



**ΤΟ ΚΤΗΝΙΑΤΡΙΚΟΝ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑ ΕΝ ΕΛΛΑΔΙ. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΙΣ  
ΤΟΥ ΠΑΡΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΗ ΤΟΥ ΜΕΛΛΟΝΤΟΣ. IV ΠΡΟΒΛΕ-  
ΨΕΙΣ ΕΞΕΛΙΞΕΩΣ ΤΗΣ ΚΤΗΝΙΑΤΡΙΚΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ. Β. ΑΝΑΠΟ-  
ΦΕΥΚΤΟΣ ΕΠΕΚΤΑΣΙΣ ΕΙΣ ΤΟΜΕΙΣ ΣΥΓΓΕΝΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ.**

Ἰπὸ

**ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ Κ. ΧΑΤΖΗΟΛΟΥ\***

(Συντ.) Καθηγητοῦ τοῦ Πανεπιστημίου τῆς Maryland (Η.Π.Α)

THE VETERINARY PROFESSION IN GREECE: REVIEW OF THE PRESENT AND PROSPECTS FOR THE FUTURE. IV. ANTICIPATED DEVELOPMENTS FOR VETERINARY SCIENCE. B. ENVISIONED EXPANSION OF VETERINARY ROLE IN ALLIED SCIENCES.

By

**BASIL C. HATZIOLOS**

Professor (Ret.), Maryland University (USA)

S U M M A R Y

With current scientific and technologic advances of DNA recombinants, creation of new forms of life which heretofore had even escaped imagination could, as is generally expected, well become a realization. Assuming that these manipulations will be aimed at improving mankind, it is our hope that specialized veterinarians will render outstanding services in this field. As an incentive discussed here some of the latest achievements in gene engineering primarily in animals, and secondarily in plants because of their importance in the maintenance of healthy and highly productive animals. In addition, mention is made of the most recent developments in the fields of cancer and encephalines through animal research with the prediction that veterinary science will inevitably expand into these and other related fields, and that veterinarians will certainly participate in scientific challenges toward the improvement of the quality of life for animals and for man.

Παρ' ὅλας τὰς προβλέψεις περὶ τοῦ σημαντικοῦ ρόλου τῆς κτηνιατρικῆς ἐπιστήμης ἀποκλειστικῶς διὰ τὴν κτηνοτροφίαν ὑπάρχουν ἄλλα ζητήματα καὶ δύσκολα προβλήματα ἀναγόμενα εἰς τὴν εὐημερίαν καὶ τὸ μέλλον τῆς ἀνθρωπότητας διὰ τὴν μελέτην, ἔρευναν καὶ λύσιν τῶν ὁποίων ὁ κτηνίατρος ἔχει νὰ προσφέρῃ πολυτίμους ὑπηρεσίας εἰς τὸ μέλλον.

---

\* Δ/σις Συγγρ. Prof. Dr. Basil C. Hatzios 3957 Vessendru Str. N.W. Washington D.C. 20016 U.S.A.

Ὡς ἐκ τούτου τὰ προβλήματα ταῦτα δὲν πρέπει ν' ἀγνοηθοῦν ἀλλ' ἀπεναντίας νὰ τεθοῦν ἐπὶ τάπητος καὶ ὑπ' ὄψιν τοῦ κτηνιατρικοῦ κόσμου τῆς χώρας πρὸς ἔγκαιρον προσανατολισμὸν καὶ προπαρασκευὴ τούτου, ἵνα τὸ ἐπάγγελμα αὐτοῦ ἐξυψωθῇ καὶ ἡ κοινωνία ἱκανοποιηθῇ ἀπὸ τὰς ἐκ τούτου προσδοκίας τῆς.

Τὰ μεγάλα ταῦτα προβλήματα τὰ ὁποῖα ἔχει ν' ἀντιμετώπισῃ ἡ ἀνθρωπότης εἰς τὸ προσεχὲς καὶ ἀπώτερον μέλλον, μὲ προβλέψεις μακροχρονίου ἐρεῦνης εἶναι: ἡ ἐπανασύνθεσις τοῦ DNA (Deoxyribonucleic acid) εἰς τὰ ζῶα καὶ φυτά, ὁ καρκίνος ἀνθρώπων καὶ ζώων, ἡ διὰ βιολογικῶν, ἀποσταγμάτων (πεπτίδας) // τοῦ ἐγκεφάλου αὐξήσις-μεταβίβασις τῆς εὐφυΐας καὶ ἡ κατάπτωσις τοῦ πόνου, καὶ ἀκόμη τὸ γῆρας καὶ ἡ παράτασις τῆς ζωῆς, διὰ νὰ περιορισθῶμεν εἰς τὰ κυριώτερα ζητήματα τοῦ τομέως τῆς βιολογίας καὶ τῆς βιοϊατρικῆς.

Σκόπιμον ὅθεν κρίνεται ὅπως περιγραφοῦν ἀκροθιγῶς αἱ βασικαὶ γνώσεις τουλάχιστον εἰς τὰ 3 πρῶτα ὡς ἄνω προβλήματα, τὰ ἐκ τῆς μελέτης καὶ ἐρεῦνης τούτων ἐπιτευχθέντα μέχρι σήμερον ἀποτελέσματα, ὡς καὶ αἱ δοθεῖσαι πρὸς ταῦτα κατευθύνσεις χωρὶς νὰ λησμονηθῇ τὸ γεγονός ὅτι μὲ τὴν ἐξελισσομένην ἐπιστημονικὴν ἐπανάστασιν εἰς ὄλους τοὺς τομεῖς ταύτης, εὐρισκόμεθα εἰς μίαν μεταβατικὴν κατάστασιν μὲ δυνατότητας ἐπικειμένων σημαντικῶν μεταβολῶν καὶ συνεπῶς μὲ πιθανότητος μερικῆς πραγματοποιήσεως τῶν τὴν σήμερον διατυπωμένων προβλέψεων καὶ προτεινομένων λύσεων, ἢ ἀκόμη τῆς πλήρους ἀντικαταστάσεως τινῶν τῶν μέτρων τούτων δι' ἄλλων πλεονεκτικώτερων ἢ τοιούτων μὴ δυναμένων νὰ συλληφθοῦν διὰ τῆς φαντασίας τὴν σήμερον.

### **Ἐπανασύνθεσις τοῦ Deoxyribonucleic Acid (DNA ἢ E-DNA).**

Τὰ δημιουργήματα τῆς Ἑλληνικῆς Μυθολογίας περὶ Πηγάσου καὶ τῶν ἄλλων χιμαιρικῶν ζώων, τὰ νεώτερα τοιαῦτα τοῦ ἀνθρωπίνου πόθου περὶ ἀπαντήσεως ὄντων ἐφοδιασμένων μὲ βράγχια ἱκανῶν νὰ βυθίζονται εἰς τὰ βάθη τῶν ὠκεανῶν, ἢ ἄλλων μὲ ὄργανα, τὰ ὁποῖα θὰ ἐπέτρεπον εἰς αὐτὰ νὰ ἐλευθεροῦνται ἀπὸ τὴν ἐπίδρασιν τῆς βαρύτητος καὶ νὰ πλέουν εἰς τὸ διάστημα ἐλευθέρως διὰ ταξίδια εἰς τὸ ὑπερπέραν κτλ., ἀρχίζουν σήμερον νὰ ἐξέρχονται κάπως ἀπὸ τὸ πλαίσιον τοῦ ἐπιστημονικοῦ μυθιστορήματος καὶ νὰ διαφαίνονται μὲ ἀδροτέρας γραμμὰς καὶ μάλιστα τινὰ ἐξ αὐτῶν νὰ διαγράφονται ὡς ἀπεικονίσεις μὲ οὐχὶ ἀπιθάνους δυνατότητας.

Εἰδικώτερον, μὲ τὴν πρόδον τῆς τεχνικῆς, σχετικῶς μὲ τὴν μεταφορὰν τῶν γονιδίων, γνωστῆς μὲ διαφόρους ὀνομασίας (γενετικὴ μηχανικὴ, ἀνασύνθεσις τοῦ DNA, γονιδιακὴ ἀνταλλαγὴ ἢ ἀπλῶς ἐπιστήμη κλώνων), ἡ προσπάθεια τοῦ ἀνθρώπου ν' ἀπομακρύνῃ ἢ νὰ ἐξαφανίσῃ τὰς νόσους καὶ νὰ δημιουργήσῃ στρατὸν ἐξ ἀφοσιωμένων «σκλάβων» πρὸς ἐξυπηρέτησίν του, ἐσημείωσεν λίαν ἐνθαρρυντικὰ βήματα καὶ δίδει ἐλπίδας τινάς, ὅτι ἡ χίμαιρα τοῦ παρελθόντος θὰ καταστῇ πραγματικότης τοῦ μέλλοντος.

Ἦδη οἱ διάφοροι βιοχημικοὶ ἀνέπτυξαν ἐντὸς δοκιμαστικῶν σωλήνων, τε-

χνικήν, ἡ ὁποία ἐπιτρέπει τὴν ἐλευθέραν μεταφορὰν τῶν γονιδίων, τῶν χημικῶν τούτων μονάδων τῆς κληρονομικότητος, ἐξ ἑνὸς ὀργανισμοῦ εἰς ἄλλον. Ἀρχικῶς, κατόπιν «ἀποστάξεως» τῶν γενετικῶν χημικῶν οὐσιῶν τοῦ «DNA» ἀπὸ τὸ πολυσύνθετον πρωτόπλασμα τῶν ζωϊκῶν κυττάρων, κατέστη δυνατὴ ἡ μεταφορὰ καὶ ἡ ἐνσωμάτωσις τούτων εἰς ἀπλᾶ κύτταρα ὡς τὰ τεχνητῶς πολλαπλασιαζόμενα βακτηρίδια, γεγονόςς ὅπερ ἐπέτρεψεν τὴν καλλιτέραν κατανόησιν τοῦ μηχανισμοῦ τῆς λειτουργίας τῶν μονάδων τοῦ γενετικοῦ τούτου ὕλικου, τῶν γονιδίων.

Ἦτο ἐξαιρετικὴ πράγματι συγκαιρία ἡ διαπίστωσις ὅτι μερικὰ βακτηρίδια παρουσιάζουν ἐξαιρετικὰ πλεονεκτήματα διὰ τὴν μελέτην τῆς μοριακῆς δομῆς καὶ τῆς λειτουργίας τῶν γονιδίων. Τὰ βακτηρίδια ταῦτα συνήθως περιέχουν τὸ 1/1.000 τῆς εἰς DNA ποσότητος, τῆς ὑπαρχούσης εἰς τὰ θηλαστικά. Ἐτερον πλεονέκτημα ἀποτελεῖ τὸ γεγονός ὅτι τὰ βακτηρίδια ταῦτα δύνανται ν' ἀξάνωνται καὶ νὰ πολλαπλασιάζωνται ταχέως μὲ σχετικῶς μικρὰς δαπάνας. Ἐπι πλεον αἱ σπάνια βλαστοπαραλλαγὰι τῶν βακτηριδίων καὶ οἱ τυχόν γενετικοὶ ἀνασυνδιασμοὶ (recombinants) δύνανται νὰ ἐπισημανθοῦν καὶ νὰ ἐπιλεχθοῦν ταχέως ἀπὸ τὸν μεγάλον πληθυσμὸν των. Τὰ πλεονεκτήματα ταῦτα ἀνεκαλύφθησαν ὀλίγον μετὰ τὴν ἐναρξιν ἐρευνῶν εἰς τὸν τομέα τῆς μοριακῆς γενετικῆς (1944), ὅποτε ἐπετεύχθη καὶ ἡ ταυτοποίησις τῆς γενετικῆς οὐσίας τοῦ DNA. Ἡ ἐργασία αὕτη συνέβαλεν ὡσαύτως εἰς τὴν ἀπόκτησιν γνώσεων εἰς τὸν τομέα τῆς βακτηριακῆς γενετικῆς καὶ εἰς τὴν ἀποκάλυψιν τῆς ὑπάρξεως ἀθρομητῶν γενετικῶν ἀνασυνδυασμῶν εἰς τοιοῦτους μικροοργανισμούς.

Αἱ νεώτεραι ἐρευναι ἀποσκοποῦν εἰς τὴν βαθυτέραν κατανόησιν τῆς κανονικῆς λειτουργίας τῶν γονιδίων τῶν θηλαστικῶν διότι αὕτη ἀποτελεῖ τὴν κλεῖδα τοῦ μηχανισμοῦ τοῦ γονιμοποιηθέντος ὡοῦ ἐντὸς ἑνὸς πλήρως διαφοροποιηθέντος ὀργανισμοῦ, εἰς τὸν ὅποιον τὰ διάφορα κύτταρα περιέχουν μὲν τὴν ἴδιαν, πλήρη σειρὰν γονιδίων, διαφέρουν ὁμως ὡς πρὸς τὸ πρότυπον (pattern) τῆς ἐνεργοποιήσεως ἢ τῆς ἀναστολῆς τῆς λειτουργίας ὀρισμένων ἐξ αὐτῶν. Ἐξ' ἄλλου, μικρὰ τις λοξοδρόμησις ἀπὸ τὸ πρότυπον τοῦτο ἀποτελεῖ καὶ τὴν βάσιν τοῦ προβλήματος τοῦ καρκίνου καὶ τοῦτο, λόγῳ τοῦ ὅτι οἰαδήποτε καὶ ἐὰν εἶναι ἡ πραγματικὴ αἰτία τούτου (βλαστοπαραλλαγὴ, ἀνωμαλία κυτταρικῆς διαφοροποιήσεως κτλ) ἡ ἀπώλεια τοῦ ἐλέγχου τῆς ἀναπτύξεως καὶ πολλαπλασιασμοῦ τοῦ κυττάρου ἀντικατοπτρίζει τὴν ἀπώλειαν τοῦ κανονισμοῦ ρυθμίσεως τῆς λειτουργίας τῶν γονιδίων.

Ἡ τεχνικὴ τοῦ μοριακοῦ ἀνασυνδυασμοῦ προέκυψεν ἀπὸ διαφόρους ἀσχεδιάστους μὲν, ἀλλὰ ἀλληλοεπιδρώσας ἀνακαλύψεις. Ἡ πρωταρχικὴ τούτων ἦτο ὅτι τὰ βακτηρίδια συνήθως περιέχουν ἓν ἢ περισσότερα πλασμῖδια (plasmids, μικροὺς αὐτονόμους καὶ πανομοιοτυπικῶς ἀναπαραγομένους κύκλους τοῦ DNA) ἐκτὸς βεβαίως τῶν χρωματοσωματίων (ἑνὸς κύκλου τοῦ DNA, ἀντιπροσωπεύοντα τὸ 1000πλάσιον τοῦ μήκους τοῦ κυττάρου). Καὶ ἐνῶ τὰ χρωματοσωματῖα συνήθως περιέχουν ὅλα τὰ γονίδια τὰ ἀπαραίτητα διὰ τὴν ἀνάπτυξιν καὶ πολλαπλασιασμὸν τῶν μικροοργανιδίων τούτων, τὸ πλασμῖδιον προσθέτουν προαιρετικὰ γονίδια, τὰ ὁποία εὐρύνουν τὰ ὄρια παραγωγῆς τοῦ

ὄργανισμοῦ τῶν βακτηριδίων εἰς συνήθη θρεπτικά ὑλικά οἰκολογικά (habitats) μέσα, διὰ τῆς παροχῆς εἰς αὐτὰ καταλλήλων ἰδιοτήτων ἀντοχῆς εἰς περιπτώσεις ἀνασταλτικῶν ἢ ἐναλλασσομένων παραγόντων ἐπιβιώσεως. Σπουδαιότερον ἀκόμη εἶναι τὸ γεγονός ὅτι τὰ πλασμίδια ταῦτα κινοῦνται ἀτάκτως εἰς τὸν βακτηριδιακὸν περιβάλλον καὶ παρεμπιπτόντως ἀρπάζουν γονίδια ἀπὸ ἕν κύτταρον τὸ ὁποῖον τὰ φιλοξενεῖ καὶ μεταφέρουν ταῦτα εἰς ἕτερον τοιοῦτον.

Τὸ δεῦτερον βῆμα τοῦ τεχνικοῦ ἀνασυνδουασμοῦ συντελέσθη διὰ τῆς ἀνακαλύψεως τῆς περιέργου μεθόδου τοῦ κατατεμαχισμοῦ τοῦ DNA, διὰ τῆς χρήσεως περιοριστικῶν ἐνζύμων (restriction enzymes) ἢ (ΠΕ). Τὰ ἐνζυμα ταῦτα, τὰ ὁποῖα ὡς διεπιστώθη ἔχουν μεγάλην δυναμικότητα πρὸς κατανόησιν τοῦ ὑγιοῦς καὶ τοῦ νοσοῦντος γονιδίου ἀνθρώπων καὶ ζῶων, ὑπάρχουν καὶ εἰς μερικά βακτηρίδια πρὸς προάσπισίν των ἐναντίον μολύνσεώς των ὑπὸ ξένου DNA. Ἐκαστον ἐνζυμον ἔχει τὴν ἰδιότητα νὰ τέμνη τὸ DNA κατὰ διαφόρους εἰδικὰς (βραχείας ἢ περιορισμένας) σειρὰς 4 ἢ 8 βασικῶν ζευγῶν. Αἱ σειραὶ αὐταὶ εὐρέθησαν νὰ ἔχουν παλινδρομικὴν συμμετρίαν. Ὡσαύτως τὰ περισσότερα τῶν ἐνζύμων τούτων ἐκδηλοῦνται καὶ μετὰ τὴν ἰδιότητα νὰ τέμνουν τὰς συμμετρικὰς ταύτας σειρὰς εἰς τὰ ἀντίστοιχα τέρματα κατὰ τρόπον τοιοῦτον ὥστε νὰ δημιουργοῦνται ἀσταθεῖς ἔγκοποι εἰς τὴν δίπλεκτον δομὴν τοῦ DNA. Ὑπὸ συνήθους συνθήκας τὸ DNA διαχωρίζεται εἰς τὰς ἔγκοπὰς ταύτας μετὰ βραχείας μονοπλέκτους ἐπεκτάσεις καὶ μετὰ τέρματα καθιστῶντα ταῦτα συμπληρωματικὰ ἀλλήλων.

Ὑπὸ ὀρισμένας συνθήκας σταθεροποιήσεως τῶν ἀνωτέρω τμημάτων ὑπὸ τοῦ αὐτοῦ ἢ διαφορετικοῦ μορίου διαβιβάζονται εἰς ἕνα ἕκαστον τούτων περαστικῶς ἀπὸ καιροῦ εἰς καιρὸν δεσμοὶ Bonds ὕδρογόνου.

