

ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

Σχολή Χημικών Μηχανικών και
Μηχανικών Περιβάλλοντος



**«Πρωτόκολλο της Ναγκόγια και συλλογές
μικροοργανισμών: Υφιστάμενη κατάσταση των
ελληνικών συλλογών μικροοργανισμών,
προβλήματα εφαρμογής και προοπτικές εξέλιξης»**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΙΩΑΝΝΑ ΜΕΤΑΛΛΙΔΟΥ

ΧΑΝΙΑ, 2021

«Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για μη κερδοσκοπικό σκοπό, εκπαιδευτικού ή ερευνητικού χαρακτήρα, με την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για άλλη χρήση θα πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα. Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Πολυτεχνείου Κρήτης».

ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

Σχολή Χημικών Μηχανικών και Μηχανικών Περιβάλλοντος



**«Πρωτόκολλο της Ναγκόγια και συλλογές
μικροοργανισμών: Υφιστάμενη κατάσταση των
ελληνικών συλλογών μικροοργανισμών,
προβλήματα εφαρμογής και προοπτικές εξέλιξης»**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΙΩΑΝΝΑ ΜΕΤΑΛΛΙΔΟΥ

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:

Αναπληρώτρια καθηγήτρια Ευπραξία Μαριά (επιβλέπουσα)
Αναπληρώτρια καθηγήτρια Δανάη Βενιέρη
Αναπληρωτής καθηγητής Τρύφων Δάρας

ΧΑΝΙΑ, 2021

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα διπλωματική εργασία μελετήθηκαν οι μικροοργανισμοί, ως γενετικοί πόροι, από τη σκοπιά της Σύμβασης για τη Βιολογική Ποικιλότητα (ΣΒΠ), του Πρωτοκόλλου της Ναγκόγια (ΠΝ) και του ενωσιακού Κανονισμού 511/2014 για την εφαρμογή του Πρωτοκόλλου στην ΕΕ και τη συμμόρφωση των χρηστών.

Η ΣΒΠ αποτελείται από τρεις βασικούς πυλώνες. Ο πρώτος πυλώνας αναφέρεται στη διατήρηση της βιολογικής ποικιλότητας επιτόπου και εκτός τόπου (*in situ* & *ex situ*), ως κοινό αγαθό για τις επόμενες γενιές. Ο δεύτερος πυλώνας αναφέρεται στη βιώσιμη και αειφόρο χρήση των στοιχείων αυτής και ο τρίτος στον δίκαιο και ισότιμο καταμερισμό των οφελών που προκύπτουν από τη χρησιμοποίηση των γενετικών πόρων ή της συνδεδεμένης με αυτούς παραδοσιακής γνώσης. Ο τρίτος πυλώνας της ΣΒΠ είναι ο πιο εξειδικευμένος και επιδιώκει τη δίκαιη πρόσβαση και ωφέλεια όλων από τη χρήση των γενετικών πόρων, ως εθνική κληρονομιά. Το Πρωτόκολλο της Ναγκόγια και ο ευρωπαϊκός Κανονισμός 511/2014, που τέθηκαν σε ισχύ τον Οκτώβριο 2014, έχουν ως σκοπό να δημιουργήσουν ένα διεθνές και ένα ενωσιακό νομικά δεσμευτικό πλαίσιο, αντίστοιχα, με το οποίο θα καταστεί δυνατή η αποτελεσματική εφαρμογή του τρίτου πυλώνα της ΣΒΠ δηλ. της πρόσβασης και του δίκαιου και ισότιμου καταμερισμού των οφελών από τη χρήση των γενετικών πόρων. Και τα δύο πλαίσια θεσπίζουν κανόνες, που αφορούν την πρόσβαση στους γενετικούς πόρους και τις παραδοσιακές γνώσεις, αλλά και μέτρα για τη συμμόρφωση των χρηστών αυτών. Το Πρωτόκολλο έχει κυρωθεί από 129 χώρες, συμπεριλαμβανομένης και της ελληνικής κύρωσης, τον Ιούνιο του 2019.

Σύμφωνα με τη ΣΒΠ και το Πρωτόκολλο, ως γενετικοί πόροι νοούνται φυτά, ζώα ή μέρη αυτών καθώς και μικροοργανισμοί (ιοί, βακτήρια, μύκητες κ.ά.), που φέρουν γενετικό υλικό εν δυνάμει χρήσιμο και αξιοποιήσιμο από τον άνθρωπο και βρίσκονται σε φυσικές συνθήκες ή/και σε εκτός τόπου συλλογές διατήρησης (λ.χ. Βοτανικοί Κήποι, Τράπεζες Γενετικού Υλικού, Συλλογές Μικροοργανισμών κ.ά.).

Είναι σαφές ότι οι γενετικοί πόροι έχουν τεράστια αξία για τον άνθρωπο και την εξελικτική του πορεία. Ειδικότερα, οι μικροοργανισμοί, που είναι σημαντικότεροι γενετικοί πόροι, έχουν συμβάλει μεταξύ άλλων, στην οξυγόνωση της γης, άρα και τις αερόβιες συνθήκες που επέτρεψαν την ανάπτυξη του ανθρώπου.

