

Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων  
Τμήμα Πλαστικών Τεχνών & Επιστημών της Τέχνης

Καλλιεργώντας εικόνες:  
Μία προσωπική ματιά στην Βιοτέχνη

Καλλιμάνης Αριστείδης



Διπλωματική Εργασία Μεταπτυχιακής Ειδικευσης

Επιβλέπων Καθηγητής: Βασίλης Πασχάλης

Ιωάννινα 2014



ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΟΥ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ



026000336529



**Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων  
Τμήμα Πλαστικών Τεχνών & Επιστημών της Τέχνης**

**Καλλιεργώντας εικόνες:  
Μία προσωπική ματιά στην Βιοτέχνη**

**Καλλιμάνης Αριστείδης**

**Διπλωματική Εργασία Μεταπτυχιακής Ειδίκευσης**

**Επιβλέπων Καθηγητής: Βασίλης Πασχάλης**

**Ιωάννινα 2014**



ΑΟ. ΠΛΗΤ. .... 206



Επιβλέπων καθηγητής:

Βασίλης Πασχάλης, Επίκουρος Καθηγητής

Μέλη Εξεταστικής επιτροπής:

Βασίλης Πασχάλης, Επίκουρος Καθηγητής

Παναγιώτης Κούκλης, Επίκουρος Καθηγητής

Στέφανος Τσιόδουλος, Λέκτορας

Η παρούσα διατριβή, εκπονήθηκε στα πλαίσια του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών του Τμήματος Πλαστικών Τεχνών και Επιστημών της Τέχνης του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, με επιβλέποντα τον Επίκουρο Καθηγητή κ. Βασίλη Πασχάλη και μέλη της εξεταστικής επιτροπής, τον Επίκουρο καθηγητή κ. Παναγιώτη Κούκλη, και τον Λέκτορα κ. Στέφανο Τσιόδουλο, τους οποίους και ευχαριστώ θερμά για την συμβολή τους τόσο στην συγγραφή του θεωρητικού κειμένου όσο και στο αισθητικό και εικαστικό αποτέλεσμα του έργου.

Ευχαριστίες θα ήθελα να εκφράσω τόσο στα υπόλοιπα μέλη ΔΕΠ όσο και στο τεχνικό προσωπικό του Τμήματος Πλαστικών Τεχνών με τους οποίους συνεργάστηκα κατά την διάρκεια εκπόνησης της παρούσας διατριβής.

Ιδιαίτερο ευχαριστώ θα ήθελα να απευθύνω στον φίλο και συμφοιτητή Αλέξανδρο Νικολάκη, η βοήθεια του οποίου υπήρξε ανεκτίμητη στο εικαστικό μέρος της διατριβής. Θα ήταν παράλειψη η μη αναφορά στους συμφοιτητές στο μεταπτυχιακό, Κώστα Γκρεμότση και Νίκη Καλογεροπούλου για τις δημιουργικές αναζητήσεις και την υποστήριξη που παρείχαν όπως επίσης στην φίλη και συνάδελφο Εύη Λέλου για την αισθητική και στυλιστική επιμέλεια του κειμένου.

Τέλος ένα μεγάλο ευχαριστώ οφείλω στην οικογένεια μου, για την υπομονή και την στήριξη που μου πρόσφερε όλο αυτό το διάστημα.



Στην Αριάνα  
και στην Ηλέκτρα



## Περιεχόμενα

	Σελίδα
1. Εισαγωγή	9
2. Βιοτεχνολογία	11
2.1 Ορισμός Βιοτεχνολογίας	11
2.2 Ιστορία Βιοτεχνολογίας	12
2.3 Βιοτεχνολογικές εφαρμογές	13
2.3.1 Ιατρική	14
Φαρμακογενωμική	14
Φαρμακευτικά προϊόντα	15
Γενετικός έλεγχος	15
Γονιδιακή θεραπεία	16
Ανάλυση Ανθρώπινου Γονιδιώματος	17
2.3.2 Γεωργία	18
Μέγεθος καρπών	18
Ανθεκτικότητα φυτών σε δυσμενείς περιβαλλοντικούς παράγοντες	18
Αυξημένη διατροφική αξία	18
Βελτίωση γεύσης, υφής και εμφάνισης τροφίμων	18
Μειωμένη χρήση λιπασμάτων, ζιζανιοκτόνων και άλλων αγροχημικών	19
Ανθεκτικότητα σε ζιζανιοκτόνα	19
Κριτική	19
2.3.3 Βιοαποκατάσταση και βιοαποδόμηση	19
2.4 Βιοηθική	20
3. Τεχνικές και Τεχνικά μέσα Βιοτεχνολογίας	22
3.1 Κλωνοποίηση DNA	22
3.2 Κλωνοποίηση οργανισμών	23
3.3 Αλυσιδωτή αντίδραση πολυμεράσης	24
3.4 Πράσινη φθορίζουσα πρωτεΐνη	25
3.5 Κυτταροκαλλιέργεια/Ιστοκαλλιέργεια	26
3.6 Τεχνικά μέσα	27
3.6.1 Χειρισμός DNA/πρωτεϊνών	27
3.6.2 Καλλιέργειες	28
Ανάπτυξη καλλιεργειών	28
Συλλογή κυττάρων	28
Μικροσκοπική παρατήρηση	29
Χειρισμός βιολογικού υλικού	29
Διατήρηση βιολογικού υλικού	30
4. Η Βιοτεχνολογία ως μορφή τέχνης	31
5. Καλλιεργώντας εικόνες: Μια Προσωπική ματιά στην Βιοτέχνη	40
6. Συζήτηση	43
7. Περίληψη	50
8. Βιβλιογραφία	51
9. Φωτογραφικό υλικό	55



## 1. Εισαγωγή

Στην διάρκεια του 20<sup>ου</sup> αιώνα η τέχνη γνώρισε διαρκείς επαναστάσεις που άλλαξαν τόσο την μορφή όσο και την αντίληψή μας περί του εικαστικού προϊόντος. Από την διάσπαση της φόρμας που κόμισε ο αναλυτικός κυβισμός, την εισαγωγή του προκατασκευασμένου αντικειμένου<sup>(1)</sup> (ready made) ως έργου τέχνης έως και την κατάργηση του «έργου τέχνης» που έφερε η εννοιολογική τέχνη, την παράσταση (performance) και την χρήση των δυνατοτήτων που έφερε ή νέα τεχνολογία όπως η ψηφιακή απεικόνιση και το βίντεο, η καλλιτεχνική δημιουργία δεν σταμάτησε να εφευρίσκει νέους τρόπους έκφρασης και δημιουργίας. Η τεχνολογία έπαιξε σημαντικό ρόλο σε αυτό, όπως και σε όλη την διάρκεια της ανθρώπινης εξέλιξης. Επιπλέον, η ανάπτυξη της τεχνολογίας διαμορφώνει νέα αισθητικά πρότυπα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα η διάσημη ρήση του Μαρινέτι<sup>(2)</sup> ότι ένα αυτοκίνητο που τρέχει είναι πιο όμορφο από την Νίκη της Σαμοθράκης. Οι φουτουριστές εμπνεύστηκαν από τα επιτεύγματα της τεχνολογίας όπως ο ηλεκτρισμός και η βιομηχανική επανάσταση. Στον αντίποδα, οι ντανταϊστές<sup>(3)</sup> προσπάθησαν να διακωμώδησουν την μηχανή και τον τεχνικό πολιτισμό, τα ολέθρια από την επιστήμη αποτελέσματα που βίωσε η Ευρώπη στην διάρκεια του Πρώτου Παγκοσμίου Πολέμου (ΑΠΠ). Οι κονστρουκτιβιστές<sup>(4)</sup> πρότειναν την ώσμωση τέχνης, αρχιτεκτονικής και επιστήμης. Η προσήλωση στον Φονξιοναλισμό αποτέλεσε την κεντρική ιδέα του Bauhaus<sup>(5)</sup> με έμφαση στο βιομηχανικό σχέδιο, τον μοντερνικό σχεδιασμό και την παραγωγή επίπλων και διάφορων βιομηχανικών προϊόντων (Foster, et al., 2007). Την δεκαετία του 50 και του 60 άλλες ομάδες που διερεύνησαν τις δυνατότητες και τα μέσα που προσέφερε η νέα τεχνολογία ήταν οι ομάδα «Zero» στην Γερμανία, η ομάδα GRAV (Groupe de Recherche d'Art Visuel) στην Γαλλία, και στις ΗΠΑ η ομάδα EAT (Experiments in Art and Technology) και καλλιτέχνες όπως ο Otto Piene, ο Nam June Paik, ο Douglas Davis, ο Paul Earls, ο Piotr Kowalski, ο Woody Wazulka κ.α. Μετά την δεκαετία του 80, η χρήση ψηφιακής τεχνολογίας οδήγησε στην τέχνη των δικτύων (net art) και στην τέχνη του διαδικτύου (web art) (Χατζηγιαννάκη, 2006, σελ. 17, Tribe and Jana, 2009, σελ. 6-7).

(1): Η καινοτομία που εισήγαγε ο Πικάσο όσον αφορά την γλυπτική τουλάχιστον, ήταν η εισαγωγή του χώρου στο έργο τέχνης, το οποίο έως τότε ήταν αποκομμένο από το περιβάλλον του και κρατούσε τον θεατή σε απόσταση. Στην συνέχεια η εισαγωγή του ready made από τον Ντισάν κατέργησε εντελώς την απόσταση αυτή (Foster, et al., 2009, σελ. 37).

(2): Ο Φ. Ι. Μαρινέτι δημοσιεύει το 1910 το πρώτο φουτουριστικό μανιφέστο στην πρώτη σελίδα της εφημερίδας Le Figaro στο Παρίσι: Για πρώτη φορά η πρωτοπορία συνδέεται με τη μαζική κουλτούρα και συγκρούεται με τις παραδοσιακές μορφές της τέχνης (Le Figaro, 20 Φεβρουαρίου 1909) (Foster, et al., 2009, σελ. 90-91).

(3): Το 1916 κάνει την εμφάνισή του στη Ζυρίχη το κίνημα του ντανταϊσμού ως αντίδραση στις φρικαλεότητες του ΑΠΠ και ως αντίδραση στις προκλήσεις του φουτουρισμού και του εξπρεσιονισμού. Στη συνέχεια το Νταντά οδήγησε στην ανάδειξη του φωτομοντάζ ως νέου μέσου.

(4): Τα μέλη του Ινστιτούτου Καλλιτεχνικής κουλτούρας της Μόσχας όρισαν τον κονστρουκτιβισμό ως μια λογική πρακτική που αποκρίνεται στις απαιτήσεις μιας νέας συλλογικής κοινωνίας (Χατζηγιαννάκη, 2006, σελ. 17).

(5): Το Μπουσάους αποτέλεσε την Σχολή μοντερνιστικής τέχνης και σχεδίου με την μεγαλύτερη επίδραση στον 20<sup>ο</sup> αιώνα. Η βασική ιδέα ήταν η συνένωση των επιστημών των καλών και των εφαρμοσμένων τεχνών κάτω από την επιστήμη ενός συνολικού έργου των τεχνών (Foster, et al., 2009, σελ. 185).





Προς τα τέλη του 20<sup>ου</sup> αιώνα εμφανίζεται μία ακόμη μορφή τέχνης η οποία κάνει εφαρμογή των τεχνολογικών καινοτομιών της Βιολογίας όπως εξελίχθηκαν κυρίως από την ανακάλυψη της δομής του DNA μετά το 1960, η **Βιοτέχνη** (Bioart). Άλλοι σταθμοί της βιοτεχνολογίας υπήρξαν η γέννηση του πρώτου κλωνοποιημένου θηλαστικού, της Dolly, το 1997 και η αποκωδικοποίηση του ανθρώπινου γονιδιώματος το 2000. Η βιοτέχνη ορίζεται ως μια καλλιτεχνική πρακτική όπου οι καλλιτέχνες χρησιμοποιούν ζωντανούς ιστούς, βακτήρια, ζωντανούς οργανισμούς ή διεργασίες των έμβιων όντων και πολλά έργα κατασκευάζονται σε ερευνητικά εργαστήρια με εφαρμογή τεχνολογίας γενετικής μηχανικής, ιστοκαλλιέργειας και κλωνοποίησης. Βιομηχανολογικές κατασκευές και ψηφιακή τεχνολογία είναι τεχνικές που χρησιμοποιούνται επίσης από τους καλλιτέχνες σε συνεργασία με τους βιολόγους (Pentecost, 2008, Κας, 2007). Ο στόχος της Βιοτέχνης σύμφωνα με μερικούς καλλιτέχνες περιορίζεται στην «ζωντανή» φόρμα αν και υπάρχουν διχογνωμίες σχετικά με τον καθορισμό του αντικειμένου ως έμβιο ή έμψυχο υλικό. Κάποιοι άλλοι την επεκτείνουν στην «απεικόνιση» της σύγχρονης ιατρικής και βιολογικής έρευνας και στην κριτική ή την διαφωνία και τους προβληματισμούς σχετικά με το χαρακτήρα των επιστημών της ζωής σήμερα. Ο όρος Βιοτέχνη αποδίδεται κυρίως στον Βραζιλιάνο καλλιτέχνη Eduardo Kac<sup>(6)</sup> ο οποίος το συνέδεσε με το έργο του «Κάψουλα χρόνου» το 1997. Από τους πρωτοπόρους της νέας τεχνικής στα τέλη του 20<sup>ου</sup> αιώνα υπήρξαν επίσης οι Joe Davis και η ομάδα SymbioticA, αν και το είδος γνώρισε μεγάλη ανάπτυξη στις αρχές του 21<sup>ου</sup> αιώνα. Στην ανάπτυξη νέων μορφών τέχνης επιπλέον, εκτός της εξέλιξης των επιστημών και της τεχνολογίας επηρεάζουν και τα καταναλωτικά πρότυπα όπου συμβαίνει αναγωγή κάθε αντικειμένου σε εμπόρευμα. Η τάση αυτή είναι ίδιον και αποτέλεσμα της πολιτιστικής βιομηχανίας<sup>(7)</sup> όπως την περιέγραψε η Σχολή της Φραγκφούρτης (Adorno, Horkheimer) και ευνοεί τον πειραματισμό και την εφαρμογή των επιστημονικών επιτευγμάτων στα έργα τέχνης σύμφωνα και με τους νόμους της αγοράς (Adorno, 2000, Φιοραβάντες, 1999). Η δημιουργία όμως έμβιων μορφών και ο πειραματισμός με τις διεργασίες της ίδιας της ζωής, εγείρει σοβαρά θέματα ηθικού, κοινωνικού και αισθητικού προβληματισμού.

**(6):** Στα πλαίσια του έργου κάψουλα χρόνου ο Κας εμφύτευσε ένα μικροσίπ στον αστράγαλό του, έργο το οποίο θεωρείται τόσο εγκατάσταση τοπικού χαρακτήρα όσο και μία απομακρυσμένη βάση δεδομένων που εκπέμπει στην τηλεόραση και στο διαδίκτυο.

**(7):** «Η πολιτιστική βιομηχανία είναι ηθελημένη ενσωμάτωση των πελατών της από πάνω. Συγκολλάει επίσης τις επί χιλιετίες χωριστές σφαίρες της υψηλής και της χαμηλής τέχνης. Προς ζημία και των δύο. Από την υψηλή υφαρπύζεται η σοβαρότητά της, με την υπολογισμένη επιδίωξη εντυπώσεων. Από την χαμηλή, με τον εκπολιτιστικό της δαμασμό, το ατίθασο αντιστασιακό που ενυπήρχε σ' αυτή, όσο ο κοινωνικός έλεγχος δεν ήταν ακόμη ολοκληρωτικός» (Adorno, Theodor, *Σύνοψη της Πολιτιστικής Βιομηχανίας*. Αθήνα: Εκδόσεις Αλεξάνδρεια, 2000, σελ. 15).



## 2. Βιοτεχνολογία

### 2.1 Ορισμός Βιοτεχνολογίας

Η Βιοτέχνη όπως αναφέρθηκε παραπάνω είναι προϊόν της αλματώδους ανάπτυξης της Βιοτεχνολογίας<sup>(8)</sup>. Ο όρος βιοτεχνολογία αφορά σε ένα ευρύ φάσμα διεργασιών που περιλαμβάνει την τροποποίηση οργανισμών για ανθρώπινες ανάγκες που φτάνουν ως την εποχή της εξημέρωσης των ζώων, της καλλιέργειας των φυτών και την βελτίωση αυτών μέσω ελεγχόμενης επιλογής με σχεδιασμένη διασταύρωση τόσο ζωικών όσο και φυτικών ειδών. Οι σύγχρονες προσεγγίσεις περιλαμβάνουν τεχνικές γενετικής μηχανικής και τεχνολογίες κυτταροκαλλιέργειας και ιστοκαλλιέργειας. Με τον όρο Βιοτεχνολογία βέβαια, αναφερόμαστε στην χρήση έμβιων συστημάτων ή οργανισμών για την ανάπτυξη ή την παραγωγή νέων προϊόντων ή κάθε τεχνολογική εφαρμογή που χρησιμοποιεί βιολογικά συστήματα, ζωντανούς οργανισμούς ή παράγωγα αυτών για την παραγωγή ή μετατροπή προϊόντων ή διαδικασιών για συγκεκριμένη χρήση, σύμφωνα με την συνθήκη για την Βιολογική ποικιλότητα των Ηνωμένων Εθνών (UN, The Convention on Biological Diversity). Ο όρος συμπίπτει μερικές φορές με τον όρο βιομηχανική και βιο-ιατρική μηχανική ανάλογα με τα εργαλεία και τις εφαρμογές (Ratledge and Kristiansen, 2006). Η βιοτεχνολογία χρησιμοποιείται από το ανθρώπινο είδος για χιλιάδες χρόνια για την παραγωγή τροφίμων, ποτών και στην Ιατρική. Ο όρος αποδίδεται πιθανότατα στον Ούγγρο μηχανικό Karl Ereky ο οποίος τον επινόησε το 1919. Στα τέλη του 20<sup>ου</sup> αιώνα η βιοτεχνολογία περιέλαβε νέα πεδία όπως η γενωμική, η τεχνολογία ανασυνδυασμένων γονιδίων, η εφαρμοσμένη ανοσοχημεία καθώς και νέες θεραπείες όπως η γονιδιακή θεραπεία ή οι διαγνωστικοί έλεγχοι. Οι επιστήμες της ζωής που άπτονται των ενδιαφερόντων της Βιοτεχνολογίας είναι τα πεδία της Γενετικής, της Μικροβιολογίας, της Μοριακής Βιολογίας, της Βιοχημείας, της Εμβρυολογίας, της Κυτταρικής Βιολογίας ενώ εμπλέκονται επίσης η Ανοσολογία, η Βιοπληροφορική που αποτελεί σχετικά νέο κλάδο της πληροφορικής, η Βιορομποτική, η Χημική Μηχανική και η Βιο-Μηχανική. Αντίστοιχα, οι Βιολογικές επιστήμες εξαρτώνται σε πολύ μεγάλο βαθμό πλέον από τις μεθόδους που έχει αναπτύξει η βιοτεχνολογία και ότι εννοείται ως Βιομηχανία των επιστημών της ζωής. Βιοτεχνολογία εν κατακλείδι είναι η εργαστηριακή έρευνα με βάση βιολογικό υλικό ή σε ζωντανούς οργανισμούς με παράλληλη χρήση της βιοπληροφορικής για την εξερεύνηση, εξαγωγή, εκμετάλλευση και παραγωγή προϊόντων υψηλής προστιθέμενης αξίας και ειδικότερα για την παραγωγή πατεντών προς αποκλειστική εμπορική εκμετάλλευση (Glick, et al., 2010, Rifkin, 1998).

(8): Σύμφωνα με την Αμερικανική Χημική Εταιρία, η Βιοτεχνολογία ορίζεται ως η χρησιμοποίηση των βιολογικών οργανισμών, των βιολογικών συστημάτων ή των βιολογικών διαδικασιών από διάφορες Βιομηχανίες στην εκπαίδευση των επιστημών της ζωής, με σκοπό την βελτίωση της αξίας υλικών και οργανισμών όπως των φαρμακευτικών παρασκευασμάτων, των δημητριακών, των έμβιων όντων γενικότερα. Με απλά λόγια, βιοτεχνολογία είναι η εφαρμογή των τεχνικών επιτευγμάτων των επιστημών της ζωής για την Παρασκευή εμπορικών προϊόντων.



## 2.2 Ιστορία Βιοτεχνολογίας



Εικόνα 1. Η ζύμωση για Παρασκευή αλκοολούχων ποτών αποτέλεσε μία από τις πρώτες εφαρμογές της Βιοτεχνολογίας.

Ιστορικά, η καλλιέργεια φυτών μπορεί να θεωρηθεί ως η πρώτη βιοτεχνολογική εφαρμογή που επιχείρησε το ανθρώπινο είδος για την παραγωγή προϊόντων. Η Γεωργία αποτέλεσε το κύριο μέσο παραγωγής τροφής από την Νεολιθική εποχή και έπειτα. Η ανάπτυξη της γεωργίας είχε ως αποτέλεσμα την εξέλιξη των καλλιεργούμενων ειδών μέσω επιλογής των αποδοτικότερων και διασταύρωσης με άλλα είδη αποτελώντας έτσι την πρώτη βιοτεχνολογική εφαρμογή. Ένα παράδειγμα αποτελεί η διασταύρωση ποικιλιών καλαμποκιού για χιλιάδες χρόνια που οδήγησε σε μεγαλύτερους και πιο θρεπτικούς καρπούς (Thiemann and Palladino, 2008). Χρήση μικροοργανισμών επίσης, όπως ζυμομύκητες γίνεται συστηματικά στους αρχαίους πολιτισμούς της Μεσοποταμίας, στην Αίγυπτο, στην Ινδία και στην Κίνα, στην ζυθοποιία κατά την ζύμωση δημητριακών για παραγωγή μπίρας (Arnold, 2005). Την ίδια εποχή επίσης ζυμομύκητες θα χρησιμοποιηθούν για την παρασκευή άρτου ενώ αργότερα θα χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή κρασιού. Άλλοι πολιτισμοί θα ανακαλύψουν την γαλακτική ζύμωση για παρασκευή τροφίμων όπως το άρτυμα σόγιας κλπ. Αν και η διαδικασία της ζύμωσης αποδείχθηκε από τον Louis Pasteur με το διάσημο πλέον πείραμα που συνέδεσε το φαινόμενο με την βιογένεση (Feinstein, 2008), δεν παύει να υπάρχει σε εφαρμογή από τις απαρχές του ανθρώπινου πολιτισμού. Έκτοτε η ανάπτυξη της βιοτεχνολογίας υπήρξε αλματώδης. Ενδεικτικά αναφέρονται ορισμένα παραδείγματα που αφορούν τον τομέα της εφαρμοσμένης μικροβιολογίας όπως η παραγωγή ακετόνης από άμυλο καλαμποκιού με χρήση του βακτηρίου *Clostridium acetobutylicum*, ανακάλυψη του Chaim Weizmann<sup>(9)</sup> το 1917 για τις ανάγκες της πολεμικής βιομηχανίας της Βρετανίας κατά την διάρκεια του ΑΠΠ (Springham, et al., 1999). Το 1928 ο Alexander Fleming<sup>(10)</sup> ανακάλυψε το αντιβιοτικό πενικιλίνη από την μούχλα *Penicillium* που οδήγησε στη επανάσταση των αντιβιοτικών για την αντιμετώπιση μολυσματικών ασθενειών (Thiemann and Palladino, 2008).

(9): Ο Weizmann υπήρξε ο πρώτος πρόεδρος του κράτους του Ισραήλ όπου ίδρυσε και το Ινστιτούτο επιστημών με το όνομα του στο Ριχόβότ.

(10): Η ανακάλυψη του Fleming έγινε με τυχαίο τρόπο μάλλον, αλλά οδήγησε σε επανάσταση στην Ιατρική σώζοντας εκατομμύρια ζωές σε όλο τον πλανήτη. Ο Fleming τιμήθηκε μαζί με τους Florey και Chain για την συμβολή τους στην ανακάλυψη και την παραγωγή της πενικιλίνης, με το Nobel Ιατρικής το 1945.