Ἡ δημιουργουμένη οὕτω εὐκολία «συγκολλήσεως» δύναται νὰ χρησιμοποιηθῇ διὰ τὴν σύμπλεξιν ξένου DNA μετὰ ἕν ὀρισμένον πλασμίδιον. Τοῦτο οὐχὶ σπανίως ἔχει τὸν κύκλον του ἀνοικτόν, ἐνῶ τὸ ξένον DNA δύναται νὰ καταμηθῇ ὑπὸ τοῦ ἀνωτέρου ἐνζύμου καὶ τὰ προϊόντα τῆς ἐπεξεργασίας ταύτης ταχέως νὰ συμπλεχθοῦν μαζί των στερεῶς. Δεδομένου, ὅτι ὅλα τὰ τέρματα εἶναι συμπληρωματικὰ ἀλλήλων, τὸ ἀνοικτόν πλασμίδιον, εὐκαιρίας δοθείσης, δύναται νὰ συνδεθῇ γραμμικῶς μετὰ ἕνα ἀπὸ τὰ ἄλλα τμήματα πρὶν τοῦτο κλείσει τὸν κύκλον του. Ὁ (ἀντιστρεπτικῶς κλειόμενος) κύκλος μετὰ πλείονας ἔγκοπὰς εἰς τὸ DNA τούτου μεταβάλλεται εἰς ἕν σταθερὸν προϊόν διὰ τῆς χρήσεως ἑτέρου ἐνζύμου τοῦ οὗτω καλομένου DNA-ligase, τὸ ὁποῖον ἰσοηλεκτρονικῶς σφραγίζει τοῦτο. Τὸ τελευταῖον τοῦτο ἐνζυμον ἀνεκαλύφθη κατὰ τὰς ἐρευνας ἀνασυνδουασμοῦ ἢ ἐπισκευῆς τοῦ DNA ἐκ τοῦ κυττάρου. Βάσει τῶν ἀνωτέρω, ἡ ἐπεξεργασία διὰ τὴν ἀνασύνθεσιν τοῦ DNA συντελεῖται εἰς 5 στάδια ἢ φάσεις, ἥτοι τῆς ἐπαφῆς τοῦ πλασμιδίου μετὰ τὸ ξένον DNA, τοῦ κατατεμαχισμοῦ τοῦ τελευταίου δι' ἐνζύμων, τῆς «συντήξεως», τῆς συνδέσεως καὶ τῆς μετατροπῆς.

Ὁ πολλαπλασιασμὸς τοῦ συνδεθέντος μετὰ τοῦ DNA πλασμιδίου ἐπιτυγχάνεται δι' ἐνσωματώσεως τούτου μετὰ ἕν βακτηρίδιον κατάλληλον πρὸς φιλοξενίαν. Συνήθως διὰ τὸν σκοπὸν τοῦτον χρησιμοποιεῖται ὡς γνωστὸν τὸ

*Escherichia coli*, τὸ ὁποῖον ἔχει τὴν ιδιότητα νὰ περισυλέγη ἐλεύθερα πλασμίδια τοῦ DNA εἰς θρεπτικὸν ὑλικὸν μὲ ἐμφανῆ συχνότητα, ὅταν ἡ ἐπιφάνειά των ἀλλοιωθῇ διὰ τῆς θερμάνσεως τοῦ κυττάρου τῆ παρουσίᾳ χλωριούχου ἁσβεστίου. Τὰ πλασμίδια μετὰ ταῦτα πληθύνονται μὲ τὰ κύτταρα τοῦ *E. Coli*. Ἀκολούθως τὰ πλασμίδια τοῦ DNA διὰ κυτταρικῆς λύσεως δύνανται νὰ συλλεχθῶν καθαρῶς, ἄνευ δυσκολίας.

Ἡ καθ' ὄλου ἀγωγή αὕτη δὲν εἶναι τελεία διότι συνήθως τὰ πλασμίδια μόνον εἰς ἀναλογίαν ἑνὸς πρὸς ἓν ἑκατομμύριον περίπου τοιούτων ἔνσωματοῦνται εἰς τὸ κύτταρον. Πρὸς ὑπερπήδησιν τοῦ ἐμποδίου τούτου ἀνεπτύχθη ἡ εὐφυστάτη τεχνικὴ πρὸς ἐπιλογὴν τῶν οὕτω «ἀνασυνδυσθέντων» πλασμιδίων ἥτοι ἡ τοιαύτη τῆς ἐναλλαγῆς καταλλήλων θρεπτικῶν ὑλικῶν.

Διὰ τῆς ἀνωτέρω προόδου, τῆς τεχνικῆς ἀπομονώσεως καὶ ἐπανασυνθέσεως τμημάτων τοῦ DNA καθίσταται δυνατὴ τὴν σήμερον ἡ δημιουργία βιολογικῶν ἀνασυνθέτων μορίων τοῦ δξέος τούτου *in vitro*. Εἰδικὰ ἐνδοπυρηνικὰ ἐνζυμα ἐχρησιμοποιήθησαν πρὸς δημιουργίαν νέων τύπων βακτηριδίων, μὲ βιολογικῶς λειτουργοῦντα βακτηριδιακὰ πλασμίδια φέροντα τὰ διακριτικὰ ἀνθεκτικότητος εἰς ἀντιβιοτικά ἢ ιδιότητας διὰ νὰ συνδέουν π.χ. ριβοσώματα τοῦ DNA τῶν νυμφῶν τοῦ *Xenopus Laevis* μὲ DNA βακτηριδιακοῦ πλασμιδίου. Τὸ οὕτω ἀνασυντεθὲν ὄργανίδιον εἶναι ἰκανὸν ν' ἀναπτύσσεται σταθερῶς εἰς τὸ βακτηρίδιον *Escherichia coli*, ὅπου τοῦτο συνθέτει τὸ ribonucleic acid (RNA) τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖ συμπληρωματικὸν ριβόσωμα τοῦ DNA τοῦ *X laevis*.

Ἦδη, πολλαὶ ὁμάδες ἐπιστημόνων ἔχουν προγραμματίσει τὴν χρῆσιν τῆς τοιαύτης τεχνολογίας τῶν E-DNA διὰ τὴν δημιουργίαν ἑτερογενῶν συνθέτων τοῦ DNA ἄλλων ζῶων ἢ βακτηριδίων. Ἐκ τῆς πορείας τῶν μέχρι τοῦδε πειραματισμῶν προκύπτει, ὅτι τὰ ἀποτελέσματα εἶναι λίαν ἐνθαρρυντικά καί, ὡς φαίνεται, θὰ διευκολύνουν τὴν λύσιν θεωρητικῶν καὶ πρακτικῶν προβλημάτων, μεγάλου ἐπιστημονικοῦ ἐνδιαφέροντος ὡς θὰ γίνῃ λόγος περαιτέρω.

Εὐνόητον τυγχάνει, ὅτι ἡ τοπογραφικὴ διερεύνησις τῶν γονιδίων εἰς τὰ χρωματοσώματα ἥτοι ἡ ἐξακρίβωσις τῆς θέσεως τούτων, ἀποτελεῖ σπουδαῖον ζήτημα διὰ τὸ ἀπώτερον μέλλον τῶν ἐρευνῶν τούτων καθ' ὅσον ἡ ἐργασία καὶ ἡ γνῶσις ταύτης παρέχει τὸν ὁδηγὸν διὰ τὴν ἐπανασύνθεσιν τῶν γονιδίων εἰς ἓν κύτταρον ἀπαραίτητον πρὸς υἱοθέτησιν ἢ ἀποδοχὴν τούτων ὡς ἰδικῶν του. Κυρίως ἡ λεπτομερὴς χαρτογράφησις τῶν ἀνθρωπίνων χρωματοσωματίων ἀποτελεῖ τὴν βάσιν περαιτέρω ἐρευνῶν διὰ τὰ E-DNA. Πρὸς καθορισμὸν τῆς θέσεως τοῦ εἰδικοῦ γονιδίου χρησιμοποιεῖται νέον σύστημα βασιζόμενον εἰς τὴν διὰ τοῦ χρωματοσωματίου μεταφορὰν τῶν γονιδίων (Chromosome mediated gene transfer). Ὅθεν ἡ ἰκανότης αὕτη τῆς μεταφορᾶς τῶν γονιδίων ἀναμένεται ὡς εἰκῶς νὰ ἔχη ὡς ἀποτέλεσμα τὴν ἐμπεριστατωμένην μελέτην τῶν γονιδίων εἰς τὰ κύτταρα τῶν ζῶων, τῶν εὐρισκομένων εἰς ἓν ἀπομονωθὲν καὶ καλῶς ἠλεγμένον περιβάλλον. Τοῦτο ἀσφαλῶς ἀνοίγει καὶ νέον ὀρίζοντα διαφωτίσεως ὡς πρὸς τὸν τρόπον καθ' ὃν τὰ γονίδια ταῦτα «ἀνοίγουν ἢ κλείουν» διὰ νὰ μεταβιβάσουν τὰς κωδικοποιημένας ὁδηγίας μὲ τὰς ὁποίας γίνεται ἡ ἐ-

πεξεργασία τῶν πρωτεϊνῶν εἰς τὸ σημεῖον τῆς παρασκευῆς των εἰς δλα τὰ ζῶντα κύτταρα.

**Ἐτεροι τρόποι χειρισμοῦ γενετικοῦ ὕλικου:** Πρὸς τὸν σκοπὸν τοῦτο ἐγένοντο προσπάθειαι διὰ τὴν χρησιμοποίησιν ἰῶν δεδομένου ὅτι μερικὰ γονίδια τούτων δύνανται νὰ «προσδεθοῦν» εἰς τὸ DNA τοῦ φιλοξενούντος τούτους ὄργανισμοῦ.

Δυστυχῶς τὸ εἶδος τῶν ἰῶν τούτων δύναται νὰ προκαλέσῃ καρκίνον εἰς μερικὰ ζῶα, ἴσως εἰς τὸν ἄνθρωπον, διὰ τῆς ἀλλαγῆς τῶν παραγγελιῶν, ἢ ὀδηγιῶν, τὰς ὁποίας τὸ DNA διαβιβάζει εἰς τὰ κύτταρα. Οὐχ ἦττον ὁμως οἱ ἰοὶ δύνανται ν' ἀποτελέσουν ἕν δυναμικὸν ἐργαλεῖον διὰ τὴν μηχανικὴν τῆς γενετικῆς ἐξ αἰτίας τοῦ ὅτι τὰ γονίδια τῶν ἰῶν ἀλλάζουν εὐκόλως θέσιν, ἀπὸ τὸ ἕν μέρος εἰς τὸ ἄλλο, δίκην «σαΐτας», εἰς τὴν «δεξαμενὴν» τῶν τοιούτων κυττάρων καὶ δύνανται νὰ δεσμεύσουν καὶ νὰ μεταφέρουν ἢ νὰ ἐγκλείσουν τὰ γονίδια εἰς τὸ ἐπιθυμητὸν κύτταρον. Ἐν τούτοις βιολόγοι τινὲς εἶναι ὀλιγώτερον ἐνθουσιῶδεις ὡς πρὸς τὴν ὠφελιμότητα τῆς τοιαύτης τεχνικῆς, διότι πιστεύουν, ὅτι οἱ ἰοὶ δὲν εἶναι τεχνικῶς ζωντανοί, ὡς μὴ ἔχοντες τὸν ἀπαιτούμενον μηχανισμόν διὰ νὰ πολλαπλασιάζονται μόνοι των, πρᾶγμα ὁπερ ἀναγκάζει αὐτοὺς νὰ εἰσβάλλουν εἰς τὸ κύτταρον διὰ νὰ κατευθύνουν ἐκ τούτου πρὸς ὄφελός των, τὰ ὑπάρχοντα ἐφόδια ἀναπαραγωγῆς τῶν φιλοξενούντων τούτους κυττάρων.

Δι' ἑτέρας μεθόδου, τῆς μικροχειρουργικῆς ἐπὶ τῶν χρωματοσωματίων, ἤτοι τῆς ἀφαιρέσεως μέρους τινὸς τοῦ χρωματοσωματίου (ἐνὸς πυρῆνος) κατορθουμένης διὰ τῆς συγκεντρώσεως καὶ διαβιβάσεως δεσμῶν ἀκτίνων Laser, ὑπὸ τὴν καθοδήγησιν μικροσκοπίου, κατέστη δυνατὴ ἡ ἐκτέλεσις λιαν λεπτιλέπτου γενετικῆς ἐργασίας. Διὰ ταύτης ἐπιτυγχάνεται ἡ ἀφαίρεσις ἐνὸς μόνου μέρους τοῦ χρωματοσωματίου ἢ ἡ διάνοιξις ὁπῶν εἰς αὐτό. Ἡ ἀντίδρασις τοῦ κυττάρου, ἢ ἡ συμπεριφορὰ καὶ ὁ τρόπος τῆς λειτουργίας τούτου, μετὰ τὴν ἀφαιρέσιν τῶν εἰδικῶν συνθετικῶν, δύναται νὰ βοηθήσῃ εἰς τὸν καθορισμὸν τῆς λειτουργίας τῶν ἀφαιρεθέντων ἢ καταστραφέντων πυρηνικῶν σωματίων.

Διὰ παρεμφερῶν χειρισμῶν οἱ ἐρευνηταὶ κατῶρθωσαν ἀρχικὰ νὰ «σμιζοῦν» ἢ νὰ «συγχωνεύσουν» (Fuse) ἀνθρώπινα κύτταρα μὲ τοιαῦτα μυός, ὀρνιθίου καὶ ἀκόμη μὲ κύτταρα κώνωπος! Ἐν τούτοις πρὸς τὸ παρὸν δὲν ὑπάρχει κίνδυνος δημιουργίας «τέρατος» μὲ κεφαλὴν ἀνθρώπου καὶ μὲ οὐρὰν μυός. Συνήθως τὰ «μιχθέντα» κύτταρα μὲ ἑτερογενῆ οὐσίαν δὲν πολλαπλασιάζονται πέραν μιᾶς ἀποικίας ἀπλῶν κυττάρων. Διὰ τοῦ τρόπου ὁμως τούτου ὡς καὶ δι' ἄλλων χειρισμῶν καθίσταται δυνατὴ ἡ κατάρτισις ἐνὸς χάρτου ἠλεγμένης φυσιολογικῆς λειτουργίας εἰς ἕκαστον ἀνθρώπινον κύτταρον ἢ τοιοῦτον ἄλλου εἶδους ζώου, ὁ καθορισμὸς τοῦ χρωματοσωματίου, ὡς καὶ τοῦ σημείου, ἐφ' οὗ ἐδράζει τὸ ἐλέγχον τὴν εὐρεθείσαν ἰδιότητα γονιδίου κτλ.

Ἐτέρα σπουδαία τεχνικὴ γενετικοῦ χειρισμοῦ εἶναι καὶ ἡ τοιαύτη τῆς δημιουργίας κλώνων (cloning), ἢτοι ἡ παραγωγή «γενετικῶν ἀντιγράφων ζώων» μὲ διπλοειδῆ κύτταρα. Ἡ μέθοδος αὕτη ἐπέτρεψε ἀρχικῶς τὴν ἐπίτευξιν σημαντικῶν ἀποτελεσμάτων εἰς τοὺς βατράχους καὶ ἄλλα ζῶα (μύς, κονίκλους

κτλ). Ἡ μέθοδος αὕτη συνίσταται εἰς τὴν καταστροφήν τοῦ πυρήνα (ἦτοι τῶν μερῶν, τὰ ὅποια περιέχουν τὰ γονίδια), ὧν κοινού βατράχου leopard Frog, τῇ βοήθειᾳ μικροχειρουργικῆς ἐπεμβάσεως (ὑπεριώδους ἀκτινοβολίας), καὶ τὴν ἀντικατάστασιν τούτου διὰ μεταμοσχεύσεως ἄλλου πυρήνος ληφθέντος ἀπὸ τὰ κύτταρα τοῦ ἐντερικοῦ σωλήνος τοῦ ἀφρικανικοῦ ὄνυχοφόρου βατράχου. Τὰ οὕτω «μεταποιηθέντα» ὡὰ ἀνεπύχθησαν καὶ παρήγαγον βατράχους, τύπου παρομοίου ἐκείνου ἀπὸ τὸν ὅποιον ἐλήφθη ὁ πυρὴν τῶν κυττάρων τοῦ ἐντερικοῦ σωλήνος, ἦτοι γενετικῶς ὁμοιοτύπου πρὸς τὸν δωρητὴν τοῦ κυττάρου.

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω δύναται νὰ λεχθῆ παραστατικῶς, ὅτι ὁ «μηχανικός» γενετικῆς τείνει νὰ ὁμοιάζῃ πρὸς ἐπιστήμονα φαρμακοποιὸν μὲ δοκιμαστικούς σωλήνας, περιέχοντες ὄχι βεβαίως φάρμακα, ἀλλὰ γονίδια διαφόρων εἰδῶν π.χ. ἔν δια τὸ «κάλλος» ἢ τὴν ἰδεώδη ἀρμονικὴν σωματικὴν διάπλασιν ἕτερον διὰ τὴν εὐφυΐαν (ἀναγνωρίζομένην μὲ λίαν ἀνεπτυγμένον ἐγκέφαλον, ἢ μὲ τὴν ἀπονομὴν βραβείου, τρίτον διὰ τὴν ἀνδρείαν ἢ τὰς λίαν ὑψηλὰς ἀθλητικὰς ἐπιδόσεις κτλ. Θεωρητικῶς ὁ «μηχανικός» οὗτος θὰ εἶναι σὲ θέσιν νὰ ἐνίει τὸ περιεχόμενον τῶν σωλήνων τούτων εἰς τὰ κύτταρα καὶ νὰ καθοδηγῇ τὸ ἔμβρυον ν' ἀναπτυχθῆ κατὰ παραγγελίαν.

**Ἀνθρώπινοι κλώνοι:** Εἰς σημεῖον τοῦτο θεωρεῖται σκόπιμον ὅπως λεχθοῦν τὰ ἐπόμενα: Εἰς τι βιβλίον δημοσιευθὲν τὴν ἄνοιξιν τοῦ 1978 ἀνεφέρετο, ὅτι ἑκατομμυριοῦχος τις, μὲ τὴν βοήθειαν ἐπιστημόνων ἀπέκτησεν ἄνευ ἀμέσου μεσολαβήσεως θήλεως ἔν νεογέννητον κατ' εἰκόνα αὐτοῦ καὶ ὁμοίωσιν ἦτοι κατέστη δυνατὴ ἡ ἐπίτευξις τοῦ πρώτου κλώνου ἀνθρωπίνου ὄντος. Τὸ βιβλίον τοῦτο προκάλεσεν δημοσίᾳ μεγάλον θόρυβον, λόγῳ ἠθικῶν ζητημάτων ἀντιεπιστημονικῶν δηλώσεων καὶ περικοπῶν, ὡς καὶ ἀνακριβείας γεγονότων, δεδομένου, ὅτι μέχρι τότε δὲν ὑπῆρχε σαφῆς ἔνδειξις δημιουργίας τοιούτων κλώνων εἰς κανένα σπονδυλωτὸν καὶ κατὰ μείζονα λόγον εἰς τὸν ἄνθρωπον.

Ἐν τούτοις ὁ θόρυβος περὶ δημιουργίας τοιούτων κλώνων ἀναζωογονεῖται καὶ φαίνεται ὅτι οἱ σχετικοὶ ἰσχυρισμοὶ προσεγγίζουν τὴν πραγματικότητα.