Οι ιδιότητές τους αποτελούν αντικείμενο έρευνας και ανάπτυξης ποικίλων επιστημονικών πεδίων, συμπεριλαμβανομένων της ιατρικής, της γεωπονίας, της απορρύπανσης των οικοσυστημάτων, της βιοτεχνολογίας, της βιοενέργειας κ.ά.. Αξιοποιούνται επίσης και για εμπορικούς σκοπούς και καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών προϊόντων (φαρμακευτικά και αγροτικά, βιοκαύσιμα, καλλυντικά, τρόφιμα, ποτά, εμβόλια κ.ά.).

Οι συλλογές που διατηρούν μικροοργανισμούς εκτός των φυσικών τους οικοσυστημάτων (*ex situ* συλλογές), παίζουν ζωτικό ρόλο στη μελέτη, την αναπαραγωγή τους και στην ανάπτυξη νέων προϊόντων.

Η τεράστια αξία των συλλογών μικροοργανισμών αποτυπώνεται στην παρούσα διπλωματική, σε συνεργασία με τους κατόχους τους, που απάντησαν στα δοθέντα ερωτηματολόγια. Η επεξεργασία των απαντήσεων έγινε με στατιστικές μεθόδους και

προέκυψαν πολλά και ενδιαφέροντα συμπεράσματα. Το επίπεδο γνώσης των Ελλήνων κατόχων συλλογών μικροοργανισμών για τη ΣΒΠ και το ΠΝ είναι υψηλό, σε αντίθεση με εκείνο για τον ενωσιακό Κανονισμό που είναι χαμηλό. Την ίδια στιγμή διαπιστώνεται έλλειμμα ως προς την εξοικείωση με τα πρακτικά ζητήματα του Πρωτοκόλλου, λόγω της μειωμένης ενασχόλησής τους με την εμπορική αξιοποίηση των μικροοργανισμών. Σημαντικό είναι επίσης το έλλειμμα γνώσης της εθνικής νομοθεσίας αδειοδότησης της έρευνας για τους γενετικούς πόρους, συμπεριλαμβανομένων των μικροοργανισμών. Από την άλλη, θετικό είναι το κλίμα για βελτίωση της συνεργασίας μεταξύ των κατόχων συλλογών μικροοργανισμών σε εθνικό και διεθνές επίπεδο, αλλά και για την καταγραφή των συλλογών στο Εθελοντικό Μητρώο Συλλογών, που προτρέπει ο Κανονισμός 511/2014.

ABSTRACT

In the present dissertation microorganisms were studied as genetic resources, in the frame of the Convention on Biological Diversity (CBD), the Nagoya protocol (NP) and the European Regulation 511/2014.

CBD consists of three main pillars. The first one concerns the conservation of the biological diversity, in situ and ex situ, as a public good, the second one the sustainable use of its components and the third the fair and equitable benefit sharing arising from the utilization of the genetic resources and the associated traditional knowledge. The third pillar of CBD is the most specialized and seeks the fair access and benefit from the use of genetic resources, as a national heritage. The Nagoya Protocol and the European Regulation 511/2014, which entered into force in October 2014, aim to introduce an international and a European framework, respectively, which will enable the effective implementation of the third pillar of CBD. Both frameworks establish rules for access to genetic resources and associated traditional knowledge, as well as measures for the compliance of these users. The Protocol has been ratified by 129 countries, including the Greek ratification, in June 2019.

According to the CBD and the Protocol, genetic resources are defined as plants, animals or parts thereof, as well as microorganisms (viruses, bacteria, fungi, etc.), which carry genetic material potentially useful for humans and are found in natural conditions or / and in ex situ conservation collections (e.g., Botanical Gardens, Microorganisms Collections etc)

It is commonly accepted that genetic resources have a great importance for the human kind, during its evolution. Especially microorganisms, which are also significant genetic resources, have played a great role throughout human history.

Their properties are subjects of research and development in various scientific fields, including medicine, agriculture, ecosystem decontamination, biotechnology, bioenergy, etc. They are also used for commercial purposes and cover a wide range of product applications (pharmaceuticals and, biofuels, cosmetics, food, beverages, vaccines, etc.).

Collections that maintain microorganisms outside their natural ecosystems (ex situ collections), play a vital role in their study, reproduction and development of new products.

The enormous value of the collections of microorganisms is given in the present dissertation. The owners of the Greek collections answered quite a large number of questions. The answers were processed by statistical methods and many interesting conclusions emerged. The level of knowledge of the Greek owners of collections of microorganisms for the CBD, and the NP is quite high, in contrast with the EU Regulation, which is low. At the same time, there is a lack of familiarity as regards the practical issues of the Protocol, due to their low involvement with their commercial use. There is also significant lack of knowledge on national research legislation, concerning licensing on genetic resources, which includes microorganisms. They also seem to be positive in the improvement of cooperation with both native and foreign owners of collections. They would also think positive about collaborating with the Voluntary Register of Collections, which the EU Regulation 511/2014 suggests.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω την επιβλέπουσα καθηγήτριά μου, κ. Ευπραξία Μαριά, για την ανάθεση αυτής της διπλωματικής εργασίας. Όχι μόνο ήταν μια εξαιρετικά ενδιαφέρουσα και καινοτόμα διπλωματική, αλλά μου έδωσε γνώσεις επί ενός πολύ σύγχρονου και ανερχόμενου Πρωτοκόλλου. Την ευχαριστώ θερμά για την υποστήριξη, την καθοδήγηση και την εμπιστοσύνη που μου έδειξε αναθέτοντάς μου το παρόν θέμα, σε ένα χρονικό πλαίσιο το οποίο ήταν γεμάτο δυσκολίες. Φυσικά, η παρούσα διπλωματική δεν θα μπορούσε να υλοποιηθεί χωρίς τη βοήθεια της κυρίας Βενιέρη και του κυρίου Δάρα. Η πρώτη ήταν εξαιρετικά βοηθητική και δεκτική να συμμετάσχει ενεργά και πολύ βοηθητικά σε ένα θέμα με πολλαπλά πεδία ενδιαφέροντος, το οποίο μάλιστα ήταν και νέο για τα ελληνικά δεδομένα. Καθοριστική ήταν και η βοήθεια του κυρίου Δάρα, ο οποίος και έδωσε γρήγορες και αποτελεσματικές λύσεις τόσο στο σκέλος της στατιστικής επεξεργασίας των ερωτηματολογίων, όσο και στην αρχική τους σύσταση. Ειδικά λόγω των συνθηκών της πανδημίας, του μεγάλου φόρτου εργασίας και των δυσκολιών, θέλω να εκφράσω τις θερμότερες ευχαριστίες μου προς όλους. Ευχαριστώ επίσης όποιον άλλο με βοήθησε κατά τη συγγραφή της διπλωματικής, τόσο πρακτικά όσο και συναισθηματικά.