Η πραγματική επανάσταση όμως στον τομέα αυτό και η μετάβαση στην σύγχρονη βιοτεχνολογία προέκυψε από τα πειράματα του Berg<sup>(11)</sup> (Stanford) επάνω στον γενετικό ανασυνδυασμό τμημάτων DNA (1971) και η μεταφορά και έκφραση γονιδίων σε βακτηριακούς ξενιστές από τους Boyer και Cohen (1972) με σκοπό την παραγωγή νέων προϊόντων (Jackson, et al., 1972, Cohen, et al., 1973). Η εμπορική βιωσιμότητα της νέας βιομηχανίας ενισχύθηκε σημαντικά όταν το Ανώτατο Δικαστήριο των Ηνωμένων Πολιτειών αποφάσισε ότι γενετικά τροποποιημένοι οργανισμοί μπορούσαν να πατενταριστούν (1980), όπως στην περίπτωση του Chakrabarty, ο οποίος τροποποίησε ένα βακτήριο του γένους *Pseudomonas*, ώστε να αποδομεί αργό πετρέλαιο για αποκατάσταση ρυπασμένων περιοχών από διαρροή πετρελαιοειδών (Diamond v. Chakrabarty, 1980). Η τροποποίηση του βακτηρίου δεν περιλάμβανε γενετικές διαφοροποιήσεις αλλά μεταφορά οργανιδίων από άλλα στελέχη του γένους *Pseudomonas*. Τα κέρδη στην Βιομηχανία αναμένεται να έχουν αύξηση της τάξης του 12,8 % για το 2008.

### 2.3 Βιοτεχνολογικές εφαρμογές



Εικόνα 2. Τριαντάφυλλο που αναπτύχθηκε από κύτταρα σε μία ιστοκαλλιέργεια.

Οι εφαρμογές της βιοτεχνολογίας εντοπίζονται σε τέσσερις κύριους βιομηχανικούς τομείς που περιλαμβάνουν τη Ιατρική περίθαλψη, την γεωργία για παραγωγή τροφίμων, την γεωργία για παραγωγή άλλων υλικών όπως βιοκαύσιμα και το περιβάλλον (Παρασκευή βιοαποδομήσιμων πλαστικών, αποκατάσταση ρυπασμένων εδαφών κλπ). Για παράδειγμα μία εφαρμογή είναι η χρήση μικροοργανισμών για παραγωγή γαλακτοκομικών προϊόντων ή αλκοολούχων ποτών. Επίσης η χρήση μικροοργανισμών για διαχωρισμό μετάλλων από τα πετρώματά τους, μέθοδος που εγγυάται πολύ μικρότερη περιβαλλοντική επιβάρυνση συγκρινόμενη με τις παραδοσιακές μεταλλευτικές διεργασίες και την χρήση χημικών. Υπάρχουν επίσης και άλλες πολύ πιο δραματικές προοπτικές με καταστροφικές συνέπειες όπως η παραγωγή βιολογικών όπλων (παθογόνοι Ιοί και βακτήρια).

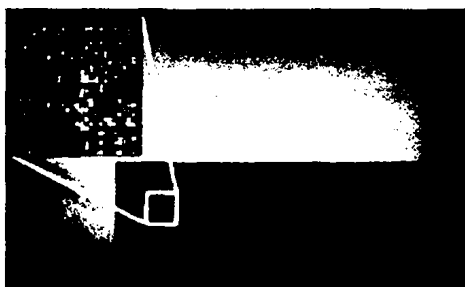
(11): Ο Berg τιμήθηκε με το Nobel Βιοχημείας το 1980 μαζί με τους Walter Gilbert και Frederick Sanger για την προσφορά τους στην μελέτη των νουκλεϊκών οξέων. Από το 1975 συμμετείχε σε πρωτοβουλία για την αποτίμηση των κινδύνων της τεχνολογίας ανασυνδυασμένου DNA.

Μια σειρά νέων τεχνικών όρων έχει εμφανιστεί για να περιγραφούν οι κλάδοι της νέας τεχνολογίας όπως η Βιοπληροφορική η οποία είναι ένα διεπιστημονικό πεδίο το οποίο ασχολείται με βιολογικά θέματα με χρήση υπολογιστικών τεχνικών, που επιτρέπει την άμεση οργάνωση και ανάλυση των βιολογικών δεδομένων. Το πεδίο μπορεί να περιγραφεί επίσης από τον όρο Υπολογιστική Βιολογία και να οριστεί ως «Θεώρηση της Βιολογίας ως μοριακής Βιολογίας και χρήση τεχνικών πληροφορικής για την κατανόηση και οργάνωση της πληροφορίας που απορρέει από τα βιολογικά μόρια σε μεγάλη κλίμακα». Η Βιοπληροφορική παίζει σημαντικό ρόλο σε πεδία όπως εφαρμοσμένη γενωμική, δομική γενωμική, πρωτεωμική όπως επίσης στον Βιοτεχνολογικό και φαρμακευτικό τομέα (Gerstein, 1999). Η επένδυση και το οικονομικό όφελος από όλες αυτές τις εφαρμογές χαρακτηρίζεται με τον όρο Βιοοικονομία.

### 2.3.1 Ιατρική

#### Φαρμακογενωμική

Η Φαρμακογενωμική αποτελεί μία νέα τεχνολογία που μελετάει την γονιδιωματική αντίδραση και ειδικότερα την γονιδιακή έκφραση ή τον μονο-νουκλεοτιδικό πολυμορφισμό του ατόμου, σε συγκεκριμένη φαρμακευτική αγωγή με απώτερο σκοπό την εξατομικευμένη αντιμετώπιση ασθενειών στο μέλλον συνδυάζοντας φαρμακολογία και γενωμική. Ο σκοπός είναι να επιτευχθεί το μέγιστο θετικό αποτέλεσμα με ελαχιστοποίηση των ανεπιθύμητων παρενεργειών της θεραπείας από την χρήση ενός φαρμάκου ή συνδυασμού αυτών. Άλλες εφαρμογές είναι η ανάπτυξη νέων θεραπειών με κατάλληλο γενετικό χειρισμό ή γενετικό επαναπρογραμματισμό των ασθενών. Τέτοιες εφαρμογές είναι η γονιδιακή θεραπεία και η χρήση βλαστικών κυττάρων.



Εικόνα 3. Μικροσυστοιχίες DNA (DNA microarrays) παρέχουν την δυνατότητα ανάλυσης εκατομμυρίων ελέγχων αίματος άμεσα.

Νέα μοριακή μέθοδος διάγνωσης αποτελούν και οι πλακέτες με Μικροσυστοιχίες DNA (DNA microarrays) που επιτρέπουν την παράλληλη διεξαγωγή χιλιάδων εξετάσεων αίματος για παράδειγμα. Πιο συγκεκριμένα τα οφέλη της Φαρμακογενωμικής μπορούν να συνοψιστούν στα εξής:

1. Ανάπτυξη φαρμάκων «κατά παραγγελία» (tailor-made), δηλαδή φαρμάκων που θα στοχεύουν συγκεκριμένες πρωτεΐνες, ένζυμα ή μόρια RNA, τα οποία σχετίζονται με συγκεκριμένα γονίδια ή/και ασθένειες. Αυτά τα «κατά παραγγελία» φάρμακα θεωρητικά όχι μόνο θα αυξήσουν τα θεραπευτικά αποτελέσματα αλλά θα ελαχιστοποιήσουν την βλάβη παρακείμενων υγιών κυττάρων.

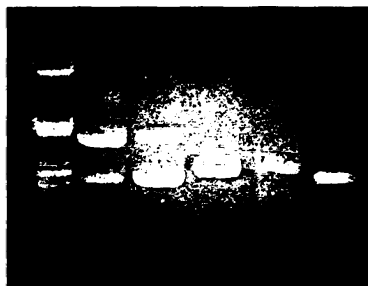


2. Μεγαλύτερη ακρίβεια στον υπολογισμό των δόσεων με παρακολούθηση του μεταβολισμού του φαρμάκου στον οργανισμό και αποφυγή υπερδοσολογίας.
3. Βελτιώσεις στον σχεδιασμό φαρμάκων και στην διαδικασία έγκρισης νέων ουσιών. Ο συσχετισμός γονιδίων με συγκεκριμένες παθήσεις μπορεί να οδηγήσει σε σχεδιασμό νέων φαρμάκων που θα στοχεύουν τα συγκεκριμένα γονίδια.
4. Παρασκευή ασφαλέστερων και πιο αποτελεσματικών εμβολίων με οργανισμούς στους οποίους μπορεί να γίνει γενετική τροποποίηση ώστε τα νέα εμβόλια να είναι πιο αποτελεσματικά, να αποφεύγονται μολύνσεις να είναι φθηνότερα να αποθηκεύονται ευκολότερα και να αναγνωρίζουν περισσότερους επιτόπους παθογόνων ανά εκδοχή.

### Φαρμακευτικά προϊόντα

Η βιοτεχνολογία έχει χρησιμοποιηθεί ήδη για παραγωγή φαρμάκων με χαρακτηριστικό παράδειγμα την παραγωγή ινσουλίνης από γενετικά τροποποιημένα κύτταρα του βακτηρίου *E. coli* καθώς και ζυμών για παραγωγή αντιβιοτικών. Αυτό έγινε δυνατό με κλωνοποίηση του γονιδίου της ινσουλίνης σε πλασμιδιακό DNA και εισαγωγή του στα βακτηριακά κύτταρα, στα οποία στη συνέχεια εκφράστηκε προς παραγωγή της ορμόνης αυτής (Bains, 1987). Βιοτεχνολογικές εφαρμογές έχουν κάνει εφικτή την παραγωγή ανθρώπινης αυξητικής ορμόνης, ερυθροποιητίνης, ορμόνες γονιμότητας κλπ. Γενετικά τροποποιημένα ζωικά κύτταρα επίσης όπως τα Chinese Hamster Ovary cells (CHO), έχουν χρησιμοποιηθεί για παραγωγή φαρμακευτικών ουσιών ενώ σκοπός είναι να χρησιμοποιηθούν και φυτά σε μελλοντικές εφαρμογές.

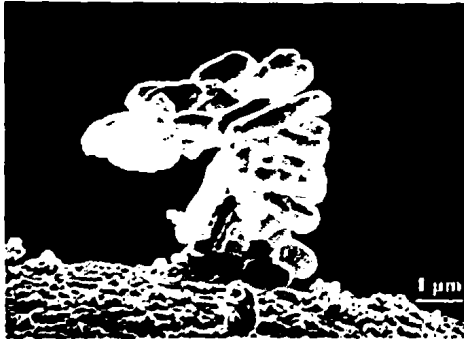
### Γενετικός έλεγχος



Εικόνα 4: Ο γενετικός έλεγχος περιλαμβάνει άμεση εξέταση μορίων DNA για παρουσία μεταλλάξεων.

Ο Γενετικός έλεγχος συνίσταται στον εντοπισμό μεταλλάξεων στην αλληλουχία του DNA. Υπάρχουν δύο κύριοι τύποι γονιδιακών ελέγχων. Στον πρώτο τύπο γίνεται χρήση συνθετικών αλληλουχιών DNA (probes) που είναι συμπληρωματικές με την αλληλουχία που φέρει την μετάλλαξη. Αυτές οι αλληλουχίες έχουν την ικανότητα να διακρίνουν και να συνδέονται με τις συμπληρωματικές τους ανάμεσα σε ολόκληρο το γονιδίωμα ενός ατόμου. Οι συνθετικές αλληλουχίες αυτές σημαίνονται με μία ομάδα που έχει κάποια ιδιότητα εντοπισμού όπως ιδιότητα φθορισμού. Έτσι αν υπάρχει μία γονιδιακή μετάλλαξη στο άτομο προς εξέταση είναι δυνατός ο εντοπισμός της και η διάγνωση πιθανών κινδύνων από αυτή. Αυτός ο τύπος εφαρμόζεται για την ανίχνευση

συγκεκριμένων μεταλλάξεων. Ο δεύτερος τύπος περιλαμβάνει σύγκριση της γονιδιακής αλληλουχίας ενός ασθενούς με την αλληλουχία γονιδίων υγείων ατόμων ή την αλληλουχία των απογόνων των ατόμων αυτών και τον συσχετισμό με παθήσεις ή όχι. Γενετικός έλεγχος μπορεί να εφαρμοστεί επίσης για πρόβλεψη γενετικών ανωμαλιών, προσδιορισμό φύλου, προγενετικό έλεγχο, στην Ιατροδικαστική κλπ. Μεταλλάξεις που ευθύνονται για εμφάνιση κυστικής ίνωσης, ασθένειας του Huntington, δρεπανοκυτταρικής αναιμίας, καθώς και για καρκίνους του μαστού, των ωθηκών και του ορθού έχουν εντοπιστεί ως τώρα αλλά δεν μπορούν να προβλεφθούν όλες οι περιπτώσεις γιατί τα γενεσιουργά αίτια πολλών ασθενειών δεν έχουν ακόμη εντοπιστεί.

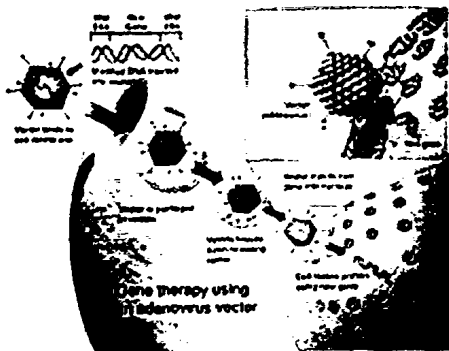


Εικόνα 5: Κύτταρα του βακτηρίου *Escherichia coli* χρησιμοποιούνται ευρέως σε πειράματα *coli*γενετικής μηχανικής.

Ένα ζήτημα βιοηθικής που τίθεται αυτομάτως είναι η διαφύλαξη των προσωπικών γενετικών δεδομένων των ατόμων και η προστασία του πληθυσμού από διακρίσεις που αφορούν την ασφάλιση και την απασχόληση, ιδιαίτερα ατόμων με επιβαρημένο κληρονομικό προφίλ. Το ερώτημα ειδικότερα μπορεί να διατυπωθεί εάν το κληρονομικό απόρρητο ταυτίζεται με το ιατρικό απόρρητο.

### Γονιδιακή θεραπεία

Μορφές θεραπείας είναι η γονιδιακή θεραπεία η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για αντιμετώπιση ασθενειών όπως ο καρκίνος ή το AIDS με χρήση φυσιολογικών γονιδίων για αντικατάσταση ελαττωματικών ή για αποκατάσταση λειτουργιών όπως του ανοσοποιητικού συστήματος.

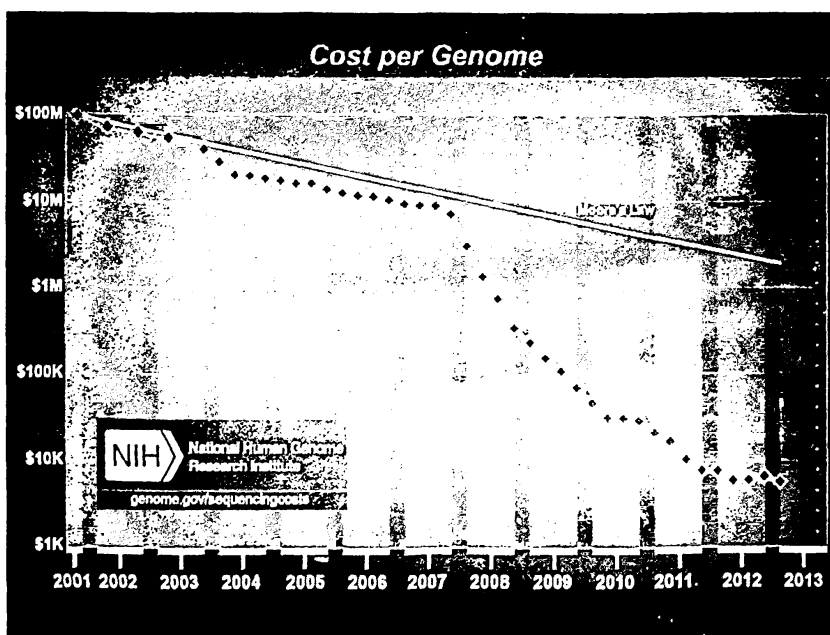


Εικόνα 6: Η μέθοδος της γονιδιακής θεραπείας βασίζεται στην χρήση αδενοϊού ο οποίος λειτουργεί ως φορέας για την εισαγωγή του λειτουργικού DNA σε κύτταρα ασθενών.

Μπορεί να χρησιμοποιηθεί στοχεύοντας είτε σωματικά κύτταρα είτε γαμέτες (σπερματοζωάρια, ωάρια). Η μέθοδος στηρίζεται στην χρήση ενός αδενοϊού ο οποίος χρησιμοποιείται ως φορέας. Ένα λειτουργικό γονίδιο εισέρχεται στον αδενοϊό ο οποίος χρησιμοποιείται ως φορέας για να εισαχθεί το γονίδιο σε ανθρώπινα κύτταρα. Εάν η θεραπεία πετύχει το νέο γονίδιο θα συνθέσει μία λειτουργική πρωτεΐνη. Η θεραπεία μπορεί να γίνει τόσο *ex vivo* όσο και *in vivo*, αλλά υπάρχουν ακόμη σοβαρά προβλήματα που αφορούν την χρήση αδενοϊών ως φορέων του γενετικού υλικού, το κόστος της θεραπείας, την περιορισμένη ακόμη γνώση της λειτουργίας των γονιδίων και την πολυπαραγοντική φύση πολλών ασθενειών (περιβαλλοντικά, κληρονομικά αίτια κλπ) (Thieman and Palladino, 2008, Fischer, et al., 2010).

### Ανάλυση ανθρώπινου γονιδιώματος (Human Genome Project)

Το πρόγραμμα ανάλυσης του Ανθρώπινου γονιδιώματος (Human Genome Project) ήταν μία πρωτοβουλία του Υπουργείου Ενέργειας (DOE) και του Εθνικού Οργανισμού Υγείας (NIH) των Ηνωμένων Πολιτειών, το οποίο είχε ως στόχο την υψηλής ποιότητας ανάλυση ανθρώπινου γονιδιώματος αναφοράς με ανάγνωση της νουκλεοτιδικής αλληλουχίας και την ταυτοποίηση όλων των ανθρώπινων γονιδίων. Το πρώτο ανθρώπινο γονιδίωμα επομένως δεν αντιστοιχούσε στο γονιδίωμα ενός ατόμου αλλά προήρθε από το γενετικό υλικό πολλών εθελοντών. Το πρόγραμμα ολοκληρώθηκε το 2003 και έως τώρα έχει οδηγήσει στη γενετική συσχέτιση περισσότερων από 30 ανωμαλιών με συγκεκριμένα γονίδια (Watson, et al., 2007, σελ. 366-404). Οι δυνατότητες της τεχνολογίας πλέον είναι απεριόριστες και η γενετική υπογραφή του καθενός είναι εφικτή επειδή το κόστος της ανάλυσης του ανθρώπινου γονιδιώματος έχει πέσει κάτω από τα 10000 δολάρια σύμφωνα με το NIH (National Human Genome Research Institute) (<http://www.genome.gov/sequencingcosts/>).



Εικόνα 7: Εξέλιξη κόστους ανάλυσης ανθρώπινου γονιδιώματος από την κωδικοποίηση του έως σήμερα.



## 2.3.2 Γεωργία

### Μέγεθος καρπών

Στην αγροτική παραγωγή γίνονται προσπάθειες εισαγωγής ενός ή δύο γονιδίων σε ποικιλίες δημητριακών υψηλής απόδοσης ώστε να αυξηθεί περισσότερο η παραγωγή. Η Monsanto σε συνεργασία με την Dow AgroScience προσπαθούν να εκφράσουν 8 γονίδια για ακόμη μεγαλύτερη αποδοτικότητα (από το 2010). Παρόλα αυτά, επειδή το μέγεθος του καρπού είναι συνάρτηση πολλών γονιδίων που το καθένα συνεισφέρει και με διαφορετικό τρόπο στην ανάπτυξη, το μόνο εγχείρημα που έχει φέρει απόδοση ως τώρα είναι για αλλαγές σε φαινοτύπους που είναι κάτω από τον έλεγχο ενός και μόνο γονιδίου (Bruce and Bruce, 1999).

### Ανθεκτικότητα φυτών σε δυσμενείς περιβαλλοντικούς παράγοντες

Προσπάθειες γίνονται επίσης για την παραγωγή φυτών τα οποία θα είναι ανθεκτικά σε συνθήκες περιβαλλοντικής πίεσης όπως ξηρασία και υψηλή αλατότητα. Οι έρευνες έχουν στραφεί στην αναζήτηση γονιδίων που προσδίδουν ανθεκτικότητα στα φυτά σε τέτοιες συνθήκες και έως τώρα έχει ανακαλυφθεί το γονίδιο At-DBF2, από το φυτό *Arabidopsis thaliana*, το οποίο προσδίδει ανθεκτικότητα σε αλάτι, ξηρασία, ψύχος και ζέστη. Όταν το γονίδιο αυτό κλωνοποιήθηκε σε κύτταρα ντομάτας και καπνού, τα κύτταρα που προέκυψαν από την διαδικασία αυτή ήταν πολύ πιο ανθεκτικά σε τέτοιες συνθήκες συγκρινόμενα με τα φυσιολογικά. Αν τα αποτελέσματα αυτά επαναληφθούν σε μεγαλύτερη κλίμακα τότε θα μπορούσε το γονίδιο At-DBF2 να χρησιμοποιηθεί για γενετική τροποποίηση φυτών που θα εμφανίζουν ανθεκτικότητα σε ακραία περιβάλλοντα (Abdulla, 1999).

### Αυξημένη διατροφική αξία

Άλλες βιοτεχνολογικές εφαρμογές περιλαμβάνουν την αύξηση της διατροφικής αξίας των πρωτεϊνών. Πιο συγκεκριμένα πρωτεΐνες δημητριακών τροποποιούνται ώστε να παρέχουν τα αμινοξέα που είναι απαραίτητα για μία ισορροπημένη διαίτα. Ένα παράδειγμα είναι η εργασία των Peter Beyer και Ingo Potrykus οι οποίοι κατασκεύασαν το χρυσό ρύζι. Το χρυσό ρύζι προέκυψε με γενετικό ανασυνδυασμό γενετικού υλικού καλαμποκιού και ενός εδαφοβακτήριου ώστε να παράγει μεγάλες ποσότητες βήτα καροτένιου. Το βήτα καροτένιο μετατρέπεται στην συνέχεια σε Βιταμίνη Α. Η επιπλέον ποσότητα βήτα καροτένιου προσδίδει στο ρύζι το χρυσό χρώμα.

### Βελτίωση γεύσης, υφής και εμφάνισης τροφίμων

Άλλες προσπάθειες που γίνονται αφορούν την επιβράδυνση του χρόνου αλλοίωσης των καρπών. Οι μεταλλαγμένοι καρποί θα μπορούν να ωριμάζουν περισσότερο καιρό στο φυτό με παράλληλη αύξηση του χρόνου μεταφοράς και αποθήκευσής τους αλλά έως τώρα έχει αποδειχθεί ότι οι καρποί αυτοί έχουν μειωμένη παρουσία πρωτεϊνών που προσδίδουν ευχάριστη υφή και γεύση. Το πρώτο γενετικά μεταλλαγμένο τρόφιμο που σχεδιάστηκε με σκοπό να έχει παρατεταμένο χρόνο ωρίμανσης ήταν ντομάτα.



## **Μειωμένη χρήση λιπασμάτων, ζιζανιοκτόνων και άηλων αγροχημικών**

Οι περισσότερες προσπάθειες της σύγχρονης βιοτεχνολογίας που αφορούν την Γεωργία στρέφονται στην προσπάθεια ανεύρεσης τρόπων ελαχιστοποίησης της εξάρτησης από τα αγροχημικά και ένα παράδειγμα είναι η παραγωγή γενετικά τροποποιημένου καλαμποκιού το οποίο εκφράζει την τοξίνη Bt από το εδαφοβακτήριο *Bacillus thuringiensis*. Η τοξίνη αυτή στοχεύει το εντερικό τοίχωμα διαφόρων εντόμων τα οποία πλέον δεν μπορούν να τραφούν από το φυτό. Η μέθοδος φαίνεται να είναι πιο αποτελεσματική από ψεκασμούς που εφαρμόζονται έως σήμερα για την καταπολέμηση εντόμων όπως τα λεπιδόπτερα του καλαμποκιού.