Ἐν ἐπιτυχῆς πρώτον βῆμα πρὸς τὴν δημιουργίαν κλώνων εἰς τὸν ἄνθρωπον ἔδημοσιεύθη κατὰ τὸν Ἰανουάριον τοῦ 1979 εἰς τι ἐπιστημονικὸν περιοδικόν. Εἰς τοῦτο περιγράφεται πείραμα μὲ ὠθηκτικὰ κύτταρα γυναικῶν, αἵτινες ὑπεβάλλοντο εἰς διαφόρους γυναικολογικὰς ἐγχειρήσεις καὶ μὲ σπερματογόνια ἀνδρῶν ὑποβληθέντων εἰς ἐγχειρήσεις ἐπὶ τῶν ὄρχεων αὐτῶν. Συγκεκριμένως, ἀπὸ ὄριμα ὠοθυλάκια, ἐπωασθέντα εἰς ὠοθυλακικὸν ὑγρὸν προῆλθον ὡὰ ἀπὸ τὰ ὅποια ἀφηρέθη τὸ ἐξω στρώμα (zona pellucida), καὶ ἀνεγνωρίσθησαν τὰ πολικὰ σωματῖα ἐντὸς αὐτῶν, ἐκδηλοῦντα προετοιμασίαν διὰ τὴν γονιμοποίησιν. Εἰς τὸ σημεῖον τοῦτο ἀφηρέθησαν οἱ πυρήνες τῶν ὠαρίων καὶ ἀντικατεστάθησαν μὲ γενετικὸν ὕλικὸν ἀπὸ τὸν ἄρρενα δωρητὴν, ἐκ τοῦ ὁποίου ἐλήφθησαν τὰ σπερματογόνια, τὰ ὅποια εἶναι ἤττον ἐνεργὰ ἀπὸ τὰ σπερματοζωάρια. Ἀπὸ δλας τὰς προσπαθείας τοῦ ἐρευνητοῦ 3 μόνον περιπτώσεις μεταφορᾶς γόνων ἦσαν ἐπιτυχεῖς καὶ εἶχον ὡς ἀποτέλεσμα τὴν γονιμοποίησιν τοῦ ὠαρίου, ἐκδη-



λωθείσαν με πολυκυτταρικήν διαίρεσιν καὶ σχηματισμὸν βλαστοκύστεως, ἤτοι τὴν ἐπίτευξιν ὠαρίου εἰς τὴν φάσιν, εἰς ἣν τὸ γονιμοποιηθὲν ὠάριον κατερχόμενον διὰ τῆς σάλπιγγος ἔρχεται νὰ προσκολληθῆ εἰς τὰ τοιχώματα τῆς μήτρας. Καίτοι τὸ πείραμα τοῦτο διεκόπη εἰς τὸ σημεῖον τοῦτο ἐν τούτοις ὑπῆρχον σαφεῖς ἐνδείξεις κατὰ τὸν ἐρευνητὴν, ὅτι ἕκαστον κύτταρον ἀνεπτύσσετο κανονικῶς με γενετικὸν ὕλικὸν ἀποκλειστικῶς ἀπὸ τοῦ ἐπιτευχθέν κύτταρον με «σπέρμα» τοῦ ἄρρενος δωρητοῦ.

Ἄν καὶ τὸ πείραμα τοῦτο ἐγένετο ἀντικείμενον αὐστηρᾶς κριτικῆς, λόγω τῆς ἐλλείψεως ἐξετάσεων καὶ προϋποθέσεων, αἰτινες εἶναι ἀπαραίτητοι διὰ τὸν καθορισμὸν μετ' ἀπολύτου βεβαιότητος τῆς δυνατότητος παραγωγῆς τοιούτου κλώνου, ἐν τούτοις, ἀναμένεται μετ' αἰσιοδοξίας ἢ ἐπιβεβαίωσις τῆς τεχνικῆς τοῦ ἀνωτέρω πειράματος τόσον ἀπὸ αὐτὸν τὸν ἐρευνητὴν ὅσον, καὶ ἀπὸ ἄλλου ἐπιστήμονες, οἱ ὅποιοι σκοπεύουν νὰ ἐφαρμόσουν τὴν τεχνικὴν του.

Ἔωσαυτως, ἀνεκοινώθη ἐσχάτως ὅτι κατέστη δυνατὴ, ἡ μεταφορὰ τοῦ πυρῆνος ἐμβρυακοῦ κυττάρου μυὸς εἰς τὸ ὠκύτταρον ἑτέρου μυὸς καὶ ὅτι, μετὰ τὴν ἀφαίρεσιν τοῦ γενετικοῦ ὕλικου ἐκ τοῦ ἀρχικοῦ ὠκυττάρου καὶ μετὰ τὴν βοήθεια μητρυαῖς, ἐπετεύχθη κανονικὸς μῦς. Τὸ κατόρθωμα τοῦτο, τοῦ μικροχειρισμοῦ τῶν κυττάρων ἀποτελεῖ τὴν πρώτην ἐπιτυχίαν τῆς τοιαύτης μεταφορᾶς τοῦ πυρῆνος εἰς ἕτερον θηλαστικόν. Ἄλλαι τινες προσπάθειαι ἐγένοντο, με μικρὸν ποσοστὸν ἐπιτυχίας. Κατὰ ταύτας κατορθώθη ἡ ἀφαίρεσις τοῦ γενετικοῦ ὕλικου ἄνευ ἀντικαταστάσεώς του. Πολλοὶ ἀπὸ τοὺς ὁμοζύγους μῦς (με διπλοειδῆ ὁμοια γονίδια εἰς ἐκάστην θέσιν ἐπὶ τῶν χρωματοσωματίων) διατηρηθέντες ἐπὶ 2 ἔτη, ἐπαρουσιάζον σημεῖα πλήρους ὑγείας. Ἐὰν οἱ χειρισμοὶ οὗτοι εἰς τὰ ὠάρια τῶν ὁμοζύγων μυῶν ἐπαναληφθοῦν ἐπιτυχῶς οἱ ἀπόγονοι ἐκάστου τούτων θὰ εἶναι ἀπαράλλακτοι (identical) ὅπως εἰς τοὺς κλώνους.

Τελευταίως ἀναφέρεται καὶ ἡ ἐπίτευξις κλώνων εἰς τοὺς ἰχθεῖς ἐν Κίνα, ἄνευ γονιμοποιήσεως τῶν ὠαρίων.

**Ἐφαρμογαὶ — Πλεονεκτήματα:** Ἦδη πολλὰ προγράμματα ἔχουν καταρτισθῆ δι' εὐρυτέρας ἐρεῦνας πρὸς ἐφαρμογὴν τῶν ἀνωτέρων γνώσεων καὶ ἐπίτευξιν, βάσει τούτων, μεγάλων εὐεργετημάτων. Ἐκ παραλλήλου ἐγένοντο καὶ προσπάθειαι με ἐπιτυχίας διὰ τὴν δημιουργίαν βακτηριδίων ἀπὸ κοινὰ τοιαῦτα, τὰ ὅποια δύνανται νὰ καλλιεργηθοῦν εὐκόλως εἰς τὸ ἐργαστήριον καὶ εἶναι ἱκανά, διὰ τῆς ἐπιτευχθείσης καταλλήλου τροποποιήσεως καθιστώσης τοὺς μικροοργανισμοὺς τούτους ἀνικάνους πρὸς μόλυνσιν καὶ συνεπῶς ἀβλαβεῖς, νὰ συμπλεχθοῦν με διάφορα γονίδια καὶ νὰ παράγουν κατάλληλα βιολογικὰ σύνθετα.

Ἀρχικῶς ἐπιστήμονες τοῦ Πανεπιστημίου τῆς Καλιφορνίας κατώρθωσαν νὰ «μεταμοσχεύσουν» εἰς κοινὰ βακτηρίδια (*E. coli*) τὰ γονίδια ἀπὸ κύτταρα μυῶν, τὰ ὅποια ἐνεῖχον τὰς γενετικὰς παραγγελίας διὰ τὴν παραγωγὴν ἰνσουλίνης εἰς τὸ ζῶον τοῦτο. Ὅπως διαφορετικὴ στρατηγικὴ ἐφηρμόσθη μετέπειτα κατὰ τοὺς ἐπιστήμονες τοῦ Boston διὰ τὴν τοιαύτην παραγωγὴν ἰνσουλίνης μυῶν διὰ μέσου τῶν βακτηριδίων. Οὗτοι δὲν συνέθεσαν χημικῶς δεσμὸν πρὸς δεσμὸν τὸ γονίδιον τῆς ἰνσουλίνης τοῦ μυὸς διὰ νὰ συνδέσουν τοῦτο με τὸ

πλασμιδίων, αλλά «άντέγραψαν» τὸ γονίδιον ἀπὸ τὸ φυσικὸν τοιοῦτον τοῦ μύος. Ἡ νέα αὕτη ὁδὸς προσεγγίσεως δύναται ν' ἀποβῆ τελείως συμφέρουσα διὰ τὴν παραγωγὴν ἀνωτέρων ἐπιπέδων πρωτεϊνῶν, διότι ἡ ἐπεξεργασία διὰ τὴν χημικὴν σύνθεσιν μὲ μικρὰ καὶ πολὺπλοκα γονίδια ἀποβαίνει ἀνιαρὰ καὶ βραδεῖα.

Ἡ ἀνωτέρω ἐπιτυχία παρασκευῆς ἰνσουλίνης ἦτο τὸ πρῶτον κατόρθωμα παραγωγῆς ἐνδιαφερουσῶν ὁρμονῶν εἰς τὰ ζῶα. Βραδύτερον ἕτερον ἐπιστημονικὸν κατόρθωμα ἐπετεύχθη διὰ τῆς ἀπομονώσεως ἐνὸς γονιδίου, τὸ ὁποῖον, ὡς ἐν μικρὸν αὐτόματον μηχανήμα, τιθέμενον ὑπὸ τὰς διαταγὰς τοῦ ἀνθρώπου, ἠδύνατο νὰ κατασκευάζῃ ἐν ἀκριβῆς ἀντίγραφον, τῆς ἐγκεφαλικῆς πεπτιδῆς, τῆς σωματοστατίνης (somatostatin), τὴν ὁποῖαν ὁ ὑποθάλαμος ἐκκρίνει διὰ νὰ βοηθῆ καὶ νὰ κανονίξῃ τὸν σημαντικὸν ἀδένα τῆς ὑποφύσεως. Ὁ τρόπος συνθέσεως τῆς ἀπλῆς σωματοστατίνης, ἡ ὁποία ἀποτελεῖται ἀπὸ μίαν μόνον ἄλυσον μὲ 14 ἀμινοξέα, συντελέσθη ἄνευ μεγάλης δυσκολίας. (βλ. ἀλλὰχοῦ).

Ἡ κατασκευασθεῖσα ὑπὸ τῶν ἐπιστημόνων τῆς Καλιφορνίας ποσότης τῆς τοιαύτης ὁρμόνης ἦτο ἀρχικὸς μικρὰ (0,005 gr). Τοῦτο ἑκατορθώθη διὰ τῆς εἰσαγωγῆς «γονιδίων» κατὰ τὸν ἀνωτέρω ἐκτεθέντα τρόπον εἰς ἀποικίαν βακτηριδίων, ἅτινα μετὰ ταῦτα εὐκόλως ἤρχισαν τὴ παραγωγὴν σωματοστατίνης ὡς ἐν μικρὸν ἐργοστάσιον. Καίτοι ἡ παραχθεῖσα ποσότης, ὡς ἐλέχθη, δὲν ἦτο ἀξιόλογος ἐν τούταις τοῦτο ἐθεωρήθη ὡς γεγονόςς μεγάλης σημασίας καθ' ὅσον διὰ τῆς ἐκτονώσεως καὶ κατασκευῆς τῆς τοιαύτης ὁρμόνης, διὰ τὴν ὁποῖαν ἀπενεμήθη τὸ βραβεῖον Nobel εἰς τοὺς ἐφευρέτας τῆς, ἡ παραγωγή θ' αὐξηθῆ σημαντικῶς εἰς τὸ μέλλον καὶ νέοι ὀρίζοντες θ' ἀνοιχθοῦν εἰς τὸν τομέα τῆς φαρμακολογίας-ἐνδοκρινολογίας. Πρὸ τῆς ἐφευρέσεως ταύτης διὰ τὴν κατασκευὴν ἴσης, ὡς ἄνω, ποσότητος (0,005gr) ἔπρεπε νὰ πολτοποιηθοῦν τεμαχίδια ἐγκεφάλων ἀπὸ ἑκατοντάδας χιλιάδων προβάτων. Ἡ συνθετικὴ κατασκευὴ τῆς ὁρμόνης ταύτης ἀναμένεται νὰ προωθῆσῃ τὴν παραγωγὴν ἐξαιρετικῶν φαρμάκων καὶ γενικῶς προϊόντων θεραπευτικῆς. Ἐπὶ πλέον ὁ τρόπος κατασκευῆς τῆς ἀνωτέρω πεπτιδῆς δίδει τὴν ὑπόσχεσιν ὅτι πολλὰ παρόμοια βιολογικά προϊόντα θὰ καταστῆ δυνατόν νὰ παραχθοῦν εἰς τὸ ἐργαστήριον ἀπὸ γονίδια κατασκευασθέντα ὑπὸ τοῦ ἀνθρώπου, τὰ ὁποῖα ἀσφαλῶς θὰ μᾶς φέρουν εἰς τὸ κατώφλιον τῆς δημιουργίας νέων προϊόντων χρησίμων εἰς τὴν ἱατρικὴν, γεωργίαν καὶ ἄλλους κλάδους (βλ. περαιτέρω).

Ἡ διὰ γενετικοῦ χειρισμοῦ ἐπακολουθεῖσασα μετὰ ἐν ἔτος κατασκευὴ τῆς ἀνθρωπίνης ἰνσουλίνης ἀποτελεῖ ἕτερον μέγα ἐπιστημονικὸν κατόρθωμα. Ἀσφαλῶς τοῦτο θ' ἀποβῆ τὸ χρυσορυχεῖον τῆς φαρμακευτικῆς βιομηχανίας Ἡ ἐπεξεργασία πρὸς παραγωγὴν ἀνθρωπίνης ἰνσουλίνης βασιζέται σχεδὸν ἐπὶ τῆς τοιαύτης τῆς σωματοστατίνης. Πρὸς τοῦτο γίνεται χημικῶς ἡ σύνδεσις τῶν νουκλεοτιδῶν μαζί μὲ τὰς γνωστὰς ἀντιστοιχοὺς σειρὰς ἀμινοξέων τῆς ὁρμόνης ταύτης. Ἐπειδὴ ὁμως ἡ ἰνσουλίνη τοῦ ἀνθρώπου ἀποτελεῖται ἀπὸ 2 ἄλυσεις πρωτεΐνης διὰ τοῦτο οἱ ἐρευνηταὶ συνέθεσαν ἐν τεχνητῶν γονίδιον διὰ μίαν ἐκάστην τούτων. Μετὰ ταῦτα τὰ γονίδια προσεκολλήθησαν εἰς τὰ πλα-

σμίδια, τούς δακτυλίους αυτούς του φυσικού βακτηριδιακού DNA. Περαιτέρω τὰ πλασμίδια, τὰ ἐγκλείοντα τὰ τεχνητὰ γονίδια ἀναπαρήχθησαν καὶ ἐπολλαπλασιάσθησαν μὲ τὴν ἀνάπτυξιν τῆς καλλιέργειας τοῦ βακτηριδίου. Τὸ τεχνητὸν γονίδιον κατέστη δυνατόν νὰ προσκολληθῆ εἰς τὸ πλασμίδιον μετὰ τὸν ἀποχωρισμὸν τούτου ἀπὸ μίαν ὁμάδα γονιδίων, γνωστοῦ τρόπου συμπεριφορᾶς. Μὲ τὴν παρουσίαν γαλακτόζης τὸ γονίδιον τοῦτο ἔχει τὴν τάσιν νὰ στρέφεται πρὸς τὸ βακτηρίδιον καὶ ἅπαξ προσδεθὲν εἰς τὸ τοιοῦτον τῆς β-γαλακτοζιδάσης, τίθεται εἰς ἐνέργειαν. Ὡς ἀναφέρεται εἰς τὰς τελευταίας ἐργασίας ἕκαστον βακτηρίδιον ἐξηναγκάσθη νὰ παράγῃ 100.000 μόρια ἐξ ἑκάστης ἀλύσεως (A καὶ B). Ἡ ἄλυσις A (A1) μὲ τὰ 21 ἀμινοξέα ἐξεκαθαρίσθη ἀπὸ τὸ βακτηρίδιον, τὸ ἐντὸς τῶν πλασμιδίων αὐτοῦ ἐγκλείον A τεχνητὸν γονίδιον. Ἡ ἄλυσις B μὲ τὰ 30 ἀμινοξέα ἐπετεύχθη καὶ αὕτη κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον ἀπὸ τὸ B τεχνητὸν γονίδιον. Αἱ ἀλύσεις αὗται ἐξεκαθαρίσθησαν (purified) καὶ συνεδέθησαν μεταξύ των. 10 ἕως 40% ἐκ τοῦ ὕλικου τούτου ἐσχημάτισαν τοὺς δύο καταλλήλους χημικοὺς δεσμοὺς διὰ νὰ παραχθῆ ἡ τέλεια ἰνσουλίνη. Οὕτω, διὰ τοῦ τρόπου τούτου ἐλπίζεται ν' ἀρχίσῃ μετὰ παρέλευσιν 2-4 ἐτῶν, ἡ παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων ἰνσουλίνης, τῆς πολυτίμου ταύτης ὁρμόνης, ἥτις ὡς ἐλέχθη, ἔχει σπουδαιότατην σημασίαν διὰ τὴν θεραπείαν καὶ τὴν κατανόησιν τοῦ μηχανισμοῦ τοῦ διαβήτου. Ὡς γνωστὸν οἱ διαβητικοὶ χρησιμοποιοῦν τὴν σήμερον ὡς ἰνσουλίνην τὸ τελείως ἐκαθαρισθὲν ἐκχύλισμα ἀπὸ τὸ πάγκρεας τῶν βοοειδῶν καὶ τῶν χοίρων τῶν σφαζομένων πρὸς πρῶτῆς ἰνσουλίνης εἰς τοὺς μῦς, ἐπετεύχθη ἐν ἀρχῇ ἡ ὁρμόνη τῆς ἀναπτύξεως κυρίως τύπου μυὸς καὶ ἐν μέρει ἀνθρώπου. Ἀντίγραφα τοῦ γονιδίου τοῦ μυὸς διὰ τοῦ φυσικοῦ πρόδρομου τῆς ὁρμόνης ταύτης συνεδέθησαν διὰ τῆς τεχνικῆς τοῦ E-DNA μὲ τὰ γονίδια τοῦ βακτηριδίου τῆ βοήθεια τοῦ ἐνζύμου b-lactamase ἐπὶ ἑνὸς πλασμιδίου. Τὸ συνδεθὲν γονίδιον περιεῖχεν τὸν κώδικα δι' ἑν ὑβρίδιον πρωτεΐνης ἀπὸ 400 περίπου ἀμινοξέα. Οἱ ἐρευνηταὶ ὑπολογίζουν τὴν ἐξ ἑκάστου βακτηριδίου παραγωγὴν τοιαύτης πρωτεΐνης εἰς 24.000 περίπου μόρια.

Ἐκ παραλλήλου ἐγένοντο προσπάθειαι διὰ τὴν τελειοποίησιν τῆς ἀνθρωπίνης ὁρμόνης ἀναπτύξεως μὲ βάσιν τὴν εὑρεσιν μεθόδου «ψαλιδίσματος» τῆς ὑβριδιακῆς πρωτεΐνης διὰ καταλλήλου ἐνζύμου ἢ τὴν δημιουργίαν συνθετικοῦ γονιδίου πρὸς πρόσδεσιν τῆς εἰς βακτηριδιακὰ DNA. Εἰς τὰς τοιαύτας ἐρεῦνας συνέβαλαν συνδυασμένως ἡ ἀνάγκη ἐξευρέσεως μεγάλων ποσοτήτων ἐκ τῆς τοιαύτης ὁρμόνης καὶ ἡ ἐπίτευξις ἀδείας διὰ πειραματισμοὺς εἰς τὸν ἄνθρωπον.