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	1
ABSTRACT	3
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	4
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ	8
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ	9
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ	10
1 Κεφάλαιο 1ο	11
1.1 Οι γενετικοί πόροι και οι μικροοργανισμοί	11
1.1.1 Οι γενετικοί και φυτογενετικοί πόροι	11
1.1.2 Οι μικροοργανισμοί και οι τύποι αυτών	14
1.1.3 Η σημασία των μικροοργανισμών στη διατήρηση της φυτικής βιοποικιλότητας	19
1.2 Οι συλλογές μικροοργανισμών	20
1.2.1 Η δημιουργία συλλογών μικροοργανισμών και η χρησιμότητά τους στη διατήρηση, επεξεργασία και μελέτη μικροοργανισμών	20
1.2.2 Οι μικροοργανισμοί στα τρόφιμα και στα καλλυντικά	23
1.2.3 Οι μικροοργανισμοί στη βιοτεχνολογία και την ιατρική	25
1.3 Η σημασία και η χρησιμότητα των μικροοργανισμών για τον άνθρωπο	29
1.3.1 Οι μικροοργανισμοί στο πλαίσιο της κοινής κληρονομιάς για την ανθρωπότητα	29
1.3.2 Οι μικροοργανισμοί και η σημασία τους στις ανθρώπινες δραστηριότητες	30
1.3.3 Η σημασία των συλλογών για την καλύτερη κατανόηση και χρήση των ιδιοτήτων των μικροοργανισμών και η ανάγκη διαφύλαξής τους	31
2 Κεφάλαιο 2ο	33
2.1 Εργαστήρια κατοχής και μελέτης μικροοργανισμών	33
2.1.1 Η αξιοποίηση των γνώσεων βιολογίας και η δημιουργία των εργαστηρίων	33
2.1.2 Η εργαστηριακή μελέτη και οι συλλογές των μικροοργανισμών	35
2.1.3 Μελλοντικές προοπτικές εργαστηρίων για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας, την ανάπτυξη και τη χρησιμοποίηση μικροοργανισμών ...	36
2.2 Κατάταξη εργαστηρίων	37
2.2.1 Κατάταξη των εργαστηρίων και επιτρεπόμενες συλλογές μικροοργανισμών	37
2.2.2 Οι συλλογές μικροοργανισμών και η πρακτική εφαρμογή των ιδιοτήτων τους στην καθημερινότητα	38

3	Κεφάλαιο 3°	40
3.1	Οι μικροοργανισμοί ως γενετικοί πόροι και οι ιδιαιτερότητές τους έναντι άλλων γενετικών πόρων	40
3.2	Οι μικροοργανισμοί από τη σκοπιά του διεθνούς δικαίου	41
3.2.1	Εισαγωγή στους όρους του δίκαιου και ισότιμου καταμερισμού των οφελών από τη χρησιμοποίηση των γενετικών πόρων και των αμοιβαία αποδεκτών όρων	41
3.2.2	Η Σύμβαση για τη Βιολογική Ποικιλότητα	44
3.2.3	Το Πρωτόκολλο της Ναγκόγια και οι λόγοι θεσμοθέτησής του	47
3.2.3.1	Το περιεχόμενο του Πρωτοκόλλου και η σημασία του στην επιστημονική έρευνα	47
3.2.3.2	Το πεδίο εφαρμογής του Πρωτοκόλλου και οι κεντρικές ρυθμίσεις για την Πρόσβαση και τον Καταμερισμό των Οφελών (ΠΚΟ, Access and Benefit Sharing, ABS)	49
3.2.4	Η εφαρμογή του Πρωτοκόλλου της Ναγκόγια στην ΕΕ	51
3.2.5	Η περίπτωση των μικροοργανισμών και το Πρωτόκολλο της Ναγκόγια	52
3.2.6	Οι συλλογές σύμφωνα με τον Κανονισμό 511/2014 και τον εκτελεστικό Κανονισμό 1866/2015	56
3.2.7	Οι ιδιαιτερότητες εφαρμογής του Πρωτοκόλλου και του Κανονισμού ΠΚΟ στη βασική έρευνα των συλλογών για τους μικροοργανισμούς	57
3.3	Η έναρξη ισχύος του Πρωτοκόλλου της Ναγκόγια στην Ελλάδα με τον κυρωτικό νόμο 4617/2019 και η ΚΥΑ εφαρμογής του Κανονισμού 511/2014	59
4	Κεφάλαιο 4°	59
4.1	Ερωτηθέντα εργαστήρια και ερωτηματολόγιο	59
4.1.1	Σκοπός ερωτήσεων στα εργαστήρια	60
4.1.2	Συνοπτική επεξήγηση ερωτηματολογίου	60
4.2	Παρουσίαση του ερωτηματολογίου	61
5	Κεφάλαιο 5°	67
5.1	Αποτελέσματα	67
5.1.1	Στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων	67
5.1.2	Παρουσίαση αποτελεσμάτων ερωτηματολογίου	68
5.2	Προβλήματα εφαρμογής	80
5.2.1	Υφιστάμενη κατάσταση και διερεύνηση μελλοντικών τάσεων ελληνικών συλλογών μικροοργανισμών	80
5.2.2	Προβλήματα εφαρμογής εθνικής νομοθεσίας	81
5.3	Προοπτικές εξέλιξης και προτάσεις βελτίωσης	82
5.3.1	Προοπτικές εξέλιξης ελληνικών συλλογών μικροοργανισμών σε εθνικό πλαίσιο	82

