

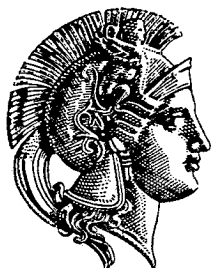
ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΑΘΗΝΩΝ

ΕΚΤΑΚΤΟΣ ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 19ΗΣ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ 1988

ΠΡΟΕΔΡΙΑ ΓΕΩΡΓΙΟΥ ΜΕΡΙΚΑ

ΑΙ ΦΥΣΙΚΑΙ ΕΠΙΣΤΗΜΑΙ ΚΑΙ ΠΑΛΙΝ ΠΡΟ ΝΕΟΥ
ΔΙΔΗΜΜΑΤΟΣ. Η ΑΝΑΠΤΥΞΙΣ ΤΗΣ ΒΙΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΟΜΙΛΙΑ ΤΟΥ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟΥ Κ. ΓΕΩΡΓΙΟΥ ΚΑΡΑΓΚΟΥΝΗ



ΕΝ ΑΘΗΝΑΙΣ 1988

ΑΝΑΤΥΠΟΝ ΕΚ ΤΩΝ ΠΡΑΚΤΙΚΩΝ ΤΗΣ ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ ΑΘΗΝΩΝ ΤΟΜ. 63 (1988)

ΠΡΑΚΤΙΚΑ ΤΗΣ ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ ΑΘΗΝΩΝ

ΕΚΤΑΚΤΟΣ ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 19ΗΣ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ 1988.

ΠΡΟΕΔΡΙΑ ΓΕΩΡΓΙΟΥ ΜΕΡΙΚΑ

ΑΙ ΦΥΣΙΚΑΙ ΕΠΙΣΤΗΜΑΙ ΚΑΙ ΠΑΛΙΝ ΠΡΟ ΝΕΟΥ ΔΙΛΗΜΜΑΤΟΣ. Η ΑΝΑΠΤΥΞΙΣ ΤΗΣ ΒΙΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΟΜΙΛΙΑ ΤΟΥ ΑΚΑΔΗΜΑΤΙΚΟΥ Κ. ΓΕΩΡΓΙΟΥ ΚΑΡΑΓΚΟΥΝΗ

*Κύριε Πρόεδρε,
Κυρίες και Κύριοι.*

Ἡ ἀποφινὴ μου ὀμιλία ἐντάσσεται εἰς τὸ πλαίσιον τῶν ὀμιλιῶν τὰς ὁποίας ἀπὸ δεκαετίας ἔχω τὴν τιμὴν νὰ κάμνω εἰς τὴν Ἀκαδημίαν Ἀθηῶν καὶ αἱ ὁποῖαι ἔχουν ἓναν κοινὸν ἄξονα, καθόσον περιστρέφονται περὶ τὸ ἐρώτημα, ποῖαν θέσιν πρέπει νὰ λάβῃ ὁ προβληματιζόμενος ἐρευνητὴς ἔναντι τῶν καταπληκτικῶν προόδων τῶν πειραματικῶν ἐπιστημῶν.

Τὸ δίλημμα, πρὸ τοῦ ὁποίου εὐρίσκονται σήμερον καὶ πάλιν αἱ φυσικαὶ ἐπιστήμαι, ὀφείλεται εἰς τὴν αἰφνιδίαν ἐμφάνισιν ἐνὸς νέου κλάδου τῶν φυσικῶν ἐπιστημῶν, τῆς Βιοτεχνολογίας. Χάρις εἰς μίαν σειρὰν ἀνακαλύψεων κατὰ τὰς τελευταίας δεκαετίας, τὸ ἐνδιαφέρον τῶν ἐρευνητῶν συνεκεντρώθη περὶ ἓνα σύμπλοκον λίαν ἐτερογενῶν ἐρωτημάτων ἀφορώτων εἰς τὴν ζῶσαν ὕλην. Βιολόγοι, Χημικοί, Φυσικοί, Ἠλεκτρονικοί, Μαθηματικοί, Φιλόσοφοι καὶ Θεολόγοι, ἀδιαφοροῦντες διὰ τοὺς τόσον περιζήλως φυλασσομένους φραγμοὺς μεταξὺ τῶν διαφόρων κλάδων τῶν φυσικῶν Ἐπιστημῶν, συνενώνουν τὰς προσπάθειάς των καὶ συμβάλλουν εἰς τὴν δημιουργίαν μιᾶς νέας ἐπιστήμης, τῆς συγχρόνου Βιοτεχνολογίας.

Καίτοι ὁ κλάδος αὐτὸς ἔχει ἡλικίαν μόλις ὀλίγων δεκαετιῶν, ἐν τούτοις τὸ περιεχόμενον του καλόπτεται ἓνα εὐρύτατον φάσμα φυσικοχημικῶν δεδομένων. Αἰρῆται του ὁμως εἶναι πανάρχαιοι, φθάνουν μέχρι τῶν πρωτογόνων μεθόδων παρα-

σκευής τοῦ ἄρτου, τοῦ οἴνου, τῆς μπίρας. Εἰς τὴν Βαβυλῶνα, παρεσκευάζετο πρὸ ἑξὶ χιλιάδων ἑτῶν μία μπίρα διὰ τὴν ὁποίαν ἀναφέρονται τριάντα διάφορα εἶδη. Αἱ διὰ τῶν ζυμώσεων παρατηρούμεναι ἀλλοιώσεις, εἶχαν κάτι τὸ μυστηριώδες, ἀνεξήγητον δι' αὐτούς. Εἰδικῶς, διὰ τὴν περίπτωσιν τοῦ οἴνου οἱ θεοσεβεῖς χωρικοὶ τῆς Ἑλλάδος, ἔσπευσαν νὰ ἀποδώσουν εἰς τὸν θεὸν Διόνυσον τὴν διδαχὴν τῆς ζυμώσεως τοῦ γλεύκους, ἀφοῦ τὸ παρασκευαζόμενον ὕγρον εἶχε περιέργους, ὑπερφυσικὰς ἰδιότητας. Διότι, ὅταν ἔπιναν ὀλίγον, ἐγένοντο εὐθυμοὶ, καὶ τραγουδοῦσαν ὅπως τὰ πουλιά. Ὅταν ἔπιναν περισσότερον, ἀνωρθοῦντο ὡς οἱ λέοντες, καὶ ὅταν ἔπιναν ἀκόμη περισσότερον, τότε συμπεριεφέροντο ὅπως τὰ ζῶα.

Ὅ,τι βασικῶς χαρακτηρίζει τὴν σύγχρονον Βιοτεχνολογίαν εἶναι ἡ χρῆσις ἠπιωτάτων πειραματικῶν μεθόδων, δηλαδή ἐργάζεται εἰς θερμοκρασίας δωματίου, εἰς πιέσεις περὶ τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν καὶ μὲ νερὸ ὡς σχεδὸν ἀποκλειστικὸν διαλύτην. Αἱ συνθῆκαι αὐταὶ ἀνταποκρίνονται εἰς τοὺς ὅρους λειτουργίας τῶν ζῶων ὀργανισμῶν. Ἐπιτυγχάνει ὁμοῦς συνθέσεις πολυπλόκων ὀργανικῶν ἐνώσεων, μὲ θεραπευτικὰς, ἀντιβιοτικὰς, ἐντομοκτόνους, καὶ ἄλλας ἐν γένει βιολογικὰς δραστηριότητας.

Πολλὰ εἶναι τὰ ἀποκτώμενα προτερήματα διὰ τῆς ἀντικαταστάσεως τῶν καθαρῶς χημικῶν μεθόδων διὰ μικροβιακῶν μεθόδων. Αἱ χημικαὶ μέθοδοι εἶναι πολὺ δραστικά, ἀποσποῦν βιαίως ἀπὸ τὴν Φύσιν τὰς οὐσίας τὰς ὁποίας οἱ Χημικοὶ χρειάζονται, ἐνῶ αἱ ἠπιαὶ βιοχημικαὶ ἀντιδράσεις ἐναλλάσσουν ἐκάστοτε μικρὰ ποσὰ ἐνεργείας καὶ πρωτίστως δὲν μολύνουν τὸ περιβάλλον.

Πρέπει ἀμέσως νὰ προταχθῆ, ὅτι ἡ σύγχρονος βιοτεχνολογία θέτει ὁμοῦς τὸν ἐρευνητὴν πρὸ διλημμάτων ἡθικῶς χαρακτῆρος. Διότι νὰ μὲν χρησιμοποιεῖ μικροοργανισμοὺς ὡς πολυτίμους συνεργάτας, ὅπως θὰ ἴδωμεν, διὰ τὴν καλυτέρευσιν τῆς ποιότητος τῶν τροφίμων, τὴν παρασκευὴν ἀντιβιοτικῶν καὶ ἄλλων θεραπευτικῶν φαρμάκων, ἀλλὰ ἕνας εἰδικὸς κλάδος τῆς βιοτεχνολογίας, ἡ γενετικὴ βιοτεχνολογία, διὰ τῆς ἐπεμβάσεώς της εἰς τὸν ἐσωτερικὸν μηχανισμόν τῆς γεννήσεως καὶ τοῦ πολλαπλασιασμοῦ, ἀλλοιώνουσα τὴν κληρονομικότητα, θεωρεῖται ἀπὸ μιᾶς μερίδος ἐρευνητῶν, προσηλωμένων εἰς τὰς χριστιανικὰς ἀρχὰς καὶ τοὺς ἐξ αὐτῶν κανόνας, ὡς ὕβρις ἐναντίον τοῦ Δημιουργοῦ. Ἐπικαλεῖται δὲ τὴν ἐπέμβασιν τῆς νομοθετικῆς μηχανῆς, ὅπως ἀπαγορευθῆ ἡ ἔρευνα, εἰς τὴν κατέθυσιν αὐτῆν. Ἡ ἄλλη ὁμοῦς παρτάξις, παρασυρομένη ἀπὸ τὴν πρὸς τὰ πρόσω ἐρευνητικὴν ὁρμὴν καὶ ἐρευνητικὴν περιέργειαν φρονεῖ, ὅτι ὄχι ἡ ἔρευνα ἀλλὰ ὁ ἠθικὸς γνώμων ἔχει ἀνάγκην μεταρρυθμίσεως, διὰ νὰ ἐπέλθῃ καὶ πάλιν συμφωνία μὲ τὴν πραγματικότητα.