Ἦδη, ὡς ἀνεμένετο, ἐν γονίδιον ἀνθρωπίνου τύπου ὁρμόνης ἀναπτύξεως ἠγκιστρώθη τελευταίως εἰς βακτηρίδια διὰ τῆς E-DNA τεχνικῆς μὲ ἀποτελέσματα τὴν παραγωγὴν τῆς ὁρμόνης ταύτης. Ἐκτὸς τῆς θεραπευτικῆς ιδιότητος τῆς κατὰ τοῦ νανισμοῦ τῶν παιδῶν, ἡ ὁρμόνη αὕτη φαίνεται ὅτι ἐπισπεύδει καὶ τὴν ἐπούλωσιν πληγῶν καὶ συντελεῖ εἰς τὴν θεραπείαν στομαχικῶν ἐλκῶν. Ἡ σχετικὴ ὁμοία ὁμοίας τῆς οὐσίας ταύτης περιορίζει ἐπὶ τοῦ παρόντος τὴν χρῆσιν τῆς διὰ θεραπευτικῶς σκοποὺς.

Διὰ τοῦ τρόπου τῆς συμπλέξεως τῶν γονιδίων καὶ ἐνσωματώσεως τούτων εἰς τὰ κοινὰ βακτηρίδια κατέστη δυνατὴ καὶ ἡ παραγωγή πρωτεϊνῶν, τύπου λευκώματος ὠοῦ (Ovalbumin).

Μὲ τὰ καταπληκτικὰ ταῦτα ἀποτελέσματα τῆς E-DNA τεχνικῆς καὶ τῆς συνδέσεως τῶν γονιδίων ἐλπίζεται νὰ καταστῆ δυνατὴ καὶ ἡ καταπολέμησις τοῦ καρκίνου καὶ συγκεκριμένως διὰ τῆς ἐπιτεύξεως ἑνὸς εἰδικοῦ γονιδίου, ὅπερ θὰ ἔχη τὴν ιδιότητα νὰ δημιουργῇ κύτταρα, τὰ ὅποια θὰ καταδιώκουν καὶ θὰ καταστρέφουν τὰ καρκινικὰ τοιαῦτα (βλ. ).

Ἦσαύτως διὰ τῆς E-DNA τεχνικῆς ἔχει καταστρωθεῖ σχέδιον διὰ τὴν δημιουργίαν βακτηριδίων πρὸς παραγωγήν πετρελαίου, πρᾶγμα ὅπερ, ἐὰν κατορθωθῆ, θὰ μεταβάλλῃ τελείως τὴν παροῦσα κατάστασιν. Ἄλλη πιθανότης εἶναι ἡ ἐπίτευξις βακτηριδίων, τὰ ὅποια θὰ ἐπιτρέπουν εἰς τὰ φυτὰ ν' ἀναπτύσσονται ἄνευ λιπασμάτων (βλ. E-DNA εἰς τὰ φυτὰ). Οὐχ ἦττον διὰ τοῦ τοιούτου χειρισμοῦ τῶν γονιδίων ἐλπίζεται νὰ κατανικηθῆ καὶ τὸ γῆρας, ὅπερ ὡς πιστεύεται εἶναι τὸ ἀποτέλεσμα βαθμιαίας ὑποκαταστάσεως τῶν ἀνοσοποιητικῶν δυνάμεων τοῦ σώματος δι' ἀνεπαρκοῦς ἀμυντικοῦ συστήματος.

**Μεταπήδησις Ἑρευῶν ἐκ τοῦ βακτηριδίου εἰς Θηλαστικὸν Ζῶον.** Εἰς τὰς μέχρι τοῦδε ἀναφερομένας ἐρεῦνας, τὰ βακτηρίδια ἦσαν ἐκεῖνα τὰ ὅποια ἐχρησιμοποιήθησαν διὰ νὰ ἐκδηλωθῆ ἡ λειτουργία τῶν γονιδίων ὀργανισμῶν τινῶν, ὅπως, ὡς ἐλέχθη τὰ γονίδια τῆς μαγιάς μεταφερθέντα εἰς τὸ *E. Coli* «ἐκαθοδήγηθησαν» διὰ τὴν παραγωγήν πρωτεΐνης ἢ ὅταν τὰ γονίδια, πρὸς ἐπίτευξιν πολυπλοκωτέρων πρωτεϊνῶν, μετεφέρθησαν καὶ ἠγκιστρώθησαν διαδοχικῶς ἀπὸ ἀνωτέρους ὀργανισμοῦς, διὰ νὰ λειτουργήσουν ἐντὸς βακτηριδίων πρὸς παραγωγήν, ὡς ἐλέχθη ἰνσουλίνης, μυὸς καὶ ἀνθρώπου, σωματοστατίνης καὶ πολλῶν ἄλλων.

Τὸ πλέον ἐνδιαφέρον ὁμως κατόρθωμα εἶναι ἡ τελευταίως ἀνακοινωθείσα ἐπιτυχία τῆς μεταμοσχεύσεως ἑνὸς τελείως λειτουργοῦντος γονιδίου θηλαστικοῦ εἰς ἄλλον τοιοῦτον διὰ τῆς τεχνικῆς τοῦ E-DNA. Τοῦτο συνίσταται εἰς τὴν παραγωγήν τῆς β-άλυσεως αἰμοσφαιρίνης κονίκλου διὰ τῆς μόλυνσεως κυττάρων τοῦ Ἀφρικανικοῦ πρασίνου πιθήκου μὲ τὸν ἰὸν SV 40, φέροντος τὸ γονίδιον τῆς αἰμοσφαιρίνης. Εἰς τὴν πραγματικότητα τὸ οὐσιῶδες κατόρθωμα ἔγκειται, ὄχι τὸσον εἰς τὴν «ἐκφρασιν» ἑνὸς γονιδίου θηλαστικοῦ ζώου εἰς ἕτερον διαφορετικοῦ εἶδους θηλαστικοῦ, ὅσον εἰς τὸν κατάλληλον χειρισμὸν τοῦ γονιδίου τοῦ κονίκλου εἰς τὸ κυρίως καθοδηγητικὸν πλαίσιον διὰ τὴν ἀντιγραφήν τούτου ὑπὸ τοῦ DNA τοῦ ἰοῦ.

Λεπτομέρειαι διὰ τὸν τρόπον τῆς ἐπιτεύξεως τοῦ ἔργου τούτου ἐλλείπουν ἐπὶ τοῦ παρόντος. Γνωστὸν τυγχάνει ὅτι τὸ γονίδιον διὰ τὴν β-άλυσιν τῆς αἰμοσφαιρίνης τοῦ κονίκλου κατεσκευάσθη διὰ πρώτην φοράν πρό διετίας. Τοῦτο ἀντεγράφη ἀπὸ ἕνα ὑπόδειγμα τῆς β-άλυσεως, ἀγγελιαφόρου (messenger) τοῦ RNA καὶ δὲν κατεσκευάσθη μὲ τὴν συνένωσιν τεμαχίων ἀπὸ ὁμάδα νουκλεοτιδίων, ὅπως τοῦτο ἐγένετο εἰς προηγουμένας ἐργασίας. Ὁ ἰὸς SV 40 ἐχρησιμοποιήθη ὡς μεταφορεὺς λόγῳ τῆς ἀποκλειστικῆς σχέσεώς του μὲ τὸν πῖθηκον καὶ λόγῳ τῆς γνώσεως τῆς σειρᾶς συνθέσεως τοῦ DNA τούτου. Ἡ

χρήσις DNA άλλιοιωμένου ιού, ως μεταφορικού μέσου διαφέρει από τὰς ἄλλας ἐργασίας τοῦ E-DNA, ὅπως ἐλέχθη, μὲ τὴν περίπτωσιν τῆς ἀνθρωπίνης ἰνσουλίνης. Ἡ κυρίως ἐπιτυχία ἐγκείται εἰς τὴν ἐκλογὴν τοῦ καταλλήλου περιοριστικοῦ ἐνζύμου, τοῦ χρησιμοποιηθέντος διὰ τὴν διάσπασιν τοῦ DNA τούτου καὶ τὴν γνώσιν τῆς ἀκριβοῦς θέσεως τῆς παρεμβολῆς τοῦ γονιδίου τοῦ κονίκλου. Ἐν ἀντιθέσει πρὸς τὴν βακτηριδιακὴν ἐργασίαν ἀνασυνδουασμοῦ, ὅπου ἡ ξένη πρωτεΐνη παράγεται καὶ ἐκκρίνεται εἰς τὸ θρεπτικὸν ὑλικὸν διὰ νὰ συλληχθῆ μετέπειτα πρὸς χρῆσιν ἢ αἰμογλοβίνη τοῦ κονίκλου παρήχθη ἐντὸς τοῦ κυττάρου τοῦ πιθήκου καὶ ὡς ἐκ τούτου ἀποτελεῖ ἕν δυναμικὸν ἔτοιμον ἐφόδιον αἰμογλοβίνης πρὸς χρῆσιν αὐτοῦ τούτου τοῦ κυττάρου.

### **Ἡ E-DNA Τεχνικὴ πρὸς Ἐξάλειψιν Γενετικῶν Ἀνωμαλιῶν.**

Ἡ εὐρέσις τῆς τεχνικῆς τοῦ E-DNA καὶ τῆς μεταφορᾶς τῶν γονιδίων (genetransfer) δύναται νὰ θεωρηθῆ ὡς ἡ κυριώτερα συμβολὴ τῆς νεωτέρας μοριακῆς βιολογίας εἰς τὴν κατανόησιν τῶν μυχιοτάτων ἐπεξεργασιῶν, αἱ ὁποῖαι λαμβάνουν χώραν εἰς τὸν ζῶντα ὄργανισμὸν. Ἡ ἐπιτυχία αὕτη ἐξ ἄλλου παρουσιάζει καὶ τὴν πρώτην ἀκτίδα δι' ἕναν διαφορετικόν, ἂν ὄχι καὶ τελείως ξένον, τρόπον, τῆς διὰ τὴν γονιδίων θεραπείας νοσηρῶν καταστάσεων-ἦτοι τῆς ἀντικαταστάσεως ἐλαττωματικῶν γονιδίων δι' ἀντιστοίχων κανονικῶν τοιούτων-πρὸς βελτίωσιν λυπηρῶν τινῶν καταστάσεων, προερχομένων ἐκ πολλῶν ἀνεπιθυμητῶν περιπλοκῶν, αἵτινες ἐκθέτουν τὴν ὑγείαν τοῦ ἀνθρώπου καὶ ζῶων καὶ γενικῶς διὰ τὴν ἀνακούφισιν τούτων ἀπὸ τὸν καρκίνον, τὰς μολύνσεις ἐξ ἰῶν καὶ ἀπὸ ἄλλας σοβαρὰς κληρονομικὰς ἢ ἄλλου εἶδους ἀσθενείας. Λόγω τῶν ἀνωτέρων προόδων, πολλοὶ ἐρευνηταὶ προφυτεύουν σήμερον ὅτι διὰ τοῦ χειρισμοῦ τῶν γονιδίων, θὰ συντελεσθῆ ἐπιτυχῶς εἰς τὸ μέλλον, ἐκτὸς τῆς ἰάσεως ἐκ παλαιῶν νόσων ὀφειλομένων εἰς γενετικὰς ἀνωμαλίας, καὶ ἡ καταπολέμησις ἢ ἐξαφάνισις χρονίων παθήσεων τοῦ ἀνθρώπου, μὲ ἀποτελέσμα τὴν βελτίωσιν τῆς ποιότητος τῆς ζωῆς καὶ παράτασιν ταύτης. Ὡσαύτως προβλέπεται ἡ δημιουργία παραγωγικότερων ζῶων καὶ νέων τύπων καλλιεργησίμων φυτῶν (βλ. περαιτέρω), καὶ μίαν ἡμέραν ἢ ἐπίτευξις σημαντικῶν μεταβολῶν εἰς αὐτὸν τοῦτον τὸν ἄνθρωπον καὶ τὰ ζῶα.

Ὅθεν διὰ τῆς νέας ταύτης βιολογικῆς τεχνικῆς θὰ καταστῆ δυνατὴ ἡ ἀπόκτησις γνώσεων σχετικῶν μὲ ὄλας τὰς μυχιωτάτας ἐπεξεργασίας τῶν κυττάρων. Ἐξ ὧν ἐκπηγάζει καὶ διατηρεῖται ἡ ζωὴ. Ἀκόμη καὶ σήμερον ἐκ τῆς συλλογῆς ἀμνιοτικοῦ ὑγροῦ μετὰ τῶν κυττάρων αὐτοῦ, ἐπιτευχθέντος διὰ παρακεντήσεως τῆς μήτρας ἐγκύου γυναικὸς ἢ ἄλλου ζώου ἢ ἀκόμη ἀσφαλέστερον, κατὰ τὰς τελευταίας ἀνακοινώσεις διὰ τῆς ἐξαγωγῆς ἐμβρυακῶν κυττάρων ἐκ τοῦ αἵματος τῶν φλεβῶν τοῦ βραχίονος τῆς μητρὸς καὶ οὐχὶ ἐκ τῆς μήτρας ἢ τοῦ ἐμβρύου, καθίσταται δυνατόν ν' ἀποκτηθοῦν πληροφορίαι ὑψίστης διὰ τὴν τύχην τοῦ ἐμβρύου σημασίας, ὅταν βεβαίως γνωρίζωμεν καλῶς τὴν βιολογίαν τοῦ κυττάρου. Διὰ τῆς μεθόδου ταύτης διευκολύνεται ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον διάγνωσις κληρονομικῶν ἀνωμαλιῶν, ἢ ἐλαττωμάτων γενετικῶν ἢ χρωματοσωματικῶν μειονεκτημάτων, δυναμένων νὰ προκαλέσουν ἀκόμη ὀψίμους ἐγκεφαλικὰς διαταραχὰς κατὰ τὴν ἐνηλικίωσιν.

Διὰ τῆς τοιαύτης ἀγωγῆς ὡς γνωστόν, εἶναι δυνατόν νά διαπιστωθῆ κατὰ πόσον τὸ ὑπὸ ἐξέτασιν ἔμβρυον φιλοξενεῖ τὸν γόνον τῆς νόσου τοῦ Tay-sachs καὶ ἄλλων παθολογικῶν, ὡς θά γίνῃ περαιτέρω λόγος, καταστάσεων, τῶν ὁποίων εἶναι γνωστὴ ἡ αἰτία, ὡς προερχομένη ἐξ ἐνζυματικῶν διαταραχῶν. Οὕτω οἱ μέλλοντες γονεῖς δύνανται νά πληροφορηθοῦν περὶ τῆς ὑγιεινῆς καταστάσεως τῶν γεννηθησομένων τέκνων των.

Ἡ σημειωθεῖσα ἐπανάστασις εἰς τὴν προγεννητικὴν ταύτην διάγνωσιν διὰ τοῦ ἀμνιοτικοῦ ὑγροῦ ἐπέτρεψεν καὶ τὴν διάγνωσιν ὡς πρὸς τὴν παρουσίαν τοῦ δ-β χαρακτηριστικοῦ τῆς θαλασσοαιμίας (ΘΑ) εἰς τὸ ἔμβρυον. Οὕτω διὰ τῆς χρήσεως ΠΕ ἀποκόπτονται ὁλόκληραι σειραὶ ἀπὸ γονίδια ἀνθρωπίνων κυττάρων καὶ κατόπιν ἐπεξεργασίας τῶν ταινιῶν τούτων τῆς γλοβίνης μὲ ραδιοενεργὰ σύνθετα μὲ ἄλλους χειρισμοὺς ἐξετάζονται αὗται ἐπὶ αὐτοραδιογραφικῶν πλακῶν καὶ συγκρίνονται πρὸς ἄλλας τοιαύτας αἰτινες ἔχουν σπανίως αἱματικὰ ἀνωμαλίας, ὀφειλομένας εἰς τὴν ἐξάλειψιν ἢ ἀπουσίαν τῶν γονιδίων τῆς γλοβίνης. Παρομοία τεχνικὴ χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν διάγνωσιν τῆς δρεπανοειδοῦς αἰμοσφαιρικῆς ἀναιμίας (ΔΑΑ) ἢ (Sickle-cell anemia). Σημειωτέον, ὅτι αἱ ἐξετάσεις τὴν σήμερον γίνονται ἄνευ ἀπορροφήσεως αἵματος ἐκ τοῦ ἔμβρυου, ἥτις δύνανται νά προκαλέσῃ κίνδυνον τῆς ζωῆς τούτου.

Οὕτω, ἂν τὰ τμήματα τοῦ DNA τῶν κυττάρων τοῦ ἔμβρυου, τὰ ὁποῖα παράγονται ἐκ τοῦ διαχωρισμοῦ τούτου μὲ τὸ ΠΕ καλούμενου (HrA-I) εἶναι βραχέα, τότε τὸ ἔμβρυον στερεῖται τὸν γονιδίων τῆς ΔΑΑ, ἂν ὁμως ὑπάρχουν καὶ τὰ δύο (βραχέα καὶ μακρὰ) τότε τὸ ἔμβρυον εἶναι ὁ φορεὺς τῆς ἀνωμαλίας ταύτης — ἢ ἂν ὑπάρχουν μόνον μακρὰ τμήματα τότε τὸ ἔμβρυον ἐγκλείει πραγματικῶς τὴν νόσον. Ἐν τούτοις χρειάζεται ἀκόμη μακρὰ ἔρευνα διὰ νά καθορισθῆ μετὰ βεβαιότητος πόσον ἢ ἐνέργεια τοῦ ἐνζύμου HrA-I εὐρίσκεται πάντοτε εἰς συσχετισμὸν μὲ τὴν παρουσίαν ἢ τὴν ἀπουσίαν τοῦ ΔΑΑ γονιδίου.

Ἀκόμη περισσότερον πιστεύεται ὅτι κληρονομικαὶ τινες νόσοι τοῦ ἀνθρώπου εἶναι δυνατόν νά τεθοῦν ὑπὸ ἔλεγχον διὰ σχετικῆς συμπλέξεως τῶν γονιδίων. Ὡσαύτως διὰ τῆς τεχνικῆς συνδέσεως τῶν γονιδίων ἐλπίζεται νά καταστῇ δυνατὴ καὶ ἡ καταπολέμησις τοῦ καρκίνου, ἥτοι, ὡς ἐλέχθη, νά πραγματοποιηθῆ ἢ ἐπίτευξις ἐνὸς εἰδικοῦ γονιδίου, ὅπερ θά ἔχη τὴν ιδιότητα νά καταδιώκῃ καὶ νά καταστρέφῃ τὰ ἐπιβλαβῆ κύτταρα. (βλ. κατωτέρω).