## **Ανθεκτικότητα σε ζιζανιοκτόνα**

Δημητριακά επίσης έχουν τροποποιηθεί γενετικά ώστε να εμφανίζουν ανθεκτικότητα σε ζιζανιοκτόνα ευρέως φάσματος. Το πρόβλημα που υπήρχε ήταν ότι δεν υπήρχαν ζιζανιοκτόνα ευρέως φάσματος που να αφήνουν άθικτες τις καλλιέργειες. Χρήση ζιζανιοκτόνων για καταπολέμηση παρασιτικών φυτών είχε ως αποτέλεσμα μειωμένη απόδοση παραγωγής. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα η διαλογή των ζιζανίων να γίνεται μηχανικά ή με το χέρι ή με προληπτικούς ψεκασμούς. Η ανάπτυξη διαγονιδιακών φυτών με ανθεκτικότητα στα διάφορα ζιζανιοκτόνα επιτρέπει τον ψεκασμό μετά την εμφάνιση ζιζανίων χωρίς να επηρεάζει την παραγωγή (Gianessi, et al., 2002). Από το 1996 έως το 2001 η ανθεκτικότητα σε ζιζανιοκτόνα ήταν το κύριο χαρακτηριστικό διαγονιδιακών φυτών ακολουθούμενο από ανθεκτικότητα εναντίον εντόμων. Πιο συγκεκριμένα, σε φυτά όπως καλαμπόκι, σόγια και βαμβάκι αποτελούσε το 77 % των εκτάσεων καλλιέργειας γενετικά μεταλλαγμένων οργανισμών. Τα Bt-φυτά απαντούσαν σε ποσοστό 15 % ενώ ο συνδυασμός αυτών σε καλαμπόκι και βαμβάκι σε ποσοστό 8 %.

## **Κριτική**

Υπάρχει όμως και μία άλλη πλευρά των εφαρμογών της βιοτεχνολογίας με χρήση μεταλλαγμένων φυτών στις καλλιέργειες και αυτή είναι η αυξημένη χρήση ζιζανιοκτόνων που οδηγεί σε αυξημένη ανθεκτικότητα των ζιζανίων, σε κατάλοιπα ζιζανιοκτόνων στο περιβάλλον καθώς και σε γενετική επιμόλυνση των φυτών των βιολογικών καλλιεργειών και υποβάθμιση της βιοποικιλότητας. Αυτό με τη σειρά του εγείρει μεγάλα θέματα στην κοινή γνώμη σχετικά με την προσπάθεια που πρέπει να καταβληθεί για διατήρηση των χαρακτηριστικών των φυτών που έχουν διαμορφωθεί εξελικτικά σε χιλιάδες χρόνια και έχουν αναπτύξει όλα τα χαρακτηριστικά που τους επιτρέπουν να επιβιώνουν και είναι γνωστής θρεπτικής αξίας και γεύσης ανεξάρτητα από το μέγεθος, το σχήμα ή το χρώμα τους.

### **2.3.3 Βιοαποκατάσταση και βιοαποδόμηση**

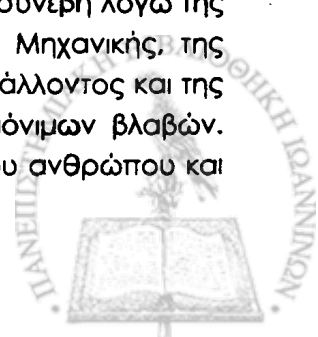
Η βιοτεχνολογία επίσης χρησιμοποιείται για τον γενετικό χειρισμό μικροοργανισμών, σε μία προσπάθεια αποκατάστασης ρυπασμένων περιοχών με σκοπό την αιφόρο ανάπτυξη χωρίς σοβαρή περιβαλλοντική επιβάρυνση. Τα μέσα της βιοτεχνολογίας είναι η χρήση των ποικίλων καταβολικών ιδιοτήτων των μικροοργανισμών με αποτέλεσμα



την αποδόμηση ή την βιομετατροπή των ρυπαντών σε άλλες μη τοξικές χημικές ενώσεις. Η εξέλιξη της τεχνολογίας στην γενωμική, την πρωτεωμική και την βιοπληροφορική, παρέχει ένα τεράστιο αριθμό δεδομένων. Ειδικότερα στο πεδίο της περιβαλλοντικής μικροβιολογίας, η γενωμική ανάλυση παρέχει μία άνευ προηγουμένου δυνατότητα *in silico* ελέγχου μεταβολικών και ρυθμιστικών οδών. Η Περιβαλλοντική Μικροβιολογία επίσης παρέχει πληροφορίες για την εξελικτική πορεία των καταβολικών μηχανισμών και τους μοριακούς μηχανισμούς προσαρμογής σε μεταβαλλόμενες περιβαλλοντικές συνθήκες. Το γεγονός αυτό θα επιτρέψει την παραπέρα ανάπτυξη τεχνολογιών περιβαλλοντικής βιοαποκατάστασης, ιδιαίτερα θαλασσίων περιοχών που είναι και πιο ευαίσθητες λόγω των δυσκολιών που παρουσιάζει η απομάκρυνση και ο περιορισμός των πετρελαιοκηλίδων σε παράκτιες περιοχές αλλά και στην ανοιχτή θάλασσα (Díaz, 2008, Martins, 2008).

## 2.4 Βιοηθική

Βιοηθική είναι ο κλάδος εκείνος της επιστήμης που ασχολείται με τα ηθικά προβλήματα που προέκυψαν από τις νέες ανακαλύψεις της Βιολογίας και τις εφαρμογές της Γενετικής Μηχανικής και συνίσταται στην προσπάθεια αποφυγής μη αντιστρεπτών καταστάσεων που σχετίζονται με τον χειρισμό του γενετικού υλικού. Ο όρος Βιοηθική επινοήθηκε από τον Fritz Jahr το 1927 (Lolas, 2008). Ο ορισμός της βιοηθικής προέρχεται εκ μεταφράσεως από τον αρχαίζοντα νεολογισμό «bioethics» και ως ετυμολογία θα πρέπει να θεωρείται το βίος και ήθος. Αργότερα ο Potter van Rensselaer στο έργο του «Bioethics, Bridge to the future» (1971) συμπεριέλαβε και άλλες έννοιες. Ο όρος αυτός χρησιμοποιήθηκε εκτεταμένα από τους αγγλόφωνους επιστήμονες και καθιερώθηκε στην διεθνή βιβλιογραφία αντικαθιστώντας σταδιακά τον όρο "ιατρική ηθική". Η ραγδαία ανάπτυξη των Βιολογικών επιστημών και η δυνατότητα παρέμβασης του ανθρώπου σε διάφορες βιολογικές διαδικασίες έκαναν απαραίτητη την ανάπτυξη ενός νέου γνωστικού αντικειμένου, αυτού της Βιοηθικής. Από τη φύση της η Βιοηθική είναι το σημείο τομής διαφορετικών επιστημονικών πεδίων της Βιολογίας που περιλαμβάνουν τη Γενετική, τη Βιοτεχνολογία, τη Βιοϊατρική, ενώ εμπλέκονται και τελείως διαφορετικοί γνωστικοί τομείς όπως η Νομική και η Θεολογία (Τσινόρεμα και Κίτσος, 2013, Goldim, 2009). Αφορμή για την διεθνή επιστημονική κοινότητα αποτέλεσε η έντονη ανάγκη της καταδίκης των εγκληματικών πειραμάτων που πραγματοποίησαν οι ναζι γιατροί και βιολόγοι στα Ναζιστικά στρατόπεδα συγκέντρωσης. Τον Σεπτέμβριο του 1947 η Διεθνής Οργάνωση Υγείας σε συνεργασία με την ΟΥΝΕΣΚΟ συνέταξε τον Διεθνή Κώδικα Ιατρικής Δεοντολογίας, σαφώς επηρεασμένο από το πνεύμα της Δίκης της Νυρεμβέργης. Η Διακήρυξη της Γενεύης, όπως έμεινε γνωστή στην ιστορία, έθεσε δέκα κανόνες που θα πρέπει να τηρούνται σε κάθε πειραματική διαδικασία που σχετίζεται με ανθρώπους. Ένας από τους κανόνες προέβλεπε ότι οφείλεται να εξασφαλίζεται η συγκατάθεση του υποκειμένου, βασική αρχή που αποτέλεσε τον θεμέλιο λίθο της Βιοηθικής. Ουσιαστικά όμως η βιοηθική έπρεπε να αντιμετωπίσει τα θεαματικά βήματα που έλαβαν χώρα τις δεκαετίες του '80 και του '90 τα οποία ενέπλεξαν εκτός από άλλους κλάδους και την ίδια την Πολιτεία. Αυτό συνέβη λόγω της ραγδαίας ανάπτυξης των εφαρμογών της Γενετικής, της Γενετικής Μηχανικής, της Βιοτεχνολογίας και της Βιοϊατρικής στους τομείς της υγείας, του περιβάλλοντος και της διατροφής, ώστε να υπάρχει πλέον ο κίνδυνος καταστροφικών, μόνιμων βλαβών. Επίσης ανέκυψαν ζητήματα που σχετίζονται με την ποιότητα ζωής του ανθρώπου και



των ζώων, την προστασία των καταναλωτών και των αγροτών καθώς και μια σειρά από ηθικά προβλήματα. Η κλωνοποίηση θηλαστικών και η αποκωδικοποίηση του ανθρώπινου γονιδιώματος εύλογα εγείρουν ερωτήματα για πιθανή εμπορευματοποίηση γενετικού υλικού με βάση προηγούμενη εμπειρία πατενταρίσματος τροποποιημένου μικροοργανισμού για αποδόμηση πετρελαίου ή ποντικού για μελέτη του καρκίνου. Τα πράγματα όμως περιπλέκονται όταν φτάνουμε στην κατοχύρωση δικαιωμάτων ανθρώπινων γονιδίων καθώς δεν είναι απλά και μόνο βιολογικό υλικό αλλά στοιχείο της ταυτότητας του κάθε ατόμου ξεχωριστά. Στην ακαδημαϊκή κοινότητα κερδίζει διαρκώς έδαφος η άποψη ότι το γονιδίωμα είναι η ίδια η κοινή μας κληρονομιά και κανείς δεν μπορεί να την διεκδικήσει αποκλειστικά. Πράγματι το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο το 1995, δέχτηκε πρόταση σύμφωνα με την οποία δεν επιτρέπεται η κατοχύρωση νέων γενετικά τροποποιημένων ποικιλιών φυτών ή ζώων καθώς και κανενός φυσικού ιστού ή ανθρώπινου κυττάρου και γονιδίου. Το νομοσχέδιο υπερψηφίστηκε και από το 1998 ενέχει θέση κοινοτικής οδηγίας δημοσιευμένης στην εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων. Επιπλέον τα κράτη-μέλη του Συμβουλίου της Ευρώπης συνέταξαν στο Οβιέδο (Oviedo) το 1997, τη Σύμβαση για την Προστασία των Δικαιωμάτων και της Αξιοπρέπειας του Ανθρώπινου Όντος σε σχέση με τις εφαρμογές της Βιολογίας και της Ιατρικής. Η Σύμβαση επεκτάθηκε στο Παρίσι το 1998 με άρθρα που αφορούν στην κλωνοποίηση. Ενδεικτικά παρατίθενται τα πιο σημαντικά άρθρα που σχετίζονται με τη διασφάλιση βασικών ανθρώπινων δικαιωμάτων.

*«Απαγορεύεται οποιαδήποτε παρεμβολή με σκοπό τη δημιουργία ανθρώπινου όντος γενετικά όμοιου με άλλο ανθρώπινο ον, ζωντανού ή νεκρού», Άρθρο 1. «Κάθε άτομο έχει δικαίωμα να γνωρίζει οποιαδήποτε πληροφορία αφορά την υγεία του», Άρθρο 10. «Απαγορεύεται κάθε είδους διάκριση εναντίον ατόμου με βάση κληρονομικά του χαρακτηριστικά», Άρθρο 11.*

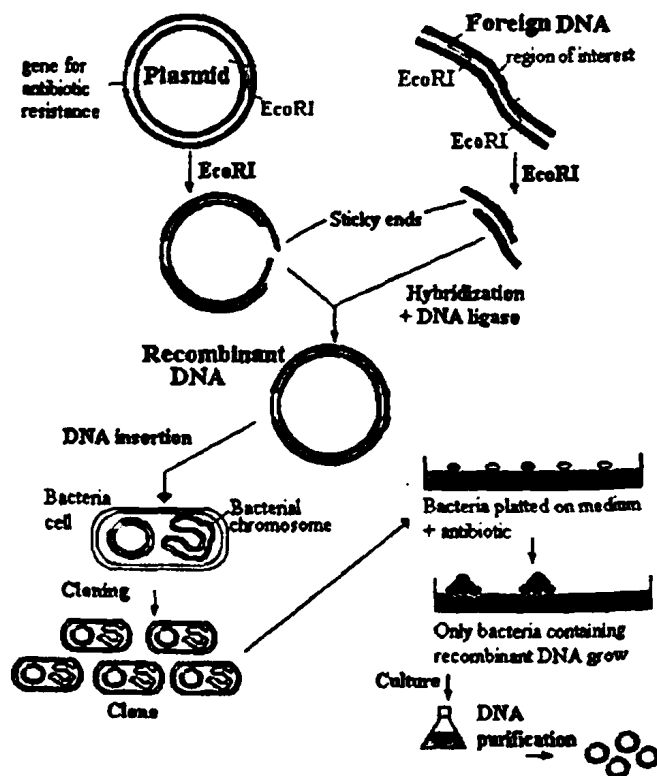
Η ΟΥΝΕΣΚΟ έχει, επίσης, διατυπώσει αντίστοιχες διατάξεις όπως η Διακήρυξη για το Ανθρώπινο Γονιδίωμα και τα Ανθρώπινα δικαιώματα σύμφωνα με το άρθρο 10 της οποίας «Καμία έρευνα δε μπορεί να υπερισχύσει των θεμελιωδών ελευθεριών και της αξιοπρέπειας του ατόμου». Συνοψίζοντας, οι εκρηκτικές ανακαλύψεις των επί μέρους κλάδων της Βιολογίας προηγήθηκαν κατά πολύ της Νομικής επιστήμης, με συνέπεια το πεδίο εφαρμογών των επιτευγμάτων των Βιολογικών Επιστημών να καλύπτεται από ένα ασαφές έως ανύπαρκτο νομικό πλαίσιο.

### 3. Τεχνικές και Τεχνικά μέσα Βιοτεχνολογίας

Στην ανάπτυξη της βιοτεχνολογίας μετά το 1960, καταλυτικό ρόλο έπαιξαν η εξέλιξη της τεχνικής ανασυνδυασμένου DNA και η έκφρασή του σε διαφορετικούς ξενιστές, η αντιγραφή DNA *in vitro* με εφαρμογή της αλυσιδωτής αντίδρασης πολυμεράσης, η τεχνική της κλωνοποίησης οργανισμών όπως θηλαστικά, και η ανακάλυψη βιομορίων που έπαιξαν καταλυτικό ρόλο στην διερεύνηση μηχανισμών και αντιδράσεων σε βιολογικά συστήματα, όπως η πράσινη φθορίζουσα πρωτεΐνη (Glick, et al., 2010). Οι ιστοκαλλιέργειες επίσης είναι σημαντικές για την βιοτεχνολογία αλλά οι βάσεις τέθηκαν από τις αρχές του 20<sup>ου</sup> αιώνα ακόμη.

#### 3.1 Κλωνοποίηση DNA

Η κλωνοποίηση στην μοριακή βιολογία αφορά μία τεχνική σύμφωνα με την οποία ένα τμήμα DNA το οποίο μπορεί να αντιστοιχεί σε γονίδιο ή άλλη σηματοδοτική αλληλουχία μπορεί να μεταφερθεί σε ένα άλλο οργανισμό και να πολλαπλασιαστεί με χρήση των μηχανισμών του ξενιστή. Ανταλλαγή γενετικού υλικού είναι ένα διαδεδομένο φαινόμενο στην φύση και συμβαίνει σε όλη τη διάρκεια της εξέλιξης. Έχει αναφερθεί ότι το ανθρώπινο DNA είναι κατά 40 % ιικής προέλευσης. Το μέγεθος της επανάστασης που έφερε η νέα τεχνολογία επομένως είναι ασύλληπτο μιας και επιφέρει σε διάρκεια ωρών τα αποτελέσματα εξελικτικής διαδικασίας χιλιάδων ετών.



#### Cloning into a plasmid

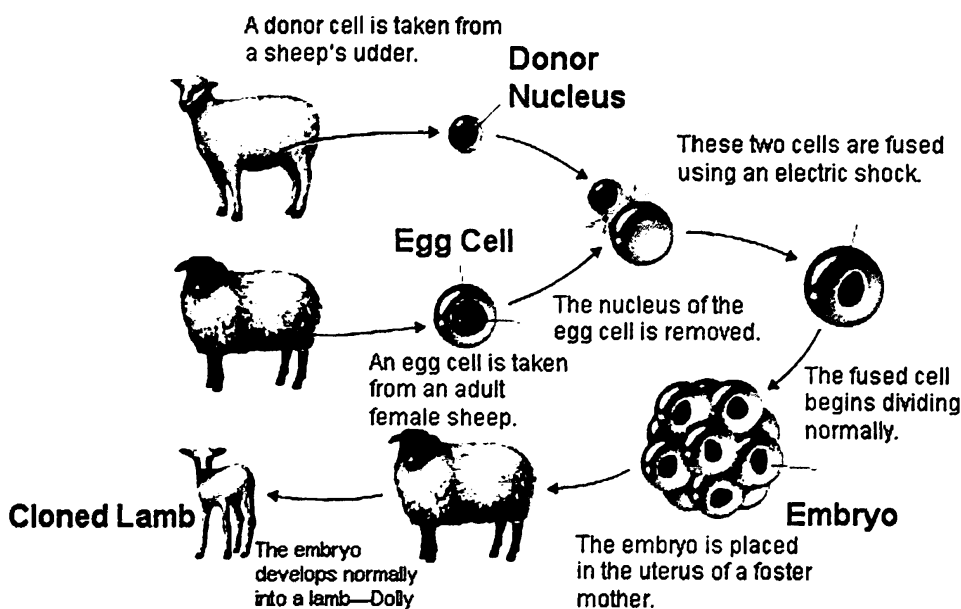
Εικόνα 8: Διαδικασία κλωνοποίησης γονιδίων.

Η τεχνική στηρίζεται:

1. Στην κατάτμηση του DNA (συνήθως με χρήση κατάλληλων ενζύμων που καλούνται περιοριστικά).
2. Στην σύνδεση των τμημάτων αυτών σε κατάλληλους νουκλεοτιδιακούς φορείς όπως τα πλασμίδια. Τα πλασμίδια είναι κυκλικά μόρια DNA με την ικανότητα να αντιγράφονται αυτόνομα όταν βρεθούν στον κατάλληλο ξενιστή. Η σύνδεση γίνεται με χρήση ενζύμων όπως η λιγάση.
3. Στην μεταφορά του DNA σε κύτταρα με μία διαδικασία που ονομάζεται επιμόλυνση ή μετασχηματισμός και
4. Στον έλεγχο και την επιλογή των κυττάρων που επιμολύνθηκαν επιτυχώς (Cohen, et al., 1973, Alberts, et al., 1999, σελ. 369-406, Watson, et al., 2007, σελ. 99-126).

### 3.2 Κλωνοποίηση οργανισμών

Η κλωνοποίηση στη φύση είναι μια κοινή διαδικασία σε οργανισμούς όπως τα βακτήρια και οι μύκητες που αναπαράγονται σεξουαλικά. Σε πολυκύτταρους οργανισμούς η κατάσταση περιπλέκεται. Εργαστηριακά η κλωνοποίηση περιλαμβάνει την μεταφορά του πυρήνα ενός κυττάρου σε ένα ωάριο του οποίου ο πυρήνας έχει απενεργοποιηθεί ή απομακρυνθεί. Υπάρχουν δύο ειδών κλωνοποιήσεις η αναπαραγωγική και η θεραπευτική. Στην αναπαραγωγική διαδικασία, το γονιμοποιημένο ωάριο με τον πυρήνα του δότη μεταφέρεται στη μήτρα όπου αναπτύσσεται σε έμβρυο το οποίο είναι πανομοιότυπο με τον δότη. Το Φεβρουάριο του 1996 στο Ινστιτούτο Roslin έγινε δυνατή η κλωνοποίηση του πρώτου θηλαστικού από τον Ian Wilmut και τους συνεργάτες του, ενός προβάτου με το όνομα Dolly.



Εικόνα 9: Διαδικασία κλωνοποίησης θηλαστικών: Ένα κύτταρο δέκτης λαμβάνεται από το μαστό προβάτου ενώ το ωάριο λαμβάνεται από ενήλικο θηλυκό πρόβατο. Στη συνέχεια αφαιρείται ο πυρήνας του ωαρίου και τα δύο κύτταρα συντηκονται με διαβίβαση ηλεκτρισμού. Τα συντηγμένα κύτταρα διαιρούνται κανονικά προς τον σχηματισμό εμβρύου το οποίο τοποθετείται στην μήτρα της θετής μητέρας. Το έμβρυο αναπτύσσεται κανονικά σε αμνό -Dolly.

Η Dolly δημιουργήθηκε με χρήση κυττάρων από τους γαλακτικούς αδένες της βιολογικής μητέρας της τα οποία εισήλθαν όπως περιγράφηκε παραπάνω σε ωάρια προβάτου. Το έμβρυο στη συνέχεια τοποθετήθηκε σε πρόβατο και γεννήθηκε μετά από φυσιολογική εγκυμοσύνη (Campbell, et al., 1996).

Η κλωνοποίηση της Dolly κατέστησε εμφανές ότι οι τεχνικές αυτές θα μπορούσαν να εφαρμοστούν και στον άνθρωπο κάποια μέρα, γεγονός το οποίο ξεσήκωσε θύελλα συζητήσεων και αντιδράσεων. Αξίζει να αναφερθεί βέβαια ότι η κλωνοποίηση θηλαστικών έχει πολύ μικρή επιτυχία και ελάχιστοι κλώνοι επιβιώνουν ενώ ακόμη πιο λίγοι ενηλικιώνονται, γεγονός που πιθανόν οφείλεται σε επιτάχυνση της γήρανσης στους οργανισμούς αυτούς (δράση τελομεράσης) (Giles and Knight, 2003). Στην θεραπευτική διαδικασία το ωάριο τοποθετείται σε τρυβλίο πετρί όπου αναπτύσσεται σε εμβρυονικά βλαστικά κύτταρα τα οποία έχουν την δυναμική να θεραπεύσουν διάφορες ασθένειες. Ενδεικτικά αναφέρονται ο διαβήτης, και νευροεκφυλιστικές ασθένειες όπως η νόσος του Alzheimer. Στην περίπτωση ασθενούς με Alzheimer ο πυρήνας ενός κυττάρου από το δέρμα του ασθενούς τοποθετείται σε ένα άδειο ωάριο. Το επαναπρογραμματισμένο κύτταρο αναπτύσσεται σε έμβρυο λόγω αλληλεπίδρασης του ωαρίου με το γενετικό υλικό. Το έμβρυο το οποίο είναι γενετικά ταυτόσημο με τον ασθενή, σχηματίζει βλαστοκύστες οι οποίες έχουν την δυνατότητα να διαφοροποιηθούν προς οποιοδήποτε κύτταρο του σώματος, γεγονός που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για θεραπευτικούς σκοπούς.

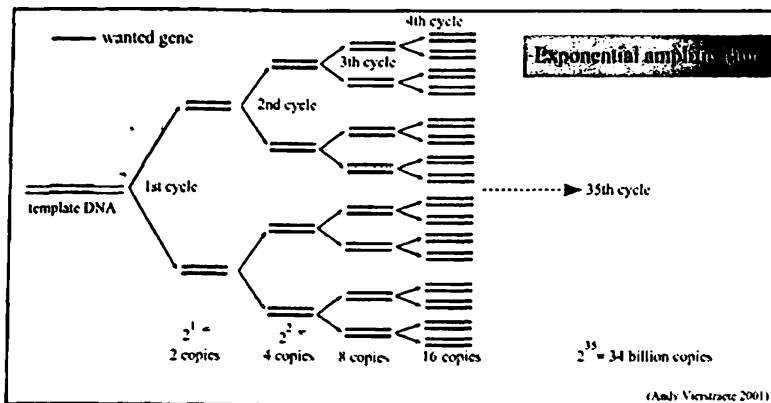
### 3.3 Αλυσιδωτή αντίδραση πολυμεράσης

Η αλυσιδωτή αντίδραση πολυμεράσης (PCR, εκ του *polymerase chain reaction*) είναι μία μέθοδος βιοχημείας και μοριακής βιολογίας για την απομόνωση και τον πολλαπλασιασμό μίας αλληλουχίας DNA, μέσω της ενζυμικής αναπαραγωγής του DNA χωρίς τη χρήση ζωντανών μικροοργανισμών όπως το βακτήριο *E. coli* ή οι ζύμες. Η PCR είναι μία *in vitro* μέθοδος και μπορεί να πραγματοποιηθεί χωρίς περιορισμούς στη μορφή του χρησιμοποιούμενου DNA. Μπορεί ακόμα να διαφοροποιηθεί εκτενώς για την πραγματοποίηση ποικίλων μεθόδων γενετικής επέμβασης. Με τη χρήση της, συγκεκριμένα θραύσματα DNA μπορούν να κλωνοποιηθούν σε έναν δοκιμαστικό σωλήνα απουσία ζωντανών κυττάρων (Bartlett and Stirling, 2003, Watson, et al., 2007, 126-139).