5.3.2	Προτάσεις βελτίωσης υπάρχουσας κατάστασης και εναρμόνιση με το εθνικό και διεθνές δίκαιο	82
5.3.3	Διερεύνηση τάσεων για συμμετοχή των κατόχων συλλογών μικροοργανισμών στο Εθελοντικό Μητρώο του Κανονισμού 511/2014 και προϋποθέσεις συμμετοχής	84
5.3.4	Διερεύνηση τάσεων για συμμετοχή των κατόχων συλλογών μικροοργανισμών στο Εθελοντικό Μητρώο του Κανονισμού 511/2014 και προϋποθέσεις συμμετοχής	84
6	Κεφάλαιο 6°	85
6.1	Προκύπτοντα συμπεράσματα	85
6.2	Η μελλοντική εξέλιξη και οι προοπτικές συνεργασίας των εργαστηρίων υπό το πρίσμα του Πρωτοκόλλου της Ναγκόγια	87
7	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	90
7.1	ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	90
7.2	ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	90
7.3	ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ	95

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Βήματα προς μια δίκαιη και βιώσιμη διαδρομή για ανάπτυξη προϊόντων υπό ABS (Heinrich & Hesketh, 2019).....55

Πίνακας 2: "Διαδρομή" απόκτησης διεθνούς αναγνωρισμένου πιστοποιητικού για χρήση γενετικών πόρων (Με στοιχεία από: (Beck, 2019)).....56

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 1: Είδη μικροοργανισμών εργαστηρίων (Ιδία Επεξεργασία).....	68
Διάγραμμα 2: Επικινδυνότητα βιολογικών παραγόντων (Ιδία Επεξεργασία).	69
Διάγραμμα 3: Γνώση εργαστηρίων για τη ΣΒΠ ή/και του Πρωτοκόλλου Ναγκόγια (Ιδία Επεξεργασία).	70
Διάγραμμα 4: Ποσοστό διατήρησης συλλογών μικροοργανισμών σύμφωνα με τη Σύμβαση για τη Βιολογική Ποικιλότητα (Ιδία Επεξεργασία).	71
Διάγραμμα 5: Ποσοστό που διατηρεί το γενετικό υλικό των μικροοργανισμών σε ξεχωριστή συλλογή (Ιδία Επεξεργασία).	71
Διάγραμμα 6: Ποσοστά συλλογών για ερευνητικούς ή εμπορικούς σκοπούς (Ιδία Επεξεργασία).	72
Διάγραμμα 7: Επίπεδο γνώσης εργαστηρίων δικαιωμάτων, υποχρεώσεων και Αμοιβαία Αποδεκτών Όρων χρησιμοποίησης γενετικών πόρων (Ιδία Επεξεργασία).	72
Διάγραμμα 8: Επίπεδο γνώσης ελληνικής νομοθεσίας αδειοδότησης συλλογών μικροβίων και προαγωγή της έρευνας (Ιδία Επεξεργασία).	73
Διάγραμμα 9: Επίπεδο γνώσης Κανονισμού 511/2014 και μελλοντικές τάσεις κατάρτισης του εργαστηριακού προσωπικού (Ιδία Επεξεργασία).....	74
Διάγραμμα 10: Επίπεδο γνώσης ελληνικών εργαστηρίων της ΚΥΑ και του Κυρωτικού Νόμου ενσωμάτωσης του Πρωτοκόλλου Ναγκόγια (Ιδία Επεξεργασία).	74
Διάγραμμα 11: Επίπεδο εξασφάλισης δικαιωμάτων κατόχων συλλογών μικροοργανισμών (Ιδία Επεξεργασία).	75
Διάγραμμα 12: Επίπεδο γνώσεων ως προς το Εθελοντικό Μητρώο Συλλογών Μικροοργανισμών (Ιδία Επεξεργασία).	75
Διάγραμμα 13: Διερεύνηση τάσεων καταγραφής συλλογών και γνώση πλατφόρμας DECLARE (Ιδία Επεξεργασία).	76
Διάγραμμα 14: Μέσα παροχής μικροοργανισμών (Ιδία Επεξεργασία).	76
Διάγραμμα 15: Τυπικές διαδικασίες μεταφοράς δειγμάτων (SMTAS) γενετικών πόρων (Ιδία Επεξεργασία).	77
Διάγραμμα 16: Δίκτυο συνεργασίας και γνώση ελληνικών συλλογών μικροοργανισμών (Ιδία Επεξεργασία).	78
Διάγραμμα 17: Ανταλλαγή δειγμάτων μεταξύ συλλογών του εσωτερικού και του εξωτερικού και άδεια πρόσβασης σε εγχώριους μικροοργανισμούς (Ιδία Επεξεργασία).	78
Διάγραμμα 18: Ποσοστό που υπέγραψε ΑΑΟ και SMTAS κατά την ανταλλαγή γενετικού υλικού (Ιδία Επεξεργασία).	79