Φανατικοί τεχνοκράται χαρακτηρίζουν τοὺς ἀνησυχοῦντας διὰ τοὺς πειραματισμοὺς εἰς τὰ ἐνδύμυχα τῆς ζωῆς ὕλης ὡς ὑστερικοὺς ἐχθροὺς τῆς προοδου καὶ καλοῦν τὴν κοινωνίαν νὰ ὀπλισθῆ με ὀρθολογικὴν νηφαλιότητα. Λησμονοῦν ὅμως αὐτοί, ἢ καὶ δὲν γνωρίζουν κἄν, ὅτι αἱ ρίζαι τῶν ἐφηρμοσμένων ἐπιστημῶν εἶναι θεωρητικαὶ διαγνώσεις καὶ ἀνακαλύψεις, ἀποτελέσματα δημιουργικῶν, ἐνορατικῶν παρορμήσεων, αἵτινες ἐκ τῶν ὑστέρων ὑποβάλλονται εἰς ὀρθολογικὴν, κριτικὴν βάσανον.

Διὰ θεωρήσεως τῶν δύο αὐτῶν ἀντιρρόπων ἀντιλήψεων ὀδηγοῦμεθα πρὸς τὸ θεολογικὸν πρόβλημα τῆς σ υ ν ν π ἄ ρ ξ ε ω ς τ ο ὦ κ α λ ο ὦ κ α ἰ τ ο ὦ κ α κ ο ὦ, τῆς Θεοδικίας, ὑπὸ τὴν ἔννοιαν τοῦ Leibnitz. Ὁ Goethe, ὡς ποιητής, συνώφισεν τὰ ὅσα ἔχουν γραφῆ ἐπὶ τοῦ θέματος αὐτοῦ εἰς τὴν ἀπάντησιν τὴν ὁποίαν ὁ Μεφιστοφελῆς δίδει πρὸς τὸν ἐρωτῶντα Faust «Ποῖος εἶσαι ἐσσύ;».

«Εἶμαι τὸ πνεῦμα τῆς ἀρνήσεως, τὸ ὁποῖον, ἐπιδιῶκον τὸ κακὸ, δημιουργεῖ τὸ καλόν».

Ἄλλὰ ἅς χαράξωμεν, ἐν μεγάλῃ συντομίᾳ, τὸν ἱστορικὸν δρόμον τῶν ἀνακαλύψεων, αἵτινες ὠδήγησαν εἰς τὴν σημερινὴν Βιοτεχνολογίαν.

Τὸ ἔτος 1857 ὁ Louis Pasteur εἰς τὸ παράδειγμα τῆς ζυμώσεως τοῦ γαλακτικοῦ ὀξέος, κατέρριψεν τὴν παλαιὰν δοξασίαν, ὅτι δῆθεν τὰ μικροβία γεννῶνται ἀθρομήτως. Ἐν συνεχείᾳ διελεύκανε τὰ αἷτια τῶν ἀσθενειῶν τοῦ οἴνου καὶ τῆς μπίρας, διὰ νὰ παρασκευάσῃ ἀργότερον τὸ πρῶτον ἐμβόλιον, με τὸ ὁποῖον ἀντιμετώπισε ἐπιτυχῶς, διὰ τῆς προκαλουμένης ἀνοσίας, τὴν χολέραν τῶν ὀρνίθων, τὴν λύσσαν τῶν ζώων καὶ τὸν σπληνάνθρακα. Αἱ κλασσικαὶ αὐταὶ ἐργασίαι ἐδημιούργησαν ὅμως, δίκην παρενεργείας, ἓνα γενικόν, διάχυτον φόβον ἔναντι τῶν μικροοργανισμῶν, οἱ ὁποῖοι ἐθεωρήθησαν γενικῶς ἐπικίνδυνοι διὰ τὴν ὑγείαν τοῦ ἀνθρώπου. Τὴν προκατάληψιν αὐτὴν διαλύει ἐπιτυχῶς σήμερον ἡ Βιοτεχνολογία.

Ἡ ἀξιολόγησις τῆς Φύσεως γίνεται ἀναμφισβητήτως βάσει ἀνθρωποκεντρικῶν κριτηρίων. Κανεὶς δὲν θὰ εἶχεν ἀντίρρησιν διὰ μίαν συστηματικὴν θανάτωσιν μικροβίων ἐπικινδύνων εἰς τὴν ὑγείαν τοῦ ἀνθρώπου. Τοῦτο ὅμως δὲν δύναται νὰ ἀποτελέσῃ μίαν γενικὴν καθοδηγητικὴν ἀρχήν. Ἡ σύγχρονος βιοτεχνολογία μᾶς διδάσκει, ὅτι τὰ μικροβία προσφέρουν πολυτίμους ὑπηρεσίας. Εἶναι λ.χ. εἰς θέσιν νὰ παράγουν 100 ἢ καὶ 1000 φορές μεγαλυτέρας ποσότητος ἐνὸς ἀντιβιοτικοῦ ἀπὸ ὅ,τι ἐπιτυγχάνει ὁ ἄνθρωπος διὰ χημικῆς συνθέσεως. Ἐπὶ πλέον δὲν πρέπει νὰ ἀγνοήσωμεν, ὅτι τὸ 90^ο/₁₀ τῆς ζωῆς ὕλης εἰς τὸν πλανήτην μας ἀποτελεῖται ἀπὸ μικροοργανισμοῦς. Πολλοὶ ἐξ αὐτῶν τυγχάνουν σήμερον νομικῆς προστασίας διὰ διπλωμάτων εὑρεσιτεχνίας.

Τὸ ἔτος 1873 ὁ Hertwing ἀνακαλύπτει τὸν μηχανισμόν τῆς γονιμοποιήσεως διὰ τῆς συνενώσεως ὠαρίων καὶ σπέρματος, ὁ Strassburg ἐκθέτει λεπτομερῆ περι-

γραφὴν τοῦ σχηματισμοῦ καὶ πολλαπλασιασμοῦ τῶν κυττάρων, ἐφιστᾶ δὲ τὴν προσοχὴν εἰς τὰς ὁμοιότητας τῶν λειτουργιῶν μεταξὺ φυτικῶν καὶ ζῴϊκῶν κυττάρων.

Τὸ 1892 ὁ Ινιανσκι ἀποδεικνύει, ὅτι ὁ χυμὸς φύλλων καπνοῦ προσβεβλημένων ἀπὸ τὴν μωσαϊκὴν ἀσθένειαν, διατηρεῖ τὴν μολυσματικὴν του ἰκανότητα διὰ τὴν ἀσθένειαν αὐτὴν καὶ κατόπιν διηθήσεως δι' ἐνὸς φίλτρου, τὸ ὁποῖον συγκρατεῖ ὅλα τὰ μικρόβια. Ἀνακαλύπτεται οὕτω ὁ πρῶτος διηθητὸς ἴος.

Ὁ ὄρος γονίδιον ἐμφανίζεται τὸ πρῶτον τὸ ἔτος 1909 διὰ τοῦ Johansen καὶ ὁ Morgan ἀναπτύσσει τὴν θεωρίαν του περὶ τῆς φυσικῆς βάσεως τῆς κληρονομικότητος. Ἡ μυϊγα γίνεται τὸ περιφημότερον καὶ πολυπαθέστατον πειραματόζωον. Τὸ ἔτος 1952 ἀνακαλύπτονται ὑπὸ τοῦ Pauling αἱ πρωτογενεῖς καὶ δευτερογενεῖς πτυχώσεις εἰς τὴν δομὴν τῶν πρωτεϊνῶν, ὁ δὲ Watson θεσπίζει τὴν διπλὴν ἕλικα τῆς πρωτεΐνης DNA, περὶ τῆς ὁποίας θὰ ὁμιλήσωμεν ἐκτενέστερα.

Τὸ ἔτος 1975 οἱ K. Milstein καὶ G. Koehler ἐφεύρουν τὰ μονοκλωνικὰ ἀντισώματα τὰ ὁποῖα ἀπεδείχθησαν ἰσχυρότατα ἐργαλεῖα διὰ βιογενετικὰς ἐπεμβάσεις. Διὰ συγχωνύσεως κυττάρων, παραγόντων ἀντισώματα, με κύτταρα συνεχῶς πολλαπλασιαζόμενα, ὅπως εἶναι τὰ κύτταρα τοῦ καρκίνου, ἐπιτυγχάνουν τὴν παρασκευὴν ἀντισωμάτων εἰς μεγάλας ποσότητας.