### **E-DNA διὰ τὴν Παραγωγὴν Ἐνζύμων εἰς τὴν Ἱατρικὴν**

Μὲ τὰς προόδους τῆς τεχνολογίας πλείονα ἐνζυμα μεγάλης σπουδαιότητος, ὡς ἡ οὐροκινάση, στρεπτοκινάση καὶ γαλακτάση, χρησιμοποιοῦνται ὡς πολύτιμα φάρμακα ἐναντίον νόσων τινῶν ἢ ὡς μέσα προλήψεως τούτων. Σχετικὰ μὲ τὸ ζήτημα τούτο θά ἀρκεσθῶμεν ν' ἀναφέρωμεν μόνον τὰς προσπάθειας διὰ τὴν παραγωγὴν μεγάλων ποσοτήτων τοιούτων ἐνζύμων, τῇ βοήθειᾳ, τῆς γονιδιακῆς μηχανικῆς. Ὡς γνωστόν, ἤδη ἀπὸ τὸν 1960 κατέστη δυνατὴ καὶ ἡ διὰ τῆς χρησιμοποιήσεως βακτηριδίων παραγωγὴ πολλῶν ἀντιγράφων ἐπιθυμητῶν ἐνζύμων. Εἶναι γνωστόν ὅτι τὸ κύτταρον περικλείει 800-900 διάφο-

ρα ένζυμα. Ούτω ή τεχνική συνίσταται εις τήν ένσφήνωσιν πολλαπλών αντίγραφων ενός γονιδίου έλέγχοντος τό είδικόν ένζυμον εις τόν κύκλον του DNA (πλασμιδίου) και εις τήν μετέπειτα, ως έλέχθη, «όλίσθησιν» του πλασμιδίου τούτου εις τό βακτηριδιακόν πρωτόπλασμα. Έν τούτοις ή εφαρμοζομένη προς τούτο τεχνική διαφέρει κάπως τής επανειλημμένης αναφερθείσης τεχνικής των E.DNA. Καιτί πολλά από τά πειράματα εύρίσκονται εις τό άρχικόν στάδιον, έν τούτοις τ' αποτελέσματα κρίνονται ως λίαν ίκανοποιητικά.

Διά του άνωτέρω τρόπου προβλέπεται μεγάλη παραγωγή του ούτω καλουμένου ένζυμου τής γαλακτάσης, ήτις κατόπιν εκ καθαρισμού και προσδέσεως εις βιολογικά στηρίγματα προβλέπεται ότι θα χρησιμοποιηθή διά τήν διάσπασιν των σχετικών πρωτεϊνών δι' ένισχύσεως τής γαλακτόζης εις άτομα με άνεπάρκειαν εις τό άνωτέρω ένζυμον.

Τό βακτηριδιον *E.Coli* εις τήν φυσικήν γενετικήν κατάστασιν χρησιμοποιείται και διά τήν παραγωγήν L-άσπαραγκινάσης (L-asparaginase), ήτις κέκτηται θεραπευτικός ιδιότητας, και βοηθεί εις τήν προπαρασκευήν μικροοργανισμών, οί όποιοι παράγουν αντιβιοτικά. Ώσαύτως τήν σήμερον χρησιμοποιείται ή τεχνική των E-DNA διά τήν παραγωγήν αντιγόνων έμβολίων. Τά E-DNA, ως θα γίνη λόγος κατωτέρω χρησιμοποιούνται διά τήν παραγωγήν καταλυτικών ένζυμων διά βασικάς βιομηχανικάς επεξεργασίας.

### **Τά E-DNA διά τήν Άνθεκτικότητα και τήν Άνοσίαν.**

Έκ πολλαπλών πειραμάτων, σχετικώς με τόν μηχανισμόν τής άνοσοποίησης ζώων και ανθρώπων άπεδείχθη ότι ή άντοχή των κυττάρων όφείλεται εις τήν αντίδρασιν των γονιδίων τούτων. Τό άνθεκτικόν κύτταρον έναντίον ενός έπιβλαβούς παράγοντος άποκτά υπέρ τά 200 γονίδια άντοχής έναντίον του άνωτέρω παράγοντος έν συγκρίσει με τόν κοινόν κύτταρον. Τοιαύτα κύτταρα άντοχής με ένεργά αντίγραφα άποτελούν θαυμασίαν πρώτην ύλην διά πειράματα E-DNA, κυρίως εάν ό γονιδιακός κώδιξ άφορά προϊόν, όπερ δύναται να άνιχνευθή εύκόλως εις άμφοτερα, τό ζών και τό βακτηριδιον. Τελευταίως διεπιστώθη (Παν. του Stanford) ότι τό προϊόν ενός γονιδίου θηλαστικού ζώου δύναται να είναι βιολογικώς ένεργόν εις βακτηρίδια. Ούτω τινά έξ αυτών, έχοντα γονίδια λευκού μυός δύναται ν' άναπτυχθοϋν παρουσία ενός αντιβιοτικού, τό όποιον παρεμποδίζει τήν ανάπτυξιν κανονικών βακτηριδιακών κυττάρων.

Ή έρευνα επί των γονιδίων προσφέρει, ως έλέχθη, μεγάλας δυνατότητας παραγωγής νέων έμβολίων έναντίον νόσων. Ή δυσκολία όμως έγκειται εις τήν άδυναμίαν αύξήσεως τής παραγωγής τούτων εις μεγάλην κλίμακα τουλάχιστον επί του παρόντος. Ήδη εύρέθησαν βακτηριδιακά «σύνθετα» έμπλεγμένα με διαρροϊκάς νόσους, με γονίδια τής ίνφλουέντζας, του ίου τής ήπατίτιδας και άλλων. Έκ τούτων τό πρώτον έχει σημασίαν διά τήν δυνατότητα έξουδετερώσεως τής τοξίνης τής χολέρας καθ' όσον 85% των άμινοξέων ταύτης είναι τά αυτά μετά των άλλων διαρροϊκών νόσων. Έπιπροσθέτως υπάρχουν πιθανότητες, ότι με τάς σημερινάς έντατικάς έρευνας θα εύρεθή άποτελεσματι-

κόν έμβόλιον κατά του άφθώδους πυρετού ως και πολλών άλλων νόσων τών ζώων.

Ή διά E-DNA παρασκευή πρωτεϊνών κακοήθων όγκων άποτελεί σημαντικόν πλεόνεκτημα διά την μελέτην του καρκίνου. Ή πρωτεΐνη αυτή, ήτις καλείται «Pittlet», μικρού t αντιγόνου, εμφανίζεται έπί της έπιφανείας της κυτταρικής μεμβράνης τών θηλαστικών, μολυνθέντων με SV40 ίόν, γνωστόν ως προκαλοϋντα όγκους εις τά ζώα. Ή παραγωγή του t αντιγόνου είναι ή 2α περίπτωση κατά την όποιαν οι έρευνηται «καθοδήγησαν» βακτηρίδια να παράγουν πρωτεΐνη θηλαστικών, ήτις δέν δύναται να συγχωνευθή με οϋδέν βακτηριδιακόν προΐόν. Διά την παραγωγήν του αντιγόνου τούτου προκαλείται ή κατάτμησις ενός τμήματος του DNA παρουσία του γονιδίου του t αντιγόνου διά να προσκολληθή είτε τμήμα του DNA, περιέχον την πλευράν εις την όποιαν τά βακτηριδιακά ριβοσώματα ένοϋνται διά την έναρξιν συνθέσεως πρωτεΐνης (βλ άνοσία καρκίνου). Ή όρμόνη άναπτύξεως του ανθρώπου είναι έτέρα πρωτεΐνη θηλαστικών της όποιας ή σύνθεση έπετεύχθη, ως έλέχθη, διά βακτηριδίων.

**Interferon (IF):** Είς εκ τών καταπληκτικών θριάμβων της συμπλέξεως τών γονιδίων μεγαλυτέρου ένδιαφέροντος άκόμη από την κατασκευήν της ίνσουλίνης και περισσότερον έλπιδοφόρου από την όρμόνην της άναπτύξεως είναι και ή κατασκευή του ανθρώπινου interferon από βακτηρίδια του έργαστηρίου. Πραγματικώς, τό κατόρθωμα τούτο άποτελεί μίαν δυναμικήν στροφήν, μίαν έκδήλωσιν της δυνητικότητας της E-DNA τεχνικής.

Τό IF έθεωρείτο έν εκ τών δυσκολωτέρων προβλημάτων. Διά την ανακάλυψιν (1957) τούτου, παρατηρήθησαν και ένδείξεις ότι τό φυσικόν τούτο σύνθετον θά ήτο ίκανόν να καταστρέφη τους ίους και ούτω ν' άποτελέση έν θεραπευτικόν μέσον έναντίον της ήπατίτιδος, του κοινού κρουολογήματος και άλλων. Νεώτεροι έρευναι δίδουν έλπίδας και διά την διά τούτου θεραπείαν του καρκίνου (βλ. περαιτέρω).

Ή μεγαλυτέρα ποσότης του IF, ως γνωστόν, παράγεται εις την Φιλανδίαν έξ ανθρώπινων λευκοκυττάρων μολυνθέντων δι' ίών. Ή έτησία ποσότης είναι άρκετή μόνον διά την άντικαρκινική «θεραπεία» 100 άσθενών με έξοδα χιλιάδων δολ. δι' έκαστον τούτων.

Δυστυχώς τό IF τών ζώων δέν δύναται να ύποκαταστήση τό τοιοϋτον τών ανθρώπων.

Ή σημερινή έπεξεργασία διά την κατασκευήν του άποτελεί θρίαμβον της τεχνικής και μοριακής βιολογίας. Μετά την μόλυνσιν τών λευκοσφαιρίων με ίόν γίνεται ή άπόσταξις του άγγελιοφόρου RNA (messenger RNA), όστις περιέχει την πληροφορίαν δράσεως μεταξύ τών γονιδίων και της «μηχανής», της παραγωγής πρωτεΐνης. Τούτο άκολουθείται με την χρήσιν ένζύμων διά την παραγωγήν αντιγράφου του DNA και του άγγελιαφόρου RNA, όπερ λίαν πιθανώς άντιπροσωπεύει τό IF. Με την τεχνικήν της συμπλέξεως τών γονιδίων τά αντίγραφα ταύτα του DNA παρεντίθενται εις τους δακτυλίους και τά πλασμίδια της βακτηριδιακής DNA διά να μεταφερθοϋν εις τά βακτηρίδια του έρ-



γαστηρίου, όπου έκαστον τούτων τὸ περιέχον τὸ πλασμίδιον, καλλιεργεῖται εἰς ἀποικίας. Δι' ἐτέρας ἐπεξεργασίας, ἀρκετὰ πολυπλόκου πρὸς ἔλεγχον τῆς πραγματικῆς παρουσίας τῆς ἀγγελίας τοῦ RNA, ἀπαιτούσης ἐγχύσεις τούτου εἰς ὠὰ βατράχου, τὸ ὑλικὸν τίθεται εἰς ἀναπτυσσόμενα ἐν τῷ ἐργαστηρίῳ ἀνθρώπινα κύτταρα, εἰς τὰ ὁποῖα προστίθεται ὁ ἰός: Ἡ ἀνάπτυξις ὑγιῶν (ἀπροσβλήτων) κυττάρων μαρτυρεῖ τὴν παρουσίαν τοῦ ΙΦ ἐν δράσει. Τὸ ἐπιτευχθέν προϊόν εἶναι ἱκανὸν νὰ φονεῦῃ τοὺς ἰούς καὶ νὰ προασπίζη κατὰ τούτων ἀνθρώπινα κύτταρα, ἀναπτυσσόμενα εἰς καλλιεργείας.

Τὸ προϊόν τοῦτο ἐκ τοῦ ἀνθρώπου ἐθωρεῖτο ἐν ἀρχῇ ὡς εἶδος εἰδικόν, ἦτοι ὡς ἀνίκανον νὰ προφυλάττῃ τὸν μῦν καὶ τὰ ἄλλα ζῶα ἐναντίον τῶν ἰῶν. Ὡσαύτως, τὸ ἐκ τῶν βακτηριδίων προϊόν διαφέρει ἐκ τοῦ πραγματικοῦ ἀνθρωπίνου ΙΦ ὡς πρὸς τὴν χημικὴν σύνθεσιν (ἀπουσία ζακχάρου καὶ μεγαλύτερου μήκους μορίου). Μεγάλαι προσπάθειαι, γίνονται διὰ τὴν βελτίωσιν τῆς τεχνικῆς, ἦτοι διὰ τὴν καταλληλοτέραν τοποθέτησιν τοῦ γονιδίου ἐντὸς τοῦ βακτηριδίου, ἵνα αὐξηθῇ ἡ παραγωγὴ καὶ καταστῆ τοῦτο περισσότερο ἀποτελεσματικόν (βλ. περαιτέρω).

Ἐτερα ἐμπόδια διὰ τὴν εἰς μάζας παραγωγὴν τοῦ ΙΦ ἦτο τὸ γεγονός ὅτι δὲν εἶχεν καταστῆ ἀκόμη γνωστὴ ἡ ἀκριβὴς δομὴ τοῦ μορίου. Πρὸς τοῦτο ἐγένετο ἡ ἀρχὴ διὰ τὸν προσδιορισμὸν τῆς σειρᾶς τῶν ἀμινοξέων του με κάλυψιν μέχρι τοῦδε 1/6 ἀπὸ τὰς 150 μονάδας τοιούτων, ἐξ ὧν ἀποτελεῖται τοῦτο. Μάλιστα γίνεται χρήσις νέας σειρᾶς πρωτεϊνῶν, ἥτις ἀπαιτεῖ ὀλιγώτερον τοῦ 1/10 τῆς ποσότητος τοῦ ἀναγκαιούντος ὑλικοῦ ἀπὸ τὰς προηγουμένας ἀναλύσεις πρωτεϊνῶν. Ὑπάρχουν ἐλπίδες, ὅτι ὅταν καταστῆ γνωστὴ ἡ δομὴ τοῦ ΙΦ, τότε τοῦτο ἀσφαλῶς θὰ παραχθῇ καὶ συνθετικῶς. Ἀκόμη καὶ σήμερον με τὰς ὑπαρχούσας τμηματικὰς γνώσεις δομῆς πιθανὸν νὰ διευκολυνθῇ «ἡ ἀναδόμησις τοῦ τροποποιουμένου ΙΦ, τοῦ παραγομένου ὑπὸ τῶν βακτηριδίων. Διὰ τῆς ἐπιδιωκουμένης βελτιώσεως μεθόδων παραγωγῆς ὑπάρχει βεβαιότης, ὅτι τὸ ΙΦ θὰ παράγεται ἐν ἀφθονίᾳ ἐντὸς μικροῦ χρονικοῦ διαστήματος με κόστος 10 δολ. δι' ἐκάστην θεραπείαν.

Ἡ τεχνικὴ τῆς παραγωγῆς κλώνων εἰς τὰ ζῶα ἐχρησιμοποιήθη διὰ τὴν παραγωγὴν μονοκλωνικῶν ἀντισωμάτων (MA). Τὸ τέχνασμα κατὰ τὴν παραγωγὴν αὐτῶν εἶναι ἡ διαιωνισίς κυττάρων, τὰ ὁποῖα σχηματίζουν ἐν εἰδικὸν ἀντίσωμα διὰ τῆς συνενώσεώς των με κύτταρα ὄγκων. Κατὰ συνέπειαν ὅλα τὰ «παράγωγα σπληνὸς τῶν MA τούτων θὰ περιέχουν τὸ ἀρχικὸν ἀπλοῦν ἀντίσωμα. Ἀρχικῶς κύτταρα ἀπὸ μῦν ἐκαλλιεργήθησαν συνεχῶς διὰ νὰ παράγουν ποικιλίαν ἐπιθυμητῶν ἀντισωμάτων. Ἡ ἐπεξεργασία περιλαμβάνει τὴν συγχώνευσιν (fusing) τῶν κυττάρων τούτων με καλλιεργούμενα τοιαῦτα νεοπλάσματος τῖνος, ἦτοι με μίαν σειρὰν κυττάρων τὰ ὁποῖα ἀνεπτύχθησαν εἰς τὰ Ἐθνικὰ Ἴνστιτούτα Ὑγείας τῶν ΗΠΑ ἀπὸ ἐν ἀντίσωμα, παράγον ὄγκων.

Ἡ τεχνικὴ αὕτη τῶν MA ἐφαρμόζεται καὶ διὰ τὴν ἔρευναν λύσεως προβλημάτων τῶν ἀναγομένων πέραν τῆς κυτταρικῆς ἐπιφανείας. Οἱ βιολόγοι σήμερον προσπαθοῦν νὰ εὑρουν ἐν MA, τὸ ὁποῖον θὰ εἶναι ἱκανὸν νὰ ἐνωθῇ με τὸ ΙΦ, ὅπερ, ὡς ἐλέχθη, καταπολεμᾷ τὰς μολύνσεις ἐκ τῶν ἰῶν καὶ πιθανῶς νὰ

θεραπεία και τὸν καρκίνον. Τὰ ΜΑ δύνανται ὡσαύτως νὰ χρησιμοποιηθοῦν καὶ εἰς ἄλλους πολλοὺς τομεῖς τῆς ἰατρικῆς, ἥτοι διὰ διαγνώσεις καὶ θεραπείας καὶ διὰ τὴν ἐκκαθάρισιν μεγάλων ποσοτήτων βιολογικῶν παρασκευασμάτων, πολυτίμων διὰ πειραματισμοὺς καὶ πιθανὸν δι' ἄλλας ἐφαρμογὰς ἀπαιτούσας τὴν χρῆσιν κλώνων.

Κατὰ τὴν τελευταίαν συνεδρίασιν τῆς Ἐπιτροπῆς τοῦ Συμβουλευτικοῦ Σώματος διὰ τὰ Ε-DNA ἐξητήθη ἡ ἄδεια διὰ τὴν παραγωγὴν εἰς μεγάλας ποσότητας πέντε οὐσιῶν χρησίμων διὰ τὴν ὑγείαν τοῦ ἀνθρώπου. Μεταξὺ τούτων εἶναι (1) ἡ θυμοσίνη Ἄλφα -1 (Thymosine alpha-1) μία ὁρμόνη, ἡ ὁποία ἰσχυροποιεῖ τὸ ἀνοσοποιητικὸν σύστημα-μέ δυνατότητας νὰ βοηθήσῃ τὸ σῶμα ν' ἀντέχῃ κατὰ τῶν μολ. νόσων-καὶ δεικνύει θετικὰ ἀποτελέσματα εἰς κλινικὰς ἐξετάσεις διὰ τὴν θεραπείαν τοῦ καρκίνου τοῦ ἐγεφάλου καὶ τῶν πνευμόνων (βλ. καρκίνος), (2) ἡ ἀνθρ. προΐνσουλίνη, ὁ πρόδρομος τῆς ἰνσουλίνης, ἥτις ὡς γνωστὸν, περιέχει ἀμφοτέρας τὰς ἀλύσεις ἀμινοξέων, αἱ ὁποῖαι συνενοῦνται διὰ ν' ἀποτελέσουν τὴν ὁρμόνην (3) ἡ ἀνθρωπίνη σωματοστατίνη (4) ἡ ὁρμόνη ἀναπτύξεως, καὶ (5) τὸ ΙΦ ἀνθρώπου. Σχετικῶς πρὸς τοῦτο παρατηρεῖται τὴν σήμερον ἡ τάσις πρὸς παραγωγὴν τοῦ ΙΦ ἀπὸ ἰνοβλάστας (fibroblasts) παρὰ ἀπὸ λευκοκύτταρα.

Ἐξ ἴσου μεγάλης σπουδαιότητος εἶναι καὶ ἡ ἀγγελία ὅτι μία βιοχημικὴ ἐταιρία (BRL)\* ἤρχισεν τὴν παραγωγὴν προλίνης (proline) διὰ τῆς Α-DNA τεχνικῆς. Ἡ προλίνη, ὡς γνωστὸν, εἶναι ἓν ἐκ τῶν 20 ἀμινοξέων, χρησιμοποιουμένη διὰ τὴν οἰκοδομὴν πρωτεϊνῶν, χωρὶς ὅμως αὕτη νὰ περιλαμβάνεται εἰς τὴν ὁμάδα τῶν ΑΑΟ διὰ τὴν διατροφήν ἀνθρώπων καὶ ζῶων. Ἐν τούτοις ἡ προλίνη προστιθεμένη εἰς τὴν τροφήν τῶν ζῶων ἢ χρησιμοποιουμένη ἐνδοφλεβικῶς εὐνοεῖ τὴν διατροφήν, ὅπως καὶ τὰ ἄλλα ἀμινοξέα.