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Χάρτης περιοχών προέλευσης γενετικών πόρων του EURISCO (Map created by QGIS v2.18.14, data as of 2019-09-02) (Weise et al., 2017).	14
Εικόνα 2: Σύνοψη της ζωής στη Γη μέσα στον χρόνο (Michael T. Madigan, Kelly S. Bender, Daniel Hezekiah Buckley, W. Matthew Sattley, 2012).	15
Εικόνα 3: Οι τρεις επικράτειες των κυτταρικών οργανισμών είναι τα Βακτήρια, τα Αρχαία και τα Ευκάρυα. Τα Αρχαία και τα Ευκάρυα απέκλιναν μεταξύ τους πολύ πριν την εμφάνιση εμπύρηνων κυττάρων. LUCA: τελευταίος καθολικός κοινός πρόγονος.(Michael T. Madigan, Kelly S. Bender, Daniel Hezekiah Buckley, W. Matthew Sattley, 2012)	16
Εικόνα 4: Ταξινόμηση οργανισμών (Βαγενάς, 2009).	16
Εικόνα 5: Αριστερά- αμοιβάδα. Δεξιά- τριχομονάδα (Βαγενάς, 2009).	18
Εικόνα 6: Πάγος με ροζ άλγη στις Άλπεις (LIFO, n.d.).	18
Εικόνα 7: Ρόλος μικροοργανισμών σε θαλάσσια και χερσαία οικοσυστήματα(Cavicchioli et al., 2019).	20
Εικόνα 8: Το φυλογενετικό δέντρο της ζωής (Michael T. Madigan, Kelly S. Bender, Daniel Hezekiah Buckley, W. Matthew Sattley, 2012).	22
Εικόνα 9: Συμβολή των βημάτων εργασίας και οικονομικών στοιχείων της απομόνωσης και διατήρησης μικροβιακών πόρων (Stromberg et al., 2013).	23
Εικόνα 10: Χρήσεις συγκεκριμένων μικροοργανισμών στα καλλυντικά και η λευκαντική τους δράση (Peyrat et al., 2019)	25
Εικόνα 11: Χρήσεις συγκεκριμένων μικροοργανισμών στα καλλυντικά, η αντιοξειδωτική τους δράση και προστασία από την υπεριώδη ακτινοβολία (Peyrat et al., 2019)	25
Εικόνα 12: Ποσοστά θνησιμότητας για τα κυριότερα αίτια θανάτου στις ΗΠΑ το 1900 και σήμερα(Michael T. Madigan, Kelly S. Bender, Daniel Hezekiah Buckley, W. Matthew Sattley, 2012)	28
Εικόνα 13: Διάφορες χρήσεις αυτόχθονων μικροοργανισμών (Lakshman & Sai, 2015).	31
Εικόνα 14: Ροή εργασιών για τη δημιουργία αλληλουχίας νέου στελέχους από το Παγκόσμιο Κέντρο Δεδομένων για Μικροοργανισμούς (Wu & Ma, 2019).	33
Εικόνα.15: Έννοιες κλειδιά της χρήσης γενετικών πόρων μετά το 1992 (Μαριά, 2017)	43
Εικόνα 16:Διαδικασία έρευνας γενετικών πόρων βάση του Πρωτοκόλλου της Ναγκόγια και της Σύμβασης για τη Βιολογική Ποικιλότητα (Overmann & Scholz, 2017).	49
Εικόνα 17: Οι χώρες που έχουν υπογράψει και επικυρώσει το Πρωτόκολλο Ναγκόγια.	51
Εικόνα 18: Διάγραμμα ροής για νόμιμη χρήση μικροβιακού δείγματος από ενδιαίτημα (Yurkov et al., 2019).	58