Ἄς δοῦμεν πῶς διαμορφοῦνται τὸ ἐρευνητικὸν πρόγραμμα ἐνὸς μοντέρνου βιοτεχνολόγου. Τὸ πρῶτον του μέλημα εἶναι νὰ ἀναζητήσῃ καὶ νὰ ἀνεύρῃ εἰς τὸ βασίλειον τῶν μικροοργανισμῶν μίαν χημικὴν ἔνωση, ἣτις ὑπόσχεται νὰ γίνῃ χρήσιμος εἰς τὸν ἄνθρωπον, εἴτε ὡς μέσον θεραπευτικόν, ἢ ὡς ἐντομοκτόνον καὶ ζιζανιοκτόνον ἢ πρὸς καλυτέρευσιν τῆς γεύσεως τῶν τροφίμων ἢ ἐν γένει κατὰ ἓνα οἰονδήποτε ἄλλον ὠφέλιμον τρόπον. Ἡ ἐπομένη του φροντίς εἶναι διὰ συστηματικῆς μεταβολῆς τῶν συνθηκῶν διαβιώσεως καὶ διατροφῆς τῶν μικροοργανισμῶν αὐτῶν νὰ ὑποκινήσῃ αὐτοὺς νὰ παράγουν τὴν ἐπιθυμητὴν οὐσίαν εἰς ὅσον τὸ δυνατόν μεγαλυτέρας, ἀκόμη καὶ βιομηχανικὰς ποσότητας. Ἐχουν παρομοιάσει τοὺς μικροοργανισμοὺς με πιστὰ κατοικίδια ζῶα τὰ ὁποῖα μᾶς προσφέρουν τὰς ὑπηρεσίας των, ὅταν τύχουν καλῆς μεταχειρίσεως καὶ πρωτίστως καλῆς διατροφῆς. Εἶναι δυνατόν διὰ καταλλήλου ἐκλογῆς τῆς θερμοκρασίας, τοῦ ἀερισμοῦ, τοῦ pH, δηλαδή τῆς ὀξύτητος ἢ τῆς ἀλκαλικότητος τοῦ περιβάλλοντος καὶ πρὸ παντὸς τῆς τροφῆς, νὰ αὐξηθῇ ἢ παραγωγῇ ὡς πρὸς τὴν ἐπιθυμητὴν οὐσίαν εἰς τὸ ἑκατονταπλάσιον ἢ καὶ χιλιοπλάσιον. Π.χ. τὸ βακτηρίδιον *Coryne Bacterium Glutamini-cum* ἐξεπαιδεύθη νὰ παράγῃ 100 γραμμάρια γλουταμινικοῦ ὀξέος κατὰ λίτρον θρεπτικῆς οὐσίας.

Ἡ μέθοδος αὐτὴ ἐκπαιδεύσεως τῶν μικροοργανισμῶν πρὸς ὠρισμένην κατεύθυνσιν, ἐφαρμόζεται ἐπιτυχῶς εἰς βιομηχανικὴν κλίμακα, τείνει ὅμως νὰ ἀντικατασταθῇ ὑπὸ νεωτέρας μεθόδου, ἣτις ἐπιτυγχάνει τὸ αὐτὸ ἀποτέλεσμα εἰς συντομότερον χρονικὸν διάστημα ἐν συγκρίσει μὲ τὴν μακροχρόνιον ἐκπαίδευσιν.

Ἡ νέα μέθοδος συνίσταται εἰς τὴν ριζικὴν γενετικὴν μεταβολὴν τῶν ιδιοτήτων καὶ ἰκανοτήτων ἑνὸς μικροοργανισμοῦ. Τοῦτο συντελεῖται διὰ χειρουργικῆς οὕτως εἰπεῖν ἐπεμβάσεως εἰς τὸ σύνολον τῶν γονιδίων, τῶν φορέων τῆς κληρονομικότητος. Ὁ καθοδηγῶν σκοπὸς εἶναι ἡ ἀντικατάστασις μιᾶς ἀνεπιθυμήτου ιδιότητος διὰ μιᾶς ἄλλης χρησίμου εἰς τὸν ἄνθρωπον.

Πρὸς πληρεστέραν κατανόησιν πρέπει νὰ ἀσχοληθῶμεν ἐν ὀλίγοις μὲ τὴν Χημείαν τῆς κληρονομικότητος. Ἐκ τῶν κυριωτέρων συστατικῶν τῶν κυττάρων ἰδιαίτερον θέσιν κατέχουσι αἱ πρωτεΐναι, μεταξὺ τῶν ὁποίων ἡ DNA-Deoxyribonucleic Acid καὶ ἡ RNA ἐξόχως διακρίνονται, καθόσον εἶναι οἱ φορεῖς τῆς κληρονομικότητος.

Διὰ συμπυκνώσεως τῶν ἀμφοτεριζόντων ἀμινοξέων, (διότι ἔχουν μίαν ὀξινὴν καὶ μίαν ἀλκαλικὴν πλευρὰν) σχηματίζονται πολυπεπτιδία, ἀπὸ τὰ ὁποῖα ἀπαρτίζονται αἱ πρωτεΐναι. Εἰς τὴν Φύσιν ὑπάρχουν 20 ἀμινοξέα διαφόρου χημικῆς συνθέσεως, τὰ ὁποῖα δύνανται νὰ συνδεθοῦν εἰς ἄλλοις κατὰ πολὺ διαφορετικοὺς τρόπους, κυρίως ὡς πρὸς τὴν θέσιν εἰς τὴν σειρὰν τὴν ὁποίαν κατέχουν εἰς τὴν ἄλυσον. Ὁ ἀριθμὸς τῶν δυνατῶν αὐτῶν συνδυασμῶν, ἴσος μὲ τὸν ἀριθμὸν τῶν ἰσομερῶν, εἶναι τεράστιος. Μία ἄλυσος, περιέχουσα 60 πεπτιδία, ἐπιτρέπει τὸν σχηματισμὸν 10^{78} συνδυασμῶν. Ἐνας ἀσύλληπτος ἀριθμὸς. Καὶ νὰ συλλογίζεσθε, ὅτι ὑπάρχουν πρωτεΐναι τῶν ὁποίων αἱ ἄλυσαι ἀπαρτίζονται ἀπὸ 100 ἢ καὶ ἀπὸ 1000 πεπτιδία.

Ποία εἶναι ἡ βιολογικὴ ἔννοια αὐτοῦ τοῦ πλοῦτου; Πρόκειται περὶ μιᾶς τεραστίας ἀμυντικῆς ἐφεδρείας! Διότι, ἐὰν αἱ ἐξωτερικαὶ συνθήκαι θερμοκρασίας, πίεσεως, pH, ἀκτινοβολίας, ὑπὸ τὰς ὁποίας ζῆ τὸ κύτταρον, ὑποστοῦν μίαν μεταβολὴν, λόγω ἐξωτερικῆς ἐπεμβάσεως, εἰς τὴν ὁποίαν τὸ πολυπεπτιδίου ὠρισμένης δομῆς δὲν εἶναι ἀνθεκτικόν, ἢ καὶ δὲν ἀποδίδει τὸ μέγιστον καλῆς λειτουργίας, τότε τὸ κύτταρον ἔχει τὴν δυνατότητα νὰ μεταπέσῃ εἰς ἕνα ἄλλο ἰσομερῆ ἀπὸ τὸ μεγάλο αὐτὸ ἐφεδρικὸν ἀπόθεμα καὶ δὴ εἰς ἕνα ἰσομερῆ τὸ ὁποῖον εἶναι καλότερα προσηρμοσμένον εἰς τὰς νέας ἐξωτερικὰς συνθήκας.

Δὲν πρέπει ὅμως νὰ φαντασθῶμεν, ὅτι αὐτὰ τὰ 10^{78} ἰσομερῆ εἶναι προκατασκευασμένα εἰς τὸ ἐσωτερικόν τοῦ κυττάρου, ἀναμένοντα ἐν ἐφεδρείᾳ τὴν χρησιμοποίησίν των. Πολὸ μᾶλλον ὁ ἀριθμὸς αὐτὸς ἀναφέρεται εἰς τὰς δυνατῆς μετα-

πτώσεων ενός υπάρχοντος ισομεροῦς εἰς ἄλλα καταλληλότερα διὰ τὸν ἐκάστοτε σκοπὸν.

Ἄλλα καὶ ἡ Φύσις δὲν εὐρίσκει ἀκόπως τὸ ἐκάστοτε κατάλληλον πεπτιδίον. Ἐφαρμόζει καὶ αὐτὴ τὴν γνωστὴν εἰς ἡμᾶς πειραματικὴν μέθοδον τοῦ *trial and error* δηλ. ἐπιλογή, δοκιμή, ἀποδοχή ἢ ἀπόρριψις.

Μία μερὶς ἐρευνητῶν φρονεῖ, ὅτι κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ φαινομένου αὐτοῦ κυριαρχεῖ τὸ Τυχαῖον. Πρὸ πενταετίας εἰς ὀμιλίαν μου, εἰς τὴν Ἀκαδημίαν Ἀθηνῶν, μὲ τίτλον «Ἡ Συναδέλφωσις Τύχης καὶ Αἰτιοκρατικῆς Ἀναγκαιότητος», σειρὰν παραδειγμάτων, πῶς οἱ φαινομενικῶς ἀντίρροποι αὐτοὶ δύο πόλοι *συνεργάζονται* πρὸς ἐπίτευξιν ἐνὸς ὠρισμένου σκοποῦ.