Ἐπὶ τοῦ παρόντος ἡ Ἰαπωνία, διὰ τῆς μεθόδου τῆς ζυμώσεως παράγει σχεδὸν τὰ 90% ὄλων τῶν εἰς τὸ ἐμπόριον διατιθεμένων ἀμινοξέων, καθ' ὃν χρόνον αἱ ΗΠΑ ἐξάγουν ποσὸν 500 ἑκατομ. δολ. κατ' ἔτος. Διὰ τῆς νέας μεθόδου ὑπάρχει ἐλπίς ἐλαττώσεως τοῦ κόστους τοῦ ἀμινοξέως τούτου ἀπὸ 50-200 δολ. κατὰ χιλγρ. εἰς ὀλιγώτερον τῶν 10 δολ. /χιλιόγραμ., με ἀποτελέσματα τὴν μείωσιν τῆς τιμῆς τοῦ κρέατος καὶ τῶν ἄλλων ζωϊκῆς προελεύσεως τροφίμων.

Ἐξ ὄλων τῶν ἀνωτέρω προκύπτει ὅτι ἡ τεχνικὴ τῶν ΠΕ καὶ τῆς συμπλέξεως τῶν γονιδίων συνέβαλεν εἰς τὴν ἀνάλυσιν καὶ ἐπανασύνθεσιν πολυπλοκῶν μορίων τοῦ DNA ἀνθρώπου καὶ ζῶων καὶ ἄλλων ὀργανισμῶν, πρᾶγμα, ὅπερ προηγουμένως ἦτο πολὺ δύσκολον, ἂν ὄχι ἀδύνατον καὶ διὰ τούτου ν' ἀνακαλυφθοῦν πολῦτιμοι πληροφορίαὶ ἐνδομύχων ἐπεξεργασιῶν, αἱ ὁποῖαι λαμβάνουν χώραν εἰς τὰ μόρια τοῦ ὑγιῶς καὶ ἀσθενοῦς γονιδίου ἀνθρώπων καὶ ζῶων.

### **Ἀποτελεσματικότης Προϊόντων τῆς Ε-DNA Τεχνικῆς**

Ἄν καὶ ἡ ἐπιτυχία τῶν βιολόγων εἰς τὴν διὰ βακτηριδιακῆς μηχανικῆς παραγωγῆς ζωϊκῶν οὐσιῶν ἦτο σχετικῶς ταχεία, ἐν τούτοις τὸ ἔργον τῆς ἀποδεί-

ξεως τῆς ἀποτελεσματικότητος τῶν ἐκ ταύτης νέων προϊόντων εἰς τὰ ζῶα, καὶ κατὰ μείζονα λόγον διὰ τὸν ἄνθρωπον ἦτο βραδεία. Νεώτεροι δὲ ἀνακοινώσεις ἀναφέρουν ὅτι δύο ἐκ τῶν προϊόντων, τῶν ὑπὸ βακτηριδίων παραγομένων, ἡ ὁρμόνη ἀναπτύξεως καὶ τὸ ΙΦ τοῦ ἀνθρώπου, ἐν ἀντιθέσει πρὸς ὅτι ἀρχικῶς εἶχεν πιστευθεῖ, εἶναι ἐξ ἴσου ἀποτελεσματικὰ εἰς τὰ ζῶα, ὅπως τὰ ἀντιστοιχα τοιαῦτα, τὰ φυσικῶς παραγόμενα ὑπὸ τῶν θηλαστικῶν. Ἡ πρώτη σχετικὴ ἀνακοίνωσις διὰ τὸ ΙΦ ἀνέφερον, ὡς ἐλέχθη, τὴν παραγωγὴν διὰ τῆς E-DNA τεχνικῆς 2 τύπων ἀνθρωπίνου ΙΦ, ἐν ἐξ ἰνοβλαστῶν καὶ ἕτερον ἐκ λευκοκυττάρων. Ἡ παραγωγή κατὰ τὴν ἀρχικὴν μέθοδον συνίστατο εἰς ὀλίγα μόνον μόρια ΙΦ κατὰ βακτηριακὸν κύτταρον, ἐνῶ διὰ τῆς νεωτέρας μεθόδου παρήχθησαν 100.000 μόρια κατὰ β. κύτταρον.

Τὸ ποσὸν τοῦτον ἀντιπροσωπεύει 50 δόσεις ἀσθενῶν. Οὕτω τὸ ΙΦ χρησιμοποιεῖται τῶρα δι' ἐρεύνας τόσον πρὸς θεραπείαν τοῦ καρκίνου (βλ. καρκ.) ὅσον πρὸς προάσπισιν ἐκ τῶν ἐξ ἰῶν προσβολῶν.

Ἡ ὑψηλὴ αὕτη παραγωγή ὀφείλεται κατὰ τοὺς εἰδικούς εἰς 2 παράγοντας: (α) εἰς τὴν πρόσδεσιν τοῦ γονιδίου, ὅπερ ἀντεγράφη ἀπὸ τὸ ἀνθρώπινον RNA, εἰς ἓνα φυσικὸν βακτηριδιακὸν σύστημα ἐλέγχου καὶ (β) εἰς τὴν σύνδεσιν, ἥτις ἀποτελεῖ ἓν ἄμεσον ἀγκύστρωμα, ἥτοι εἰς τρόπους δι' ὧν ἀποφεύγεται ἡ ἀνάγκη ἀποκοπῆς προδρομικῶν τμημάτων ἀπὸ τὸ προϊόν. Τὸ βακτηριδιακὸν ΙΦ ὡς ἐλέχθη, διαφέρει ἀπὸ τῶν θηλαστικῶν τοιούτων εἰς τὸ ὅτι δὲν περιέχει ὁμάδας ζακχαρῶν. Ἐν τούτοις παρά τὴν ἔλλειψιν ταύτην τὸ β. ΙΦ, ὡς ἀνακοινοῦται, εἶναι ἐξ ἴσου ἀποτελεσματικόν. Ἀπὸ 3 ὁμάδας σκιουροπιθῆκων οἱ ὁποῖοι ἐχρησιμοποιήθησαν δι' ἐρεύνας, οἱ τοιοῦτοι τῶν 2 ὁμάδων οἱ ὁποῖοι ἐδέχθησαν ΙΦ, ἐκ βακτ. ἢ ἀνθρωπίνων κυττάρων (ἰνοβλαστῶν ἢ λευκοκυττάρων), πρὸ καὶ μετὰ τὴν μόλυνσιν των διὰ θανατηφόρου ἰοῦ (ἐγκεφαλομυοκαρδίτιδος), ἐπέζησαν, ἐν ἀντιθέσει πρὸς τοὺς τῆς 3ης ὁμάδος, τοὺς θανόντας, οἱ ὁποῖοι ἐδέχθησαν μόνον φυσικὴν (κοινὴν) βακτηριδιακὴν πρωτεΐνην. Τούτου ἕνεκεν ἐζητήθη ἡ ἄδεια διὰ τὴν παραγωγὴν 600 λίτρων ΙΦ ἀπὸ ἕκαστον εἶδος τούτων.

Ὅπως τὸ ΙΦ οὕτω καὶ ἡ ἀνθρωπίνη ὁρμόνη τῆς ἀναπτύξεως ἢ βακτηριδιακῶς παραχθεῖσα εἶναι ἐξ ἴσου ἀποτελεσματικὴ ἐν συγκρίσει μὲ τὸ φυσικὸν προϊόν. Ἡ αὔξησις τοῦ βάρους τοῦ σώματος, τοῦ μήκους τῶν ὀστέων εἰς τοὺς ποντικούς, ἡ διὰ βακτηριδιακῆς ὁρμόνης προκληθεῖσα δὲν διέφερον ἀπὸ ἐπιστημονικῆς ἀπόψεως τῆς τοιαύτης, τῆς ἐπιτευχθείσης δι' ὁρμόνης τῆς ἀνθρωπίνης ὑποφύσεως.

Σημειωτέον ὅτι, ὡς εἰκῶς, τ' ἀποτελέσματα ἐκ τῆς χρήσεως τοῦ ΙΦ δὲν ἦσαν ἀρχικῶς τελειῶς ἐμφανῆ. Τοῦτο ὀφείλετο εἰς τὴν ἀδυναμίαν τῆς παραγωγῆς τούτου εἰς καθαρὰν μορφήν. ἤδη, ὡς ἀνακοινοῦται, εὐρέθη μέσον τοιαύτης ἐκκαθαρίσεως τοῦ προϊόντος. Ἡ κλεῖς τῆς ἐκκαθαρίσεως ταύτης ὀφείλεται εἰς ἓν ἀντίσωμα, ὅπερ συνδέεται εἰδικῶς μὲ τὸ ΙΦ. Διὰ τῆς τεχνικῆς ταύτης τοῦτο συμπυκνοῦται 5.000 φορές δι' ἑνὸς μόνον βήματος.

Τὸ εἰδικὸν τοῦτο ἀντίσωμα, εὐρέθη κατόπιν 2 σειρῶν πειραμάτων συγχωνεύσεως κυττάρων τοῦ ἀνοσοποιητικοῦ συστήματος μὲ τὰ τοιούτων ἐκ νεοπλασμάτων προερχομένων.

Ἡ κατόπιν διαλογῆς χρήσις τοῦ ἀντισώματος διὰ τὴν συμπύκνωσιν τοῦ ΙΦ, ἐκ λευκοσφαιρίων ἀνθρώπου δύναται νὰ ἐφαρμοσθῆ καὶ διὰ τὴν ἐκκαθάρισιν τοῦ ΙΦ (Purification), παραγομένου διὰ τῆς E-DNA τεχνικῆς.

### **Προβλέψεις καὶ Φόβοι Ἐπιπλαβοῦς Ἐξελίξεως.**

Καίτοι τὰ πλεονεκτήματα, τῆς E-DNA τεχνικῆς ὡς ἐλέχθη, εἶναι πάμπολλα καὶ μεγάλης σπουδαιότητος, ἐν τούτοις ὁ φόβος δημιουργίας ὀργανισμῶν, ἐχόντων δυναμικότητα νὰ μεταβάλουν τὴν ἰσορροπίαν καὶ ἁρμονίαν τῆς φύσεως, δὲν φαίνεται νὰ εἶναι καὶ τελείως ἀδικαιολόγητος. Ὅθεν μὲ τὸν κίνδυνον τοῦτον τοῦ μέλλοντος τῆς ἀνθρωπότητος φυσικῶς γεννᾶται τὸ ἐρώτημα: Ἐχομεν πράγματι τὸ δικαίωμα νὰ «χαριεντιζώμεθα» μὲ τοὺς νόμους τῆς ἐξελίξεως τῆς φύσεως; Βεβαίως, τοῦτο ἔχει ἀρχίσει ἤδη νὰ γίνεται πρὸ πολλοῦ καὶ μάλιστα, ἀκόμη περισσότερο νὰ ἐπεκτείνεται εἰς ἄλλα μεγαλύτερα καὶ ἀμέσου σοβαρότητος ζητήματα. Δυστυχῶς ἡ συμπεριφορὰ αὕτη δὲν διαφέρει πολὺ τῆς τοιαύτης τῆς παρατηρουμένης εἰς ἄλλας μεγάλας ἀνακαλύψεις. Ἐκάστη τούτων δύναται νὰ χρησιμοποιηθῆ τὸσον διὰ τὸ καλόν, ὅσον διὰ τὸ κακόν τῆς ἀνθρωπότητος. Ἡ E-DNA τεχνικὴ τῶν γονιδίων ἀναμφιβόλως δύναται νὰ προκαλέσῃ πραγματικὴν ἐπιστημονικὴν ἐπανάστασιν.

Μὲ τὴν ἀνωτέρω μέθοδον εἶναι δυνατόν νὰ ἐπιτευχθοῦν προφανῶς καὶ βακτηρίδια, προκαλοῦντα νόσους ἢ ἄλλα μικρόβια ἀνθετικὰ κατὰ τῶν διαφόρων ἀντιβιοτικῶν. Γνωρίζομεν ἐξ ἄλλου καὶ τὰς μεταβολὰς τῆς μολυσματικότητος τῶν ἰῶν (ἂν καὶ τοῦτο εἶναι διαφορετικόν). Ἐν τούτοις τὸ ζήτημα τοῦτο ἀφορᾷ τὴν δυνατότητα ἐξαπλώσεως ἀνθεκτικῶν βακτηριδίων ἐναντίον τῶν γνωστῶν φαρμάκων, πρᾶγμα ὄπερ παρατηρεῖται καὶ μὲ τὴν ἄσκοπον χρήσιν ἀντιβιοτικῶν. Εἶναι γνωστὸν ἐξ ἄλλου ὅτι τοιαύτη παρατεταμένη ἐπαφὴ δύναται νὰ μεταβάλλῃ τὴν γενετικὴν δομὴν ἐνίων βακτηριδίων καὶ μάλιστα κατὰ τοιοῦτον τρόπον, ὥστε νὰ ἐπιτρέπη εἰς τὸν παράγοντα τῆς ἀνοχῆς κατὰ τῶν φαρμάκων νὰ μεταδοθῆ ἀπὸ ἕναν τύπον μικροοργανισμοῦ εἰς ἄλλον. Εἰς τὴν πραγματικότητα ὁ τρόπος οὗτος εἶναι δυναμικός. Μὲ ἄλλους λόγους, ἐν ἀβλαβῆς βακτηρίδιον, ὄπερ ἀπέκτησεν ἀνοχὴν εἰς τινὰ φάρμακα δύναται νὰ μεταδώσῃ τὴν ἀνθεκτικότητα ταύτην εἰς ἄλλα βακτηρίδια, τὰ ὅποια εἶναι ἐπιπλαβῆ καὶ οὕτω νὰ καταστήσῃ ταῦτα περισσότερο ἐπικίνδυνα διὰ τὸν ἄνθρωπον μὲ πιθανὸν ἀποτέλεσμα νὰ προκληθοῦν ἀκόμη καὶ ἐπιδημιαί, ἐναντίον τῶν ὁποίων ὁ ἄνθρωπος θὰ εἶναι πλέον ἄοπλος διὰ τὴν καταπολέμησίν των. Ὅθεν, ἄσκοπος ἢ ἀπρόσεκτος γενετικὸς χειρισμὸς δύναται ν' ἀποβῆ περισσότερο ἐπιπλαβῆς ἀπὸ τὸν κίνδυνον, τὸν δυνάμενον νὰ προκληθῆ ἐκ διαφυγῆς μικροβίων ἢ ἄλλου ἐπικινδύνου ὑλικοῦ ἐκ τοῦ ἐργαστηρίου ὑπὸ ὁμαλᾶς συνθήκας.

Ποῖαι εἶναι ὁμῶς αἱ προβλέψεις διὰ τὴν γενετικὴν μηχανικὴν σχετικῶς μὲ τὴν εὐφυΐαν, τὴν καλλονὴν, τὴν ὑπερφυσικὴν δύναμην ἢ ἀνδρείαν μὲ τὰ ἀνθρώπινα κύτταρα; Ἡ ἀπάντησις εἰς τὸ ἐρώτημα τοῦτο δίδεται ἐμμέσως ἀπὸ τοὺς εἰδικοὺς μὲ τὸ ἐπιχείρημα ὅτι διὰ τὴν δημιουργίαν ἐνός ἐκάστου τῶν ἀνωτέρω χαρακτηριστικῶν χρειάζεται ἡ σύμπλεξις ἴσως χιλιάδων γονιδίων καὶ οὕτω γενετικῶς καθίσταται ἀδύνατος ὁ καθορισμὸς τῆς εὐφυΐας καὶ τῶν ἄλλων ἐπιθυμητῶν ἰδιοτήτων, τουλάχιστον ἐπὶ μακρὸν χρονικὸν διάστημα.

Πολλοί τῶν κριτικῶν ἀνησυχοῦν, ὄχι μόνον διὰ τὴν πιθανότητα δημιουργίας χιμαιρικῶν τεράτων, ἀλλὰ προβάλλουν καὶ ἐπιχειρήματα ὡς πρὸς τὴν δυνατότητα παραγωγῆς ὄντων, τῇ βοήθειᾳ φυσικῆς ἐξελιξέως ἢ ἄλλων τοιούτων μὲ προσχεδιασμένην προσωπικότητα διὰ τῆς ἐπεκτάσεως ταύτης τῆς μηχανικῆς τῶν γονιδίων εἰς τὸν ἄνθρωπον. Ἐν τούτοις οἱ φόβοι οὗτοι περὶ ἐνδεχομένων κινδύνων ἔχουν ὑπερβολικῶς μεγενθυθῆ διότι εἰς τὴν πραγματικότητα οὗτοι φαίνονται κάπως ἀπίθανοι. Ἡ ἀσθένεια π.χ. ἐνὸς ἐργαστηριακοῦ ἐξ αἰτίας ἐνὸς «ἀνασυνδουασθέντος ὀργανισμοῦ» διὰ νὰ εἶναι πραγματικῶς ἀπειλητικὴ δεόν νὰ συνδυάζη 3 πιθανότητας, αἱ ὁποῖαι τὴν σήμερον εἶναι μικραὶ. Αἱ προϋποθέσεις αὗται συνοψίζονται εἰς τὴν ἐνωμάτων τῶν ἐπικινδύνων γονιδίων ἄνευ ἀντιστάσεως εἰς τὰ ΕΚ-2 κύτταρα, εἰς τὴν εἴσοδον τούτων εἰς μῆλον ἀριθμὸν ἐν τῇ κυκλοφορίᾳ ὀργανισμοῦ τινός, καὶ εἰς τὴν δυνατότητα προξενήσεως σοβαρῶν βλαβῶν ὑπὸ τῶν κυττάρων τούτων, παρ' ὅλην τὴν προβλεπομένην βραχείαν ἐπιβίωσιν των.

Ἡ δυνατότης ὄθεν δημιουργίας Ε-DNA μὲ γονίδια προκαλοῦντα καρκίνον, ἐξ ἀπροσεξίας συμπλεγθέντα μὲ κοινὰ βακτηρίδια καὶ αἱ ἐκ τούτου ὑποθετικαὶ ἐπιδημιαὶ καρκίνου, φαίνονται ὡς λίαν ἀπίθανοι, διότι ἡ πραγματοποίησις μιᾶς τοιαύτης ἐπιβλαβοῦς συγκυρίας ἀπαιτεῖ, ὅπως τὸ «μεταφερθέν, ὡ ἐλέχθη, ἐπιβλαβὲς γονίδιον εἰσβάλη εἰς ἓν κύτταρον θηλαστικοῦ καὶ λειτουργήσῃ ἐκεῖ βιολογικῶς: Νεώτερα πειράματα εἰς τὸ Fort Detrich, Md, (παράρτ. τοῦ NIH) ἀπέδειξαν ὅτι μία τοιαύτη μόλυνσις ἢ εἰσβολὴ δὲν εἶναι δυνατόν νὰ πραγματοποιηθῆ, ὅπως τοῦτο κρίνεται ἀπὸ ἐρεῦνας, εἰς τοὺς μῦς, οἱ ὁποῖοι ἐτρέφθησαν μὲ βακτηρίδια, περιέχοντα γονίδια καρκινογόνων ἰῶν.

