὸ βρίσκει παρὰ μέσα στὸ ζωντανὸ κύτταρο. Ἐξω ἀπὸ τὸ κύτταρο εἶναι ἀδρανὲς, ὅπως μία ταινία μαγνητοφώνου. Τὸ μαγνητόφωνο εἶναι πὺν ἐπιτρέπει τὴν ἐκδήλωση τῆς μουσικῆς, πὺν εἶναι γραμμένη στὴν ταινία. Ἐτσι τὸ κύτταρο ἐπιτρέπει τὴν ἐκδήλωση τῶν γενετικῶν πληροφοριῶν, πὺν περιέχονται στὸ DNA.

Τὰ τμήματα DNA πὺν γνωρίζουν νὰ χειρισθοῦν οἱ ἐρευνητὲς εἶναι μικρά, περιέχουν τὸ πολὺ μερικὰ γονίδια. Τὰ δὲ γονίδια στὸ κύτταρο ἑνὸς οργανισμοῦ εἶναι πάρα πολλά. Ὁ ἀριθμὸς σὲ κανένα εἶδος δὲν εἶναι γνωστὸς μὲ ἀκρίβεια. Ἐτσι ἀναφέρονται 56 γονίδια γιὰ τὸν βακτηριοφάγο T (ἶος βακτηρίων). Γιὰ τὸν ἄνθρωπο ὑπελογίσθησαν μέχρι 5 ἑκατομμύρια, ἀριθμὸς θεωρούμενος ὑπερβολικὸς, ἐνῶ κατὰ τὸν κορυφαῖον γενετιστὴν Th. Dobzansky πρέπει λογικὴ ἐκτίμηση νὰ θεωρηθεῖ ὁ ἀριθμὸς τῶν 100.000 διαφορετικῶν γονιδίων στὸ κύτταρο τοῦ ἀνθρώπου.

Εἶναι φανερό, ὅτι τέτοιοι γενετικοὶ χειρισμοὶ ἔχουν μεγάλο ἐνδιαφέρον, ἀφοῦ ἀποβλέπουν στὴν ἀποφυγὴ κληρονομικῶν ἐλαττωμάτων, πὺν καθιστοῦν μερικὰ ἄτομα βαριὰ ἀνάπηρα μὲ μικρὰ περιθώρια ζωῆς. Μία τέτοια περίπτωση εἶναι οἱ αἱματολογικὲς παθήσεις, πὺν συνδέονται μὲ μειονεκτήματα στὴ σύνθεση τῆς αἰμοσφαιρίνης, ὅπως ἡ θαλασσαιμία (ἄλλως μεσογειακὴ ἀναιμία). Πάθηση πὺν ἐμφανίζουν ἄτομα χωρῶν πέριξ τῆς Μεσογείου θαλάσσης. Ἐπίσης ἡ δρεπανοκύτωση, (ἡ παρουσία στὸ αἷμα ἐρυθρῶν αἰμοσφαιρίων δρεπανοειδοῦς μορφῆς), πὺν θίγει μεγάλο ἀριθμὸ κατοίκων τῆς Μαύρης Ἀφρικῆς. Οἱ παθήσεις αὐτὲς ἀφοροῦν σὲ μεγάλο ἀριθμὸ ἀτόμων.

Τὸ αἱματικὸ σύστημα προσφέρεται γιὰ ἐνδεχόμενες μεταμοσχεύσεις

γονιδίων. Ἡ πρώτη θεραπευτική προσπάθεια αιματολογικῆς παθήσεως μὲ χρήση γενετικῶν χειρισμῶν ἀνηγγέλθη τὸ 1980, ἀλλὰ ἡ γνωστοποίησή της ἔγινε κατὰ ἀνορθόδοξο ἐπιστημονικῶς τρόπο. Οἱ *Los Angeles Times* ἐδημοσίευσαν τὴν πληροφορία, ὅτι ὁ Δόκτωρ *M.J. Cline* ἐπεδίωξε νὰ θεραπεύσει τὴ μεσογειακὴ ἀναιμία σὲ δύο πάσχουσες, μία Ἰσραηλινὴ 21 ἐτῶν καὶ μία Ἰταλίδα 16 ἐτῶν. Τὸ ἀποτέλεσμα μέχρι τὴ στιγμή πού ἀνεκοινώθη τὸ πείραμα ἔμεινε ἀβέβαιο, ἐπειδὴ δὲ δὲν εἶχε δημοσιευθεῖ ἐπιστημονικὴ ἐργασία, δὲν ἦταν φρόνιμη ἡ ἀποδοχὴ μιᾶς τέτοιας ἀνακοινώσεως.