Εικόνα. 10: Συσσκευή θερμοκυκλοποιητή (PCR).

Με την PCR μια συγκεκριμένη περιοχή του γονιδιώματος μπορεί να πολλαπλασιαστεί μέχρι και δισεκατομμύρια φορές, δεδομένου ότι είναι γνωστή η νουκλεοτιδική του αλληλουχία. Η αλληλουχία του γονιδίου (ή «θραύσματος DNA») είναι απαραίτητη για τον σχεδιασμό των συνθετικών DNA ολιγονουκλεοτιδίων, το καθένα συμπληρωματικό με μία από τις αλυσίδες του δίκλωνου DNA.



Εικόνα. 11: Ενίσχυση αλληλουχίας DNA με εφαρμογή αλυσιδωτής αντίδρασης πολυμεράσης (PCR).

Τα ολιγονουκλεοτίδια που θα χρησιμοποιηθούν ως εκκινήτρες πρέπει να δεσμεύονται σε θέσεις αντίθετες από την αλληλουχία που πρόκειται να ενισχυθεί, με άλλα λόγια καθορίζουν τα άκρα του θραύσματος DNA που πρόκειται να ενισχυθεί (Saiki, et al., 1985, Sambrook and Russell 2001). Η σημασία της ανακάλυψης της τεχνολογίας αντιγραφής DNA ήταν τόση ώστε η Σουηδική Ακαδημία Επιστημών απένειμε το βραβείο Νόμπελ Χημείας του 1993 στον Dr Kary B. Mullis (La Jolla, California, U.S.A.), για την συνεισφορά του στην ανακάλυψη αυτή από κοινού με τον Michael Smith (University of British Columbia, Vancouver, Canada) για την συνεισφορά του στην ανάπτυξη μεθοδολογίας μελέτης πρωτεϊνών (Hutchison, 1978).

### 3.4 Πράσινη φθορίζουσα πρωτεΐνη

Η πράσινη φθορίζουσα πρωτεΐνη (GFP, green fluorescence protein) είναι μία πρωτεΐνη που αποτελείται από 238 αμινοξέα με μέγεθος 29,6 kDa η οποία εμφανίζει πράσινο φθορισμό όταν εκτεθεί σε ακτινοβολία μήκους κύματος από το κυανό έως το υπεριώδες (Tsien, 1998, Chalfie, 1994, Shimomura, et al., 1962).



Εικόνα 12: Απεικόνιση της τεταρτοταγούς δομής της πράσινης φθορίζουσας πρωτεΐνης.



Αν και απαντά σε πολλούς θαλάσσιους οργανισμούς, η *gfp* πρωτεΐνη αφορά κυρίως στην μέδουσα *Aequorea victoria* που απομονώθηκε αρχικά. Στην κυτταρική και μοριακή βιολογία, η *gfp* πρωτεΐνη χρησιμοποιείται ως μάρτυρας γονιδιακής έκφρασης. Έχει επίσης χρησιμοποιηθεί ως βιοαισθητήρας και επίσης έχουν αναπαραχθεί ζώα που εκφράζουν την πρωτεΐνη αυτή ως απόδειξη της ιδέας ότι ένα γονίδιο μπορεί να εκφραστεί σε οποιοδήποτε οργανισμό. Έως σήμερα το γονίδιο έχει εκφραστεί σε κύτταρα βακτηρίων, ζυμών, μυκήτων, ψαριών, φυτών, μυγών και θηλαστικών του ανθρώπου συμπεριλαμβανομένων. Οι Martin Chalfie, Osamu Shimomura, και Roger Y. Tsien, βραβεύτηκαν με το βραβείο Nobel Χημείας το 2008 για την ανακάλυψη και ανάπτυξη των δυνατοτήτων της πράσινης φθορίζουσας πρωτεΐνης.



Εικόνα 13: Ποντίκια που εκφράζουν την GFP κάτω από ακτινοβολία UV (αριστερά & δεξιά), σε σύγκριση με κανονικά ποντίκια (κέντρο).



Εικόνα 14: Σχέδιο της παραλίας του San Diego με ζωντανούς μικροοργανισμούς που εκφράζουν 8 διαφορετικά χρώματα φθορίζουσών πρωτεϊνών που προέκυψαν από την *gfp* (*dsRed*).

### 3.5. Κυτταροκαλλιέργεια/Ιστοκαλλιέργεια

Ιστοκαλλιέργεια είναι η ανάπτυξη ιστών ή κυττάρων ζωικής ή φυτικής προέλευσης τα οποία μεταφέρονται σε τεχνητό περιβάλλον στο οποίο μπορούν να επιβιώσουν και να διατηρούν την λειτουργία τους. Η κυτταροκαλλιέργεια είναι πιο περιορισμένος όρος και αφορά κυρίως την ανάπτυξη κυττάρων μικροοργανισμών ή κυτταρικών σειρών. Η μέθοδος στηρίζεται στην χρήση υγρού, ημίρευστου ή στερεού θρεπτικού μέσου όπως είναι το άγαρ. Ο ιστός αυτός μπορεί να αποτελείται από ένα κύτταρο (αθανатоποιημένες κυτταρικές σειρές), πληθυσμό κυττάρων, μέρος ή και ολόκληρο όργανο. Τα κύτταρα στην καλλιέργεια μπορούν να πολλαπλασιάζονται, να αλλάζουν μέγεθος και σχήμα ή και λειτουργία, και να επιτελούν συγκεκριμένη δραστηριότητα (όπως μυϊκά κύτταρα πχ τα οποία εκτελούν συστολή) ή να αλληλεπιδρούν με άλλα (Bernice, 1994). Η ιστοκαλλιέργεια είναι ένα σημαντικό εργαλείο για την Βιολογία γιατί παρέχει ένα μοντέλο μελέτης ιστών σε ένα καθορισμένο περιβάλλον που μπορεί πολύ εύκολα να γίνει αντικείμενο χειρισμού και να αναλυθεί.

Εικόνα 15: Δοχεία που περιέχουν ιστοκαλλιέργειες σε υγρό ανάπτυξης το οποίο παρέχει θρεπτικά υλικά στα αναπτυσσόμενα κύτταρα.



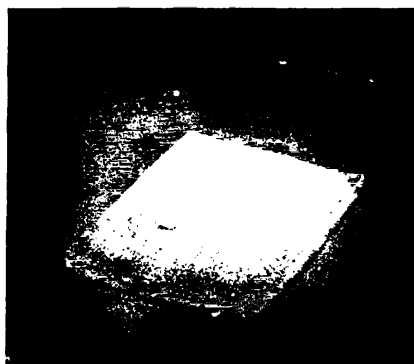
## 3.6 Τεχνικά μέσα

### 3.6.1 Απομόνωση DNA/πρωτεϊνών

Το DNA και οι πρωτεΐνες είναι μεγαλομόρια τα οποία φέρουν φορτίο λόγω πολικών ομάδων. Βάσει αυτής της ιδιότητας, τα μόρια αυτά μπορούν να κινηθούν σε ηλεκτρικό πεδίο και να διαχωριστούν. Στην συνέχεια η εμφάνισή τους γίνεται δυνατή με χρήση κατάλληλων χρωστικών στο φάσμα του ορατού ή του υπεριώδους.

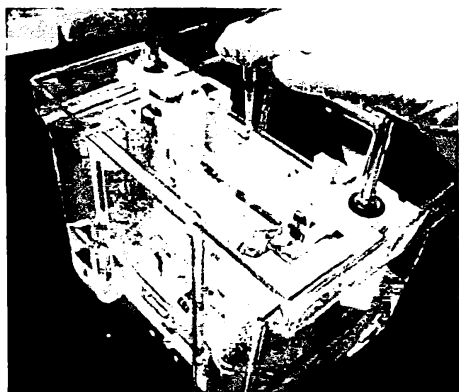


Εικόνα 16: Φόρτωση δείγματος DNA σε γέλη αγαρόζης σε συσκευή ηλεκτροφόρησης.

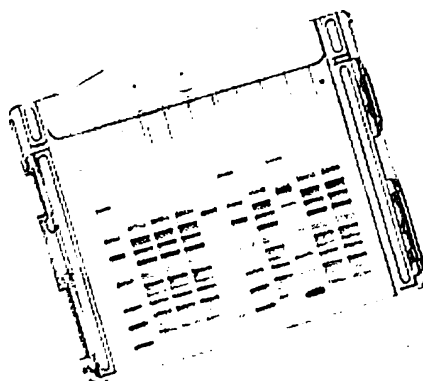


Εικόνα 17: Εμφάνιση ζώνωσης DNA υπό ακτινοβολία UV με αλληλεπίδραση με χρωστική βρωμιούχου αιθιδίου.

Ο διαχωρισμός γίνεται με φόρτωση δειγμάτων DNA/πρωτεΐνης σε πηκτή αγαρόζης σε κατάλληλο διάλυμα υψηλής αγωγιμότητας και εφαρμογή ηλεκτρικού πεδίου. Για την εμφάνιση των ζωνών του DNA μετά τον διαχωρισμό χρησιμοποιείται μία χρωστική (βρωμιούχο αιθίδιο) το οποίο αλληλεπιδρά με τις βάσεις του DNA και φθορίζει κάτω από UV ακτινοβολία. Η χρωστική προστίθεται στην αρχή ή η πηκτή εμβαπτίζεται σε διάλυμα αυτής. Για την εμφάνιση των ζωνών των πρωτεϊνών χρησιμοποιείται μία χρωστική με βάση το Coomassie Brilliant Blue, Νιτρικός άργυρος ή ομάδες που φθορίζουν σε ακτινοβολία UV (Berg, et al., 2004, σελ. 89-93, Lodish, et al., 2003, σελ. 87-89, Sambrook and Russel, 2001, 5.4-5.86).



Εικόνα 18: Συσκευή ηλεκτροφόρησης πρωτεϊνών.

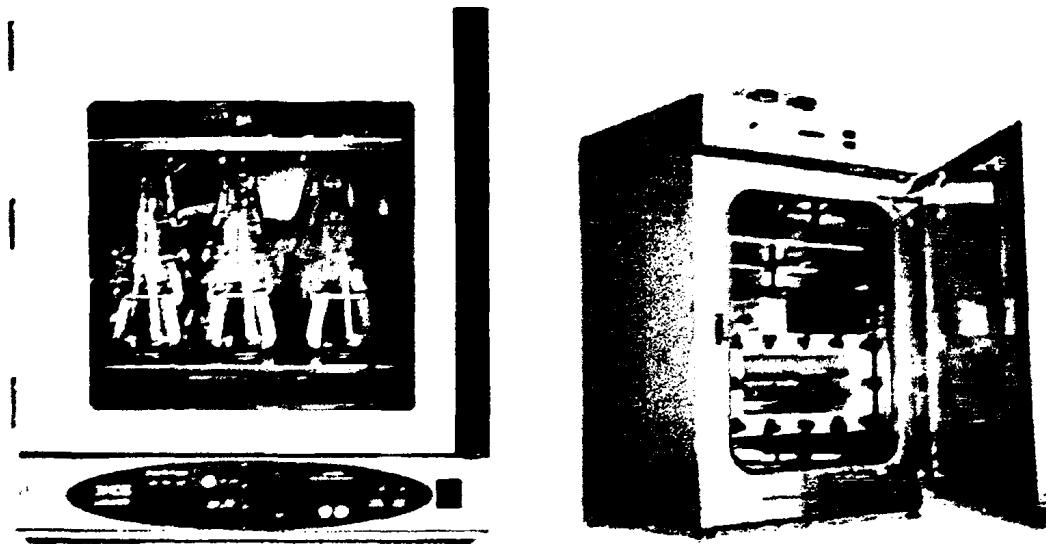


Εικόνα 19: Εμφάνιση ζώνωσης πρωτεϊνών σε γέλη πολυακρυλαμίδιου μετά από χρώση με Coomassie Brilliant Blue.

### 3.6.2 Καλλιέργειες

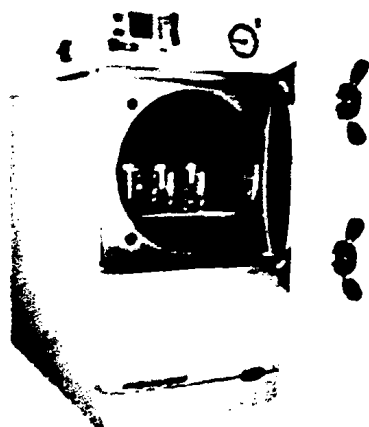
#### Ανάπτυξη καλλιεργειών

Επώαστικοί θάλαμοι με ρυθμιζόμενη θερμοκρασία και ατμόσφαιρα (πχ CO<sub>2</sub>) είναι απαραίτητοι για την ανάπτυξη κυττάρων ή ιστών, σε ελεγχόμενες συνθήκες. Τα κύτταρα αναπτύσσονται εν στάση ή υπό ανόδευση αν είναι αερόβιοι μικροοργανισμοί.



Εικόνα 20: Επώαστικός θάλαμος και ετώαστικός θάλαμος τροχιακής ανόδευσης.

Η παρασκευή των θρεπτικών υλικών και άλλων διαλυμάτων απαραίτητων για πειραματικούς σκοπούς, γίνεται σε κατάλληλους κλίβανους αποστείρωσης για αποφυγή πιθανών μολύνσεων.

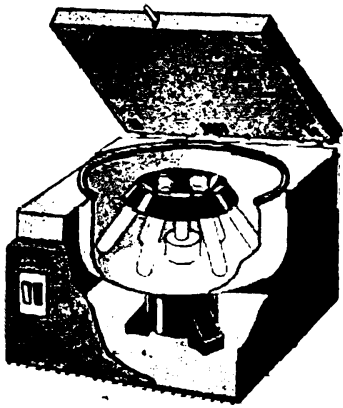


Εικόνα 21: Αυτόκαυστος κλίβανος αποστείρωσης.

#### Συλλογή κυττάρων

Για την συλλογή κυττάρων από υγρές καλλιέργειες απαραίτητη είναι η χρήση φυγοκέντρων. Το κυτταρικό αιώρημα τοποθετείται σε κατάλληλα φυαλίδια και με εφαρμογή φυγοκέντρωσης καταβυθίζονται τα κύτταρα, τα οποία στη συνέχεια συλλέγονται για παραπέρα κατεργασία.

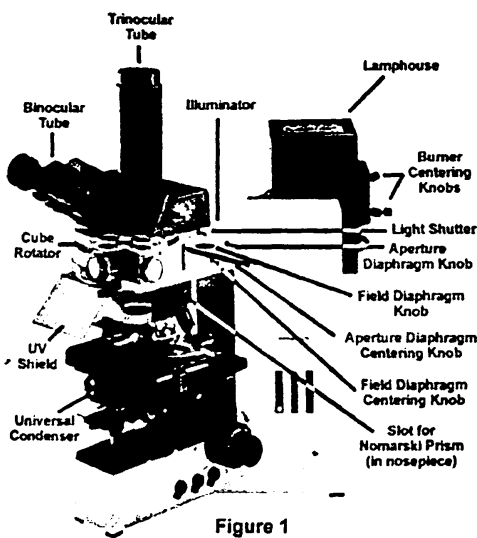




Εικόνα 22: Συσκευή φυγοκέντρωσης.

### Μικροσκοπική παρατήρηση

Μικροσκόπια ορατού, φθορισμομετρίας ή ηλεκτρονικά είναι απαραίτητα για την παρατήρηση του μικρόκοσμου των κυττάρων.



Εικόνα 23: Μικροσκόπιο UV/Vis.

Τα κύτταρα μπορούν να παρατηρηθούν χωρίς καμία κατεργασία ή μετά από ακινητοποίηση σε κατάλληλη αντικειμενοφόρο πλάκα ακολουθεί κατεργασία με αντιδραστήρια που φέρουν χρωμοφόρες ή φθορίζουσες ομάδες ώστε να γίνει δυνατή η παρατήρηση διαμορφώσεων ή αλληλεπιδράσεων στο εσωτερικό των κυττάρων. Σημαντικό ρόλο στην μικροσκοπία έπαιξε και η ανακάλυψη της πρωτεΐνης gfp όπως αναφέρθηκε παραπάνω (Εικ. 24, 25) (Alberts, et al., 1999, σελ. 1-8).

### Χειρισμός βιολογικού υλικού

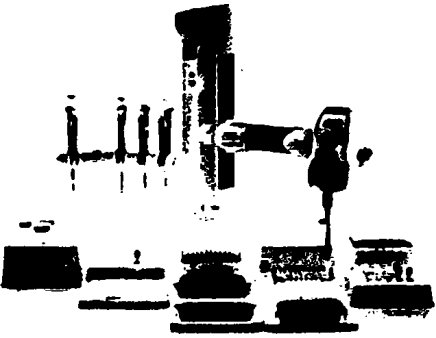
Ο χειρισμός του βιολογικού υλικού γίνεται με την χρήση κατάλληλων αυτόματων πιπιετών με ρύγχη αποσπώμενα μίας χρήσεως, σε θαλάμους νηματικής ροής για αποφυγή μολύνσεων ή διασποράς βιολογικού υλικού στο περιβάλλον.



Εικόνα 24: Κύτταρα σε μικροσκόπιο μετά από κατεργασία με διάφορες χρωστικές (Μικροσκοπία συνεστικής σάρωσης).



Εικόνα 25: Βακτήρια με μικροσκοπία AFM (atomic force microscopy).



Εικόνα 26: Αυτόματες πιπέτες τύπου Gilson και ρύγχη αποστειρωμένα μιας χρήσης.



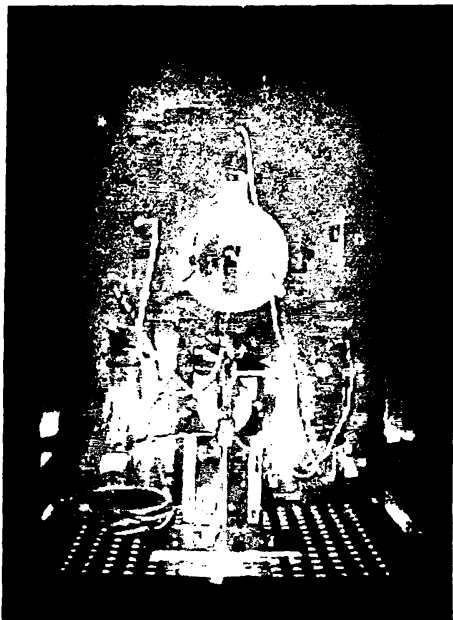
Εικόνα 27: Θάλαμος νηματικής ροής.

**Διατήρηση βιολογικού υλικού**

Για την διατήρηση του βιολογικού υλικού απαραίτητη είναι η τοποθέτηση του σε υπερκατάψυξη (-80°C) ακολουθούμενη από προσθήκη γλυκερόλης ή η εμφύσηση σε υγρό άζωτο σε κατάλληλους περιέκτες (-196°C) ανάλογα με την περίπτωση (μικροβιολογικό υλικό/κυτταρικές σειρές).



#### 4. Η Βιοτεχνολογία ως μορφή τέχνης



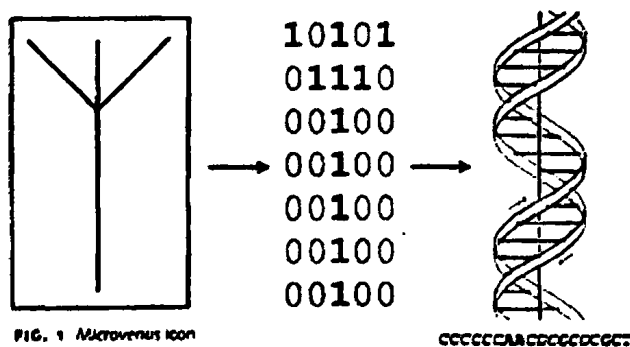
Εικόνα 28: «Δέρμα χωρίς θύμα» (Victimless Leather), το πρωτότυπο ενός παλτού χωρίς ραφές το οποίο αναπτύχθηκε σε ένα τεχνοεπιστημονικό σώμα, έργο της ομάδας *Tissue Culture & Art Project* (Oron Catts and Ionat Zurr, 2004).

Με τον όρο Βιοτέχνη περιγράφεται μία εξέλιξη της σύγχρονης τέχνης στην οποία γίνεται εφαρμογή των δυνατοτήτων που παρέχει η σύγχρονη βιοτεχνολογία. Διάφορες βιοτεχνολογικές τεχνικές όπως η ιστοκαλλιέργεια (*art oriente objet*), γενετικές τροποποιήσεις (Eduardo Kac), μορφολογικές τροποποιήσεις (Martha Menezes) και βιομηχανικές και αναλυτικές κατασκευές (*SymbioticA*) έχουν χρησιμοποιηθεί από καλλιτέχνες που υιοθετούν εναλλακτικούς τρόπους προσέγγισης στη σύγχρονη καλλιτεχνική δημιουργία. Τα τελευταία χρόνια όλο και περισσότεροι καλλιτέχνες έχουν εγκαταλείψει το ατελιέ για χάρη του εργαστηρίου. Την άνοιξη του 2008, η επιμελήτρια Paola Antonelli του MOMA της Νέας Υόρκης αναγκάστηκε να «σκοτώσει» ένα έργο τέχνης. Επρόκειτο περί του έργου «Δέρμα χωρίς θύμα» (*Victimless leather*), ενός παλτού μεγέθους αντίχειρα, το οποίο καλλιεργήθηκε από ιστούς ποντικού οι οποίοι αναπτύχθηκαν εντός ενός αποστειρωμένου γυάλινου δοχείου. Τα κύτταρα ήταν ζωντανά και πολλαπλασιαζότανε ώστε κατά την διάρκεια των 5 εβδομάδων της έκθεσης απειλούσαν να κατακλύσουν την συσκευή επώασης που τα διατηρούσε ζωντανά (Kac, 2007, Dixon, et al., 2011, Miranda, 2013). Το προηγούμενο έργο (2004) κατασκευάστηκε από τους Oron Catts και Ionat Zurr, Αυστραλούς καλλιτέχνες οι οποίοι είναι γνωστοί και κάτω από την επωνυμία *Tissue Culture & Art Project* (TC&A) (<http://tcaproject.org/>). Για περισσότερο από 20 χρόνια δημιουργούν έργα τα οποία σχετίζονται τόσο με την τέχνη όσο και με την κυτταρική Βιολογία. Μεταξύ άλλων έχουν κατασκευάσει φερά από κύτταρα οστών χοίρου και έχουν κατασκευάσει κούκλες μινιατούρες από ιστούς ποντικού. Το 2003 κατασκεύασαν το έργο «Μισο-ζωντανή μπριζόλα» (*Semi-living steak*), το οποίο ήταν εργαστηριακά αναπτυγμένο κρέας αποτελούμενο από κύτταρα βατράχου τα οποία είχαν αναπτυχθεί επίσης σε εργαστήριο. Το παρασκεύασμα μαγειρεύτηκε με σάλτσα μελιού-σκόρδου σε ένα μουσείο στη Γαλλία, ενώ ο βάτραχος που παρείχε τα κύτταρα παρακολουθούσε την σκηνή από μία παρακείμενη δεξαμενή. Αν και η αίσθηση αηδίας είναι έντονη, έργα σαν

αυτό εγείρουν ερωτήματα για την φύση της ίδιας της ζωής. Τα κύτταρα αυτά είναι ζωντανά αν και το αντικείμενο δεν είναι ακριβώς έμβιο ον. Σύμφωνα με τον Catts το έργο δηλώνει ότι η αντίληψή μας για την ζωή είναι εντελώς διαφορετική από αυτό που παρατηρούμε στο εργαστήριο. Επίσης αναγκάζει τους θεατές να λάβουν υπόψη όλες τις μορφές ζωής, τόσο αυτές με ενσυναίσθηση όσο και αυτές χωρίς (sentient), που πιθανόν αναπτύσσονται στο εργαστήριο. Για την Antonelli πχ η «καταστροφή» του παλτού αποτέλεσε μία ζωηρή ενσωμάτωση αυτής της ιδέας επειδή της δημιούργησε ερωτήματα όπως αν το κατασκευάσμα ήταν ζωντανό. Τελικά τον διακόπτη της τροφοδοσίας τον κατέβασαν συνάδελφοι από το Πανεπιστήμιο του Columbia.