Ἡ ἐλαφρὰ σύνδεσις τῶν ἑλικοειδῶν ἀλύσεων τῶν πολυπεπτιδίων μεταξὺ τῶν γίνεται διὰ τῶν *γεφυρῶν ὑδρογόνου*. Αὐταὶ συνίστανται εἰς τὴν προσκόλλησιν ἐνὸς ἤδη ἐν συνδέσει ἀτόμου ὑδρογόνου τῆς μιᾶς ἀλύσου μὲ ἓνα ἄτομον τῆς ἄλλης ἀλύσου, συνήθως ὀξυγόνου ἢ ἀζώτου, τὸ ὁποῖον διαθέτει ἓνα μονήρες ζεύγος ἠλεκτρονίων. Μὲ τὴν προσκόλλησιν αὐτὴν τὸ ζεύγος ἠλεκτρονίων γίνεται κοινὸν καὶ διὰ τὰ δύο ἄτομα. Ἡ σχηματιζομένη γέφυρα ἔχει ἰσχὴν ἀνταποκριομένην εἰς μόνον 5 θερμοῖδας, ἀλλὰ εἶναι ὅ,τι ἀκριβῶς χρειάζεται τὸ κῆτταρον διὰ εὐκόλους συνδέσεις καὶ ἀποσυνδέσεις, ὅπως ἀπαιτοῦν αἱ ἐκάστοτε λειτουργίαι του. Ἐνθυμοῦμαι τὴν πρώτην ἀνακοίνωσιν τοῦ *Latimer*, περὶ τὸ 1930, διὰ τὸν δεσμὸν αὐτόν. Δὲν ἔτυχε κατανοήσεως. Ὁ δεσμὸς ἐθεωρήθη ὡς περιττὴ πολυτέλεια. Οἱ Χημικοὶ εὐρίσκοντο ὑπὸ τὴν ἐντύπωσιν τῆς μεγάλης ἐπιτυχίας τῆς θεωρητικῆς Φυσικῆς, ἣτις ἠρμήνευσεν τὸν ἰσχυρὸν ὁμοιοπολικὸν δεσμὸν (150 Kcal) ὡς φαινόμενον κυματομηχανικῆς ἐναλλαγῆς. Ἐκτὸς τούτου ἐλέγετο: Ὡστε θὰ ἔχωμεν ἓνα δισθενές ὑδρογόνον; Ποῦ ἀκούστηκε αὐτό; Κανεὶς Χημικὸς δὲν ἐξύγισε ποτὲ ἓνα ὑδρογόνον πρὸς δύο χλώρια.

Σήμερα γνωρίζομεν πόσον σπουδαῖον ρόλον παίζουν εἰς τὴν βιολογίαν αἱ γέφυραι τοῦ ὑδρογόνου. Συντελοῦν εἰς τὴν δημιουργίαν ποικίλων στεροχημικῶν δομῶν, ἀξιάνοντες καταπληκτικῶς τὴν διαφοροποίησιν τῶν κωτταρικῶν λειτουργιῶν.

Ἄς κάνουμε ἓνα μικρὸν διανοητικὸν πείραμα: Ἄς πιάσουμε τὸν διπλοῦν ἑλικά τοῦ DNS ἀπὸ τὰ ἄκρα του καὶ ἄς τὸν τεντώσουμε, ὅποτε, ἀναιροῦντες τὶς γέφυρες ὑδρογόνου, νὰ σχηματίσωμεν μίαν μακρὰν εὐθύγραμμον ἄλυσον. Διαπιστώνομεν ὅμως τότε ὅτι ἡ εὐθύγραμμος αὐτὴ ἄλυσος δὲν εἶναι εἰς θέσιν νὰ ἐκτελέσῃ τὰς λεπτὰς βιολογικὰς ἀντιδράσεις τοῦ διπλοῦ ἑλίκου. Εἶναι ἓνα ἀπλὸ χημικὸ μόριο, βιολογικῶς νεκρὸ. Μόνον ὅταν σχηματισθοῦν ὠρισμένοι πτυχώσεις εἰς τὰς τρεῖς διαστάσεις, ἀποκαθίσταται καὶ πάλιν ἡ βιολογικὴ δραστηριότης. Ἡ ἀποκα-

τάστασις είναι αβθόρητος, διότι αἱ πτυχώσεις ἀνταποκρίνονται εἰς ἓνα ἐλάχιστον ἐλευθέρας ἐνεργείας.

Τὸ παράδειγμα τῆς ἰνσουλίνης θὰ μᾶς δείξῃ τὰ πολλὰ προτερήματα τῆς μικροβιακῆς παραγωγῆς, ἐναντι τῶν κλασσικῶν μεθόδων τῆς συνθετικῆς Χημείας. Ἡ ἰνσουλίνη εἶναι ἡ πρώτη πρωτεΐνη, τῆς ὁποίας ὁ συντακτικὸς τύπος ἔχει πλήρως διαλευκανθῆ, διὰ τῆς πενταετοῦς ἐργασίας τῶν Saenger καὶ Smith, τιμηθέντων μὲ τὸ βραβεῖον Nobel τοῦ 1956. Ἡ ἰκανότης τῆς ἰνσουλίνης νὰ ἐλαττώσῃ τὴν συγκέντρωσιν τοῦ σακχάρου εἰς τὸ αἷμα καὶ ἡ εὐρεῖα χρήσις τῆς εἰς περιπτώσεις ὑπεργλυκαιμίας, κατέστησαν ἀναγκαίαν τὴν τεχνικὴν τῆς σύνθεσιν εἰς μεγάλας ποσότητας. Ἀλλὰ τὸ μόριον τῆς ἰνσουλίνης εἶναι ἓνα πολυπεπτιδίου ἀποτελούμενον ἀπὸ 51 ἀμινοξέα, τῶν ὁποίων ἡ σειρὰ εἰς τὸ σύνολον τοῦ μορίου εἶναι ἀδτηρήοτα καθωρισμένη, διὰ νὰ ἔχῃ τὴν ἀναφερθεῖσαν δοῦσιν. Τὰ 51 ἀμινοξέα δύνανται ὅμως νὰ σχηματίσουν ἓναν πολὺν ἀριθμὸν πολυπεπτιδίων μὲ διάφορον ἀκολουθίαν εἰς τὰς σειρὰς τῶν ἀμινοξέων καὶ δὴ 4^{51} τὸν ἀριθμὸν, ἐκ τῶν ὁποίων ἓνα μόνον εἶναι τὸ βιοχημικῶς δραστικόν. Ὅταν λοιπὸν ὁ Χημικὸς ἐπιχειρήσῃ μίαν κατὰ μέτωπον σύνθεσιν, θὰ σχηματισθοῦν ὅλα αὐτὰ τὰ ἰσομερῆ, διότι ἔχουν τὰς αὐτὰς πιθανότητας σχηματισμοῦ. Εἶναι δὲ ὅλα βιολογικῶς ἀδρανῆ, πλην ἑνὸς ἰσομεροῦς, τῆς ἰνσουλίνης. Ὁ ἀποχωρισμὸς τῆς ὁμοῦ ἀπὸ τὰ 4^{51} συγγενῆ ἰσομερῆ εἶναι ἀπολύτως ἀδύνατος καὶ κατὰ συνέπειαν ἡ ὅλη χημικὴ σύνθεσις τῆς ἰνσουλίνης εἶναι ἀδύνατος.

Ἐδῶ ἐπεμβαίνει ἡ βιοτεχνολογικὴ μέθοδος: Τὸ πρόγραμμα παρασκευῆς τῆς ἰνσουλίνης, ὅπως εἶναι ἀποτεθειμένον εἰς ἀνθρώπινα κύτταρα ἐνσωματώνεται σύμφωνα μὲ τὴν τεχνικὴν τῆς γενετικῆς βιοτεχνολογίας, εἰς ἓνα κατάλληλον βακτηρίδιον, δηλ. ἓνα βακτηρίδιον τὸ ὁποῖον δέχεται τὴν ἐνσωμάτωσιν καὶ ἐπὶ πλέον δέχεται, μὲ τὴν προσφερομένην τροφήν, νὰ παράγῃ μεγάλας ποσότητας ἰνσουλίνης. Σήμερον παρασκευάζονται ἔτησίως χιλιάδες τόννων ἰνσουλίνης συνολικῆς ἀξίας ἑνὸς δισεκατομμυρίου μάρκων κατὰ τὸν ἀναφερθέντα βιοτεχνολογικὸν τρόπον.

Δὲν πρέπει νὰ ἀγνοηθοῦν αἱ δυσχέρειαι, αἵτινες δυνατὸν νὰ παρεμβληθοῦν εἰς τὴν ἐφαρμογὴν βιοτεχνικῶν μεθόδων εἰς μεγάλην κλίμακα. Τὸ κυριώτερον αἷτημα εἶναι ἡ διάθεσις μεγάλων ποσοτήτων ὕδατος, ἀφοῦ αἱ βιολογικαὶ ἀντιδράσεις, αἱ βιοκαταλύσεις, τελοῦνται εἰς πολλὰ ἀραιὰ διαλύματα. Ὁ ἀνθρώπινος ὄργανισμὸς περιέχει εἰς βάρους $70 \frac{0}{100}$ νερό. Μεγάλαι συγκεντρώσεις οὐσιῶν, ὅπως εἶναι συννηθισμένος ὁ χημικὸς, ἀναχαιτίζουν ἢ καὶ καταστρέφουν τὰς καταλυτικὰς ἰκανότητας τῶν ἐνζύμων. Ἡ ἀλκοολικὴ ζύμωσις λόγου χάριν σταματᾷ, ὅταν τὸ προϊὸν τῆς ζύμωσης, ἡ ἀλκοόλη, φθάσῃ τὰ $7 \frac{0}{100}$. Ἀλλὰ ἀπαιτήσεις, αἱ ὁποῖαι εἶναι δύσκολον νὰ ἰκανοποιηθοῦν ὅταν πρόκειται περὶ δοχείων μεγάλης χωρητικότητος, περὶ τὰ

1.000.000 λίτρα, είναι και η τήρησις μιᾶς σταθερᾶς ὁμοιομόρφου θερμοκρασίας και ἑνὸς σταθεροῦ pH, πράγμα τὸ ὁποῖον πραγματοποιεῖται μόνον με μίαν ἰσχυροτάτην ἀνάδυσιν.