Ἡ μεσογειακὴ ἀναιμία ὡς γνωστὸν ὀφείλεται σὲ μειονεκτικὰ γονίδια μὲ συνέπεια τὴν παραγωγὴ ἐρυθρῶν αἰμοσφαιρίων ἀνικάνων νὰ δράσουν ὡς μεταφορεῖς ὀξυγόνου. Ὁ πειραματισμὸς τοῦ *Cline* συνίστατο στὴν ἀπομόνωση στελεχῶν σειρᾶς ἐρυθροποιητικῶν κυττάρων καὶ τὴ διατήρησή των σὲ καλλιέργεια *in vitro*. Κατόπιν μετατροπὴ αὐτῶν μὲ εἰσαγωγὴ σ' αὐτὰ ἐνὸς ξένου DNA, φορέως «κανονικῶν» γονιδίων καὶ τέλος ἐπανεισαγωγὴ τῶν ἐρυθροκυττάρων στὸ ἄτομο δότη. Αὐτὰ δὲ τὰ τροποποιημένα καὶ ἐπανεισαχθέντα κύτταρα ἔπρεπε νὰ ἀναπαράγονται σταθερὰ μέσα στὸ ἄτομο δότη καὶ νὰ διατηροῦν τὴ δράση τοῦ νέου γονιδίου.

Ὅπως ἀνέφερα στὴν ἀρχὴ τῆς ὁμιλίας μου, τὰ βιολογικὰ αὐτὰ πειράματα γενετικῶν χειρισμῶν δὲν εἶναι ἀπηλλαγμένα κινδύνων. Συσχετιζόμενες οἱ προαναφερθεῖσες δοκιμὲς μὲ πειράματα πού δεικνύουν, ὅτι γονίδια μεταφυτευόμενα μέσω βακτηρίων ἐνσωματώνονται στὰ χρωματόσωμα κυττάρων τῶν ζενιστῶν, τίθεται τὸ ἐρώτημα, ἂν ἡ εἰσαγωγὴ νέων γονιδίων δὲν θὰ προκαλοῦσε διατάραξη μεταξὺ τῶν σχέσεων τῶν γονιδίων κατὰ τὴ δράση των, τὰ γονίδια δὲν εἶναι πλήρως αὐτόνομα, ἀλλοεπηρεάζονται, ὥστε νὰ προκύπτουν κύτταρα δυναμικῶς κακοήθη. Τοῦτο θὰ ἐμείωνε τὸ θεραπευτικὸ ἐνδιαφέρον τοῦ πειραματισμοῦ τοῦ *Cline*. Ἐν συνεχείᾳ ὁ πειραματισμὸς διήγειρε προβλήματα ἱατρικῆς ἠθικῆς, πού ὑποχρέωσαν τὸν *Cline* νὰ ἀποκαλύψει τοὺς πειραματισμούς του.

Ὁ *Cline* ἔκαμε τοὺς πειραματισμούς του ἐνῶ ἀνέμενε τὴν ἔγκριση τῆς Ἐπιτροπῆς προστασίας τῶν ἀνθρώπων τῶν *H.Π.Α. (UCLA)*, ἔγ-

κριση απαραίτητη για τέτοιους πειραματισμούς. Ἡ ἔγκριση δὲν τοῦ ἐχορηγήθη καὶ τὸ Γραφεῖον Προστασίας ἀπὸ κινδύνους συνδεομένους μὲ ἐπιστημονικὲς ἔρευνες τοῦ ἀμερικανικοῦ ἰνστιτούτου ὑγείας ὁδήγησε σὲ ἀνακρίσεις γιὰ τὴ δράση τοῦ *Cline*.

Ὁ *Cline* βιάσθηκε. Ἡ πλέον στοιχειώδης ἠθικὴ θὰ ἀπαιτοῦσε νὰ προηγηθοῦν πειστικὰ πειράματα σὲ ζῶα πρὶν νὰ γίνουν δοκιμὲς στὸν ἄνθρωπο.