Η πρώτη παρατήρηση μικροοργανισμών από τον Antony van Leeuwenhoeke το 18<sup>ο</sup> αιώνα οδήγησε σε μία επανάσταση στον τομέα της Βιολογίας. Τα τελευταία 50 χρόνια, την αποκωδικοποίηση της δομής του DNA ακολούθησε η κλωνοποίηση θηλαστικών όπως η Ντόλυ και η γέννηση ακόμη in vitro εμβρύων. Αυτά τα επιτεύγματα της βιοτεχνολογίας βρήκαν μιμητές στην τέχνη και καλλιτέχνες άφησαν τα στελέ για τα εργαστήρια και άρχισαν να καλλιεργούν ανθρώπινους ιστούς, να ασχολούνται με διαγονιδιακά ζώα και με γενετικά τροποποιημένους μικροοργανισμούς. Η Βιοτέχνη, όπως ονομάστηκε η νέα μορφή τέχνης, άρχισε να εκτίθεται σε διάφορα Μουσεία και φεστιβάλ όπως το MOMA της Νέας Υόρκης και η Μπιενάλε Ηλεκτρονικής τέχνης στο Περθ της Αυστραλίας. Ο επιμελητής εκθέσεων Jens Hauser ο οποίος εργάζεται στο Παρίσι και έχει οργανώσει εκθέσεις βιοτέχνης στο Muffetwerk του Μονάχου και στο Εθνικό Κέντρο Σύγχρονης Τέχνης της Ναντ της Γαλλίας (όπου σεβριρίστηκε το «φιλέτο» κυπάρων βατράχου) δηλώνει ότι το αντικείμενο της βιοτέχνης δεν είναι η μεταφορική αναπαράσταση επιστημονικών ιδεών αλλά η χρήση επακριβών επιστημονικών τεχνικών όπως η κατασκευή υβριδικών οργανισμών και ο χειρισμός έμβιων οργανισμών. Μετά την ρομποτική και την ψηφιακή εποχή το νέο μέσο είναι η Βιοτεχνολογία (Miranda, 2013).

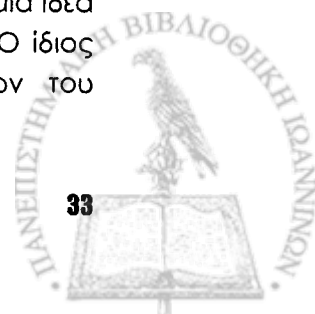
Αυτές οι τεχνικές φτάνουν έως την δεκαετία του 80 όπου κατασκευάστηκε το πρώτο διαγονιδιακό έργο με τίτλο «ΜικροΑφροδίτη» (Microvenus) (1984-1985) από τον Joe Davis. Επρόκειτο για μια αλληλουχία DNA που κωδίκευε το Γερμανικό ρουνικό σύμβολο για την ζωή (εικόνα 29) και κατασκευάστηκε με ένθεση της αλληλουχίας στο γονιδίωμα ενός βακτηρίου *E. Coli*. Το έργο αποτέλεσε όχι μόνο μία αναφορά στην προέλευση της ανθρωπότητας, επειδή το σύμβολο αντιστοιχεί επίσης στα γυναικεία γεννητικά όργανα, αλλά κυρίως μια νέα παλέτα για τους καλλιτέχνες (Χατζηγιαννάκη, 2006, σελ. 97-110).



Εικόνα 29: Η αλληλουχία DNA και ο συμβολισμός του έργου microvenus του Joe Davis.

«Ο κόσμος της Βιολογίας είναι ένα τεράστιο εργοστάσιο και επιπλέον υπάρχει ένα τεράστιο εύρος υλικών» λέει ο Davis ο οποίος εργάζεται ως επιστημονικός συνεργάτης στο MIT καθώς και στην Ιατρική Σχολή του Harvard επίσης. Παράλληλα με

την εξερεύνηση του μικρόκοσμου από τους καλλιτέχνες ένα νέο σύμπαν δημιουργίας αναδύεται, το καλλιτεχνικό εργαστήριο (art lab). Για διάστημα 12 ετών στο Πανεπιστήμιο του Περθ στην Δυτική Αυστραλία λειτουργεί ο χώρος Symbiotica που παρέχει τα μέσα σε όποιον θέλει για έρευνα και πειραματισμό στον τομέα αυτό. Το εργαστήριο αυτό ιδρύθηκε από τους Catts και Zurr της TC&A και διευκολύνει καλλιτέχνες να έχουν πρόσβαση σε εξοπλισμό υψηλής τεχνολογίας καθώς και αλληλεπίδραση με ειδικό επιστημονικό προσωπικό. Η ομάδα έχει σημαντική παρουσία στον χώρο και έχει διοργανώσει και συμμετάσχει σε πολλές εκθέσεις. Από τις πρώτες εκθέσεις της Symbiotica (Symbiotica - The Art & Science Collaborative Research Lab, University of Western Australia) ήταν η BIOFEEL: Art and Biology, η οποία παρουσιάστηκε στα πλαίσια της biennale Ηλεκτρονικής τέχνης του Περθ το 2002 με επιμελητή τον Oron Catts από τις 1-25 Αυγούστου 2002. Οι καλλιτέχνες αντιμετώπισαν με κριτική διάθεση, επιστρατεύοντας τόσο το χιούμορ όσο και την ειρωνεία, τα επιτεύγματα τα τεχνολογίας της εποχής μας. Η ομάδα συμμετείχε με το έργο MEART – «Ο μισο-ζωντανός καλλιτέχνης» (The Semi Living Artist) που ήταν ένα γεωγραφικά διαχωρισμένο πρόγραμμα βιοκυβερνητικής που εξερευνούσε εκφάνσεις της δημιουργικότητας και την καλλιτεχνίας στην εποχή της βιοτεχνολογίας. Στην ουσία επρόκειτο για εγκατάσταση χωροθετημένη σε δύο διαφορετικά μέρη του κόσμου. Ο εγκέφαλος αποτελείτο από νευρικά κύτταρα αρουραίου τα οποία είχαν αναπτυχθεί σε εργαστήριο νευρο-μηχανικής στο Ινστιτούτο Τεχνολογίας της Γεωργίας (Ατλάντα, εργαστήριο Dr Steve Potter). Το σώμα ήταν ένα «χέρι» που σχεδιάστηκε ρομποτικά με την ικανότητα να κάνει δυσδιάστατα σχέδια. Το χέρι και ο εγκέφαλος επικοινωνούσαν κατά την διάρκεια της έκθεσης από απόσταση. Η κατασκευή συνίστατο σε τέσσερα μέρη που χαρακτηρίστηκαν ως 1. «Wetware» το οποίο ήταν νευρώνες από εμβρυονικά κύτταρα μυελού αρουραίου πάνω σε μία διάταξη ηλεκτροδίων, 2. «Hardware» – που ήταν ο ρομποτικά σχεδιασμένος βραχίονας, 3. 'Software' – οι επιφάνειες μεταξύ του wetware και του hardware και 4. το διαδίκτυο που χρησίμευε ως ο διαμεσολαβητής των τμημάτων για να ξεπεραστεί το πρόβλημα της απόστασης. Το έργο προτείνει μελλοντικά σενάρια όπου οι άνθρωποι θα μπορούν να κατασκευάζουν σκεπτόμενες οντότητες με ευφυΐα και ανεξάρτητη θέληση (<http://www.symbiotica.uwa.edu.au/activities/exhibitions/biofeel>). Τα πιο πρόσφατα χρόνια παρόμοιοι χώροι έχουν κάνει την εμφάνισή τους και αλλού, όπως ο μη κερδοσκοπικός οργανισμός Genspace στο Brooklyn, ο οποίος λειτουργεί από το 2010 και επιτρέπει σε καλλιτέχνες να έχουν πρόσβαση στις εγκαταστάσεις του έναντι μικρής μηνιαίας αμοιβής. Το καλοκαίρι του 2012 το Τμήμα Καλών Τεχνών της Σχολής Οπτικών Τεχνών του Πανεπιστημίου της Νέας Υόρκης άνοιξε το εργαστήριο Φύσης και Τεχνολογίας το οποίο είναι εξοπλισμένο με μικροσκόπια, μικροτόμους και χώρους για κλωνοποίηση φυτών. Παρόμοια κατεύθυνση έχει και το εργαστήριο Biofilia που άνοιξε πρόσφατα στο Πανεπιστήμιο του Αάλτο στο Ελσίνκι της Φινλανδίας. Σε αντίθεση με τα παραδοσιακά ακαδημαϊκά ή εμπορικά εργαστήρια αυτοί οι χώροι δεν προσανατολίζονται σε προγράμματα που συνδέονται με ευρύτερες βιολογικές ή ιατρικές προεκτάσεις. Στο Genspace, σχεδιαστές, καλλιτέχνες, επιστήμονες και ερασιτέχνες βιολόγοι συναθροίζονται για αλληλεπίδραση μεταξύ τους. Η λειτουργία του δεν έχει να κάνει με την ίδρυση start-up γιατί ο καθένας μπορεί να προτείνει μία ιδέα σύμφωνα με τον Nurit Bar-Shai συνιδρυτή και διευθυντή του προγράμματος. Ο ίδιος χρησιμοποιεί το εργαστήριο για την ανάπτυξη καλειδοσκοπικών αποικιών του *Paenibacillus vortex* ενός βακτηρίου το οποίο απαντά πολύ συχνά στο έδαφος.

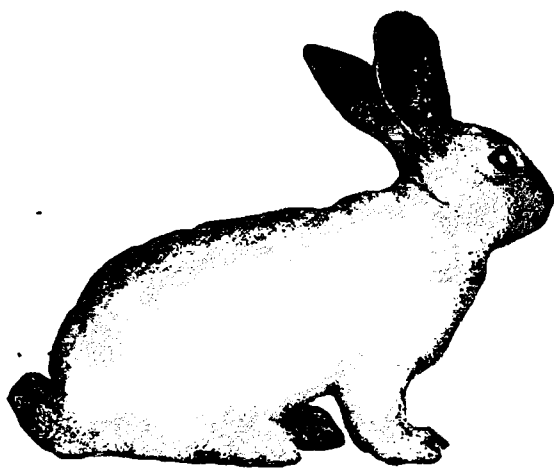




Η βιοτέχνη εμφανίστηκε ως έκπληξη αρχικά, μία εποχή όπου ο κόσμος της τέχνης άρχισε να επαναπροσεγγίζει της εφήμερες μορφές τέχνης του 1970 με παραστάσεις *performances* να κατέχουν κυρίαρχη θέση στις εκδηλώσεις των Μουσείων και την *Land Art* καθώς και περιβαλλοντικά θέματα να αποτελούν το αντικείμενο εξουχιστικών αναδρομικών εκθέσεων. Συνήθως, η μόνη καταγραφή των νέων αυτών μορφών τέχνης στηρίζεται σε σημειώσεις των ίδιων των καλλιτεχνών, σε φωτογραφίες και διάφορα σχήματα. Το μήνυμα του κάθε έργου όμως για το νόημα της ζωής διαφέρει όσο και το DNA του κάθε καλλιτέχνη. Για μερικούς, η βιοτέχνη εκπροσωπεί ένα ακόμη βήμα στη μεγάλη παράδοση της διαμόρφωσης του έμβιου περιβάλλοντος. Τα παραδείγματα είναι πάρα πολλά και μπορεί να αναφερθεί ακόμη και η περίπτωση της διαδικασίας επιλογής φυτών από κατάσταση με άνθη όπως περιγράφει ο George Gessert συγγραφέας του *Green Light: Toward an Art of Evolution*, ένα βιβλίο που εξετάζει τους τρόπους με τους οποίους η ανθρώπινη αισθητική καθορίζει τη εξέλιξη άλλων ειδών. Ο Gessert ασχολείται με διασταυρώσεις φυτών από τα τέλη της δεκαετίας του 1970. Τεκμηριώνει τα ευρήματα του με φωτογραφίες καθώς και σε βιβλία τέχνης τα οποία έχουν εμφανιστεί στο κέντρο Σύγχρονης Τέχνης της Ανδαλουσίας στην Σεβίλλη (Ισπανία) και στο Ινστιτούτο Σμιθσόνιαν στον Ουάσιγκτον (DC). Στον πυρήνα της πρακτικής του εμφανίζονται οι τρόποι με τους οποίους οι ζωντανοί οργανισμοί «σμιλεύονται» διαχρονικά (Gessert, 2010). Και άλλοι βιο-καλλιτέχνες έχουν ασχοληθεί με ανατροφή και διασταύρωση ειδών αλλά με διαφορετικό αποτέλεσμα. Ένας καλλιτέχνης από την Νέα Υόρκη, ο Brandon Ballengee, προσπάθησε για ένα διάστημα 6 ετών, να εκθρέψει ένα απειλούμενο με εξαφάνιση είδος Αφρικανικού βατράχου (<http://brandonballengee.com/>). Στην ουσία ήταν μία ανάδρομη διαδικασία με σκοπό την αναπαραγωγή ζώων που θα είχαν «άγρια» χαρακτηριστικά όπως κοντύτερα πόδια ξεκινώντας από συγγενικά είδη. Ασχέτως του αποτελέσματος όμως στο εργαστήριο, τα νέα αυτά ζώα δεν θα μπορούσαν ποτέ να θεωρηθούν φυσικοί τύποι επειδή δεν θα είχαν εκτεθεί ποτέ σε φυσικούς κινδύνους και δεν θα είχαν βρεθεί σε ανταγωνιστικό περιβάλλον. Το έργο στην ουσία αντανάκλασε της ψευδαισθητικές πλευρές της επιστήμης. Η Δυτική κουλτούρα και παράδοση, ιδιαίτερα στις Ηνωμένες Πολιτείες, φαίνεται πως έχει μία ισχυρά εδραιωμένη πεποίθηση πως η επιστήμη πρόκειται από μόνη της να σώσει τον κόσμο (άποψη που ασπάζεται και ο καλλιτέχνης). Καταθέτοντας την προσωπική του άποψη θεωρεί πως είναι απαραίτητο για τους ανθρώπους να προβληματιστούν με θέματα όπως η κλιματική αλλαγή και η εξαφάνιση πολλών ειδών. Η κριτική του εστιάζεται στο γεγονός ότι οι άνθρωποι έχουν την ικανότητα να καλλιεργήσουν ή να αναπαραγάγουν και να διασταυρώσουν πολλά είδη, αλλά δεν μπορούν να επαναφέρουν στην ζωή κάτι που έχει χαθεί οριστικά. Αναμφίβολα η βιο-τέχνη ασχολείται με την ακραία έως αποκρουστική πολλές φορές σύμπραξη μεταξύ βιολογίας και τεχνολογίας.

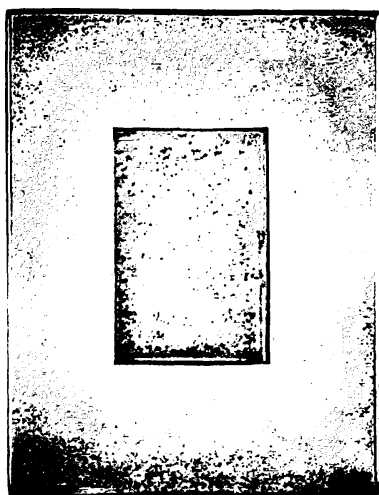
Ο Βραζιλιάνος καλλιτέχνης Eduardo Kac είναι ο άνθρωπος ο οποίος επινόησε και τον όρο βιοτέχνη το 1997 με αφορμή την εμφύτευση ενός μικροτσιπ στον αστράγαλό του. Ο Eduardo Kac, ο οποίος εργάζεται στο Σικάγο, έχει συνεργαστεί με ένα εργαστήριο στην Γαλλία για την κατασκευή ενός διαγονιδιακού κουνελιού στο οποίο εκφράστηκε η πράσινη φθορίζουσα πρωτεΐνη και το ζώο ακτινοβολεί ένα πράσινο χρώμα όταν βρεθεί κάτω από μπλέ φως (UV ακτινοβολία). Αυτό έγινε δυνατό με έγχυση του γονιδίου της πράσινης φθορίζουσας πρωτεΐνης (gfp) σε γονιμοποιημένο ωάριο κουνελιού (Kac, 2005, Kac, 2007).





Εικόνα 30: Alba, ένα γενετικά τροποποιημένο ζώο που εκφράζει την πράσινη φθορίζουσα πρωτεΐνη (Eduardo Kac).

Το έργο του Mark Quinn, πορτραίτο του *Sir John Edward Sulston*, βρίσκεται στην National Portrait Gallery του Λονδίνου. Το έργο αν και αφηρημένο, δεν παύει να είναι ακριβής αναπαράσταση του Νομπελίστα γενετιστή, μιας και έχει κατασκευαστεί εξολοκλήρου από το DNA του «εικονιζόμενου». Ο Quinn ο οποίος ανήκει στην ομάδα των νέων Βρετανών καλλιτεχνών (Young British Artists), έχει χρησιμοποιήσει επίσης υλικά όπως αίμα, πάγο και κόπρανά για την κατασκευή γλυπτών όπως το έργο «Εαυτός» (Self) το οποίο είναι ένα κατεψυγμένο γλυπτό της κεφαλής του ίδιου. Για την κατασκευή απαιτήθηκαν 4,5 λίτρα αίματος του καλλιτέχνη τα οποία κατέψυχε σε διάστημα 5 ετών. Η εργασία του συχνά έχει αναφορές στις επιστημονικές ανακαλύψεις αλλά και στον δυισμό που ορίζει την ανθρώπινη ζωή, πνευματικότητα και ένστικτο, επιφάνεια και βάθος, διανοήση και σεξουαλικότητα ([http://en.wikipedia.org/wiki/Marc\\_Quinn](http://en.wikipedia.org/wiki/Marc_Quinn)).



Εικόνα 31: «Sir John Edward Sulston» (127 mm x 85mm). Δείγμα DNA του εικονιζόμενου σε άγαρ ενσωματωμένου σε ανοξειδωτο χάλυβα, 2001.

Η Anna Dumitriu προσπαθεί να εμπλουτίσει την επαφή του κοινού με την επιστήμη μέσω της βιοτέχνης (<http://www.normalflora.co.uk/>). Για τον σκοπό αυτό συνεργάζεται με βιολόγους και γιατρούς στο πρόγραμμα Modernising Medical Microbiology Project του Πανεπιστημίου της Οξφόρδης στο κέντρο Κλινικής Ιατρικής Nuffield το οποίο μελετά τις προοπτικές της κλινικής μικροβιολογίας υπό το πρίσμα των δυνατοτήτων που προσφέρει η γονιδιωματική ανάλυση των βακτηρίων σε συνδυασμό

με την βιοπληροφορική (2011-σήμερα). Για την κατασκευή του έργου της κάνει χρήση το ανθεκτικού σε αντιβιοτικά βακτηρίου *Staphylococcus aureus*, γνωστού ως Methicillin-resistant *Staphylococcus Aureus* (MRSA). Η τεχνική στηρίζεται στη χρήση κομματιών υφάσματος (κιλι) τα οποία βάφονται σε χρώμα indigo με κύτταρα MRSA που έχουν αναπτυχθεί σε χρωμογόνο άγαρ και έχουν αλληλεπιδράσει με αντιβιοτικά και άλλες ουσίες που χρησιμοποιούνται για την θεραπεία των ασθενειών που σχετίζονται με το στέλεχος αυτό. Κάθε κομμάτι υφάσματος ερμηνεύεται με όρους της ερευνητικής εργασίας που χρειάστηκε για να δημιουργηθεί. Το κοινό δείχνει ενδιαφέρον όταν έρχεται σε επαφή με αυτό το υπερ-βακτήριο, το οποίο βέβαια έχει υποστεί αποστείρωση προηγούμενα για αποφυγή κινδύνων. Η χρήση του κιλι γίνεται γιατί το ένδυμα αυτό ιστορικά χρησιμοποιείται για αφήγηση ιστοριών και στην συγκεκριμένη περίπτωση διηγείται την ιστορία του MRSA και διευκολύνει τον διάλογο. Ένα άλλο έργο έχει τίτλο «Βακτήρια που επικοινωνούν» (*Communicating Bacteria*) και χρησιμοποιεί αποστειρωμένους γενετικά τροποποιημένους μικροοργανισμούς για να μιλήσει για την χημική επικοινωνία μεταξύ μικροοργανισμών.

Ο Ελληνοαυστραλός καλλιτέχνης Στέλιος Αρκαδίου ή Stelarc (<http://en.wikipedia.org/wiki/Stelarc>) ο οποίος επιδίδεται σε μία σειρά performances με θέμα τις προεκτάσεις του ανθρώπινου σώματος με μηχανικά μέλη προχώρησε σε χειρουργική εμφύτευση ενός εργαστηριακά κατασκευασμένου αυτιού, στον αριστερό του βραχίονα (Catts and Zurr, 2003).



Εικόνα 32: Φόρεμα βακτηρίων που επικοινωνούν μεταξύ τους και MRSA κιλι.

Προσπάθησε επίσης να εμφυτεύσει ένα μικρόφωνο ώστε το αυτί να μπορεί να «ακούει» γεγονός που κατέληξε σε σοβαρή μόλυνση. Κάτι αντίστοιχο είχαν κάνει επιστήμονες σε ποντίκια το 1990.



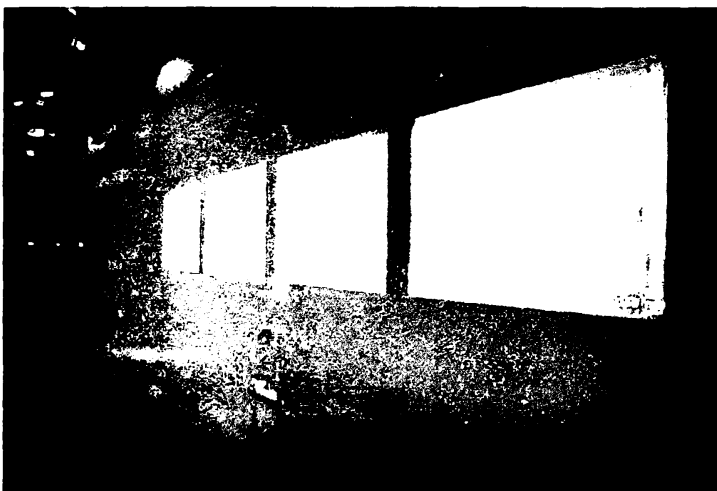
Εικόνα 33: Stelarc, προσθετικό αυτί.



Εικόνα 34: Αντίγραφο αυτιού κατασκευασμένου από την ομάδα Symbiotica σε κλίμακα 1/4.

Η Γαλλίδα καλλιτέχνης Orlan έχει υποστεί μία σειρά πλαστικών επεμβάσεων στο πρόσωπο, ως σχόλιο για την μανία των αισθητικών επεμβάσεων αλλά και ως γενικότερο σχόλιο για την προσπάθεια αλλαγής του προσώπου ως φυσικού αντικειμένου (<http://en.wikipedia.org/wiki/Orlan>). Το 2007 κατασκεύασε ένα παλτό από τμήματα ανθρώπινου ιστού (Miranda, 2013).

Έργα όπως το παραπάνω έχουν μία αίσθηση Φρανκεστάιν σύμφωνα με τον Robin Held ο οποίος διοργάνωσε την έκθεση «Gene(sis)» το 2002 στην αίθουσα τέχνης Washington's Henry του Πανεπιστημίου του Seattle. Η έκθεση αποτέλεσε σταθμό για την βιο-τέχνη στις ΗΠΑ όπου συμμετείχαν σημαντικοί καλλιτέχνες με πρώιμα έργα τους στο πεδίο αυτό. Σύμφωνα με τον Held υπάρχει μία αυξανόμενη αίσθηση επαγρύπνησης και ανησυχίας σχετικά με τους γενετικά τροποποιημένους οργανισμούς. Τα έργα των καλλιτεχνών καλύπτουν όλο το φάσμα συναισθημάτων που κυμαίνονται από τον θαυμασμό έως τον τρόμο. Στην διάρκεια της έκθεσης εκτέθηκαν πάνω από 50 έργα γνωστών και ανερχόμενων καλλιτεχνών όπως οι Jill Reynolds, Paul Vanouse, έργα που προέκυψαν από συνεργασία των Shawn Brixey και Richard Rinehart, η ομάδα Critical Art Ensemble (CAE) και άλλοι οι οποίοι συνεργάστηκαν με ειδικούς στο πεδίο της γενετικής (Miranda, 2013).