Ἐπὶ πλεόν, τὸ ἀντιδρῶν μείγμα πρέπει νὰ διατηρῆται ἐπὶ τινὰς ἑβδομάδας εἰς κατάστασιν ἀσηφίας. Ἐξένα, παράσιτα μικροβία ὀσφραινόμενα τὰς καλὰς τροφὰς, αἵτινες ἔχουν τεθῆ εἰς τὴν διάθεσιν τοῦ ἀντιδρῶντος μικροοργανισμοῦ, ἐπιχειροῦν παντοιοτρόπως νὰ εἰσχωρήσουν εἰς τὸ δοχεῖον τῆς ἀντιδράσεως, ὅποτε αἱ ζημίαι εἶναι πλεόν δλοκληρωτικά.

Εἰς ἐργαστηριακὴν μόνον κλίμακα αἱ ἀντιδράσεις ἔχουν 100 φορὰς μεγαλυτέρας πιθανότητος ἐπιτυχίας.

Ἐνα ἄλλο πρόβλημα τὸ ὁποῖον ἔπρεπε νὰ λυθῆ προκειμένου περὶ μικροβιακῆς παραγωγῆς ἑνὸς προϊόντος εἰς βιομηχανικὴν κλίμακα, εἶναι και ἡ ἐξεύρεσις ἑνὸς τρόπου συζεύξεως τῆς ἀντιδρώσης οὐσίας, με μίαν ἠλεκτρονικὴν συσκευὴν, ἡ ὁποία θὰ καταγράφη, κατὰ τρόπον συνεχῆ, τὴν περιεκτικότητα τοῦ ἀντιδρῶντος μείγματος εἰς τὸ ἐπιθυμητὸν προϊόν. Πρὸς τὸν σκοπὸν αὐτὸν ἀνεπτύχθησαν τὰ *Biotships* και τὰ *Ormosile* δηλαδὴ *Organic Modified Silicate*. Αὐταὶ εἶναι οὐσῖαι, αἵτινες γεφυρώνουν τὰ ὄργανα μετρήσεως με τὰ ὄργανικὰ προϊόντα τῆς βιοαντιδράσεως, διότι ἡ ἠλεκτρικὴ των ἀγωγιμότης μεταβάλλεται μόλις ἔλθουν εἰς ἐπαφὴν με ὠρισμένας χημικὰς οὐσῖας.

Εἰς τὸν χῶρον τῆς συζεύξεως τῶν ἀντιδρῶντων μικροβίων με ἕνα αὐτόματον καταγραφέα, ὑπάρχουν πολλὰ μελλοντικά, μεγαλεπήβολα σχέδια. Μία ὁμάς βιοτεχνολόγων εἰς τὸ Πανεπιστήμιον τοῦ *Wurtzburg* φιλοδοξεῖ νὰ ἀνέυρη διὰ κάθε χημικὴν ἔνωσιν κυριολεκτικῶς ἕνα ἴδιον *Ormosil*.

Ἐνα σχετικὸν παράδειγμα εἶναι και ἡ βιομηχανικὴ παραγωγή τῆς πενικιλίνης. Ἡ ἀντίδρασις σχηματισμοῦ τῆς πενικιλίνης συνοδεύεται ἀπὸ τὴν παραγωγήν ἑνὸς ἐνζύμου, τῆς πενικιλλάζης, με ἔκδηλα ἠλεκτρικὰ φορτία. Αὐτὰ συλλαμβάνονται ἀπὸ ἕνα *Siemens Biotships*, τὸ ὁποῖον δείχνει, ἀπὸ τὴν ἔντασιν τοῦ ρεύματος, τὴν παραχθεῖσαν ποσότητα πενικιλίνης και μᾶς καθοδηγεῖ νὰ σταματήσωμεν τὴν ἀντίδρασιν εἰς μίαν ὠρισμένην χρονικὴν στιγμὴν, διότι οἱ μικροοργανισμοὶ ἀρχίζουν νὰ τρώγουν τὴν πενικιλίνην, τὴν ὁποίαν αὐτοὶ οἱ ἴδιοι παρήγαγον.

Μνημονεύω τὴν τεχνικὴν αὐτὴν λεπτομέρειαν, διὰ νὰ γίνῃ ἐμφανὴς ἡ ἀναγκαῖότης συνεργασίας πολλῶν, ἑτερογενῶν κλάδων διὰ τὴν πραγματοποίησιν ἑνὸς βιοτεχνικοῦ προγράμματος.

Ἡ ἀξία τῶν ἐτησίως εἰς ὅλον τὸν κόσμον μικροβιακῶς παραγομένων ἀντιβιοτικῶν ἀνέρχεται εἰς 10 δισεκατομμύρια δολλάρια.

Ἐνα ἐπιτυχὲς βιοτεχνολογικὸν πρόγραμμα εἶναι εἰς θέσιν νὰ ἀλλοιώσῃ τὴν ἐμφάνισιν τοῦ περιβάλλοντος, ἐπιφέρων βαθεῖας τομὰς εἰς τὴν Γεωπονίαν, διὰ τῆς δημιουργίας μεγάλων βιομηχανικῶν ἐγκαταστάσεων. Ἐπισκοποῦντες τὰ γεγονότα αὐτὰ ὡς καὶ τὴν φύσιν τῶν ἐργασιῶν, διαπιστώνομεν, ὅτι ὁ σύγχρονος βιολόγος, εἰς τὴν πορείαν τῆς ἐξελιξεῶς του, διήλθε πολλὰς βαθμίδας μεταμορφώσεων. Τὸν ἐνθυμούμεθα ἀκόμη πῶς ἄρχισε τὴν ἐπιστήμην αὐτήν. Ὡς ἓνας ἐνθουσιώδης φυσιολάτρης, ὁ ὁποῖος μὲ ἓνα ἐλαφρὸ δίκτυο ἐκνηγοῦσε σὲ ἐαρινὰς ἡμέρας, ἔντομα καὶ πεταλοῦδες, διὰ νὰ τὰς ταξινομήσῃ, κατὰ περιγραφικὸν μόνον τρόπον.

Ἐνωρὶς ἐροῖσθῃ ἡ σκέψις, ὅπως καταπολεμηθῇ ἡ ρύπανσις τοῦ περιβάλλοντος διὰ τῆς ἐπιστρατεύσεως μικροβίων καταναλισκόντων τὰς οὐσίας αἱ ὁποῖαι ρυπαίνουσι. Καίτοι θεωρητικῶς δὲν δόναται τις νὰ ἀντιλέξῃ, εἰς τὴν προᾶξιν ἐμφανίζονται δυσχέρειαι. Μίαν τῶν δυσχερειῶν αὐτῶν θὰ δεῖξωμεν εἰς τὸ παράδειγμα τοῦ πενταχλωροφενυλίου (PCP), μιᾶς ἐνώσεως ἣτις βιομηχανικῶς παρασκευάζεται εἰς ποσότητος 50.000 τόννων ἐτησίως καὶ χρησιμοποιεῖται ὡς ἐντομοκτόνον καὶ ζιζανιοκτόνον. Πράγματι ἡ ἐνωσις αὕτη εἶναι διὰ τὸν σκοπὸν αὐτὸν δραστηκωτάτη. Ἀλλὰ μόνον μέρος αὐτῆς καταναλίσκεται διὰ τὴν καταστροφὴν τῶν ἐντόμων καὶ ζιζανίων. Τὸ μεγαλύτερον μέρος διαχέεται εἰς τὸ περιβάλλον, δηλητηριάζον τὰ πάντα. Ἡ σκέψις νὰ καταναλωθῇ ἡ περίσσεια ὡς τροφή διὰ ὠρισμένα μικρόβια ναυαγεῖ εἰς τὸ ὅτι δὲν εὐρέθη, καὶ ἴσως δὲν ὑπάρχει, μικροβιον τὸ ὁποῖον θὰ ἔτρωγε τὸ PCP, ἐπειδὴ ἡ οὐσία αὕτη εἶναι τεχνητὸν προῖον τῆς Χημείας, ἄγνωστον εἰς τὴν Φύσιν καὶ συνεπῶς ἄγνωστον καὶ εἰς τὰ μικρόβια.

Τολμηροὶ βιοτεχνολόγοι δὲν παραιτοῦνται ὅμως αὐτῆς τῆς σκέψεως. Λέγουσι, ἀπλοῦστατα, θὰ τὰ μάθουμε νὰ τρῶνε τὸ PKP καὶ ὑποβάλλονται εἰς τὸ ἔργον μιᾶς ἐπιμόνου ἐκπαιδεύσεως εἰσφέροντες εἰς χρονικὰ διαστήματα ἀντιστοιχοῦντα εἰς πολλὰς γενεάς, διαφόρων μικροβίων, ὡς κυριώτερον συστατικὸν τοῦ θρεπτικοῦ ὑποβάθρου τὴν ἐνωσιν PCP. Ἐλπίζουν νὰ εὐρουν τὸ μικρόβιον τὸ ὁποῖον θὰ ἀποδεχθῇ τὴν ἐκπαίδευσιν αὐτήν.