1 Κεφάλαιο 1ο

1.1 Οι γενετικοί πόροι και οι μικροοργανισμοί

1.1.1 Οι γενετικοί και φυτογενετικοί πόροι

Ο άνθρωπος από την αρχή της δημιουργίας του ήταν απόλυτα εξαρτώμενος από τη φύση και το περιβάλλον. Η ζωή του και η εξέλιξή του βασιζόταν και εξαρτάται και σήμερα σε μεγάλο βαθμό από τη λειτουργία του περιβάλλοντος και των οικοσυστημάτων. Η ύπαρξη νερού, η ανάπτυξη φυτών και η σχετικά σταθερή θερμοκρασία της Γης, μεταξύ άλλων πολύ σημαντικών παραγόντων, ήταν που του επέτρεψαν να αναπτυχθεί. Η τεράστια αξία και σύνδεση μεταξύ φύσης και ανθρώπου είναι και ο λόγος που τη μελετά σε βάθος. Ο άνθρωπος συμπέρανε από πολύ νωρίς πως μπορούσε να χρησιμοποιήσει προς όφελός του την ποικιλία αυτή του περιβάλλοντος. Κατανάλωνε κάποιους από τους καρπούς και τα ζώα που έβρισκε, ενώ συνειδητοποίησε ότι αρκετά φυτά είχαν φαρμακευτικές ιδιότητες. Αργότερα, καθώς αναπτυσσόταν, όλο και περισσότερο διαπίστωνε πόσο ωφέλιμη του ήταν όλη αυτή η ποικιλία ζωντανών οργανισμών. Σήμερα, όχι μόνο επωφελείται από καρπούς και σπορά αγροτικών προϊόντων, αλλά μελετά σε βάθος τόσο το περιβάλλον όσο και τους ζωντανούς οργανισμούς που το αποτελούν. Η ευημερία των διαφόρων οικοσυστημάτων σχετίζεται άρρηκτα και με τη δική του ευημερία και ανάπτυξη.

Η κατανόηση και μελέτη του περιβάλλοντος περιλαμβάνει όλους τους ζωντανούς οργανισμούς χερσαίων, υδατικών και άλλων συστημάτων, δηλαδή όλη τη βιολογική ποικιλότητα. Η έννοια «γενετικοί πόροι» περιλαμβάνει οποιοδήποτε υλικό βιολογικής προέλευσης ή οποιοδήποτε τμήμα του που φέρει γενετικό υλικό με εν δυνάμει αξία για τον άνθρωπο και που βρίσκεται στο έδαφος, στο νερό, στον αέρα και σε κάθε σημείο σε φυσικές συνθήκες ή/και σε εκτός τόπου συλλογές διατήρησης (λ.χ. Βοτανικοί Κήποι, Τράπεζες Γενετικού Υλικού όπως Τράπεζες Σπόρων, Συλλογές Μικροβίων κ.ά.) (Μαριά, 2021). Ο όρος γενετικοί πόροι εμφανίζεται για πρώτη φορά στις αρχές του 1970, και αφορούσε γεωργικά φυτά (Deplazes-Zemp, 2018). Η ποικιλία των γενετικών πόρων επηρεάζει την εξέλιξη και τις συνθήκες ανάπτυξης του ανθρώπου. Συνεπώς, η ύπαρξη ενός συγκεκριμένου φυτικού είδους, αλλά και η παρουσία ενός μικροοργανισμού στο περιβάλλον, επηρεάζουν τον άνθρωπο.

Οι γενετικοί πόροι συνδέονται επιπρόσθετα και με την πολιτισμική διαδρομή του και με την ανθρώπινη υγεία (Μαριά, 2017). Η εξέλιξη της τεχνολογίας έχει παίξει καθοριστικό ρόλο στην εκμετάλλευσή τους. Ο άνθρωπος κατέληξε γρήγορα στο συμπέρασμα πως πρέπει να διατηρήσει αλλά και να προστατεύσει τη βιοποικιλότητα που αυτοί του προσέφεραν. Κομβικό κομμάτι σε αυτή τη συνειδητοποίηση αποτελεί η πρακτική εφαρμογή της χρήσης γενετικών πόρων στην καθημερινότητα (Deplazes-Zemp, 2018). Χρησιμοποιούνται από ένα τεράστιο φάσμα χρηστών για επιστημονική έρευνα και εμπορική εκμετάλλευση. Τα τρόφιμα, τα ποτά, τα αγροτικά και φαρμακευτικά προϊόντα είναι μερικά μόνο παραδείγματα εκμετάλλευσης γενετικών πόρων από τον άνθρωπο (Μαριά, 2017). Η εξέλιξη της επιστήμης της βιολογίας έχει παίξει κομβικό ρόλο στη μελέτη των γενετικών πόρων (Μαριά, 2021). Οι βιολόγοι εργάζονται με γενετικούς πόρους και ήταν από τους πρώτους που διαπίστωσαν την αξία τους, αλλά και την αξία της βιοποικιλότητας. Οι γενετικοί πόροι προσφέρουν