Εικόνα 35: Έργο του Paul Vanouse με τίτλο Suspect Inversion Center.

Ο Paul Vanouse εργάζεται με υλικό το DNA σε διάφορες μορφές για περισσότερο από μία δεκαετία. Στο τελευταίο του έργο με τίτλο Suspect Inversion Center (2011-έως σήμερα), το οποίο εκτίθεται στο Beall Center του Πανεπιστημίου της Καλιφόρνια, ο Vanouse χειρίζεται το δικό του γενετικό υλικό για να κατασκευάσει ένα γενετικό προφίλ που να ταιριάζει στον O.J. Simpson. Η κριτική του καλλιτέχνη συνίσταται στο γεγονός ότι το DNA είναι ένα από τα πλέον έγκυρα ντοκουμέντα και εικόνες που διαθέτει ο πολιτισμός μας και όμως ένα DNA προφίλ μπορεί πολύ εύκολα να κατασκευαστεί στο εργαστήριο. Επιπλέον το υλικό έχει μεγάλη πλαστικότητα που δίνει την δυνατότητα να κατασκευάσει κανείς ότι θέλει με τα αφηρημένα τμήματα DNA σε μία ηλεκτροφόρηση πηκτής . για παράδειγμα (Εικ. 35) (<http://www.paulvanouse.com/>). Η χρήση βιοτεχνολογίας για την απομυθοποίηση της βιοτεχνολογίας είναι μία προσέγγιση που υιοθετήθηκε και από άλλους καλλιτέχνες. Τα προηγούμενα χρόνια η ομάδα CAE ήταν υπεύθυνη για την παραγωγή μερικών από τα πλέον δυναμικά έργα με επίκεντρο την γενετική και νέες φόρμες όπως ανέκυψαν

από την εφαρμογή της Βιοτεχνολογίας. Η ομάδα αποτελείται από πέντε τακτικά μέλη με ειδικότητα στο σχεδιασμό ιστοτόπων, γραφικών υπολογιστή, φιλμ/βίντεο, φωτογραφία, κείμενο, και performance. Η ομάδα ιδρύθηκε το 1987 με σκοπό την εξερεύνηση των ορίων μεταξύ τέχνης, κριτικής θεωρίας, τεχνολογίας και πολιτικού ακτιβισμού. Έχουν συμμετάσχει σε εκθέσεις στο Μουσείο Whitney, στο νέο Μουσείο της Νέας Υόρκης, στο Μουσείο Corcoran στην Washington D.C. στο Μουσείο ICA στο Λονδίνο, στο MCA στο Σικάγο, στο Schirn Kunsthalle στην Φρανκφούρτη, στο Musée d'Art Moderne de la Ville στο Παρίσι και στο Μουσείο Φυσικής Ιστορίας του Λονδίνου. Η ομάδα επίσης έχει συγγράψει 6 βιβλία τα οποία έχουν μεταφραστεί σε 18 γλώσσες: *The Electronic Disturbance* (1994), *Electronic Civil Disobedience & Other Unpopular Ideas* (1996), *Flesh Machine: Cyborgs, Designer Babies, Eugenic Consciousness* (1998), *Digital Resistance: Explorations in Tactical Media* (2001), *Molecular Invasion* (2002), and *Marching Plague* (2006) (<http://www.critical-art.net/books.html>). Στην έκθεση "Gene(sis)" παρουσίασαν έργα τους από τέσσερις εργασίες performance στις οποίες συμπεριέλαβαν τόσο γενετικό υλικό όσο και εργαστηριακές τεχνικές παράλληλα με εμπλοκή του κοινού σε μερικές από αυτές. Η ομάδα CAE έχει διασπείρει ακίνδυνα γενετικά τροποποιημένα βακτήρια σε επισκέπτες μουσείων, και επίσης έχει χρησιμοποιήσει DNA σε ψημένα κουλουράκια για τις ανάγκες έργων performance που προσπαθούν να ανακαλύψουν τα όρια της βιοτεχνολογίας. Το 2002 η ομάδα συνεργάστηκε με έναν ερευνητή από το Ινστιτούτο Βιομηχανικής Έρευνας Mellon στο Πίτσμπουργκ για να καταστρέψουν ένα υπερ-φυτό που κατασκευάστηκε από την εταιρεία Βιοτεχνολογίας Monsanto. Στην προσπάθειά τους αυτή χρησιμοποίησαν «κάτι» παραπάνω από απλά ένζυμα και παρασιτοκτόνα που θα μπορούσαν να προμηθευτούν από ένα παρακείμενο κατάστημα τροφίμων. Το τελικό έργο ήταν άψογα διευθετημένες σειρές «εκφυλισμένων» φυτών της Monsanto σε έκθεση που παρουσιάστηκε στην Corcoran Gallery (Washington D.C.) Οι καλλιτέχνες κέρδισαν μια προειδοποίηση από την εταιρεία να σταματήσει την δραστηριότητα αυτή και να μην επαναλάβει κάτι ανάλογο στο μέλλον επί ποινή προσφυγής με νομικά μέσα εναντίον τους.



Εικόνα 36: Η ομάδα Critical Art Ensemble κατά την διάρκεια performance.

Το ευρύτερο σκεπτικό αυτών των έργων ήταν να προσελκύσουν το ενδιαφέρον του κοινού στους γενετικά τροποποιημένους οργανισμούς και στις κοινωνικές και πολιτικές επιπτώσεις της νέας τεχνολογίας. Σύμφωνα με τον Steve Kurtz, ιδρυτικό μέλος της ομάδας CAE και πρόεδρο του Τμήματος Οπτικών Μελετών του Πανεπιστημίου της Νέας Υόρκης Buffalo, είναι πολύ πιο εύκολο να προκαλέσεις την προσοχή του κοινού αν παρουσιάσεις το βακτήριο *E. coli* στο οποίο έχεις εισαγάγει ανθρώπινο DNA,

ώστε να θίξεις θέματα όπως παγκόσμιος διατροφικός έλεγχος ή επικίνδυνα εργαστηριακά στελέχη μικροοργανισμών εκτός ελέγχου (Critical Art Ensemble (CAE) *Flesh machine*. (<http://www.critical-art.net/books/index.html>), Critical Art Ensemble (CAE) *Molecular Invasion*. (<http://www.critical-art.net/books/index.html>)). Ο Kurtz γνωρίζει τις δυσάρεστες συναισθηματικές αντιδράσεις που μπορεί να προκαλέσει η βιοτεχνολογία ειδικά μετά την 9/11. Το 2004 προσήχθη και ανακρίθηκε από το FBI ως ύποπτος για τρομοκρατία εξαιτίας του περιεχομένου του εργαστηρίου του στο σπίτι. Η δικαστική διαμάχη κράτησε 4 χρόνια κατά την διάρκεια της οποίας κατηγορήθηκε για απάτη και παράνομη απόκτηση βιολογικού υλικού όπως τα βακτήρια *E. Coli* (που μπορεί κάποιος να προμηθευτεί εύκολα διαδικτυακά). Τελικά αθωώθηκε αλλά η περιπέτεια του έβαλε φρένο στην ανάπτυξη της βιοτέχνης στις ΗΠΑ. Σύμφωνα με τον Heide, αρκετοί καλλιτέχνες φοβήθηκαν ότι θα συνέβαινε το ίδιο και σε άλλους με αποτέλεσμα η βιοτέχνη να αναπτυχθεί περισσότερο στην Ευρώπη και στην Αυστραλία.

Σαφέστατα η βιοτέχνη δεν είναι εύκολο πεδίο για να ασχοληθεί κανείς. Χρειάζεται να έχεις πρόσβαση σε φυγόκεντρους και επωαστικούς θαλάμους και επιπλέον οι ζωντανοί ιστοί δεν είναι εύκολο ή και νόμιμο ακόμη να μεταφερθούν από το ένα μέρος στο άλλο. Επίσης οι αποτυχημένες προσπάθειες πρέπει να διατεθούν με τον κατάλληλο τρόπο για βιολογικά απόβλητα. Τα περισσότερα Μουσεία και Αίθουσες Τέχνης δεν διαθέτουν τον εξοπλισμό για να φιλοξενήσουν παρόμοιες εκθέσεις. Έτσι οι περισσότερες εκθέσεις διοργανώνονται σε πειραματικά φεστιβάλ και πανεπιστημιακά Μουσεία. Σύμφωνα με τον επιμελητή εκθέσεων Hauser ο οποίος έχει διοργανώσει αρκετές εκθέσεις βιοτέχνης σε όλο τον κόσμο, χρειάστηκε η συνδρομή πέντε εργαστηρίων για τη διοργάνωση μιας έκθεσης στο Λουξεμβούργο. Ως αποτέλεσμα βέβαια, ορισμένοι μόνο καλλιτέχνες εκπροσωπούνται από Γκαλερίστες και οι περισσότεροι συνδέονται με τους Ακαδημαϊκούς χώρους, είτε ως καθηγητές, είτε ως συνεργάτες, γεγονός που τους επιτρέπει να πειραματίζονται επάνω σε διάφορες παραγωγές. Ο Davis για παράδειγμα, ένας από τους πρωτοπόρους στο πεδίο, εργάζεται σε ένα πρόγραμμα στα πλαίσια του οποίου ταΐζει μεταξοσκώληκες χλωρίδια του χρυσού για να δει εάν θα τον απεκκρίνουν ως βάλους καθαρού χρυσού. Το έργο λειτουργεί σε συμβολικό επίπεδο, ένα πλάσμα που μπορεί να παράγει χρυσό, αν και μπορεί και να οδηγήσει σε σημαντικές ανακαλύψεις. Αυτό θα έχει σημαντικές επιπτώσεις τόσο στον κόσμο της τέχνης όσο και της επιστήμης. Κατά κάποιο τρόπο είναι μία επιστροφή στο παρελθόν όπως στην περίπτωση του Leonardo Da Vinci ο οποίος διατηρούσε εργαστήριο και μελετούσε ανατομία διαφόρων οργανισμών. Σύμφωνα με την Antonelli του MOMA («η βιο-τέχνη είναι ακόμη στην αρχή και είμαστε μεθυσμένοι από τις δυνατότητες που προσφέρει») (Miranda, 2013).

## 5. Καλλιεργώντας εικόνες: Μια Προσωπική ματιά στην Βιοτέχνη

Στην παρούσα εργασία επιχειρήθηκε μία προσέγγιση στην βιοτέχνη. Πιο συγκεκριμένα, το αντικείμενο αφορά την καλλιέργεια εικόνων. Πρόκειται για κυριολεκτική έννοια επειδή για την κατασκευή των εικόνων χρησιμοποιήθηκαν, μεταξύ άλλων, καλλιέργειες μικροοργανισμών που απομονώθηκαν από επιτραπέζια ελιά. Η επιτραπέζια ελιά, ως γνωστόν, αποτελεί προϊόν ζύμωσης των σακχάρων του καρπού της ελιάς από βακτήρια του γένους *Lactobacillus* κυρίως και μύκητες του γένους *Saccharomyces*. Για λόγους οικονομίας επιλέχθηκαν κύτταρα μυκήτων επειδή το απαιτούμενο θρεπτικό υλικό για την ανάπτυξη τους είναι φθηνότερο ενώ αναπτύσσονται σε ευρύ φάσμα θερμοκρασιών και δεν χρειάζονται ιδιαίτερο χειρισμό κατά την διάρκεια της επώασης. Στη συγκεκριμένη εργασία το θρεπτικό μέσο που χρησιμοποιήθηκε ήταν το Sabouaud Broth (υγρή μορφή) και το Sabouaud agar (στερεή μορφή), η σύσταση του οποίου είναι Γλυκόζη (4 %), Πεπτόνη (1 %) με την προσθήκη άγαρ (2 %) για ανάπτυξη σε στερεές καλλιέργειες. Η απομόνωση των μικροοργανισμών έγινε αρχικά σε τρυβλίο πετρί ενώ η ανάπτυξη των προκαλλιεργείων σε υγρό θρεπτικό μέσο, σε κωνικές φιάλες, σε θερμοκρασία δωματίου. Η όλη διαδικασία είναι απλή και δεν χρειάζεται ειδικούς χώρους ή εξοπλισμό. Τα απαραίτητα υλικά, εκτός των παραπάνω, είναι ζυγός και χύτρα αποστείρωσης για την παρασκευή των θρεπτικών μέσων, ενώ ο χειρισμός των κυττάρων είναι δυνατός με χρήση αυτοσχέδιων μικροβιολογικών κρίκων ή ακόμη και οδοντογλυφίδων. Χρησιμοποιήθηκαν επίσης pH-μετρικοί δείκτες οι οποίοι έχουν την ιδιότητα να αλλάζουν χρώμα με αλλαγή του pH του μέσου στο οποίο βρίσκονται. Θα πρέπει να αναφερθεί εδώ ότι, κατά την διάρκεια της ζύμωσης των υδατανθράκων από τους μικροοργανισμούς παράγονται όξινα προϊόντα (γαλακτικό οξύ κλπ), τα οποία στην συνέχεια μεταβολίζονται από τα κύτταρα, με αποτέλεσμα οι χρωματικές αλλαγές να είναι συνεχείς.



Εικόνα 37: Εξέλιξη του έργου «όργανοι» στην πορεία του χρόνου (12 ημέρες).

Το αποτέλεσμα είναι να παρουσιάζονται χρωματικές διαφορές στο έργο, στην διάρκεια του χρόνου, και για όσο διάστημα τα κύτταρα παραμένουν μεταβολικώς ενεργά (Εικ. 37). Οι αλλαγές αυτές βέβαια έχουν το στοιχείο του τυχαίου γιατί επηρεάζονται από συνθήκες όπως θερμοκρασία, υγρασία και άλλες οι οποίες δεν υπόκεινται σε έλεγχο, στις συνθήκες που έγιναν οι εργασίες.

Όπως συζητήθηκε παραπάνω, η διαδικασία της ζύμωσης είναι μία βιοχημική πορεία η οποία είναι συνδεδεμένη με τις διατροφικές συνήθειες του ανθρώπου από τις απαρχές του πολιτισμού. Επιπλέον, ανάλογα μεταβολικά προϊόντα, όπως γαλακτικό οξύ, παράγονται και στους ανθρώπινους μύες κατά την διάρκεια της άσκησης και



κάτω από αναερόβιες συνθήκες. Η ίδια η λειτουργία του ανθρώπινου σώματος θα ήταν αδύνατη εξάλλου χωρίς την παρουσία των μικροοργανισμών. Οι αριθμοί είναι εντυπωσιακοί. Το 90 % των κυττάρων στο ανθρώπινο σώμα αποτελείται από προκαρυωτικούς οργανισμούς (βακτήρια) οι οποίοι είναι υπεύθυνοι τόσο για την πέψη των τροφών και την παραγωγή βιταμινών όσο και για την προστασία από την παρουσία άλλων, επιβλαβών για τον οργανισμό. Σύγχρονες έρευνες επιπλέον έχουν δείξει ότι το 45 % του DNA του ανθρώπινου είδους είναι ιικής προέλευσης. Εγείρονται έτσι σοβαρά οντολογικά θέματα για τον άνθρωπο και την υποτιθέμενη αυτονομία του όπως θεωρήθηκε από την αναγέννηση και μετά.



Εικόνα 38: «Αδάμ».

Στην παρούσα εργασία, πέρα από την χρήση νέων υλικών, έγινε μία προσπάθεια για μία κριτική ματιά τόσο πάνω στο θέμα της συμβίωσης που αναφέρθηκε παραπάνω, όσο και στις σημερινές δυνατότητες της βιοτεχνολογίας όπως η κλωνοποίηση οργανισμών. Η κατασκευή των έργων έγινε με χρήση αρνητικού (εκμαγείο) σε αναλογία με τεχνικές της μαζικής παραγωγής, ώστε να είναι δυνατή η αναπαραγωγή απεριόριστου αριθμού έργων. Τα έργα βέβαια ακολουθούν ένα συγκεκριμένο κύκλο ζωής όπως όλα τα έμβια όντα και καταγράφεται φωτογραφικά η εξέλιξη τους στη διάρκεια του χρόνου (Κεφάλαιο 9: Φωτογραφικό υλικό). Η διαδικασία ολοκληρώνεται με το πέρας της βιολογικής ζωής των κυττάρων. Τελικά απομένει ένα άδειο «κέλυφος» που προσομοιάζει με το δέρμα αυτού που κάποτε υπήρξε «ζωντανό» ον. Επιλέχθηκαν έργα καλλιτεχνών όπως ο Πικάσσο, ο Μοντιλιάνι και ο Μιχαήλ Άγγελος σε μία προσπάθεια αντιμετώπισης κλασικών ή και στερεοτυπικών θεμάτων όπως ο Αδάμ με τη νέα τεχνική (Εικ. 38). Η επιτραπέζια ελιά επιλέχθηκε για την απομόνωση στελεχών μυκήτων, λόγω της σημασίας που έχει στην Ελληνική και Μεσογειακή κουλτούρα. Εν κατακλείδι η επιλογή σηματοδοτεί μία άποψη για ισόρροπη προσέγγιση επιστήμης και φύσης και λελογισμένη χρήση κατά το δυνατόν των απίστευτων εφαρμογών της βιοτεχνολογίας.



«Πρέπει να βρίσκουμε κάτι το οποίο να εξελίσσεται από μόνο του, κάτι το φυσικό και όχι κατασκευασμένο, ώστε να αναπτύσσεται "σύμφωνα με τις μορφές της φύσης και όχι σύμφωνα με τις μορφές της τέχνης". Το χορτάρι σαν χορτάρι, το δέντρο σαν δέντρο και το γυμνό σαν γυμνό» (Picasso, Pablo, Σκέψεις για την Τέχνη. Αθήνα: Printa, 2002 σελ. 15).



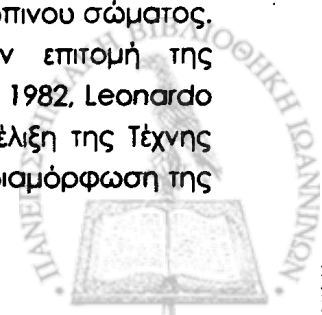
## 6. Συζήτηση

Από την εποχή της Αναγέννησης και μετά, ο ανθρωποκεντρικός δυτικός πολιτισμός δεν σταμάτησε να ερευνά και να μετασχηματίζει τον περιβάλλοντα κόσμο. Κι έτσι, σε διάστημα 500 ετών κατάφερε να κυριαρχήσει στον πλανήτη και να ελέγξει απίστευτες δυνάμεις, όπως η πυρηνική ενέργεια. Επίσης, διέρρηξε τον δεσμό με τον πλανήτη Γη και έκανε τα πρώτα βήματα στο διάστημα. Επιπλέον, στα τέλη του 20<sup>ου</sup> αι. το ανθρώπινο είδος κατάφερε, με τη βοήθεια της επιστήμης και της τεχνολογίας, να αποκωδικοποιήσει τα μυστικά της ίδιας του της ύπαρξης, κάτι που είχε ως συνέπεια και την ανακάλυψη των ορίων του ανθρωπίνου σώματος. Με τη σειρά του, το οριακό αυτό σημείο οδήγησε στον προβληματισμό σχετικά με τη δυνατότητα υπέρβασης των ανθρωπίνων ορίων (Rifkin, 1998). Έτσι σήμερα, τουλάχιστον για κάποιους διανοητές – αν όχι για όλους–, οι ανθρωπίνες προσπάθειες καθοδηγούνται από την αναζήτηση ενός «χαμένου παραδείσου» ή την αναζήτηση μίας μετα-ανθρώπινης κατάστασης (posthuman)<sup>(12)</sup> (Pepperell, 1997, Haraway, 1990, Haraway, 1991, Hayles, 1999, Hayles 2004, Dyens, 2005). Όσον αφορά ειδικά την τέχνη, αυτή ακολούθησε παράλληλη πορεία με την επιστήμη. Στο επίκεντρο του ενδιαφέροντός της και παράλληλα στόχος της ήταν ο ίδιος ο άνθρωπος, τάση που εκδηλώθηκε ήδη από την εποχή της Αναγέννησης, με τα ανατομικά σχέδια του Leonardo da Vinci. Στη διάρκεια του 20<sup>ου</sup> αιώνα έφτασε στην υπέρβαση του ανθρωπίνου σώματος μέσα από την εκφραστική απόδοση ψυχικών ή νοητικών διεργασιών ή μέσω της βιοτεχνολογίας (Kandel, 2012). Προοδευτικά, εμφανίζονται νέες μορφές τέχνης, όπως η βιοτέχνη η οποία παράγεται μέσα στο βιολογικό εργαστήριο. Αντί για πινέλα, χρώματα, υπολογιστές ή μουσικά όργανα, οι καλλιτέχνες χρησιμοποιούν τώρα γονίδια, ζωντανά κύτταρα, μικροοργανισμούς και ιστούς, τους οποίους τροποποιούν με μηχανικό ή και με γενετικό τρόπο για την επίτευξη του εικαστικού αποτελέσματος. Το αποτέλεσμα των συγκεκριμένων πρακτικών περιγράφεται περισσότερο ως πείραμα εν εξελίξει, παρά ως μιμητικό ή παραστατικό (Χατζηγιαννάκη, 2006, σελ. 13-17). Το ερώτημα, βέβαια, που μένει να απαντηθεί είναι, γιατί ο σύγχρονος άνθρωπος να ασκεί τη βιοτέχνη. Η απάντηση δεν είναι εύκολη γιατί δεν είναι μόνο θέμα των νέων υλικών. Στην πραγματικότητα, θα πρέπει να αναζητηθεί στην ανθρωπινή φύση και την καλλιτεχνική ανησυχία που συνεχώς αναζητά νέους τρόπους έκφρασης και δημιουργίας.

(12): Στην κριτική θεωρία ο όρος μετα-άνθρωπος είναι μία εικασία η οποία προσπαθεί να συλλάβει εκ νέου την έννοια του ανθρώπου. Το Ανθρωποκεντρικό μοντέλο της Αναγέννησης (σύμφωνα με το οποίο ο άνθρωπος αποτελεί μια παγκόσμια σταθερά που διακρίνεται από αυτονομία, λογική, ελεύθερη θέληση και ενότητα) αμφισβητείται σοβαρά. Ο μετα-άνθρωπος για τους κριτικούς θεωρίας, έχει μια αναδυόμενη οντολογία, παρά μία σταθερή η οποία προκύπτει από την ενσωμάτωση διαφορετικών ταυτοτήτων και την κατανόηση του κόσμου κάτω από διαφορετικές προοπτικές. Σύμφωνα με την κριτικό μεταμοντέρνας λογοτεχνίας K. Hayles (Hayles, 1999), ο όρος «άνθρωπος» συνδέεται με τον φιλελεύθερο ανθρωπισμό με επίκεντρο την ελευθερία του ατόμου, ενώ ο όρος μετα-άνθρωπος εννοείται ως η συνύπαρξη και η συμβίωση με έξυπνες μηχανές. Σύμφωνα με την ίδια, η μετα-ανθρώπινη θεώρηση δίνει το πλεονέκτημα στην πληροφορία και όχι στην υλικότητα, θεωρεί την συνείδηση ως επιφανόμενο και φαντάζεται το σώμα ως προέκταση του πνεύματος. Στην μετα-ανθρώπινη κατάσταση δεν υπάρχουν σοβαρές διαφορές μεταξύ της σωματικής ύπαρξης και της εξομίωσης σε υπολογιστή. Ο μετα-άνθρωπος αναδύεται ως καταστροφή της εικόνας του ανθρώπου, όπως τον περιέγραψε ο φιλελεύθερος ανθρωπισμός.