Τὸ ἀνήσυχον ἀνθρώπινον πνεῦμα λησμονεῖ διδάγματα, συμβουλὰς καὶ παρατρύσεις. Ἦδη ὑπάρχουσι εἰς τὴν Ἀμερικὴν ἑκατοντάδες αἰτήσεις πρὸς χορηγισιν ἀδειῶν διὰ τὴν χρησιμοποίησιν εἰς τὴν ὑπαιθρον μικροβίων ἀγνώστων εἰς τὴν Φύσιν, τὰ ὁποῖα ἐδημιουργήθησαν εἰς τὰ ἐργαστήρια διὰ τῶν μεθόδων τῆς γενετικῆς βιοτεχνολογίας. Δύο παραδείγματα μᾶς δείχνουσι πόσον διάφορος μπορεῖ νὰ εἶναι ἡ θέσις καὶ ἡ συμπεριφορὰ τῶν ἐρευνητῶν. Ἡ ἀρχικῶς εἰς τὴν φάσμα Ἀδ-*van*ce genetic science (AGS) δοθεῖσα ἄδεια, ὅπως αὕτη πειραματισθῇ μὲ βακτηρίδια νέου εἶδους, ἀνῆρέθη καὶ πάλιν, διότι ἐξηκριβώθη, ὅτι ἡ φάρμα εἶχε ἤδη χρησιμοποιήσει αὐτὰ, πρὸ τῆς χορηγήσεως τῆς ἀδείας, ἰσχυριζομένη, ὅτι ἡ ταράτσα

τοῦ ἐργοστασίου, ὅπου ἐξετελοῦντο πειράματα τοποθετήσεως τῶν νέων μικροβίων κάτω ἀπὸ τοὺς φλοιοὺς ὄρισμένων δένδρων, δὲν εἶναι ὑπαιθρος. Ὁ ἐπακολουθήσας δικαστικὸς ἀγὼν ἐξακολουθεῖ ἀκόμη καὶ σήμερον.

Ἐπάρχουν ὁμως καὶ παραδείγματα εὐσυνειδήτου κοινωνικῆς πειθαρχίας.

Εἰς τὴν Ἰαπωνίαν ἔχει ἀπαγορευθῆ ἡ χρῆσις τῶν χημικῶν μεθόδων παρασκευῆς ἐντομοκτόνων, ἐφόσον ὑπάρχουν ἀντίστοιχα ἐντομοκτόνα βιοτεχνολογικῶς παρασκευαζόμενα. Καὶ τοῦτο, διότι ἡ χημικὴ παρασκευὴ ἀναγκαστικῶς, κατὰ κάποιον τρόπον, ρυπαίνει τὸ περιβάλλον, ἐνῶ τὰ ἀπόβλητα μιᾶς μικροβιακῆς παραγωγῆς ἀπορροφῶνται ἀπὸ ἄλλους μικροοργανισμούς.

Ὅ,τι ἀποβάλλει ἓνας μικροοργανισμὸς χρησιμοποιεῖ ἐπωφελῶς ἓνας ἄλλος.

Ἐδῶ ἰσχύει κυριολεκτικῶς: Τὸ ἓνα χέρι πλένει τὸ ἄλλο. Οὕτως οἱ Ἰάπωνες βιομήχανοι ἐπροτίμησαν ἓνα μικρότερον ὕλικόν κέρδος, χάριν ἑνὸς καθαροῦ περιβάλλοντος.

Ἡ μεταμόσχευσις ἑνὸς γενετικῶν προγράμματος μεταξὺ μικροοργανισμῶν ἐνέχει περισσοτέρους κινδύνους ἀπὸ τὴν μεταμόσχευσιν ἑνὸς ὁλοκλήρου ὄργάνου εἰς τοὺς ἀνθρώπους. Διότι εἰς τὴν τελευταίαν περίπτωσιν τὸ ἀποτέλεσμα εἶναι ἐμφανὲς μετὰ σχετικῶς σύντομον χρονικὸν διάστημα, ἐνῶ εἰς τὴν περίπτωσιν μεταμοσχεύσεως ἑνὸς βιολογικοῦ προγράμματος ἀλλοιοῦνται αἱ λειτουργίαι τῶν ἐγχειρισθέντων μικροβίων χωρὶς νὰ εἶναι δυνατὸν νὰ προβλεφθῆ ἡ μελλοντικὴ των συμπεριφορὰ εἰς τὰς ἀκολουθοῦσας γενεάς.

Ἡ Ἱστορία μᾶς διδάσκει τραγικὰς περιπτώσεις μικροβιακοῦ πολέμου εἰς τὸν Μεσαίωνα. Περὶ τὸ 1350 οἱ Τάταροι ἐπολιόρκουν ματαίως ἐπὶ μακρὸν μίαν πόλιν εἰς τὸν Εὐξείνιον Πόντον. Ἐν τῇ ὀργῇ των, διὰ νὰ κάμψουν τὴν ἀντίστασιν τῶν πολιορκουμένων, ἤρχισαν νὰ ἐκσφενδονίζον ἐπάνω ἀπὸ τὰ τεῖχη τῆς πόλεως τὰ πτώματα ἀποθανόντων ἀπὸ χολέρα. Καὶ οἱ μὲν πολιορκούμενοι, μετ' αὐτό, σύντομα παρεδόθησαν, ἀλλὰ μία φοβερὴ ἐπιδημία χολέρας προσέβαλε πολιορκητὰς καὶ πολιορκουμένους, διὰ νὰ ἐξαπλωθῆ βαθμιαίως εἰς ὅλην τὴν Εὐρώπην, στοιχίσασα τὴν ζωὴν εἰς 20 ἑκατομμύρια ἀνθρώπους. Ἐνας ὑπέρογκος ἀριθμὸς διὰ τὴν ἐποχὴν ἐκείνην.

Θέλουμε νὰ παραδεχτοῦμε, ὅτι οἱ Τάταροι ὀπῆραν θύματα τῆς ἀγνοίας των καὶ ὅτι δὲν θὰ προέβαιναν εἰς τὴν πράξιν αὐτὴν ἂν ἐγνώριζαν τὰς συνεπείας τῆς. Καὶ ἐμεῖς ἴσως, σήμερα νὰ μὴν εὐρισκώμεθα εἰς πολὺ διάφορον θέσιν ἀπὸ ἐκείνου. Ναὶ μὲν ἔχομεν ἓνα πολὺ ὑψηλότερον ἐπίπεδον γνώσεων, ἀλλὰ εἴμεθα ἐξ ἴσου ἀγνωστικοὶ ὡς πρὸς τὰς μελλοντικὰς μακροχρονίους ἐπιπτώσεις τῆς δημοσεργίας τελείως νέων μικροβίων ἀγνώστων εἰς τὴν Φύσιν. Πρέπει πάντοτε νὰ ἐνθυμούμεθα, ὅτι ἡ Φύσις μὲ τὴν δημιουργίαν ἑνὸς νέου εἴδους ἐπιστρατεύει ταυτοχρόνως καὶ ἓνα φυσικὸν ἀντίπαλον ὥστε νὰ διατηρῆται ἓνα εἶδος ἰσορροπίας, πράγμα τὸ ὁποῖον δὲν ἔχει μέχρι τοῦδε ἐπιτευχθῆ ἀπὸ τὸν ἄνθρωπον.

Διὰ τῆς γενετικῆς Βιοτεχνολογίας ὑπερνικῶνται οἱ μέχρι τοῦδε θεωρούμενοι ἀνυπέροβλητοι φραγμοί, οἱ χωρίζοντες τὰ διάφορα εἶδη τῶν ζωϊκῶν ὀργανισμῶν καὶ δημιουργοῦνται νέοι ὀργανισμοὶ ἰδίου γ ο ν ο τ ῦ π ο υ. Καταβάλλεται π.χ. μεγάλη προσπάθεια νὰ γίνῃ σύντηξις τῶν κνττάρων τῶν ψυχανθῶν, δηλαδὴ τῶν φυτῶν τῶν ὁποίων αἱ ρίζαι ἔχουν τὴν ἰκανότητα δι' ἐνὸς μικροβίου νὰ δεσμεύσουν τὸ ἀτμοσφαιρικὸν ἄζωτον, μὲ τὰ κόντταρα μὴ ψυχανθῶν, μὲ τὸν σκοπὸν νὰ δημιουργήσουν νέα εἶδη φυτῶν μὲ τὴν ἰδιότητα δεσμεύσεως τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἄζωτου. Οὕτω θὰ ἐξοικονομοῦντο ἀκριβὰ ἄζωτοῦχα λιπάσματα.