Τέλος εἶναι ἀπαράδεκτο, πειραματισμοὶ τοῦ τύπου αὐτοῦ νὰ δίδονται στὴ δημοσιότητα μέσω τοῦ κοινοῦ τύπου, ἀντὶ νὰ τεθοῦν πρῶτα στὸ κριτικὸ κόσκινο τῆς ἐπιστημονικῆς Κοινότητος. Ἡ ἐσπευσμένη δημοσιότητα ἀποτελεῖ περίπτωση δημιουργίας ἐντυπώσεων καὶ προβολῆς. Τοῦτο ὅμως καταλήγει στὸ «αἰσθησιακόν» (*sensation*) καὶ ἐνθαρρύνει τοὺς πλέον ἀμφιβόλους καὶ πλέον ἐπιβλαβεῖς γιὰ τὴν ἀνθρωπότητα πειραματισμούς. Ἀρκεῖ νὰ ληφθεῖ ὑπ' ὄψιν, ὅτι κατὰ τοὺς πειραματισμοὺς αὐτοὺς χρησιμοποιοῦνται ἰοὶ καὶ βακτήρια, τῶν ὁποίων ἡ διασπορὰ μετὰ τὴν τροποποίησίν των θὰ μπορούσε νὰ ἔχει καταστροφικὲς συνέπειες. Ἐκφράζονται φόβοι, ἰδιαίτερος γιὰ τὸν πολλαπλασιασμὸ βακτηρίων ἀνθεκτικῶν σὲ ἀντιβιοτικά, ἢ ἀκόμη ἱκανῶν νὰ δημιουργήσουν συνθῆκες διαταραχῆς στὴ δράση τῶν γονιδίων τοῦ ἀνθρώπου, ἢ ὁποῖα νὰ ὁδηγήσει στὴν ἐμφάνιση καρκίνου. Ἀνήσυχοι οἱ εἰδικοὶ ἀπεφάσισαν τὸ 1974 ἕναν ἀποκλεισμὸ στὴν κατηγορία αὐτὴ ἐρευνῶν. Ἐδημοσίευσαν ἕνα μανιφέστο (προκήρυξη γραπτὴ) καὶ ἐπροκάλεσαν τὴ συνδιάσκεψιν ποὺ ἔγινε τὸ 1975 στὸ *Pacific Grove* στὴν Καλλιφόρνια. Τὸ ἀποτέλεσμα τῆς συνδιασκέψεως αὐτῆς ἦταν, ὅτι οἱ ἔρευνες ἔπρεπε νὰ συνεχισθοῦν, ἀλλὰ μὲ προφυλάξεις ὡς πρὸς τοὺς ἐφαρμοζομένους τύπους γενετικῶν χειρισμῶν. Ὁ σκοπὸς ἦτο νὰ περιορισθεῖ ἡ διασπορὰ ἀνθεκτικῶν βακτηρίων (τύπος I περιορισμῶν) καὶ ὁ κίνδυνος διασπορᾶς νέων πληθυσμῶν βακτηρίων ποὺ μποροῦν νὰ διευκολύνουν τὴν ἐμφάνιση καρκίνου ἢ ἄλλων παθήσεων (τύπος II) (Μεταβίβαση γονιδίων ἰογενῶν ὄγκων). Ὁ δὲ κίνδυνος ἦτο ἐκ τῶν προτέρων μεγαλύτερος, διότι ἐχρησιμοποιοῦντο στὰ πειράματα βακτήρια, ποὺ προσβάλλουν εὐκόλα τὸν ἄνθρωπο (*Escherichia Coli*). Ἐφάνη ὅτι οἱ δύο αὐτοὶ τύποι γενετικῶν χειρισμῶν ἀπηγορεύθησαν —τουλάχισ-

στον σταῖς περισσότερα ἐργαστήρια— ἀλλὰ οἱ ἐρευνηταὶ ἐξηκολούθησαν νὰ ἐργάζονται γιὰ νὰ προπαρασκευάσουν τὴ συνέχεια τῶν πειραμάτων των.

Ἐπηκολούθησε ἡ συνδιάσκεψη τοῦ *Asilomar* μὲ συμμετοχὴ 150 βιολόγων, γενετιστῶν, μικροβιολόγων καὶ βιοχημικῶν ἀπὸ τὶς κυριώτερες χῶρες. Ἡ συνδιάσκεψη ἀνεγνώρισε τὸ ἐνδιαφέρον τῶν ἐρευνῶν αὐτῶν, ἀλλὰ ἐντὸς προκαθορισμένου πλαισίου, μέσα στὸ ὁποῖο θὰ ἔπρεπε νὰ δροῦν οἱ ἐρευνητές. Καθορίσθησαν οἱ συνθήκες ὑπὸ τὶς ὁποῖες θὰ ἔπρεπε νὰ γίνονται τὰ πειράματα, ὥστε νὰ ἀποτραποῦν ἐνδεχόμενοι κίνδυνοι (π.χ. ἀπὸ χρησιμοποιοῦμενο ὕλικὸ κ.ἄ.).