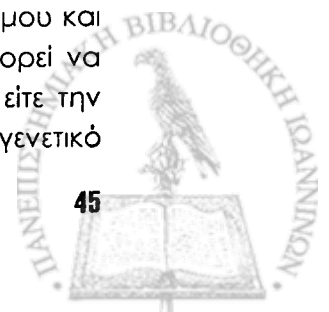
Αυτά ήταν τα στοιχεία που οδήγησαν τους ανθρώπους των σπηλαίων να αποτυπώσουν στους βράχους τις πρώτες εικόνες με κάρβουνο και άλλες χρωστικές. Σύμφωνα με αρχαιολογικά ευρήματα, έχουμε ενδείξεις ότι ο άνθρωπος, από τις απαρχές ακόμη του ανθρώπινου πολιτισμού, ερεύνησε και άλλαξε, πιο επινοητικά ακόμη και από τη φύση που τον περιέβαλλε, το ίδιο του το σώμα. Πέρα από τις τυχόν ναρκισσιστικές προδιαθέσεις που θα θέλαμε να του αποδώσουμε, πιθανότατα επιδίωξε να διορθώσει την εμφάνισή του, πριν γνωρίσει τον ίδιο του τον εαυτό (Μάμφορντ, 2005, σελ. 106-109). Παρατηρείται έτσι ότι, παράλληλα με τις λειτουργίες του και τα περιπτώματά του, ή ίδια η δομή του ανθρώπινου σώματος έφερε πρώιμες προσπάθειες για την τροποποίηση του. Συγκεκριμένα, το κόψιμο ή το πλέξιμο των μαλλιών, η εξαγωγή δοντιών, το τατουάζ, οι χαράξεις, η αλλοίωση των γεννητικών οργάνων, υπήρχαν ως πρακτικές, σύμφωνα με τα όσα ανέφερε ο αβάς Breuil για το σπήλαιο Αμπακέτε της Ισπανίας. Πιο συγκεκριμένα, λείψανο ανθρώπου που διατηρήθηκε στον παγετώνα στην περιοχή των Άλπεων και χρονολογείται στο τέλος της νεολιθικής εποχής και στην αρχή της εποχής του χαλκού (3000 π.Χ. – πρόκειται για το εύρημα που ονομάστηκε Otzi), φέρει επιβεβαιωμένα τατουάζ κυρίως στα γόνατα και τους αστραγάλους (Spindler, 2001). Εξάλλου, τεκμηριωμένα ευρήματα δημιουργίας τατουάζ εντοπίστηκαν και μελετήθηκαν σε αιγυπτιακές μούμιες, που χρονολογούνται από το 2000 π.Χ. Έχουν ανακαλυφθεί, ακόμη, επεμβάσεις οι οποίες όχι μόνο παραμόρφωναν το σώμα αλλά μείωναν, επιπλέον, και τις δυνατότητές του, όπως οι κομμένοι άνω κοπτήρες σε κρανίου νέγρου, επέμβαση που σίγουρα εμπόδιζε τον χειρισμό της τροφής. Τέτοιου είδους προσπάθειες θα πρέπει να θεωρηθούν ως τάσεις για αυτοέλεγχο και αυτοπραγμάτωση, και ίσως και για αυτοτελειοποίηση, παρ' όλο που έγιναν με τρόπους εντελώς ανορθολογικούς. Όλες αυτές οι πρακτικές θα πρέπει να εννοηθούν ως τα πρώτα βήματα χειραφέτησης του ανθρώπου από το πλαίσιο που του είχε δώσει η φύση και θα μπορούσε κανείς, ενδεχομένως, να ισχυριστεί χωρίς δόση υπερβολής ότι βοήθησαν στον εξανθρωπισμό. Έτσι, η τέχνη του σώματος αποτέλεσε, παράλληλα με τη γλώσσα, τη διαδικασία εγκαθίδρυσης μιας ανθρώπινης ταυτότητας και σημασίας, χωρίς την οποία οι άλλες πράξεις θα ήταν μάταιες (Μάμφορντ, 2005, σελ. 106-109). Διάφοροι πολιτισμοί, με κυριότερο τον αιγυπτιακό, έδωσαν πολύ μεγάλη σημασία στην κατάκτηση της αθανασίας μέσω της διατήρησης του σώματος του νεκρού. Για τον λόγο αυτόν, ανέπτυξαν τεχνικές που φανερώνουν βαθιά γνώση ανατομίας και χημείας, όπως μαρτυρούν εύγλωττα τα μουμιοποιημένα σώματα των Φαραώ και των ανώτερων αξιωματούχων που έχουν διατηρηθεί ως τις μέρες μας. Σε απομονωμένες φυλές που έχουν μείνει στο στάδιο της λίθινης εποχής παραμένουν έως σήμερα συνήθειες, όπως το τατουάζ, το φούσκωμα των χειλιών, η διεύρυνση των αυτιών και άλλες.

Στην Δύση, το ενδιαφέρον για το ανθρώπινο σώμα και τις λειτουργίες της Ζωής αναζωπυρώθηκε κατά την Αναγέννηση, περίοδο κατά την οποία εκτός από τον Leonardo da Vinci, πολλοί άλλοι ασχολήθηκαν με μελέτες ανατομίας και φυσιολογίας. Ο da Vinci είχε προβεί σε ανατομία περισσότερων από τριάντα ανδρικών και γυναικείων σωμάτων όλων των ηλικιών για την κατασκευή του «ανατομικού άτλαντα» σε μια προσπάθεια κατανόησης της δομής και λειτουργίας του ανθρώπινου σώματος. Το έργο του Da Vinci «Βιτρούβιος άνθρωπος» αποτελεί την επιτομή της ανθρωποκεντρικής θεώρησης του σύμπαντος (Malley and Saunders, 1982, Leonardo Anatomy, 1998, Sawday, 1995). Εξάλλου, καταλυτικό ρόλο στην εξέλιξη της Τέχνης διαδραμάτισε η αλλαγή που συνέβη τον 18ο αι. στην Ευρώπη, με τη διαμόρφωση της



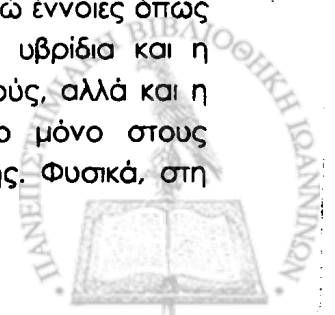
αισθητικής ή αλλιώς της φιλοσοφίας της τέχνης. Η κλασική αντιμετώπιση της τέχνης ως μίμησης (που προϋπέθετε τα δύο επίπεδα του μοντέλου και της απομίμησης), όπως περιγράφηκε από τον Winckelmann, ξεπεράστηκε από την μονοδιάστατη δομή της «ποίησης». Αυτό είχε συμβεί ήδη από τον 15<sup>ο</sup> αιώνα ως συνέπεια της ανακάλυψης της προοπτικής. Σύμφωνα με τον Olivier Revault d'Allones, κάθε έργο που δομείται με βάση τη προοπτική μιλάει πρώτα από όλα για τον έλεγχο του χώρου. Με άλλα λόγια, η προοπτική είναι στην πραγματικότητα ένα περιεχόμενο, ένα αφανές υπόβαθρο για την πραγματοποίηση κάθε έργου που συμμορφώνεται μαζί του. Σύμφωνα επίσης με τον Panofsky, η Αναγέννηση συνειδητοποιεί την απόσταση που την χωρίζει από τον Αρχαίο κόσμο και τον εξετάζει από ένα σημείο εποπτικά (Μουζακίτη, 2003, σελ. 48).

Μαζί με την αυτονομία της τέχνης τίθεται και το πρόβλημα του συντονισμού της με άλλες δραστηριότητες, το ζήτημα δηλαδή της λειτουργίας και της θέσης της στο κοινωνικό και πολιτιστικό πλαίσιο της εποχής. Ο καλλιτέχνης αντιμετωπίζει πλέον τα θέματα της εποχής του και η φύση δεν αποτελεί την αμετάβλητη τάξη του σύμπαντος, αλλά το περιβάλλον που δρα ο άνθρωπος ο οποίος τείνει πια να τροποποιήσει την αντικειμενική πραγματικότητα. Αυτή η τομή οφείλεται στην κουλτούρα του Διαφωτισμού. Τα αίτια αυτού που αποτέλεσε και το τέλος του κλασικού και την αρχή του ρομαντικού ή μοντέρνου κύκλου (ακόμη και του σύγχρονου) μπορούν να αναζητηθούν στο μετασχηματισμό των τεχνολογιών και της οργάνωσης της οικονομικής παραγωγής. Η μετάβαση από την τεχνολογία της βιοτεχνίας στην βιομηχανική τεχνολογία, που εδράζεται πάνω στην επιστήμη και δρα πάνω στην φύση, είναι από τις κύριες αιτίες της αλλαγής και της κρίσης στην τέχνη. Στη συνέχεια, οι ταχύτερες εξελίξεις του βιομηχανικού συστήματος στο τεχνολογικό και στο τεχνικό-οικονομικό επίπεδο εξηγούν τον σχεδόν φρενήρη ρυθμό αλλαγής των καλλιτεχνικών προσανατολισμών στην προσπάθεια των καλλιτεχνών να παρακολουθήσουν τις μεταρρυθμίσεις και τον μοντερνισμό (Αργκάν, 2004, σελ. 1-6). Πρόσφατα, στο τέλος του 20<sup>ου</sup> αιώνα αναδύθηκε η λεγόμενη τέχνη των νέων μέσω ακολουθώντας τις τεχνολογικές εξελίξεις καθώς και τα πολιτικά θέματα της εποχής. Με τον όρο «τέχνη των νέων μέσω» αναφερόμαστε κυρίως στην ψηφιακή τέχνη, την τέχνη του διαδικτύου, την τέχνη των πολυμέσων και την διαδραστική τέχνη. Όσον αφορά την εφαρμογή των νέων τεχνολογικών επιτευγμάτων, και η βιοτέχνη θα μπορούσε με την σειρά της να καταταχθεί στην ίδια κατηγορία (Tribe and Japa, 2009, σελ. 6-7, Χατζηγιαννάκη, 2006, σελ. 11-12). Όμως οι εννοιολογικές και οι αισθητικές ρίζες της νέας αυτής τέχνης ανάγονται στην δεύτερη δεκαετία του 20<sup>ου</sup> αιώνα. Σύμφωνα με τον Lev Manovich, όλες οι τεχνικές επικοινωνίας αναπτύχθηκαν κατά την διάρκεια του Μοντερνισμού (Manovich, 2001). Μετά το 1920 δεν εμφανίστηκαν θεμελιακά νέες προσεγγίσεις και χρησιμοποιούνται οι ίδιες τεχνικές. Η ανάπτυξη της πληροφορικής δεν έφερε κάποιες νέες τεχνικές και αρκέστηκε στην χρήση της γλώσσας της παρελθούσης περιόδου. Οι καταβολές της νέας τέχνης μπορούν να αναζητηθούν στο κίνημα του Νταντά, το οποίο υπήρξε στην ουσία ένα κίνημα αντίδρασης των καλλιτεχνών απέναντι στην αλαζονεία της αστικής τάξης, που οδήγησε στην σφαγή του Πρώτου Παγκοσμίου Πολέμου. Οι καλλιτέχνες της εποχής άρχισαν να πειραματίζονται με πολλές νέες πρακτικές και ιδέες οι οποίες εμφανίστηκαν πολύ συχνά στην διάρκεια του 20<sup>ου</sup> αιώνα. Όπως το κίνημα Νταντά ήταν μία αντίδραση στην βιομηχανοποίηση του πολέμου και στην μηχανική αναπαραγωγή εικόνων και κειμένων, έτσι και η νέα τέχνη μπορεί να ιδωθεί ως αντίδραση στην επανάσταση της τεχνολογίας της πληροφορίας, είτε την ψηφιακή είτε την γενετική, την ψηφιοποίηση της πολιτιστικής εικόνας και τον γενετικό



έλεγχο επάνω στην φύση. Πολλές από τις στρατηγικές του Νταντά εμφανίζονται στην τέχνη των νέων μέσων και στην Βιοτέχνη. Ενδεικτικά μπορεί κανείς να αναφέρει το κολάζ, το φωτομοντάζ, το *readymade*, την *performance*, την πολιτική δράση καθώς και την χρήση της ειρωνείας και του παράλογου με σκοπό την πρόκληση αναστάτωσης του κοινού (Tribe and Yana, 2007, σελ 7-9, Foster, et al., 2009, σελ. 135-141, Argan, 2004, σελ. 391-397). Πιο συγκεκριμένα, από το δεύτερο μισό του συγκεκριμένου αιώνα, η τέχνη μέσω της *performance* και της *body art* ξεκίνησε μια σωματοποιημένη αναζήτηση στα θέματα της ύπαρξης και της ανθρώπινης ταυτότητας. Σήμερα η εξέλιξη της βιοτεχνολογίας και οι ανακαλύψεις της, αποτελούν καθημερινότητα, τις οποίες η βιοτέχνη τις ενσωματώνει στην πρακτική της και στην μεθοδολογία της. Η εννοιολογική τέχνη αποτέλεσε, επίσης προπομπό της νέας τέχνης εστιάζοντας κυρίως σε ιδέες, παρά σε αντικείμενα (Godrey, 1988, Lipard and Chandler, 1968). Σε σημαντικό βαθμό όμως, η *Pop art* επηρέασε την νέα τέχνη, καθώς πολλά έργα έχουν αναφορά και υπόκεινται στην καταναλωτική κουλτούρα του πολιτισμού. Την δεκαετία του 60, επίσης, εμφανίζεται ένα ρεύμα υπό από την γενική ονομασία *transhumanism*. Βασική επιδίωξη του *transhumanism* είναι η τροποποίηση της ανθρώπινης κατάστασης μέσω της τεχνολογίας σε μία κατάσταση ανώτερης ευφυΐας καθώς και φυσικών και ψυχικών δυνατοτήτων. Επιπλέον, οι διανοητές του συγκεκριμένου ρεύματος μελέτησαν τους πιθανούς κινδύνους καθώς και τα ηθικά θέματα που εγείρονται από την χρήση νέων τεχνολογιών και προέβλεψαν ότι τα ανθρώπινα όντα τελικά θα μεταμορφώσουν τον εαυτό τους σε μία κατάσταση που θα χαρακτηρίζεται από την ιδιότητα του μετά-ανθρώπου (*posthuman*). Ως γνωστόν, ο όρος *transhuman* ιστορικά εμφανίστηκε για πρώτη φορά στον Παράδεισο της Θείας Κωμωδίας του Δάντη (1312), προκειμένου να περιγράψει ο Ιταλός αυτός ποιητής τι συμβαίνει στους ανθρώπους σε καταστάσεις Ουράνιας ευτυχίας, με την σημασία της εξόδου από την ανθρώπινη κατάσταση και αντίληψη. Ειδικότερα, οι *transhumanists* υποστηρίζουν την ανάδειξη και την σύγκλιση των νέων τεχνολογιών όπως η νανοτεχνολογία, η βιοτεχνολογία, η πληροφορική, όπως επίσης και πιθανών μελλοντικών τεχνολογιών, όπως η τεχνητή νοημοσύνη και η κρουονική. Υπάρχει, ακόμη, η πίστη ότι το ανθρώπινο είδος πρέπει και μπορεί μέσω των τεχνολογιών αυτών να ξεπεράσει την παρούσα κατάσταση και να φτάσει στο επίπεδο του μετά-ανθρώπου. Τέλος, θέματα *transhuman* έχουν αναδειχθεί με πολύ μεγάλη επιτυχία τόσο στη λογοτεχνία όσο και στον κινηματογράφο. Η πρώτη κατηγορία εκπροσωπείται από έργα όπως ο «Νευρομάντης» του William Gibson (1984), ενώ αξίζει να σημειωθεί εδώ το έργο *Blade Runner* που αποτελεί μεταφορά του μυθιστορήματος του Philip Dick «Το ηλεκτρικό πρόβατο» (1968) σε ταινία. Τα συγκεκριμένα αποτέλεσαν σταθμούς με τεράστια επίδραση στο κοινό.

Σε όλη την διάρκεια της πρωτοπορίας βασική επιδίωξη της τέχνης ήταν ο ανταγωνισμός με την τεχνολογία. Στην προσπάθεια αυτή είτε προσπαθούσε να ασκήσει κριτική στην τεχνολογία είτε ενστερνιζότανε τα νέα μέσα. Η βιοτέχνη, σε αντίθεση με την τέχνη των προηγούμενων χρόνων που απέρριπτε την τεχνολογία ή εξερευνούσε τα όρια μεταξύ μηχανικού και ανθρώπινου σώματος, πειραματίζεται με θέματα όπως το έμβιο και το έμψυχο υλικό. Κεντρική θέση κατέχουν εδώ έννοιες όπως συμβίωση στον ίδιο ξενιστή, επανασχεδιασμός του σώματος, τα υβρίδια και η εκμετάλλευση της επιστημονικής έρευνας για κερδοσκοπικούς σκοπούς, αλλά και η συντήρηση της φοβίας για την βιοτεχνολογία, ένα πεδίο οικείο μόνο στους επιστήμονες με διαμεσολαβητή κυρίως τα μέσα μαζικής ενημέρωσης. Φυσικά, στη



συζήτηση για τα αποτελέσματα της έρευνας το κοινό δεν συμμετέχει μαζικά λόγω έλλειψης κατανόησης της φύσης των υλικών που χρησιμοποιούνται και των διαδικασιών που εμπλέκονται. Μια άλλη αιτία, είναι το ότι θεωρούν ως αλήθεια τη στοχευόμενη και καθοδηγούμενη πληροφόρηση από οργανισμούς με κρυφή ατζέντα, καθώς και από περιορισμούς που επιβάλλει η διατήρηση ευρεσιτεχνιών και οι κανόνες του εμπορίου. Είναι γνωστό, εξάλλου, ότι οι ίδιες οι Πολυεθνικές εταιρείες ενθαρρύνουν τον πειραματισμό πάνω στα νέα υλικά. Αυτό που αναδεικνύεται ξεκάθαρα από τις πρακτικές των πολυεθνικών εταιρειών είναι η πολύπλευρη σύνδεση της σύγχρονης τέχνης με τον κόσμο των επιχειρήσεων (Δασκαλοθανάσης, 2006, σελ. 293-297). Στην περίπτωση της Βιοτέχνης, η εξάρτηση των επιστημόνων-καλλιτεχνών από τον όποιο εργαστηριακό εξοπλισμό και τους κατάλληλους κάθε φορά χώρους τους καθιστά «όμηρους» τόσο όσον αφορά την χρηματοδότηση, όσο και για άλλους λόγους. Σ' αυτούς θα συγκαταλέγαμε το ότι η επιστήμη δεν είναι ουδέτερη και το ότι ο εμπειρισμός και ο θετικισμός αποτελούν τμήμα του εργαλειακού, θετικού καταφατικού λόγου. Σε αυτά τα θεωρητικά συμπεράσματα-αξιώματα καταλήγει η κριτική θεωρία, λαμβάνοντας υπόψη της τον άγριο ανταγωνισμό που επικρατεί σε οικονομικές ομάδες στην προσπάθειά τους να ελέγξουν Αγορές, Πανεπιστήμια και Ερευνητικά κέντρα. Αναδύεται, επομένως, η αμφιβολία για την πραγματική φύση της επιστήμης και την αντικειμενικότητά της. Προχωρώντας τη σκέψη αυτή ένα στάδιο πιο πέρα, τίθεται το θέμα αν πρόκειται για επιστήμη ή γενικευμένη τεχνοκρατικοποίηση, στο βαθμό που η πρώτη έχει χάσει την αυτονομία της (Τεχνοεπιστήμη) (Φιοραβάντες, 1999, σελ. 40).

Επί του παρόντος, οι καλλιτέχνες της Βιοτέχνης παρέχουν στην κοινή γνώμη ένα πεδίο για πρόσβαση στον μυστικιστικό και μυστήριο κόσμο του γενετικού χειρισμού και της γενετικής μηχανικής. Η εμπλοκή του κοινού στην συγκεκριμένη συζήτηση είναι πολύ κρίσιμη για την κοινωνία, κάτι που αποτελεί ζητούμενο για τους καλλιτέχνες της βιοτέχνης. Κι αυτό, γιατί το κοινό αγνοεί πολλά ζητήματα που άπτονται της βιοηθικής και που σήμερα σχεδιάζονται πίσω από κλειστές πόρτες από ιδιωτικά συμφέροντα, τα οποία πιθανότατα συγκρούονται με το Δημόσιο συμφέρον. Σύμφωνα με την Jennifer Willet της ομάδας Βιοτεχνικά, μία στρατηγική προκειμένου να επιτύχει η Βιοτέχνη τους στόχους της είναι ο παραμερισμός των ειδικών και των αυθεντιών του χώρου, με αντικατάστασή τους από μη αυθεντίες σε ρόλους «ειδικών» στην Δημόσια σφαίρα. Αυτό με τη σειρά του μπορεί να προκαλέσει μεγαλύτερη εμπλοκή του κοινού σε θέματα βιοτεχνολογικού ενδιαφέροντος. Σύμφωνα πάντα με την ίδια, αν καλλιτέχνες, λογιστές και νοικοκυρές αρχίσουν να συμμετέχουν στην παραγωγή βιοτεχνολογίας, η αυθεντία των ειδικών (γιατρών, τεχνικών και επιστημόνων) θα μειωθεί. Σταδιακά, εναλλακτικές φωνές-υποκειμενικότητες- και ερμηνείες της βιοτεχνολογίας θα ακουστούν και θα αναπαραχθούν στον Δημόσιο διάλογο. Για την παραγωγή μη ειδικευμένου διεπιστημονικού έργου έχει τοποθετηθεί και η Beatriz da Costa (2008), που συνεργάζεται με την ομάδα Critical Art Ensemble (CAE). Η εργασία της Da Costa<sup>(13)</sup> στοχεύει στην έννοια της διεπιστημονικότητας. Σήμερα, οι δυνατότητες της τεχνολογίας, όπως πρωτόκολλα και εξοπλισμός, είναι προσιτές ακόμη και στους υβριδικούς μη-εξειδικευμένους καλλιτέχνες και μπορεί να αποτελέσει μία βιώσιμη πολιτισμική τακτική για το μέλλον. Όμως η προσέγγιση του καλλιτέχνη δεν πρέπει να εδράζεται στην φαντασία και την μποέμ διάθεση όπως στις απαρχές του μοντερνισμού.

(13): Σύμφωνα πάντα με την ίδια: «η έρευνα αποτελεί αναπόσπαστο μέρος της καλλιτεχνικής δημιουργίας και είναι το πρότυπο που προέκυψε από την αναγέννηση και μετά. Από την άλλη, οι καλλιτέχνες



Σε όλη την διάρκεια του μοντερνισμού η τέχνη προσπάθησε σε ένα συμβολικό επίπεδο να ανασυστήσει την ενότητα θεωρίας και πρακτικής, κάτι που αποτέλεσε την κεντρική ιδέα των εγκυκλοπαιδιστών και των ρομαντικών. Όμως τα δεδομένα της τεχνολογικής εξέλιξης απώθησαν την ιδέα αυτή σε συμβολικό επίπεδο. Έτσι, η τέχνη λειτούργησε ως κληρονόμος της Αναγέννησης, του Διαφωτισμού και του ρομαντισμού, με εξαίρεση τον φουτουρισμό που εξύμνησε τα επιτεύγματα της τεχνολογίας και κατέληξε υμνητής του φασισμού. Οι προσπάθειες της μοντέρνας τέχνης, επομένως, κινήθηκαν στην ανασύσταση της κατακερματισμένης ολότητας και του ανθρωπισμού, της οικουμενικότητας και του ιστορικισμού<sup>(14)</sup>.

Στο παρελθόν, η λειτουργία της τέχνης υπήρξε αμφιλεγόμενη. Ο φόβος του ανθρώπου για το ανοίκειο ενισχύθηκε από τις πιθανές επιπτώσεις της τεχνολογίας μέσω της επιστημονικής φαντασίας (έλεγχος από τεχνητή νοημοσύνη και κατασκευή μεταλλαγμένων όντων). Η αναπαραγωγή όμως έργων τέχνης με την χρήση μηχανικών/τεχνολογικών μέσων διαλύει το μυθικό, το φανταστικό, όπως το περιγράφει ο Μπένγιαμιν στο δοκίμιο του, «το έργο τέχνης την εποχή της τεχνικής αναπαραγωγιμότητάς του» (1978).