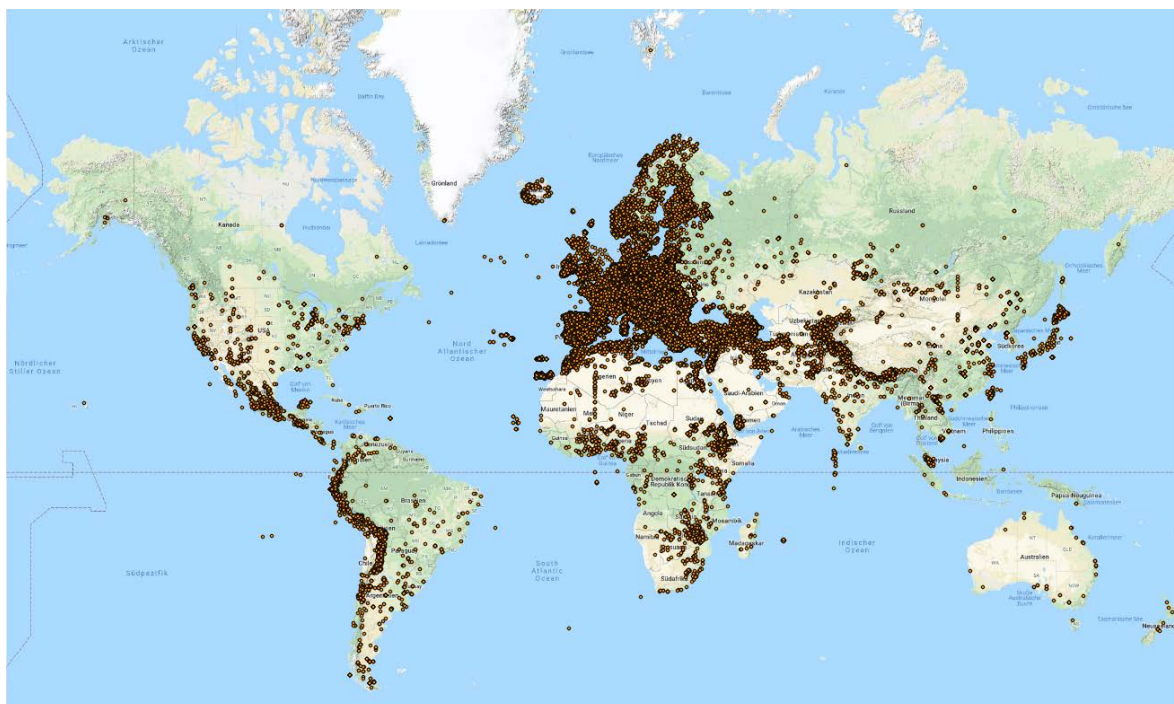
θεωρητικές αλλά και πρακτικές γνώσεις, για τη λειτουργία του περιβάλλοντος, των οικοσυστημάτων και των ζωντανών οργανισμών ή και τμημάτων αυτών, που τα απαρτίζουν (Deplazes-Zemp, 2018). Με τη συνεχή και εκτενέστερη μελέτη τους, έχει προαχθεί και θα συνεχίσει να προάγεται η έρευνα, η καινοτομία και η ανακάλυψη νέων δυνατοτήτων τους (Sette et al., 2013). Πολλές επιχειρηματικές δραστηριότητες προκύπτουν από τη βασική έρευνα, την εμπορική έρευνα και τη διάθεση υπηρεσιών που σχετίζονται με τη βιολογία και άλλους επιστημονικούς τομείς, σε συνεργασία με τη φύση. Βασικό πεδίο μελέτης αποτελούν οι γενετικοί πόροι στο πλαίσιο των καλλιεργειών, προκειμένου να βελτιωθεί η φυτική αναπαραγωγή. Επιπλέον, πραγματοποιείται εξειδικευμένη έρευνα που στοχεύει στην «αναζήτηση βιοχημικών και γενετικών πληροφοριών στη φύση, για την ανάπτυξη εμπορικών προϊόντων». Ακόμη, σημαντική είναι και η βασική έρευνα βιολογικών δειγμάτων, προκειμένου να προσδιοριστεί και κατανοηθεί σε βάθος η χρήση τους. Δίνεται έμφαση στη συλλογή πληροφοριών και την απόκτηση νέας γνώσης, αρχικά σε θεωρητικό και πιθανόν μελλοντικά σε πρακτικό επίπεδο (Deplazes-Zemp, 2018).

Όπως προαναφέρθηκε, ο όρος γενετικοί πόροι εμφανίστηκε τη δεκαετία του 1970. Το 1975 ο [Jack Harlan](#) υποστήριξε ότι οι τάσεις της εποχής αναφορικά με την καλλιέργεια είχαν ως αποτέλεσμα τη μείωση των καλλιεργούμενων ποικιλιών. Τόνισε τότε τη σημασία διατήρησης των υπαρχόντων ειδών καλλιέργειας σε συλλογές, με σκοπό να διατηρηθεί η γενετική ποικιλομορφία. Επίσης, το 1974 ιδρύθηκε το Διεθνές Συμβούλιο Φυτικών Γενετικών Πόρων (IBPGR), ενώ το 1984 ο Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας (FAO) ίδρυσε την Επιτροπή Γενετικών Πόρων για τη Διατροφή και τη Γεωργία (Deplazes-Zemp, 2018). Οι φυτογενετικοί πόροι περιλαμβάνουν όλη την ποικιλότητα των φυτών, άγριων και μη. Ενδιαφερόμαστε για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας αυτών για λόγους που αφορούν το περιβάλλον και την εύρυθμη λειτουργία των οικοσυστημάτων, όπως και για οικονομικά οφέλη που μπορούν να προκύψουν από τη χρήση και επεξεργασία τους (Davis et al., 2015). Παρόλα αυτά, τείνουμε να προσανατολιζόμαστε περισσότερο στους γενετικούς πόρους που αφορούν τη διατροφή και τη γεωργία, καθώς αυτοί έχουν άμεσο αντίκτυπο στην ανθρώπινη ζωή και τον τρόπο ζωής.

Ως φυτογενετικοί πόροι για τη διατροφή και τη γεωργία νοείται κάθε γενετικό υλικό φυτικής προέλευσης που έχει πραγματική ή δυνητική αξία για τη διατροφή και τη γεωργία (Λιμνίου, 2017). Από τον ορισμό των φυτογενετικών πόρων μπορεί κανείς να συμπεράνει το πόσο σημαντικοί αυτοί είναι για την επιβίωση του ανθρώπου και όχι μόνο. Οι φυτογενετικοί πόροι αποτελούν μεγάλο κομμάτι της βιοποικιλότητας του πλανήτη και καθορίζουν την ανάπτυξη των οικοσυστημάτων.