Κατόπιν τούτου, ὁ ἐπισειόμενος οὗτος κίνδυνος προβλέπεται ὡς ἀπίθανος ἢ πολὺ μικρὸς ἐν σχέσει μὲ τὸν τοιοῦτον, τὸν προερχόμενον ἐκ τοῦ χειρισμοῦ ἐργαστηριακῶν λίαν παθογόνων μικροβίων, γνωστῆς τελικῆς θανατηφόρου ἐκβάσεως διὰ τὰ μολυνθέντα ὄντα. Ἐξ ἄλλου αἱ τῆς μυθολογίας χίμαιραι ἀσφαλῶς δὲν πρόκειται νὰ κατέλθουν ἀπὸ τὰ ὕψη τοῦ βασιλείου τῶν τεχνουργημάτων τῆς φαντασίας εἰς τὸ πεδίον τῆς πραγματικῆς τεχνολογίας.

Οἱ φόβοι διὰ τὰ ἀγνωστα ἀποτελέσματα, τὰ ἐκ τῆς ἐξελιξέως προερχόμενα, ἔχουν ἀναμφισβητήτως δημιουργήσῃ ἀνησυχίας ἐξ αἰτίας τῆς πιθανῆς ἐπεμβάσεως διὰ τῆς γενετικῆς ταύτης μηχανικῆς εἰς τὸν ἄνθρωπον. Ἐν τούτοις σοβαρὰ ἐρωτήματα ἐγείρονται καὶ ὡς πρὸς τὸ ζήτημα τοῦτο, ὡς πχ. εἰς ποῖον βαθμὸν ἢ πρόοδος τοῦ γενετικοῦ συνδουασμοῦ μᾶς ἔχει φέρει πλησίον τοῦ χειρισμοῦ τῶν γονιδίων εἰς τὸν ἄνθρωπον καὶ ποῖα πιθανότης ὑπάρχει ὅτι ἡ μέθοδος αὕτη θὰ χρησιμοποιηθῆ δι' ἐπιβλαβεῖς ἢ ἐπικινδύνους ἐπιχειρήσεις; Καὶ ὡς πρὸς μὲ τὸν πρῶτον ἐρώτημα δύναται νὰ λεχθῆ, ὅτι μέχρι τοῦδε ἔχουν εὑρεθῆ διάφοροι καταστρεπτικαὶ ἀνακαλύψεις, χωρὶς νὰ χρησιμοποιηθοῦν ἐπιβλαβῶς διὰ τὸν ἄνθρωπον. Ὡς πρὸς τὸ δεῦτερον, ὁ προσανατολισμὸς τῆς Ε-DNA τεχνικῆς εἰς τὸ ἀνθρώπινον εἶδος ἔχει μᾶλλον θεραπευτικὰς τάσεις. Οὕτω, τὰ μυθολογικὰ τέρατα καὶ τὰ ἄλλα τρομακτικὰ χιμαιρικὰ πλάσματα τ' ἀναφερόμενα ἐκφοβιστικῶς διὰ τὰς ἀνωτέρας ἐρεῦνας, θὰ παραμείνουν τὰ «φιλολογικὰ» προϊόντα τῆς ἀχαλινώτου ἀνθρωπίνης φαντασίας, καὶ οὐχὶ τῆς τεχνολογίας.

Σήμεραν είναι σχεδόν κατορθωτόν ἓν ταξειδίον εἰς τὸν Ἄρην ἢ εἰς ἄλλον πλανήτην, ἂν βεβαίως δοθῇ εἰς τοὺς εἰδικούς ὁ ἀπαραίτητος χρόνος καὶ τὸ ἀπαιτούμενον χρήμα. Ὅταν ὁμως ἐρχόμεθα εἰς τὸ ζήτημα τῆς μεταβολῆς τῆς ἀνθρωπίνης γενετικῆς δεξαμενῆς, ἢ ἐπίτευξις τούτου δὲν φαίνεται τόσον δυνατή. Μὲ τὰς σημερινὰς ἐπιστημονικὰς γνώσεις καὶ ἱκανότητας ἀπέχουεν τούτου καὶ ὡς ἐκ τούτου θὰ χρειασθῇ νὰ παρέλθουν πολλαὶ γενεαὶ μετὰ τὸν θανατόν μας πρὶν ἢ ἡ ἀνθρωπότης σκεφθῇ σοβαρῶς καὶ δυναθῇ νὰ πραγματοποιήσῃ ἓνα τόσον μέγα κατόρθωμα. Ἐκεῖνο ὁμως, τὸ ὁποῖον προέχει τὴν σήμερον εἶναι κατὰ τὴν γνώμην πολλῶν ἢ προσπάθεια τῆς αὐξήσεως τοῦ βαθμοῦ τῆς ἠθικῆς ἀξίας τοῦ ἀνθρώπινου γένους καὶ οὐχὶ ἡ προώθησις τοῦ σκοποῦ τῆς δυνατότητος δημιουργίας τεράτων διὰ τὴν ἐξέλιξιν τῆς ἀνθρωπότητος καὶ τοῦ μέλλοντος ταύτης.

Μὲ μίαν προοπτικὴν ὑγιοῦς σκέψεως ὑπεγράφη ἀρχικῶς ὑπὸ τῶν κορυφαίων ἐρευνητῶν εἰδικῶν μανιφέστον, διὰ τοῦ ὁποῖου συνιστᾶτο ἡ ἀποφυγὴ τοιούτων πειραμάτων ὡς π.χ. δομῶν «διεισδύσεως», εἰς βακτηριδιακὰ στελέχη, τὰ ὁποῖα φυσικῶς δὲν ἔχουν πλασμίδια, μὲ τὸν σκοπὸν νὰ δημιουργήσουν νέους συνδυασμοὺς ἀνθεκτικότητος εἰς ἀντιβιοτικά ἢ τοξίνας, ὡς καὶ ἔνσωματώσεως ἢ ἀνασυνδυασμοῦ βακτηριδίων ἢ μοριακῶν τμημάτων ὄγκογονῶν ἰῶν ἢ ἄλλων ζώντων ὄντων. Ὡσαύτως, διὰ προγράμματα συνδέσεως τεμαχίων ζωικοῦ DNA μὲ βακτηριδιακῶν πλασμίδιον τοῦ DNA ἢ τοιούτου τοῦ βακτηριοφάγου συνιστᾶται ὅπως ταῦτα προμελετῶνται σοβαρῶς λόγῳ τοῦ γεγονότος ὅτι εἰς πολλοὺς τύπους ζωικῶν κυττάρων, τὸ DNA περιέχει ἄκρα κοινὰ μὲ τοῦ RNA τῶν ὄγκογονῶν ἰῶν. Λόγῳ τοῦ κινδύνου τούτου, πειράματα δυνάμενα νὰ παράγουν σύνθετα τοῦ DNA, τὰ ὁποῖα ἔχουν τάσιν νὰ δημιουργήσουν βιολογικὰς ἰδιότητας μὴ δυναμένας νὰ προβλεφθοῦν μετὰ βεβαιότητος εἶχον συμφωνηθῇ ν' ἀποφεύγωνται ἢ νὰ μὴ κρίνωνται ἐπιπολαίως. Ἀκόμη μία ἀπόφασις ἐκεχειρίας εἶχεν ἐπιτευχθῆ προσωρινῶς διὰ «τοιούτου» εἶδους ἐρέυνας μέχρι διευκρινήσεως ὀρισμένων ζητημάτων, σχετικῶν μὲ τὴν λήψιν μέτρων πρὸς ἐξασφάλισιν ἀκινδύνων ἀποτελεσμάτων. Ὡς εἰκόσ, ὁ φόβος πάντοτε ὑπάρχει ὅτι ἓν ξένον γονίδιον τοποθετούμενον εἰς ἓν κοινὸν βακτηριδίον δύναται νὰ δημιουργήσῃ ἕτερον μὲ σοβαρὰς, ἀκατανικήτους μολυσματικὰς ἰδιότητας.

Ἀλλά, εἶναι πράγματι δυνατόν νὰ διατυπωθοῦν ἀσφαλεῖς καθοδηγήσεις, ὅταν γνωρίζωμεν τόσον ὀλίγον περὶ τοῦ περιβάλλοντος, τὸ ὁποῖον προτιθέμεθα νὰ διαταράξωμεν μὲ νέους συνδυασμοὺς ἢ ἀνακαλύψεις; Παρ' ὅλας τὰς ἐπιτευχθεῖσας ταύτας προόδους τῆς νέας βιολογίας, ἐδημιουργήθησαν περισσότερα ἐρωτήματα ἀπὸ τὰς δοθείσας ἀπαντήσεις. Αἱ καταβαλλόμεναι προσπάθειαι καθοδηγήσεως περὶ περιορισμοῦ τῶν διὰ τῆς τεχνικῆς ταύτης ἐκτελουμένων πειραματισμῶν πρὸς ἀποφυγὴν ἐπικινδύνων ἀποτελεσμάτων εἶναι σημαντικαί, ἐνῶ τὰ ἐρωτήματα ὡς πρὸς τὴν ἀποτελεσματικότητα τῶν τοιούτων προφυλάξεων παραμένουν ἄνευ ἀπαντήσεως. Εἶναι βέβαιον ὅτι εἰσερχόμεθα εἰς μίαν νέαν περιοχὴν τῆς ὁποίας ἀγνοοῦμεν τὴν αἰτιολογίαν. Ὡς εἶναι ἐπόμενον καὶ πολλὰ ἄλλα ἠθικοφιλοσοφικὰ προβλήματα θὰ δημιουργηθοῦν ἐκ τούτου.

Πράγματι από ποιόν μᾶς ἐδόθη τὸ δικαίωμα νὰ δημιουργήσωμεν νέα πλάσματα πρὸς ἐκπλήρωσιν τῶν ἰδικῶν μας σκοπῶν; Εἶναι ἐπιτετραμένον νὰ προσπαθῶμεν νὰ ἐλέγχωμεν τὸν ἰδικὸν μας φυσικὸν προορισμόν; Πρέπει π.χ. νὰ παραποιήσωμεν τὸ ἀνοσοποιητικὸν σύστημα διὰ νὰ καταστήσωμεν δλους τοὺς τύπους μεταμοσχευομένων ὀργάνων μίαν κοινотυπίαν μὲ τὸν σκοπὸν νὰ παρατείνωμεν τὴν ζωὴν μερικῶν ἀτόμων ἐπ' ἀόριστον; Πῶς θὰ εἶναι δυνατὸν νὰ προφυλάξωμεν τὴν ποικιλίαν τῶν εἰδῶν ἀπὸ ἐκεῖνα, τὰ ὁποῖα μερικοὶ θὰ ἐπεθύμουν νὰ βελτιώσουν μὲ κλώνους ἰδεωδῶν προτύπων; Δι' ὅλα ταῦτα καὶ πιθανὰ ἄλλα ζητήματα οἱ ἄνθρωποι, ὡς εἶναι φυσικόν, θὰ λάβουν μίαν ἡμέραν ἠθικὰς ἀποφάσεις συμφώνως μὲ τὰς νέας προόδους τῆς ἰκολογίας, τὰς σχετικὰς μὲ τὰς γνώσεις περὶ πνεύματος καὶ εὐφυίας. Εὐτυχῶς ὁ ἀνθρώπινος ἐγκέφαλος φαίνεται ὅτι θὰ ἐξακολουθήσῃ νὰ συγχέῃ τὰ τῆς ἐπιστήμης ζητήματα, διότι, ἀκόμη καὶ ἐὰν γνωρίσωμεν καλῶς τὴν λειτουργίαν ἐνὸς κυττάρου ἀσφαλῶς θὰ ἐξακολουθῶμεν νὰ ματαιοπονῶμεν μὲ τὴν κατὰκτησιν ἄλλων ζητημάτων, ὡς π.χ. τοῦ πῶς τὸ νευρικὸν κύτταρον δημιουργεῖ τὴν συγκίνησιν, τὰς σκέψεις, τὴν συμπεριφορὰν, τὴν μνήμην καὶ μελλοντικῶς τυχὸν ἄλλας ἐκδηλώσεις τῆς ἀντιλήψεως. Τὰ διάφορα ὁμως αἰσθήματα, ὡς πιστεύεται, δὲν εἶναι δυνατὸν ἀκόμη νὰ περιγραφῶν καὶ ἴσως τοῦτο νὰ μὴ κατορθωθῇ ποτέ-μὲ τὴν γλῶσσαν τῆς μοριακῆς βιολογίας!

Ἐπὶ τῆς διαμάχης ταύτης τὸ κράτος προσεπάθησεν νὰ τηρήσῃ οὐδετέραν πολιτικὴν, ἱκανοποιούσαν ἀμφοτέρας τὰς παρατάξεις, δι' ὃ καὶ εἶχεν καθορίσει μίαν περίοδον ἐκεχειρίας 2 ἐτῶν, μέχρις ὅτου διευκρινισθῇ ἡ κατάστασις καὶ μελετηθῶν ἐπαρκῶς ἀποτελεσματικὰ μέτρα.

Ἦδη μὲ τὴν ἀναθεώρησιν τῶν ἀρχικῶς ἐπιβληθεισῶν διατάξεων (1-29-80) ἐμειώθησαν τὰ μέτρα φυσικῆς ἀσφαλείας διὰ τὰ πειράματα μὲ τὰ κοινὰ ἐργαστηριακὰ βακτηρίδια (*E. coli*, K-12) καὶ κατηργήθησαν αἱ ὑποχρεώσεις σχετικῶς μὲ τὴν δήλωσιν περὶ τοιούτων ἐρευνῶν εἰς τὰ NIH, χωρὶς ὁμως καὶ νὰ ἐξαιρεθῶν αἱ πρότερον θεσπισθεῖσαι διατάξεις αἱ ἐλεγχόμεναι ὑπὸ τοῦ σχετικοῦ Συμβουλίου, διὰ τὴν ἐκτέλεσιν E-DNA ἐρευνῶν. Κατόπιν τῶν μέτρων τούτων, τὰ ὁποῖα ἀποκαθιστοῦν ἔστω καὶ μερικῶς, τὴν ἐλευθερίαν τῶν ἐπιστημόνων διὰ τοιούτου εἶδους ἐρεύνας παρατηρεῖται, εἰς τὴν τάσιν τῆς διαμάχης ταύτης ποιά τις ὕφεις ἦτις ἐλπίζεται ὅτι θὰ διατηρηθῇ ἐπ' ἀρκετὸν χρονικὸν διάστημα πρὸς τὸ καλὸν τῆς ἀνθρωπότητος.

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω δύναται νὰ λεχθῇ ἐν περιλήψει ὅτι ἀρχικῶς οἱ διάφοροι ἐπιστήμονες ἦσαν ἐλεύθεροι ν' ἀνασυνδυάσουν ἀλληλοδιαδόχως τὴν οὐσίαν τῶν γονιδίων τοῦ DNA διὰ νὰ δημιουργήσουν νέας μορφὰς ζωῆς ἢ νὰ ἀλλοιώσουν βακτηρίδια ἐκ τῶν ὁποίων ἐνδεχομένως θὰ ἦτο δυνατόν νὰ δημιουργηθῶν ἀπροόπτως ἐπιδημιαὶ ἢ ἄλλαι καταστροφαί.

Πολλοὶ ὁμως εἶχον καὶ ἔχουν ἀντιρρήσεις ὡς πρὸς τὴν θέσπισιν περιορισμῶν, διότι, ὡς ἰσχυρίζονται, τοῦτο ἀπειλεῖ τὴν ἐπιστημονικὴν ἐλευθερίαν καὶ πρόοδον ἐνῶ ἄλλοι ἐξ ἀντιθέτου, ὑπερβάλλουν τοὺς ἐνδεχομένους κινδύνους καὶ ἐπιμένουν εἰς περιορισμούς. Μάλιστα μερικοὶ εἶχον δημιουργήσει μίαν εὐέξαπτον κατάστασιν εἰς τὴν φαντασίαν τοῦ κοινοῦ διὰ τὸ ζήτημα τοῦτο τῶν

E-DNA και εξακολουθούν να προβάλλουν φόβους οι όποιοι ως φαίνεται εδράζονται, ουχί επ' πραγματικής βάσεως, αλλά θεωρούνται ως δημιουργήματα τέχνης επιστημονικών μυθιστορημάτων, διαπλασθέντα διά της φαντασίας αυτών τούτων. Διά της λήψεως νεωτέρων μέτρων δίδεται ποιά τις ελευθερία εις τούς έρευνητάς διά να εξακαλουθήσουν τό «ευεργητικόν» διά την άνθρωπότητα έργων των.

### **Ἡ Γενετική Μηχανική εἰς τὰ Φυτά**

Ἄν και τό ζήτημα τοῦτο εἶναι τελείως ξένον μέ τās ειδικεύσεις τοῦ κτηνιατρικοῦ ἐπαγγέλματος και πιστεύεται, ὅτι δέν ὑπάρχει πιθανότης ὅτι ὁ κτηνίατρος θά δυνηθῆ νά συμβάλλῃ εἰς τήν προώθησιν τῆς ἐπιστήμης εἰς τόν τομέα τοῦτον, ἐν τούτοις αἱ ἐξαιρετικά ἐπιτυχία τῆς τεχνικῆς τῆς E-DNA εἰς τὰ φυτά, αἱ γενόμενα προσπάθειαι και οἱ ἔκτενεις πειραματισμοί διά τήν βελτίωσιν τῆς φυτοκαλλιέργειας εἰς ὄλους τούς τομεῖς αὐτῆς, ἐπιβάλλουν κατά τήν γνώμην μας, ὅπως ἀναφέρωμεν εἰς τό σημεῖον τοῦτο τās τελευταίας προόδους και τās ἐπικρατούσας σκέψεις τῶν εἰδικῶν ἐπιστημόνων ἵνα οἱ ἐνδιαφερόμενοι εἰς τὰ τῆς ἐπιστήμης ταύτης ζητήματα — συμπεριλαμβανομένων και τῶν κτηνιάτρων — ἀντλήσουν τεχνικάς γνώσεις και ἀναλογισθῶν τήν σπουδαιότητα και τό μέλλον τῆς τεχνικῆς ταύτης εἰς τὰ ζητήματα τῆς βελτιώσεως τῆς γεωργικῆς παραγωγῆς ἐκ τῆς ὁποίας ἡ ἀναπαραγωγῆ και διατροφή τῶν ζῶων και ἐν γένει ἡ ζωοπιστιμη εἶναι ἀρκούντως συνδεόμενοι.

Τά εἰς τήν φυτοκαλλιέργειαν ἐπιτευχθέντα ἀποτελέσματα διά τῆς γενετικῆς μηχανικῆς δέν εὐρίσκονται πλέον εἰς τό στάδιον ἐξημένης φαντασίας, ἀλλά εἰσῆλθεν εἰς τήν ἀρχικήν φάσιν γυμνῆς πραγματικότητος. Ἐρευναι πρὸς παραγωγὴν φυτῶν, μέ συνδυασμένα χαρακτηριστικά, ὡς γαρδένιας-ἀρχάδος (orchid), ἀραβοσίτου-σόργου, σίτου -σόγιας, γεωμήλου-τομάτας κτλ. ἔχουν ἤδη ἀρχίσῃ μέ ἐνθαρρυντικά ἀποτελέσματα, τὰ ὁποῖα ὁμως πρὸς τό παρὸν δέν ἐδοκιμάσθησαν ἔξω τοῦ ἐργαστηρίου.

Ἔσαστως, διά καταλλήλων γενετικῶν χειρισμῶν κατέστη δυνατή και διά κλώνων (κλωνική) ἀνάπτυξις τελείου φυτοῦ, ἐξ ἑνὸς ἀπλοῦ ὠρίμου κυττάρου τό ὁποῖον περιέχει ὄλας τās γενετικάς παραγγελίας, αἱ ὁποῖαι ἀπαιτοῦνται διά τήν παραγωγὴν τελείου τοιούτου, ὅπως τοῦτο συμβαίνει μέ τό δαυκίον (καρόττον), τό ὁποῖον ἐγκλείει τέλεια «γενετικά ἀντίγραφα» τοῦ πρωταρχικοῦ δωρητοῦ.