Σήμερα ἐπιτρέπονται ὅλες οἱ πειραματικὲς ἐρευνες ὑπὸ τὴν προϋπόθεση τῆς τηρήσεως τῶν καθορισμένων ὅρων ἀσφαλείας. Ὑφίστανται δὲ τρεῖς τύποι κανονισμοῦ: ὁ ἀμερικανικὸς, ὁ γαλλικὸς καὶ ὁ βρεττανικὸς. Στὶς γενικὲς γραμμὲς εἶναι ὅμοιοι, ἀλλὰ διαφέρουν σὲ μερικὰ σημεῖα (κυρίως ὡς πρὸς τὸν ἔλεγχο σὲ δημόσια ἢ ἰδιωτικὰ πειραματικὰ κέντρα, τὴ σύνθεση τῆς Ἐπιτροπῆς ἐλέγχου μὲ συμμετοχὴ κοινοῦ ἢ χωρὶς αὐτήν, τὴν ἀσφάλεια τῶν ἐργαζομένων κ.ἄ.). Ὁ πλέον αὐστηρὸς τύπος κανονισμοῦ εἶναι ὁ βρεττανικὸς.

Τὸ θέμα τῆς ἀσφαλείας ὅμως δὲν ἀφορᾷ μόνον στὰ ἐρευνητικὰ Κέντρα, ἀλλὰ καὶ στὴ βιομηχανία, ἡ ὁποία θὰ κληθεῖ νὰ ἀξιοποιήσῃ τὰ ἀποτελέσματα τῶν ἐπιστημονικῶν ἐρευνῶν. Κατὰ πρῶτον λόγον εἶναι δυνατὴ ἡ ἐγκλειση γονιδίων σὲ βακτήρια γιὰ μαζικὴ παραγωγὴ ὀργανικῶν οὐσιῶν μεγάλου ἐνδιαφέροντος. Ἰδιαιτέρως ἡ ἐγκλειση σὲ βακτήριο, ὅπως τὸ *Escherichia Coli*, τοῦ γονιδίου χοίρου, βοδιοῦ, ἀνθρώπου, ποὺ καθορίζει τὸν σχηματισμὸ τῆς ἰνσουλίνης, ὁρμόνης ἀπαραίτητης στοὺς διαβητικούς. Τὸ ἀποτέλεσμα εἶχε ἐπιτυχία καὶ σήμερα πωλεῖται ἡ ἰνσουλίνη στὰ φαρμακεῖα. Ὅπως δὲ ὅμως συζητεῖται ἀκόμη ἐὰν ἡ μὲ τὴ γενετικὴ μηχανικὴ παρασκευαζόμενη ἀνθρώπινη ἰνσουλίνη εἶναι ἀνώτερη ἀπὸ τὴν ἰνσουλίνη ζωϊκῆς προελεύσεως (παρενέργειες).

Ἐπίσης μπορεῖ νὰ ἐνσωματωθοῦν γονίδια γιὰ ἄλλους βιομηχανικοὺς σκοποὺς π.χ. τροφικοὺς καὶ μαζικῆς παραγωγῆς ἐμβολίων.

Ἐνα ἀπώτερο στάδιο τοῦ τύπου αὐτοῦ πειραμάτων εἶναι νὰ ἐγκλεισθοῦν «καλὰ γονίδια» σὲ κύτταρα ἀνωτέρων ὀργανισμῶν καὶ ἔπειτα στὸν ἄνθρωπο, γιὰ νὰ διορθωθοῦν ὀρισμένα ἐλαττώματα γενετικῆς φύσεως.

Οί έρευνηταί δέν εἶναι βέβαιοι γιά τήν ἐπιτυχία ἀλλά ἐλπίζουν καί δέν ἀποκλείουν τήν προαπασχόληση πρὸς τήν κατεύθυνση αὐτή.