μπαινουν σε αχαρτογράφητες περιοχές εξειδικευμένης γνώσης που κάποτε ήταν απαγορευμένες ή μη ελκυστικές. Επικρατούν ακόμη τα κατάλοιπα του μοντερνισμού που αφορούν τον τρόπο και την σφαίρα δράσης των καλλιτεχνών. Οι ανάγκες της αγοράς και η λαϊκή προκατάληψη απατούν την δημιουργία εκφραστικών έργων με βάση την εσωτερική ιδέα, το συναίσθημα ή την διαίσθηση, ενώ η καλλιτεχνική αντίδραση που βασίζεται στην μελέτη και την ανάλυση αντιμετωπίζεται από σκεπτικισμό ή με απογοήτευση σε ότι αφορά τη σχέση των διεργασιών αυτών με την τέχνη. Όμως παρά τις πιέσεις, το έργο με κοινωνική συνείδηση που λειτουργεί έξω από την ποροδοσιακή εξειδίκευση κατάφερε να επιβληθεί. Τέτοια έργα αποτελούν πρόκληση και ανατροπή, και επιπυγχάνουν την περαιτέρω δράση γύρω από τα θέματα που απασχολούν τους καλλιτέχνες. Για να επιτευχθεί αυτό το αποτέλεσμα όμως, οι καλλιτέχνες πρέπει να γνωρίζουν τις κοινωνικο-επιστημονικές συνθήκες, πρέπει δηλαδή να ερευνούν το νομικό πλαίσιο, τις κοινωνικές και δημογραφικές ομάδες και τις ιστορικές και λανθάνουσες τάσεις. Επομένως, είναι αναγκαία η συστηματική έρευνα και το μοντέλο του μποέμ καλλιτέχνη-φύλακα της αχαλίνωτης φαντασίας είναι ένα πρότυπο από το οποίο ο καλλιτέχνης πρέπει να αποστασιοποιηθεί. Αντίθετα, οι καλλιτέχνες πρέπει να γνωρίζουν και να προσχωρούν στην διανόηση όλων των γνωστικών πεδίων που ασχολούνται με την εξερεύνηση του «αληθινού». Με άλλα λόγια, πρέπει οι δημιουργοί να μιλάνε την γλώσσα του κάθε γνωστικού πεδίου και να συμμορφώνονται με τα μεθοδολογικά πρότυπά του. Ένα πρόβλημα που παρουσιάζει αυτό το είδος έρευνας είναι η δομή της πολιτιστικής αγοράς που χρειάζεται κάτι νέο. Κάτι τέτοιο είναι εν μέρει και θετικό, γιατί τελικά η αγορά προμηθεύει τους καλλιτέχνες με τις ερευνητικές μεθόδους. Η νέα καλλιτεχνική πρακτική δεν πρέπει να επιχειρήσει να ισοπεδώσει την διαφορά τέχνης και επιστήμης. Πρέπει όμως να λειτουργήσει με γνώμονα την προβληματική του καταμερισμού εργασίας ως τον μηχανισμό αποξένωσης που προέκυψε με την διαχωρισμό των ειδικοτήτων, όπως τον διατύπωσε ο Μαρξ. Όσο πιο επικεντρωμένη γίνεται η εξειδίκευση, τόσο καταρρέει η επικοινωνία μεταξύ των διαφόρων τομέων, με αποτέλεσμα η μονοδιάστατη πληροφόρηση να κρατά ομήρους τους ανθρώπους στα ίδια τους τα γνωστικά αντικείμενα. Στόχος πρέπει να είναι η κατάργηση των συνόρων με αναζωογόνηση της ροής πληροφόρησης που επιφέρει η ανοιχτή επικοινωνία και η απελευθέρωση του εξειδικευμένου έργου σε ένα ομαλό δικτυωμένο χώρο που να προάγει και να επαναπολιτικοποιεί αυτές τις ερευνητικές πρωτοβουλίες» (Χατζηγιαννάκη, Άννα, *Η Τέχνη Στην Εποχή Της Βιοτεχνολογικής Επανάστασης in vivo-in vitro*. Αθήνα: Futura, 2006, σελ. 35-42).

(14): Ο Αντόρνο στο δοκίμιο του «Η βιομηχανική παραγωγή των πολιτιστικών αγαθών» εκφράζεται αρνητικά για την τεχνική και την πρόοδο, ενώ ο Μαρκούζε τάσσεται ξεκάθαρα εναντίον της τεχνολογικοποίησης και της τεχνοκρατικοποίησης της κοινωνίας, όπως επίσης και της διατεινόμενης πρόόδου (στο έργο του *Ο μονοδιάστατος άνθρωπος*).



Φυσικά, η τέχνη είναι συνδεδεμένη με την κοινωνία και τις αξίες που αυτή η κοινωνία ενστερνίζεται. Μάλιστα, αποτελεί ένα πολύ καλό βαρόμετρο με το οποίο μετράμε το καλό, το κακό και το άσχημο κάθε κοινωνίας.

Το ζητούμενο για την εποχή μας, επομένως, είναι αν θα μπορέσει η βιοτέχνη να δημιουργήσει νέους μύθους που να στηρίζονται σε αυτή την νέα τεχνολογική πραγματικότητα και αν θα μπορέσει να αρθρώσει εναλλακτικό λόγο στην κερδοσκοπική χρήση της νέας τεχνολογίας. Υπάρχουν, από ότι φαίνεται, πολλαπλές και συνθετικές διεργασίες που τοποθετούνται στον αντίποδα του κατακερματισμού.

Εξάλλου, η κατανόηση της φόρμας αλλά και της διανοητικής και συναισθηματικής αίσθησης, που μας προκαλεί, είναι εμπειρία άρρηκτα δεμένη με το φαινόμενο της ζωής (Μουζακίτη, 2006, σελ. 8). Σύμφωνα με τον Kandinsky (1981), οι διαχωρισμένοι και προικισμένοι με αυτόνομη ζωή νόμοι των δύο μεγάλων βασιλείων, της τέχνης και της φύσης, θα μας οδηγήσουν στην κατανόηση του καθολικού νόμου της σύνθεσης του σύμπαντος και θα φωτίσουν την αυτόνομη συμμετοχή και των δύο σε μία υψηλότερη συνθετική τάξη. Όλα τα μέσα έκφρασης είναι αποδεκτά, εφόσον εξυπηρετούν εσωτερική αναγκαιότητα.

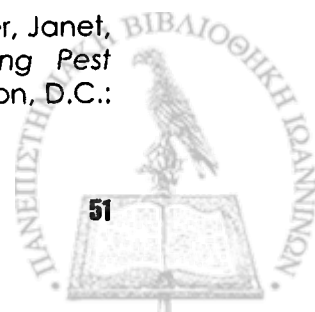


## 7. Περίληψη

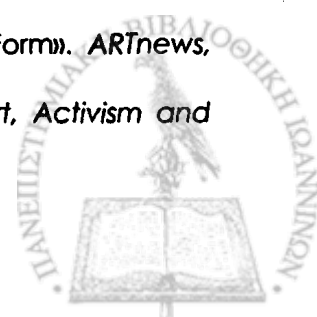
Σε όλη την διάρκεια του 20<sup>ου</sup> αιώνα, η σύνδεση της τέχνης με την τεχνολογία υπήρξε συνεχής. Στα τέλη του 20<sup>ου</sup> αιώνα εμφανίστηκε μία νέα μορφή τέχνης που έκανε χρήση των επιτευγμάτων της βιοτεχνολογίας, η Βιοτέχνη. Χρήση μικροοργανισμών, ζωντανών ιστών ή και ολόκληρων οργανισμών αποτελούν το αντικείμενο της νέας τέχνης. Η καλλιτεχνική δραστηριότητα όμως, περιλαμβάνει εκτός της εφαρμογής των νέων τεχνικών και άλλες τεχνικές, οι ρίζες των οποίων μπορούν να αναζητηθούν στις προκλήσεις που επέβαλε το Νταντά, με σκοπό την αφύπνιση και επαγρύπνηση του κοινού για τα αποτελέσματα της βιοτεχνολογίας. Στην παρούσα εργασία έγινε μία προσπάθεια καλλιέργειας εικόνων, με χρήση μικροοργανισμών που απομονώθηκαν από επιτραπέζιες ελιές. Η επιτραπέζια ελιά ως γνωστόν, είναι προϊόν ζύμωσης σακχάρων από μικροοργανισμούς. Η ελιά επιλέχθηκε λόγω της σημασίας που έχει για την Μεσογειακή κουλτούρα και καταγράφηκε φωτογραφικά η εξέλιξη των έργων/εικόνων στην διάρκεια του χρόνου. Οι εικόνες που επιλέχθηκαν απεικονίζουν εσωτερικά ανθρώπινα όργανα αλλά και τρόφιμα που αποτελούν προϊόντα ζύμωσης, όπως άρτος, οίνος και ζύθος, ως σχόλιο για την μετατροπή του ενός στο άλλο και την διατήρηση μια οργανικής σύνδεσης. Επιπλέον επιλέχθηκαν κλασικά έργα σε μία προσπάθεια απόδοσής τους με νέα μέσα. Ειδικότερα, έργα όπως ο Αδάμ του Michelangelo, αποτελεί στερεότυπο της γένεσης και επιλέχθηκε ως κριτικό σχόλιο στις δυνατότητες της τεχνολογίας όπως η κλωνοποίηση, αλλά και στην συμβίωση (μικροοργανισμοί στο ανθρώπινο σώμα-ξενιστή). Το έργο, αποτελεί τόσο μία προσωπική ματιά στην βιοτέχνη όσο και κριτική για λελογισμένη χρήση των εφαρμογών της νέας τεχνολογίας.

## 8. Βιβλιογραφία

1. Adorno, Theodor, *Σύνοψη της Πολιτιστικής Βιομηχανίας*. Αθήνα: Εκδόσεις Αλεξάνδρεια, 2000.
2. Alberts, Bruce, Bray, Dennis, Johnson, Alexander, Lewis, Julian, Raff, Martin, Roberts, Keith and Walter, Peter, *Βασικές Αρχές Κυτταρικής Βιολογίας, Εισαγωγή στη Μοριακή Βιολογία του Κυτάρρου*. Αθήνα: Ιατρικές Εκδόσεις Π. Χ. Πασχαλίδης, 1999.
3. Arnold, John P., *Origin and History of Beer and Brewing: From Prehistoric Times to the Beginning of Brewing Science and Technology*. Cleveland (OH): BeerBooks, p. 34, 2005 [1911].
4. Bains, William, *Genetic Engineering For Almost Everybody: What Does It Do? What Will It Do?*. Harmondsworth: Penguin. p. 99. 1987.
5. Bartlett, John, M. S., Stirling, David, "A Short History of the Polymerase Chain Reaction". *PCR Protocols* 226, 2003, pp. 3–6.
6. Benjamin, Walter, *Δοκίμια για την Τέχνη*. Αθήνα: Κάλβος, 1978.
7. Berg, Jeremy, Tymoczko, John and Stryer, Lubert, *Βιοχημεία*. Ηράκλειο: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, 2004.
8. Bruce, Donald and Bruce, Ann, *Engineering Genesis: The Ethics of Genetic Engineering*. London: Earthscan Publications, 1999.
9. Campbell, Keith, H. S., McWhir, Jim, Ritchie, William, A., and Wilmut, Ian, "Sheep cloned by nuclear transfer from a cultured cell line". *Nature* 380(6569), 1996, 64–66.
10. Catts, Oron and Zurr, Ionat, «The Art of the semi-living and partial life: Extra ear-1/4 scale». *Catalogue essay, Art in the Biotech Era*. Adelaide International Arts Festival, 2003.
11. Chalfie, Martin, Tu, Yi, Euskirchen, Ghia, Ward Will, W., Prasher, Douglas, C., "Green fluorescent protein as a marker for gene expression". *Science* 263(5148), 1994, 802–5.
12. Cohen, Stanley, Chang, Annie, Boyer, Herbert and Helling, Robert, "Construction of biologically functional bacterial plasmids in vitro". *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 70 (11), 1973, 3240–3244.
13. Da Costa Beatriz and Kavita Philip, *Tactical Biopolitics (Art, activism and Technoscience)*. Cambridge (MA): MIT Press, 2008
14. *Diamond v. Chakrabarty*, 447 U.S. 303 No. 79-139." *United States Supreme Court*. June 16, 1980.
15. Diaz, Eduardo (editor), *Microbial Biodegradation: Genomics and Molecular Biology* (1st ed.). Norfolk, England: Caister Academic Press, 1980
16. Dick, Philip, (1968), *Blade Runner Το ηλεκτρικό πρόβατο*. Αθήνα: Ars Longa, 1985.
17. Dixon, Deborah, Straughan, Elizabeth and Hawkins, Harriet, "When Artists Enter the Laboratory". *Science* 18 February 2011; Vol. 331, 2011, p. 860.
18. Dyens, Olivier, *Metal and Flesh. The evolution of Man: Technology takes over*. Cambridge (MA): MIT Press, 2005.
19. Feistain, Stephen, *Louis Pasteur: The Father of Microbiology*. New Jersey: Enslow Publishers, Inc., 2008.
20. Fischer, Alain, Hacein-Bey-Abina, Salima, Cavazzana-Calvo, Marina, "20 years of gene therapy for SCID". *Nature Immunology* 11 (6), 2010, 457–460.
21. Foster, Hal, Krauss, Rosalind, Bois, Yve-Alain and Buchloh, H. B. Benjamin, *Η Τέχνη από το 1900*. Αθήνα: Επικεντρο, 2009.
22. Gerstein, Marc, *Bioinformatics Introduction*. New Haven (CT): Yale University, 1999.
23. Gessert George, *Green Light, Toward an Art of Evolution*. Cambridge (MA): MIT Press, 2010.
24. Gianessi, Leonard, p., Silvers, Cressida, S., Sankula, Sujatha, and Carpenter, Janet, E., *Plant Biotechnology: Current and Potential Impact for Improving Pest management in US Agriculture, An Analysis of 40 Case Studies*. Washington, D.C.: National Center for Food and Agricultural Policy, 2002, 5–6.



25. Gibson, William, *Νευρομάντης*. Αθήνα: Aquarius, 1989.
26. Giles, Jim and Knight, Jonathan, "Dolly's death leaves researchers woolly on clone ageing issue". *Nature* 421(6925), 2003, 776.
27. Glick, Bernard, R., Pasternak, Jack, J., Patten, Cheryl, L., *Molecular Biotechnology: Principles and Applications of Recombinant DNA*. Washington D.C.: ASM Press, 2010
28. Godrey, Tony, *Conceptual Art (Art & Ideas)*. London: Phaidon Press Ltd, 1988.
29. Goldim, Roberto, J., «Revisiting the beginning of bioethics: The contributions of Fritz Jahr (1927)». *Perspect Biol Med*, Sum, 377-380, 2009
30. Haraway, Donna, ed., *Primate visions: gender, race and nature in the world of modern science*. New York: Routledge, 1990.
31. Haraway, Donna, "Situated Knowledges" in *Simians, Cyborgs, and Women*. New York: Routledge, 1991.
32. Hayles, N. Katherine, *How We Became Posthuman: Virtual Bodies in Cybernetics, Literature, and Informatics*. Chicago: University Of Chicago Press, 1999.
33. Hayles Katherine, *Nanoculture, implications of the New Technoscience*. Seattle (WA): Amazon, 2004.
34. Hutchison, Clyde, A., Phillips, Sandra, Edgell, Marshall, H., Gillham, Shirley, Jahnke, Patricia and Smith, Michael, «Mutagenesis at a Specific Position in a DNA Sequence» *J. Biol. Chem* 253(18), 1978, 6551-6560.
35. Jackson, David, A., Symons, Robert, H. and Berg, Paul, "Biochemical method for inserting new genetic information into DNA of Simian Virus 40: Circular SV40 DNA molecules containing lambda phage genes and the galactose operon of *Escherichia coli*". *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 69(10), 1972, 2904-2909.
36. Jeremy, Rifkin, *Ο αιώνας της Βιοτεχνολογίας Γενετικό εμπόριο και η αυγή του θαυμαστού καινούργιου κόσμου*. Αθήνα: Νέα Σύνορα-Α.Α. Λιβάνη, 1998.
37. Kac, Eduardo, *Telepresence and Bio Art-Networking Humans, Rabbits and Robots*. Ann Arbor (MI): University of Michigan Press, 2005.
38. Kac, Eduardo, *Signs of Life: Bio Art and Beyond*. Cambridge (MA): MIT Press, 2007.
39. Kandel, Eric, *The Age of Insight: The Quest to Understand the Unconscious in Art, Mind, and Brain, from Vienna 1900 to the Present*. New York: Random House Publishing Group, 2012.
40. Kandinsky, Wasilly, *Για το πνευματικό στην Τέχνη*. Αθήνα: Νεφέλη, 1981
41. Leonardo *Anatomy*, Firenze: Giunti Gruppo Editoriale, 1998.
42. Lippard, Lucy and Chandler, John, "The Dematerialization of Art". *Art International* 12:2, February 1968. Reprinted in Osborne, p. 218, 2002.
43. Lodish, Harvey, Berk, Arnold, Matsudaira, Paul, Kaiser, Chris, A., Krieger, Monty, Scott, Methew, P., Zipurski, Lawrence and Darnell, James, *Molecular Cell Biology 5th Edition*. New York: W. H. Freeman and Company, 2003.
44. Lolas, Fernando, «Bioethics and animal research: A personal perspective and a note on the contribution of Fritz Jahn». *Biol Res.* 41(1), 2008, 119-23.
45. Maley, Charles, D. O., and de C M Saundres, J. B., *Leonardo Da Vinci on the Human Body*. New York: Greenwich House, 1952.
46. Manovich, Lev, *The Language of New Media*. Cambridge (MA): MIT Press, 2001.
47. Marcuse, Herbert, *Ο μονοδιάστατος άνθρωπος*. Αθήνα: Εκδόσεις Παπαζήση, 1971.
48. Martin, Bernice, M., *Routine Cell Culture. Tissue Culture Techniques: An Introduction*. Boston: Birkhäuser, 29-30, 1994.
49. Martins, Vitor, A. P., "Genomic Insights into Oil Biodegradation in Marine Systems". *Microbial Biodegradation: Genomics and Molecular Biology*. Norfolk England: Caister Academic Press, 2008.
50. Miranda, Carolina, A., «Weird Science: Biotechnology as Art Form». ARTnews, Copyright 2013.
51. Pentecost, Claire, In Beatrice, da Costa. *Tactical Biopolitics: Art, Activism and Technoscience*. Cambridge (MA): The MIT Press. p. 110, 2008.



52. Pepperell, Robert, *The post-human condition*. Exeter: Intellect Books, 1997.
53. Picasso, Pablo, *Σκέψεις για την Τέχνη*. Αθήνα: Printa, 2002 σελ. 15.
54. Rattledge, Colin and Kristiansen, Bjørn, *Basic Biotechnology*, Cambridge: University Press, 2006.
55. Russel, Peter J., *iGenetics: A Molecular Approach*. San Francisco: Pearson Education, 2005.
56. Saiki, Randal, K., Scharf, Stephen, Faloona, Fred, Mullis, Kary, B., Horn, Glen, T., Erlich, Henry, A., Arnheim, Norman. (1985). "Enzymatic amplification of beta-globin genomic sequences and restriction site analysis for diagnosis of sickle cell anemia". *Science* 230(4732), 1985, 1350–1354.
57. Sambrook, Joseph and Russel, David W., *Molecular Cloning: A Laboratory Manual (3rd-ed.)*. Cold Spring Harbor (NY): Cold Spring Harbor Laboratory Press, 2001.
58. Sawday, Jonathan, *The Body Embazoned: Dissections and the Human Body in Renaissance Culture*. London and New York: Routledge, 1995
59. Shimomura, Osamu, Johnson, Frank, H., Saiga, Yo, "Extraction, purification and properties of aequorin, a bioluminescent protein from the luminous hydromedusan, *Aequorea*". *J Cell Comp Physiol* 59(3), 1962, 223–39.
60. Spindler, Konrad, translated from the German by Ewald Osers, *The Man in the Ice: The Preserved Body of a Neolithic Man Reveals the Secrets of the Stone Age*, London: Phoenix, 2001.
61. Springham, Derek, G., Moses, Vivian and Cape, Ronald, E., *Biotechnology: The Science and the Business*. Boca Raton (FL): CRC Press. p. 1., 1999.
62. Thieman, William, J. and Palladino, Michael, A. *Introduction to Biotechnology*. San Francisco: Pearson/Benjamin, Cummings, 2008.
63. Tribe, Marc, Reena, Jana, Grosenich, Uta, (ed.), *New Media Art*. Cologne: Taschen, 2009.
64. Tsien, Roger, «The Green Fluorescent Protein». *Annu Rev Biochem*, 67, 1998, 509-44.
65. Watson, James, D., Caudy, Amy, A., Myers, Richard, M., Witkowski, Jan, A., *Ανασυνδυασμένο DNA (Γονίδια και Γονιδιώματα-Μια Συνοπτική Παρουσίαση)*. Αλεξανδρούπολη: Ακαδημαϊκές Εκδόσεις Ι. Μπάσδρα και ΣΙΑ Ο.Ε., 2007.
66. Αργκάν, Τζούλιο, Κάρλο, *Η Μοντέρνα Τέχνη*. Ηράκλειο: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, 2004.
67. Δασκαλοθανάσης, Νίκος, *Από την μινιμαλιστική στην εννοιολογική τέχνη*. Αθήνα: Ανωτάτη Σχολή Καλών Τεχνών, 2006.
68. Μάμφορντ, Λιούις, *Ο Μύθος Της Μηχανής, (Τεχνική και Ανάπτυξη του Ανθρώπου)*. Θεσσαλονίκη: Νησίδες, 2005.
69. Μουζακίτη, Φρύνη, *ΦΟΡΜΑ. Η οπτική Γλώσσα στον Σύγχρονο Σχεδιασμό*. Αθήνα: Εκδόσεις Οδυσσέας, 2003.
70. Τσινόρεμα, Σταυρούλα, Λούης, Κίτσος (επιμ.), *Θέματα Βιοηθικής*. Ηράκλειο: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, 2013.
71. Φιοραβάντες, Βασίλης, *Κοινωνική Θεωρία και Αισθητική*. Αθήνα: Αρμός, 1999.
72. Χατζηγιαννάκη, Άννα, *Η Τέχνη Στην Εποχή Της Βιοτεχνολογικής Επανάστασης in vivo-in vitro*. Αθήνα: Futura, 2006.

## Διαδίκτυοί τόποι

73. Critical Art Ensemble (CAE) Flesh machine.  
<http://www.critical-art.net/books/index.html>
74. Critical Art Ensemble (CAE) Molecular Invasion.  
<http://www.critical-art.net/books/index.html>
75. <http://brandonballengee.com/>
76. [http://en.wikipedia.org/wiki/Biotechnology#cite\\_note-3](http://en.wikipedia.org/wiki/Biotechnology#cite_note-3)
77. <http://www.critical-art.net/MolecularInvasion.html>
78. <http://www.tca.uwa.edu.au/>
79. <http://www.normalflora.co.uk/>
80. <http://artandtech.osu.edu/colloquium/html/catts.html>
81. <http://www.critical-art.net/books.html>
82. [http://www.google.gr/books?hl=el&lr=&id=MXkb4OZMW1oC&oi=fnd&pg=PR5&dq=Tactical+Biopolitics:+Art,+Activism,+and+Technoscience&ots=sXIDjDm1Sh&sig=WbA25g5tnGvdM5Rnvi7Zs-s-8&redir\\_esc=y](http://www.google.gr/books?hl=el&lr=&id=MXkb4OZMW1oC&oi=fnd&pg=PR5&dq=Tactical+Biopolitics:+Art,+Activism,+and+Technoscience&ots=sXIDjDm1Sh&sig=WbA25g5tnGvdM5Rnvi7Zs-s-8&redir_esc=y)
83. <http://artmag.gr/articles/art-thinking/item/4195-art-and-technology>
84. <http://en.wikipedia.org/wiki/Stelarc>
85. <http://www.genome.gov/sequencingcosts/>
86. <http://www.paulvanouse.com/>
87. [http://mr\\_sedivy.tripod.com/iceman3.html](http://mr_sedivy.tripod.com/iceman3.html)
88. [http://en.wikipedia.org/wiki/Henri\\_Breuil](http://en.wikipedia.org/wiki/Henri_Breuil)
89. <http://en.wikipedia.org/wiki/Transhumanism>
90. <http://archimorph.com/2011/01/23/primo-post-human-trans-humanist-culture/>
91. [http://en.wikipedia.org/wiki/International\\_Standard\\_Book\\_Number](http://en.wikipedia.org/wiki/International_Standard_Book_Number)
92. Abdulla, Sara (27 May 1999 "Drought stress". *Nature News*.  
[doi:10.1038/news990527-9](https://doi.org/10.1038/news990527-9)
93. <http://www.robertpepperell.com/Posthum/cont.htm>