Εἰς ἄλλος τρόπος βελτιώσεως τῆς φυτοκαλλιέργειας διά γενετικοῦ χειρισμοῦ εἶναι και ἡ «αὐτολίπανσις, ἥτοι ἡ δημιουργία ἐσοδειῶν διά τῆς ἀναπτύξεως φυτῶν, τὰ ὁποῖα ἀπέκτησαν τήν ιδιότητα νά παράγουν τό ἰδικόν των ἄζωτον, τό ἀπαιτούμενον διά τās ἀνάγκας τῆς συνήθους λιπάνσεώς των.

Ὁ ἥλιος, ὡς γνωστόν, εἶναι ἀπαραίτητος διά τήν παραγωγὴν ὕδατανθράκων (ἐνεργειας), και ἡ ἄμμωνία, διά τήν παραγωγὴν πρωτεϊνῶν. Τά στοιχεῖα ὄθεν ταῦτα ἀποτελοῦν τήν βᾶσιν διά τήν ἀνάπτυξιν και ἐπιβίωσιν τῶν φυτῶν, μέ τὰ ὁποῖα ὁ ἄνθρωπος και τὰ ζῶα διατρέφονται. Συνεπῶς ἡ ἐξέυρεσις τρόπου καλλιτέρας και ἀφθονωτέρας χρησιμοποίησεως, τοῦ ἡλιακοῦ φωτός και



του άζώτου τής φύσεως θα έξασφαλίση σημαντικώτερας διά τόν άνθρωπον ώφελείας.

Τελευταίως εις τό Έργαστήριον Πυρηνικών Έρευνών του Brookhaven, NY. συνεζητήθησαν εις ειδικήν σύσκεψιν αί τεχνικαί τής καλλιέργειας εις τό περιβάλλον μας, πρós έξεύρεσιν τρόπων ευνοϊκών διά τόν άνθρωπον γενετικών χειρισμών. Άν και τό πρόγραμμα τής συζητήσεως του Συμβουλίου ήτο ή γενετική μηχανική διά τήν δέσμευσιν (fixation) του άζώτου υπό τών φυτών, έν τούτοις ή συζήτησις έξέκλινεν κάπως του τυπικού τούτου θέματος τής γενετικής μηχανικής, ήτοι τής παρεμβολής νέων γονιδίων εις βακτηρίδια. Κυρίως έκει συνεζητήθη ή δυνατότης του κατά πόσον μερικά γονίδια του άραβοσίτου θα καθισταντο ικανά νά δεσμεύουν άζωτον άπό όργανισμούς ζώντας έν στενή έπαφή με τās ρίζας των.

Μία τοιαύτη δυνατότης θα έπροκάλει έπανάστασιν εις τήν γεωργικήν παραγωγή. Πράγματι τό ζήτημα τούτο δέν φαίνεται ν' άποτελεί φαντασίαν πλέον διότι πειραματισμοί εις Βραζιλίαν καταδεικνύουν ότι ή έπίτευξις τούτου έχει σχεδόν συντελεσθή. Τό πρόβλημα συνίσταται εις τό ότι τά μόρια του άζώτου εις τήν φύσιν εύρίσκονται υπό μορφήν διατομικήν (N<sub>2</sub>) ήτοι με 2 άτομα, λίαν στενωδώς συνδεδεμένα μεταξύ των. Ός έκ τούτου άπαιτείται μεγάλη ποσότης ένεργείας διά νά διασπάση και έλευθερώση τούτο πρós δέσμευσιν των εις τήν χημικήν σύνθεσιν τών στοιχείων τών δυναμένων νά χρησιμοποιηθοϋν άπό τούς ζώντες όργανισμούς.

Άπό τήν ιστορίαν τής γής είναι γνωστόν, ότι άρχικώς μερικά μικροσκοπικά φυτά υπέστησαν έξέλιξιν και μεταβολάς διά σειράς πολυπλόκων αντίδράσεων, αί όποιαί κατέστησαν ταϋτα ικανά νά διασπάσουν τό άζωτον του άέρος και νά προσδέουν τούτο εις άλλα σύνθετα, τή βοηθεία του γνωστού ένζυμου τής άζωτάσης (nitrogenase). Τά ψυχανθή, ως γνωστόν, παράγουν τό ίδιόν των λίπασμα διά του σχηματισμού όζιδίων εις τās ρίζας των, έκ του πολλαπλασιασμού και άναπτύξεως βακτηριδίων τά όποια δεσμεύουν τό άζωτον. Ό έναλλασσόμενος τρόπος καλλιέργειας τοιούτων φυτών ως γνωστόν, άποβαίνει λίαν έπωφελής εις τήν καλλιέργειαν διότι ή παραγωγή εις τήν έπακόλουθον έσοδειαν είναι άφθονος, όπως εις μίαν έντατικήν λίπανσιν. Φαίνεται, ότι αί 6 ή 8 φάσεις τής μορφής ταύτης, τής άναπτύξεως και τής παραγωγής τών άζωτογόνων βακτηριδίων εύρίσκονται υπό τόν έλεγχον ειδικής γενετικής ούσίας. Έν τούτοις ή σχετική παραγγελία διά τό άνωτέρω έργον, ως άπεδείχθη, εύρίσκεται κωδικοποιημένη, εις τό γενετικόν ύλικόν και τών δυό παραγόντων τούτων, ήτοι τών μολυνόντων βακτηριδίων άφ' ένόσ, τών φιλοξενούντων ταϋτα φυτών άφ' έτέρου. Τά βακτηρίδια π.χ., τά όποια σχηματίζουν όζίδια εις τās ρίζας τών πίσσων (*Rhizopodium leguminosum*) φέρουν τό χημικόν σήμα (σύνθημα), τό όποιον άφορά μόνον τās ρίζας τών φυτών τούτων. Ουδέν άλλο είδος φυτού φαίνεται ότι έπιτρέπει τήν βακτηριδιακήν εισβολήν έτέρου είδους. Τούτ' αυτό συμβαίνει και με τό είδος εκείνου του *Rhizopodium*, τό όποιον «μολύνει» τά λούπινα και με τά άλλα είδη τών φυτών τής οίκογενείας ταύτης (σόγια, φασίολος κτλ). Η κωδικοποιημένη πληροφορία ή εύρισκομένη εις τά

γονίδια τῶν βακτηριδίων καθιστᾶ δυνατὴν τὴν σύνθεσιν τῆς ἀζωτάσης καὶ τὴν ὄλην ἐπεξεργασίαν τῆς δεσμεύσεως τοῦ ἀζώτου.

Εἰς τὴν Ἀγγλίαν ἐπιστήμονες τινὲς κατώρθωσαν νὰ μεταφέρουν τὰ γονίδια ταῦτα τῆς δεσμεύσεως τοῦ ἀζώτου, ἀπὸ ἓν εἶδος βακτηριδίου, τοῦ *Klebsiella pneumoniae* εἰς ἄλλο εἶδος τελείως διαφορετικόν, τὸ ἀζωτοβακτηρίδιον (*Azotobacter*) τοῦ ὁποίου ἡ ἱκανότης τῆς δεσμεύσεως τοῦ ἀζώτου εἶχεν φυσικῶς ἀπωλεσθῆ. Τὸ γεγονός τοῦτο ἐχαιρετίσθη μετ' ἐνθουσιασμοῦ, ὡς ἐνδείξεις τοῦ ὅτι ἡ ἱκανότης δεσμεύσεως τοῦ ἀζώτου δύναται τελικῶς νὰ μεταβιβασθῆ καὶ εἰς εἶδη φυτῶν, πολυτίμων διὰ τὴν διατροφήν τοῦ ἀνθρώπου. Ἡ ἐπίτευξις τούτου διευκολύνθη διὰ τοῦ στενοῦ συσχετισμοῦ μεταξὺ τοῦ δωρητοῦ βακτηριδίου *Klebsiella* καὶ τοῦ ἐντερικοῦ βακτηριδίου *Escherichia coli*. Τὰ γονίδια κατὰ πρῶτον μετεφέρθησαν εἰς τὸ *E. coli* καὶ μετὰ ταῦτα προσδέθησαν μὲ τὰ ἰνίδια (strands) τοῦ DNA, τὰ ὁποῖα, ὡς εἶχεν πρότερον διαπιστωθῆ ἠδύναντο νὰ μεταφέρουν τοιαῦτα γονίδια εἰς ἄλλα βακτηρίδια.

Ὅσον ἀφορᾶ τὴν λειτουργίαν τῆς γενετικῆς πληροφορίας τοῦ κυττάρου τὸ DNA, δύναται νὰ λεχθῆ, ὅτι συμπεριφέρεται ὡς ὁ μηχανισμὸς τῆς μνήμης τοῦ ἠλεκτρονικοῦ ὑπολογιστοῦ. Τὰ ἰνίδια τοῦ DNA γνωστά, ὡς ἐλέχθη, ὡς πλασμίδια ἔχουν τὴν ἱκανότητα νὰ μεταφέρουν τὰ δεσμευθέντα γονίδια τοῦ ἀζώτου εἰς τὰ βακτηρίδια τοῦ εἶδους *Azotobacter*. Κατόπιν πολλῶν ἐρευνῶν εὑρέθη ὁ τρόπος διὰ τοῦ ὁποίου κατέστη δυνατόν-διὰ τῆς ἐκθέσεως τοῦ *Azotobacter* εἰς μίαν ἀλλοιώτικην οὐσίαν τοῦ DNA-νὰ ὑποστείλῃ τὴν δραστηριότητα τοῦ γονιδίου, τὸ ὁποῖον κανονίζει τὴν παραγωγὴν τοῦ ἀζώτου. Ὅταν ὁμως τὰ βακτηρίδια μετὰ ταῦτα ἀνακτοῦν τὴν ἱκανότητα ταύτην εὑρέθη, ὅτι ἡ ταχύτης τῆς παραγωγῆς τοῦ N αὐξάνει πενταπλασίως.

Τὸ κύριον προϊόν τῆς δεσμεύσεως τοῦ ἀζώτου εἶναι, ὡς ἐλέχθη, ἡ ἀμμωνία ( $\text{NH}_3$ ). Εἰς περίπτωσιν, καθ' ἣν αὕτη συσσωρεύεται πλεον τοῦ δέοντος εἰς τὸ βακτηρίδιον ἢ παραγωγή τῆς ἀζωτάσης ἐπιβραδύνεται ἢ σταματᾶ καὶ κατ' ἀκολουθίαν ἢ σύνθεσις τῆς ἀμμωνίας. Λόγω τούτου τὰ βακτηρίδια κανονικῶς δὲν ἐμπλουτίζουν τὸ ἔδαφος μὲ ἀμμωνίαν πρὸ τῆς σήψεως των. Εἰς ἐργαστήρια τινὰ τοῦ Wisconsin ἀπεμονώθησαν στελέχη (strains) τοῦ *Azotobacter* τὰ ὁποῖα παράγουν ἀμμωνίαν ἀκαταπαύστως. Τοιοῦτοι χειρισμοί, χρησιμοποιηθέντες εἰς τὴν καλλιέργειαν τῆς τομάτας ἀπέδωσαν ἐπωφελεῖ ἀποτελέσματα, συνιστάμενα εἰς τὴν αὐξήσιν τῆς παραγωγῆς καὶ ἐλάττωσιν τοῦ χρόνου ὠριμάνσεως τοῦ καρποῦ των».

Ἐκ παραλλήλου, χλόαι τινες εἰς τροπικὰς χώρας φαίνεται ὅτι προκαλοῦν αὐξήσιν τινὰ, τῆς γονιμότητος διὰ τῆς παραγωγῆς ἀζώτου λόγω τοῦ συνδέσμου αὐτῶν μετὰ τοῦ βακτηριδίου *Spirillum lipoferum*. Αἱ χλόαι αὗται εἰς τὴν πραγματικότητα δὲν ἀναπτύσσουν ὄξϊδια πλήρη μὲ βακτηρίδια, ἀλλὰ παράγουν οὐσίας πλησίον τῶν ριζῶν ἔνθα τὰ βακτηρίδια εὐδοκιμοῦν καὶ κατὰ ἓνα τρόπον ταῦτα εἰσδύουν εἰς αὐτάς ταύτας τὰς ρίζας. Ἡ παρατήρησις αὕτη ἐδημιούργησεν τὴν μεγάλην ἀλλὰ κρυφὴν ἀρχικῶς ἐλπίδα, ὅτι αἱ χλόαι αὗται θὰ ἠδύναντο νὰ χρησιμοποιηθοῦν διὰ τὸν ἐφοδιασμὸν των μὲ ἰδικόν των λίπασμα. Ἐν τούτοις τὰ σπουδαίας σημασίας ἀποτελέσματα τῆς παρατηρήσεως

ταύτης δὲν εἶχον δημοσιευθεῖ ἀρχικῶς ἐκ φόβου ὅτι ταῦτα ὡς παράξενα θὰ καθίσταντο ἀντικείμενα γελοιοποιήσεως τῆς ἐργασίας τῶν σχετικῶν ἐρευνητῶν. Προσπάθειαι ἐνοφθαλμισμοῦ τοῦ ἐδάφους ὑπὸ ἄλλων ἐπιστημόνων ἐγένοντο ἀκολούθως μὲ ἀποτελέσματα τὴν ἐξεύρεσιν συσχετισμοῦ μεταξὺ βακτηριδίων καὶ συγκομιδῆς καρπῶν κατὰ τὴν νεαρὰν ἡλικίαν τῶν φυτῶν τούτων καὶ μὲ τελικὴν δυνατότητα ἀποτελεσματικῆς παραγωγῆς ἀζώτου καὶ ἐμπλουτισμοῦ τοῦ ἐδάφους δι' αὐτῶν.

Ἐπιπροσθέτως τὰ ἀπομονωθέντα στελεχῆ μικροοργανισμῶν συνεχοῦς παραγωγῆς ἀμμωνίας, ὡς ἀνωτέρω ἐλέχθη, δύνανται νὰ χρησιμοποιηθοῦν διὰ τὴν «πέπιν» ἀπορριμμάτων πόλεων ἢ ὑπολειμμάτων μύλων παραγωγῆς χάρτου καὶ ἄλλων τοιούτων διὰ τὴν παραγωγὴν λιπασμάτων. Ἐτερος συνδυασμὸς πτέριδος (fern) καὶ θαλασσιῶν φυτῶν (algae) ἐχρησιμοποιήθη διὰ τὸν ἐμπλουτισμὸν μὲ λίπασμα ὀριζοκαλλιεργούμενων ἀγρῶν.

Ἡ περὶ ἧς πρόκειται πτέρις ἀνήκει εἰς τὸ εἶδος *Azulla* καὶ ἀποτελεῖ τὸ ἀγριόχορτον τῶν ὑπὸ ὕδατος κατακλυζομένων περιφερειῶν. Κάτωθεν τῶν φύλλων τῆς πτέριδος ταύτης ἀναπτύσσεται ἐν εἶδος φυκῶν, τὰ ὅποια ἐφοδιάζουν τὰ φυτὰ μὲ ἀζωτον. Ἡ μέθοδος αὕτη χρησιμοποιεῖται εἰς τὸν Vietnam ὑπὸ τῶν ἀγροτῶν πρὸς λίπανσιν τῶν ἀγρῶν τῆς ὀρύξης καὶ δοκιμάζεται ἤδη εἰς τὴν Καλιφόρνια.

Ἐπομένως εἰς τὴν ἀνωτέρω σύσκεψιν ἐπιστημόνων ἐρρίφθη ἡ ἰδέα πρὸς συζήτησιν τῆς μεθόδου πρὸς ἀνάπτυξιν νέαν συγκομιδῶν διὰ τῆς συγχωνεύσεως τῆς γενετικῆς οὐσίας φυτῶν μὲ διαφορετικὸν γενετικὸν περιεχόμενον. Πρὸς τοῦτο κύτταρα ληφθέντα ἀπὸ φύλλα διαφόρων φυτῶν ἀπογυμνοῦνται ἀπὸ τὰ προστατευτικὰ τοιχώματα αὐτῶν διὰ τῆς ἐπιδράσεως ἐνζύμων. Τὰ οὕτω ἐπεξεργασθέντα κύτταρα παραμένουν ἐν τούτοις περιβεβλημένα διὰ λίαν λεπτῆς μεμβράνης ἡ ὅποια, ὅταν ἐκτεθῇ εἰς γλυκόλην πολυεθυλένης (polyethylene) ἀποκτᾷ ἰδιότητος συγκολλησεως, διὰ τῆς ὁποίας διευκολύνεται, ἢ ἔνωσις διαφορετικῶν κυττάρων καὶ διὰ τούτου ἡ πιθανότης συγχωνεύσεως τούτων. Μέχρι τοῦδε ὁμοῦ οἱ πυρήνες τῶν κυττάρων ἀν καὶ ἐνσωματοῦνται ἐπαρκῶς παραμένουν κεχωρισμένοι ἐντὸς αὐτῶν. Ἐν τούτοις ἐκ μίας τοιαύτης «συγχωνεύσεως» (Fusion) κατέστη δυνατὴ ἡ ἀνάπτυξις πλήρων φυτῶν ὡς ἡ τοιαύτη πεταῦνιαις καπνοῦ...

Τέλος εἰς τὸ ἀνωτέρω Συνέδριον συνεζητήθη καὶ ἡ ὑπόθεσις, ὅτι τυχὸν ὑπαρξίς διαθεσίμου ἐνεργείας ἐντὸς τῶν ὀργανισμῶν πρὸς δέσμευσιν τοῦ ἀζώτου, πιθανὸν θὰ καθώριζαν καὶ τὰ ὄρια ἢ τὸν βαθμὸν βελτιώσεως τῆς χημικῆς ἀποτελεσματικότητος τούτων. Ὡς γνωστὸν, ἡ ἐνέργεια ἐντὸς τοῦ κυττάρου προέρχεται ἀπὸ τὰ μόρια τῆς τριφωσφορικῆς ἀδενοζίνης. Κατὰ τοὺς σχετικοὺς ὑπολογισμοὺς διὰ νὰ συντελεσθῇ ἡ συνθεσις ἐνὸς μορίου ἀμμωνίας, ἀπαιτοῦνται εἴκοσι τοιαῦτα μόρια ἀδενοζίνης. Ἡ ἐνέργεια ὁμοῦ αὕτη δύναται ν' ἀντληθῇ ἀπὸ τὸ σάκχαρον, τὸ παραγόμενον ἐκ τῆς φωτοσυνθέσεως, ἥτις, ὡς γνωστὸν, ἀποτελεῖ προῖον ἡλιακῆς ἐνεργείας. Μὲ τὸν συλλογισμὸν τοῦτον, ἡ παραγωγὴ ἀμμωνίας εἰς τὸ μέλλον πιθανὸν νὰ προωθηθῇ διὰ τῆς ἐπισπεύσεως τῆς πορείας ἢ τοῦ σχηματισμοῦ τῆς φωτοσυνθέσεως. Μὲ τοιαύτην προοπτικὴν τὸ ζήτημα τοῦτο ἀποτελεῖ ἐν λίαν ἐνδιαφέρον θέμα διὰ τοιούτου εἶδους ἐρεῦνας, τόσον τοῦ παρόντος, ὅσον καὶ τοῦ μέλλοντος.