Εἰς σύγχρονα θερμοκήπια τῆς βορείου Καρολίνας ἐρευνῶνται ὑπὸ δμάδος ἐπιστημόνων, ἐν συνεργασίᾳ μὲ Πανεπιστήμια καὶ Βιομηχανίας, αἱ συνθῆκαι διὰ τὴν δημιουργίαν τελείως νέων φυτῶν. Τοῦτο γίνεται διὰ τῆς ἀπελευθερώσεως τῶν κνττάρων ἐνὸς φυτοῦ ἀπὸ τοῦ περιβλήματός των δι' ἐνζυμικῆς ἀποικοδομήσεως, καὶ τῆς εἰσαγωγῆς γονιδίων ἢ πλασμιδίων ἄλλων φυτῶν φορέων τῶν ἐπιθυμητῶν ἰδιοτήτων. Θεαματικὴ εἶναι ἡ σύντηξις τῆς πατάτας μὲ τὴν ντομάταν πρὸς δημιουργίαν ἐνὸς νέου φυτοῦ, τοῦ Tomoffel. Ἄλλα καὶ εἰς τὴν χώραν μας, εἰς τὰ προάστια τῶν Ἀθηνῶν, εἰς τὴν κάτω Κηφισιά, εἰς τὸ ἐρευνητικὸν τμήμα τῆς Βιοβόλ, γίνονται τοιοῦτου εἶδους πειράματα μὲ, καθόσον εἶμαι σὲ θέσιν νὰ γνωρίζω, ἐπιτυχεῖς ἐφαρμογάς.

Ποῖα γεγονότα ἦσαν τὰ κύρια αἷτια διὰ τὴν αἰφνιδίαν ἐμφάνισιν τοῦ νέου αὐτοῦ κλάδου τῶν Φυσικῶν Ἐπιστημῶν;

Δύο βασικαὶ ἀνακαλύψεις ἔδωσαν ἀποφασιστικὴν ὄθησιν εἰς τὴν δημιουργίαν τῆς ἐπιμάχου βιοτεχνολογίας, τῆς λεγομένης Γενετικῆς Βιοτεχνολογίας.

1ον. Ἡ ἀναφερεθεῖσα σύντηξις κνττάρων ἀνηκόντων εἰς δύο ἑτερογενεῖς ὀργανισμούς, οὕτως ὥστε νὰ σχηματίζεται ἓνα νέον βιώσιμον κόντταρον μὲ ἴδιαν κληρονομικὰς ἰδιότητας καὶ

2ον. Ἡ in vitro ἐπανασύνδεσις τῶν ἀποκομμάτων τοῦ DNS μορίου, τῶν λεγομένων πλασμιδίων, τῶν φορέων ὀρισμένων μόνον κληρονομικῶν ἰδιοτήτων. (1965 Harris Watkins).

Αἱ πειραματικαὶ προϋποθέσεις διὰ τὴν πραγματοποίησιν αὐτῶν τῶν πειραμάτων ἦσαν αἱ ἀκόλουθοι:

1ον. Ἡ παραγωγή ἐνὸς θρεπτικοῦ ὑποβάθρου, σταθερᾶς χημικῆς συνθέσεως, διὰ τὴν ἀνάπτυξιν τῶν μικροοργανισμῶν.

2ον. Ἡ μέθοδος τοῦ Puck (1956), ἣτις συνίσταται εἰς τὴν ἀσεξουαλικὴν παραγωγήν μιᾶς πληθῆδος ἐνιαίων, πανομοιοτύπων κνττάρων ἀπὸ ἓνα πρόγονον διὰ τοῦ σχηματισμοῦ ἐνὸς κ λ ὄ ν ο υ. Ἡ μέθοδος αὕτη ἐπεκτείνεται καὶ εἰς ὄλο-

κλήρους οργανισμούς. Οί παραγόμενοι οργανισμοί έχουν άπαντες τήν αὐτήν γενετικήν σύνθεσιν.

Ἐκολούθησαν εὐθὺς ἀμέσως ἢ συνένωσις ὁμοιογενῶν ἢ καὶ ἑτερογενῶν πρωτοπλασμάτων ὑπὸ τοῦ *Barski* (1960), πρῶγμα τὸ ὁποῖον οἱ *Harris* καὶ *Watkins* (1965) ἐχρησιμοποίησαν, *horribile dicto*, διὰ τήν συνένωσιν ἀνθρωπίνων κυττάρων μὲ κύτταρα ποντικῶν (ἑτεροκαρβώσεις).

Πάντοτε ὕστερα ἀπὸ μεγάλας τεχνικὰς ἐπιτυχίας ξυπνᾶ καὶ πάλιν ἡ προμηθεϊκὴ ἔπαρσις.

Ἡ ἠθικὴ ὑπευθυνότης τοῦ ἀνθρώπου ἔναντι Ἐκείνου ὅστις ἐδημιούργησε τὸν κόσμον αὐτὸν ἐκδηλοῦται λίαν δραστικῶς εἰς τὸν τρόπον χρησιμοποίησεως τῶν δύο θεμελιωδῶν ἀνακαλύψεων τοῦ 20οῦ αἰῶνος, τῆς πυρηνικῆς ἐνεργείας καὶ τῆς βιοτεχνολογίας.

Ἡ ἀνθρωπότης ἐμπρόκτως ἔχει ἀναλάβει τὸν ἀγῶνα ἔναντιον τοῦ πνεύματος τῆς ἀρνήσεως καὶ καταστροφῆς, ὅστις ἐμφωλεύει εἰς τὰς δύο αὐτὰς ἀνακαλύψεις. Μετὰ τὸ ἐπίτευγμα τοῦ *Otto Hahn* τὸ ἔτος 1938 νὰ διασπάσῃ τὸν πυρῆνα τοῦ οὐρανίου κατὰ τρόπον ἀλυσιδωτόν, θέσας οὕτω τὰ θεμέλια διὰ τήν ἀτομικὴν βόμβαν, ἡ ἔρευνα τῶν μεγάλων κρατῶν, εὐρισκομένων τότε εἰς ἐμπόλεμον, κατὰστασιν ἐστράφη πρὸς τὴν ἐκμετάλλευσιν τῆς πυρηνικῆς ἐνεργείας διὰ πολεμικοὺς σκοποὺς. Μετὰ τὰς δύο ὁμῶς ἐκρήξεις εἰς τὴν Ἰαπωνίαν, αἰτινες κατέδειξαν τὰ καταστρεπτικὰ τῶν ἀποτελέσματα μὲ τὰς μελλοντικὰς μακροχρονίους ἀλεθρίας ἐπιπτώσεις, ἡ γενικὴ ἐξέγερσις κατὰ τῆς πυρηνικῆς ἐνεργείας ὑπῆρξε ἀδύομητος καὶ ἐντονωτάτη.

Ὁ *Don Enrique Bernal*, σμηναγὸς τῆς Ἀμερικανικῆς Πολεμικῆς Ἀεροπορίας, πρῶτος εἶψας μίαν ἀτομικὴν βόμβαν, ἀπεχώρησεν, μετὰ τὸ τέλος τοῦ Πολέμου, τοῦ στρατοῦ καὶ κατετάγη εἰς τὸ Τάγμα τῶν *Claretinet Μοναχῶν* εἰς τὴν γενέτειράν του τὴν Ἰσπανίαν, ὅπου ἀργότερον ἐχειροτονήθη εἰς ἱερέα.

Σύσσωμος ἡ ἐρευνητικὴ ὁμάς, ἣτις ἔλαβε ἐνεργὸν μέρος εἰς τὴν κατασκευὴν τῆς ἀτομικῆς βόμβας, παρητήθη, ὁ δὲ διευθυντὴς τῆς ἐργασίας αὐτῆς καθηγητὴς *Oppenheimer*, ἐγκαταλείψας τὴν Πυρηνικὴν Φυσικὴν, ἐστράφη πρὸς τὴν Φιλοσοφίαν καὶ τὴν Θεολογίαν. Εἰς τὴν Γερμανίαν πυρηνικοὶ Φυσικοὶ ὑπὸ τὴν ἡγεσίαν τοῦ *Weizsäcker* ὑπέβαλον πρὸς τὴν κυβέρνησιν δῆλωσιν, ὅτι οὐδέποτε θὰ θελήσουν νὰ παράσχουν οἰανδήποτε βοήθειαν πρὸς ἐξοπλισμὸν τοῦ στρατοῦ μὲ πυρηνικὰ ὅπλα. Σήμερον ἔχει ἐπέλθει διχασμὸς τῶν γνωμῶν καὶ ἀντιλήψεων ὡς πρὸς τὴν χρησιμοποίησιν τῆς Πυρηνικῆς Ἐνεργείας καὶ εὐρισκόμεθα εἰς παρόμοιον δίλημμα προκειμένου περὶ τῆς γενετικῆς βιοτεχνολογίας. Τοῦτο γίνεται καταφανές, ἀπὸ τὰς ἀνησυχίας τὰς ὁποίας προκαλοῦν αἱ ἀναφερθεῖσαι πρόοδοι. Ἡ διάσπασις τοῦ φραγμαῦ μεταξὺ τῶν διαφόρων εἰδῶν τοῦ ζωϊκοῦ βασιλείου ἀποτελεῖ τὸ κέντρον τῶν γενικῶν

ἐρωτημάτων. Σκοπεύει δ' ἄνθρωπος νὰ ἀναλάβῃ τὸν ρόλον ἐνὸς δημιουργοῦ νέων ζωϊκῶν ἢ καὶ ἀνθρωπίνων εἰδῶν; Αἱ ἀπαντήσεις εἰς τὸ ἐρώτημα αὐτὸ ἐμφανίζουν εὐρὴν φάσμα ἀπόψεων, ἀπὸ τῶν ἀκραιφνῶς ὀλιστικῶν, ἀθέων, μέχρις ἀπαντήσεων, αἵτινες πάλλονται ἀπὸ βαθῆ θρησκευτικὸν αἴσθημα, πλήρεις δέους καὶ σεβασμοῦ ἐναντι τοῦ ἔργου τῆς θείας Πρόνοίας.