Ἐνα ἄλλο θέμα σημαντικὸ πού συνδέεται μὲ τὴ γεωργία εἶναι ὁ οἰκονομικότερος τρόπος αὐξήσεως τῶν καλλιεργουμένων φυτῶν. Τὰ φυτὰ εἶναι ἀνίκανα νὰ ἐκμεταλλευθοῦν ἀπ' εὐθείας τὸ ἄφθονο στὴν ἀτμόσφαιρα ἄζωτο. Μερικὰ μεταξὺ αὐτῶν, ὅπως τὰ φασόλια, ἡ σόγια, γενικὰ τὰ ψυχανθῆ, ὀφείλουν τὴν ἀνάπτυξή των σὲ βακτήρια πού συμβιοῦν στὶς ρίζες των (γένος *Rhizobium* στὰ ψυχανθῆ). Τὰ βακτήρια αὐτὰ μετατρέπουν τὸ ἄζωτον τῆς ἀτμοσφαίρας σὲ ἄμμωνία, τὴν ὁποία στὴ συνέχεια τὰ ψυχανθῆ ἀφομοιώνουν. Ἄλλα φυτὰ, ὅπως τὸ σιτάρι ἢ κτηνοτροφικά, δέν ἔχουν συμβιοῦντα βακτήρια δεσμεύοντα ἄζωτον καί ὁ γεωργὸς ἀναγκάζεται νὰ χρησιμοποιοῦν χημικὰ ἀκριβὰ ἄζωτοῦχα λιπάσματα. Ἡ εἰσαγωγή γονιδίων, πού ἐξασφαλίζουν τὴ δέσμευση τοῦ ἄζωτου τῆς ἀτμοσφαίρας, σὲ βακτήρια πού συνυπάρχουν μὲ ρίζες ἢ ἀκόμη ἀπ' εὐθείας εἰσαγωγή τῶν γονιδίων αὐτῶν στὰ χρωματοσώματα τῶν κυττάρων τέτοιων φυτῶν, θὰ ἐπέτρεπε τὴν ἐκμετάλλευση τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἄζωτου καί τὴν αὐξηση τῶν φυτῶν χωρὶς λιπάσματα. Οἱ προοπτικὲς αὐτὲς εἶναι ἐντυπωσιακές, ἀλλὰ ἡ πραγματοποίησίς των δέν εἶναι τῆς αὔριου.

Ἐκτεταμένα πειράματα εὐρίσκονται σὲ ἐπεξεργασία στὸν κόσμον, ὅπως στὴν Ἰαπωνία, τὶς Η.Π.Α., στὴ Γαλλία κ.ἄ. Ἐπίσης γίνεται ἐπεξεργασία προγραμμάτων γιά δυνατότητα ἐφαρμογῆς τεχνολογίας γενετικῆς ἐρεύνης γιά ἐπιτυχία ἀποτελεσμάτων στὴ φαρμακευτικὴ καί τὴν ἀγροτικὴ βιομηχανία.

Ἐκτὸς ὅμως ἀπὸ τὴν ὀφελιμιστικὴ ἄποψη τῶν ἐρευνῶν αὐτῶν πού ἀνάγονται στὸ ἐπίπεδο τῶν μορίων (μοριακὴ βιολογία - γενετικὴ), πρέπει νὰ τονισθεῖ ἡ συμβολὴ αὐτῶν τῶν ἐρευνῶν στὴν ἐμβάθυνση τῆς γνώσεως τῶν θεμελιωδῶν μηχανισμῶν τῆς γενετικῆς ἐκδηλώσεως. Ἡ γνώση αὐτὴ σκοπεύει στὴν ἀνακάλυψη τῶν αἰτίων πού ἐκτρέπουν στὰ κύτταρα τὴ φυσιολογικὴ των κατάσταση, ὥστε νὰ μετατρέπονται σὲ κακοήγη, καρκινικά. Εἶναι ἐμφανὲς ὅτι πρόκειται γιά ἓνα πολὺ φιλόδοξο πρόγραμμα. Ἀς ἐλπίσουμε, ὅτι θὰ προχωρήσει καλὰ καί μέσα στὰ πλαίσια τῶν κανόνων ἀσφαλείας πού ἔχουν καθορισθεῖ, ὥστε νὰ μὴ φθάσουμε σὲ διαταράξεις τῆς βιολογικῆς ἰσορροπίας, ὅπως οἱ διαταράξεις τοῦ περιβάλλοντος, πού ζοῦμε, ἢ στὸ ἄγχος τῶν πυρηνικῶν ἐφαρμογῶν.