Ἄλλὰ θὰ ἤθελα νὰ ἀναφερθῶ εἰς μίαν μόνον ἀπάντησιν, ἣ ὁποία, παρὰ τὸν φαινομενικὸν τῆς κνισμὸν, φαίνεται ὅτι δύναται νὰ γεφυρώσῃ τὸ μεγάλο αὐτὸ χάσμα μεταξὺ τῶν δύο παρατάξεων. Εἶναι ἡ ἀπάντησις ἐνὸς Ἀμερικανοῦ βιοτεχνολόγου: *Yes that is O.K. but up to a certain point.* Τοῦτο σημαίνει τὴν ἐξακολούθησιν τῆς μέχρι τοῦδε πορείας, ἀφοῦ ὁ ἄνθρωπος ἔχει θεμελιωδῶς τοποθετηθῆ ἐλεύθερος νὰ ἐκλέξῃ μεταξὺ τοῦ ὠφελίμου καὶ τοῦ ὀλεθροῦ, τοῦ καλοῦ καὶ τοῦ κακοῦ. Ἡ ἀνοδικὴ ὁμως πορεία τοῦ ἀνθρωπίνου γένους ἀποδεικνύει, ὅτι ὁ ἐρευνητὴς ἐν συνόλῳ ἔχει κάνει καλὴν χρῆσιν τῆς ἐλευθερίας αὐτῆς, χρησιμοποιοῦν πρὸς γενικὸν ὄφελος τὰς δυνατότητας τῶν ἐφευρέσεων του.

Ἄς ἀναλογισθῶμεν ὅτι τὰ μέσα αὐτά, ἣ πυρῆτις, ἣ δυναμίτης, τὰ δηλητηριώδη ἀέρια, ἣ πυρηνικὴ ἐνέργεια χρησιμοποιοῦνται σήμερον πρωτίστως διὰ εἰρηνικοὺς σκοπούς, ἀφοῦ προηγουμένως διεπιστώθη τὸ ποῖον καὶ τὸ βεληνεκές τῆς δράσεώς των.

Ἐναντίον τῆς Βιοτεχνολογίας ἠγέρθη ἔντονος, ἔμπρακτος ἀντίδρασις, ἀποβλέπουσα εἰς τὴν ἀπαγόρευσιν μιᾶς ἀνεξελέγκτου ἐξασκήσεως τῆς καὶ εἰς τὸν ἐξαναγκασμὸν αὐτῆς νὰ ἐπιλέξῃ τὸν συνετὸν δρόμον.

Τὴν 15ην Ἀπριλίου 1987, ἐν Ἑλβετίᾳ 130.000 ἐπιστήμονες τῶν διαφορωτάτων κλάδων, συγγραφεῖς, καλλιτέχναι, δημοσιογράφοι, ὑπέβαλον εἰς τὴν κυβέρνησιν ὑπόμνημα διὰ τοῦ ὁποίου ζητοῦν ὅπως διὰ νόμον κατοχυρωθοῦν κανόνες καὶ δροί, ρυθμίζοντες τὴν διεξαγωγὴν βιοτεχνολογικῆς ἐρεῖνης. Εἰς τὸ σκεπτικὸν προτάσσεται ἡ ἀκόλουθος λακωνικὴ ἠθικὴ προσταγή: Τὸ Κράτος ἔχει τὴν ὑποχρέωσιν νὰ διαφυλάττῃ τὴν ἀξιοπρέπειαν τοῦ ἀτόμου καὶ τῆς οἰκογενείας, ἐναντι βιοτεχνολογικῶν ἐπεμβάσεων.

Οἱ κυριώτεροι ὅροι τοῦ ὑπομνήματος εἶναι οἱ ἀκόλουθοι:

1ον. Ἡ διεξαγωγή τῆς τεχνητῆς γονιμοποιήσεως νὰ ἐπιτρέπεται μόνον εἰς πεπειραμένους, ὑπευθύνους ἐπιστήμονας.

2ον. Νὰ ἀπαγορευθῇ τὸ ἐμπόριον τῆς τεκνογονίας.

3ον. Τὰ ἐκ τεχνητῆς γονιμοποιήσεως γεννώμενα τέκνα πρέπει νὰ ἔχουν τὸ δικαίωμα νὰ γνωρίζουν ποῖοι εἶναι οἱ ἀνώνυμοι γονεῖς των. Τοῦτο ἐπιβάλλεται καὶ πρὸς ἀποφυγὴν τυχοσῶν τραγωδιῶν τύπου Οἰδίποδος.

4ον. Νὰ ἀπαγορευθῇ ἡ δημιουργία ἀνθρωπίνων εἰδῶν ἀμφιβόλου δομῆς.

5ον. Νὰ ἀπαγορευθῇ ἡ ἀνάπτυξις τοῦ ἐμβρύου ἐκτὸς τοῦ μητρικοῦ σώματος.

6ον. Νὰ ἀπαγορευθῆ ὁ ἀντὶ ἀμοιβῆς ἐκδανεισμός μήτρας, μὲ σκοπὸν τὴν τεκνογονίαν.

7ον. Νὰ προωθηθοῦν ἐδρόταται δημόσιαι συζητήσεις ἐπὶ βιοτεχνολογικῶν θεμάτων.

8ον. Νὰ προωθηθῆ ἡ γενετικὴ βιοτεχνολογία, εἰς τὴν κατεύθυνσιν καταπολέμησέως τῶν κληρονομικῶν ἀσθενειῶν.

Διαβλέπομεν ὅμως, διὰ μέσον τῶν ἀσθηρῶν αὐτῶν διατυπώσεων, ὅτι μία καθολικὴ ἀπαγόρευσις τῆς γενετικῆς βιοτεχνολογίας εἶναι πλέον ἀδύνατος, διότι δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ τεθῆ αὕτη ὑπὸ ἔλεγχον.

Κόριε Πρόεδρε,

Ἐφθάσα εἰς τὸ τέλος τῆς ὁμιλίας αὐτῆς, εἰς τὴν ὅποیان μόνον μία στενὴ λωρὶς, τῶν ὄσων σήμερον διαδραματίζονται εἰς τὸν βιοτεχνολογικὸν χῶρον, ἦτο δυνατὸν νὰ συμπεριληφθῆ.

Ἡ θεώρησις τῆς Φύσεως δὲν ἐπιφέρει τὴν νοσταλγουμένην λύτρωσιν. Ἡ Φύσις ἀδιαφορεῖ διὰ τὴν Τύχην ἑνὸς ἐκάστου μεμονωμένου ἀτόμου. Ἡ μεγάλη της προσοχὴ καὶ φροντίς εἶναι ἐστραμμένη πρὸς τὴν ἐπιβίωσιν ὀλοκλήρου τοῦ εἴδους. Μόνον τὸ θρησκευτικὸν βίωμα μᾶς ἀπελευθερώνει ἀπὸ τὰς ἐμφύτους ἀνησυχίας μας. Ἐνας θρησκευτικῶς ἐμπνευσμένος ὁμῶς θὰ ἐπειθε τὴν ἀνθρωπότητα, ὅτι ἡ νεωτέρα πορεία τῆς βιολογικῆς ἐρεῦνης, δὲν ἀποτελεῖ ἀσέβειαν πρὸς τὸν Δημιουργὸν ἀλλὰ ἐντάσσεται εἰς τὴν σειρὰν τῶν μέχρι τοῦδε ἀνακαλύψεων καὶ ἐφευρέσεων, αἵτινες, ὅπως πάντοτε, μᾶς θέτουν πρὸ τῆς ἐκλογῆς τῆς καλῆς ἢ κακῆς χρησιμοποίησέως των. Θὰ κατανόμαζεν ἡμᾶς συνεργάτας εἰς τὸ ἔργον τῆς Θείας Βουλῆσεως πρὸς λεπτοτέραν καὶ πνευματικωτέραν ἀνάπτυξιν τῆς ζωσῆς ὕλης. Διότι πρὸς τὰ ἐκεῖ, μετὰ βεβαιότητος, στοχεύει ὁ Χρόνος.

Ὅσον περισσότερον αἱ φυσικαὶ ἐπιστῆμαι προχωροῦν εἰς τὴν κατανόησιν τῶν μηχανισμῶν καὶ λειτουργιῶν τῆς ζωσῆς ὕλης, τόσον περισσότερον ὁ ἐρευνητὴς καταλαμβάνεται ὑπὸ σεβασμοῦ καὶ δέους πρὸς τὸν δημιουργήσαντα καὶ δημιουργοῦντα Νοῦν.

Ἐπιθυμοῦμεθα πρὸς τὴν πεποιθήσιν, ὅτι ὁ Θεῖος Νοῦς ἐδρεύει εἰς χῶρους, οἵτινες ὑπερβαίνουν πάντα ἀναλογισμὸν καὶ πᾶσαν ἀνθρώπινην φαντασίαν.

Κατανοοῦμεν, ὅτι ἡ ἐπίγειος ἀποστολὴ μας εἶναι ὁ συνεχῆς ἀγὼν ἐναντίον τοῦ πνεύματος τῆς ἀρνήσεως, ὁ ἀγὼν, ὅστις συντείνει πρὸς τὴν ἄνω πορείαν τοῦ ἀνθρώπινου γένους, πρὸς ὄφελος τῶν ἀπογόνων μας, οἱ ὅποιοι, χάρις εἰς τὰ ἐπιτεύγματα τῆς κ α λ ὠ σ ἐ ν ν ο ο υ μ ἔ ν η ς Βιοτεχνολογίας, θὰ ζήσουν ὑγιέστεροι καὶ πῶς εὐτυχεῖς ἀπὸ ἡμᾶς σήμερον.