Η προσπάθεια διατήρησης και εκμετάλλευσης των φυτογενετικών πόρων ξεκινάει από το 18^ο αιώνα. Τότε, μέσω του εμπορίου στόχος ήταν η πώληση κερδοφόρων προϊόντων, όπως των κόκκων κακάο, στις αναδυόμενες αγορές. Μετέπειτα, ακολούθησε η σπορά συγκεκριμένων φυτών σε βοτανικούς κήπους, μερικά εξ αυτών μάλιστα είχαν γνωστές φαρμακευτικές ιδιότητες. Το 1900 προτάθηκε ένα πρώτο θεωρητικό πλαίσιο για τη συστηματική αναπαραγωγή φυτών με συγκεκριμένη παραγωγική αξία. Αυτό με τη σειρά έδωσε το έναυσμα για να ξεκινήσουν προσπάθειες καταγραφής των διαφόρων ποικιλιών ειδών καλλιέργειας, αλλά και άγριων καλλιεργειών, ενώ ο όρος φυτογενετικοί πόροι για τη διατροφή εμφανίζεται στη βιβλιογραφία πρώτη φορά το 1965 (Gollin, 2020). Η αύξηση του πληθυσμού τις τελευταίες δεκαετίες, καθώς και το μοντέλο διατροφής που ακολουθείται από μεγάλο ποσοστό του πληθυσμού σήμερα, έχουν αυξήσει σε μεγάλο βαθμό τις απαιτήσεις για τροφή. Η τροφή προέρχεται είτε από φυτικούς πόρους, όπως τα καλλιεργούμενα

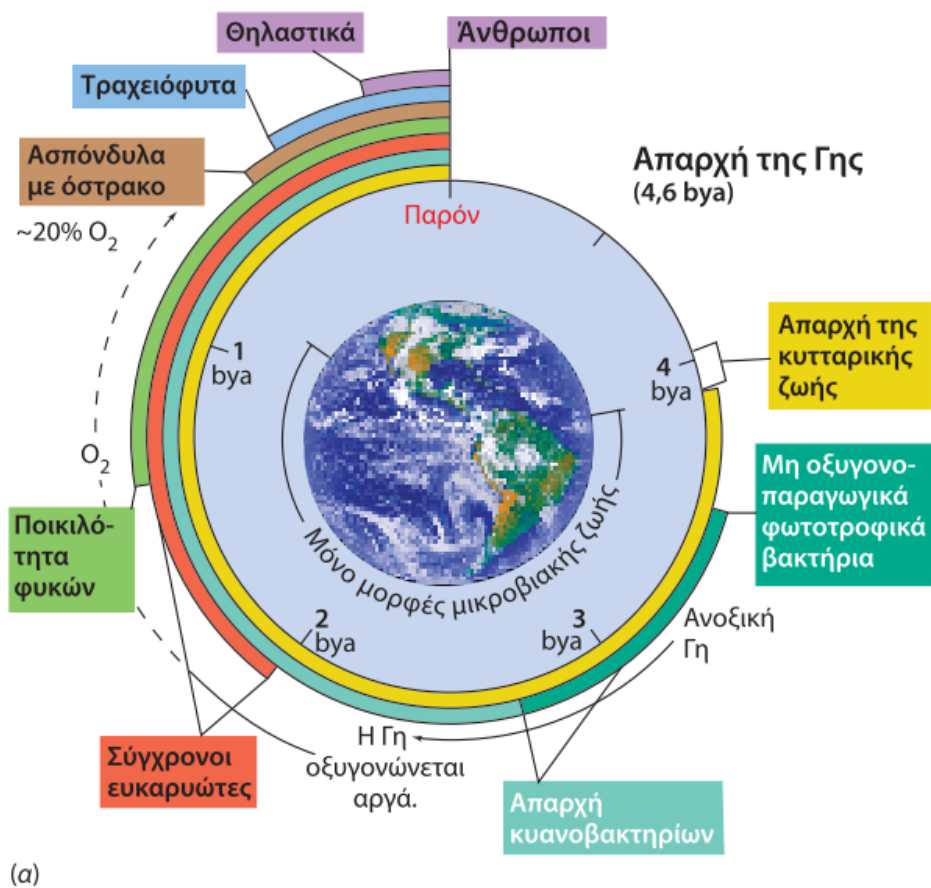
αγροτικά είδη, είτε από ζωικά προϊόντα. Η αύξηση της κατανάλωσης ζωικών προϊόντων έχει οδηγήσει και σε ανάλογη αύξηση φυτικών, προκειμένου να ικανοποιηθούν οι επισιτιστικές ανάγκες. Η αναπαραγωγή νέων φυτών για τη διατροφή ανθρώπου και ζώων απαιτεί πρόσβαση σε μεγάλο όγκο πληροφοριών, απαραίτητων για την κάλυψη των αναγκών (Smyth et al., 2020). Ειδικά σήμερα, εκτός από την αύξηση του πληθυσμού οι φυτογενετικοί πόροι κινδυνεύουν και από την επιβάρυνση και υποβάθμιση του περιβάλλοντος αλλά και την αύξηση της θερμοκρασίας. Επίσης, η βιομηχανοποίηση και η μετακίνηση του πληθυσμού σε μεγάλες πόλεις επηρεάζει τις καλλιέργειες (Roa et al., 2016). Σημαντικοί παράγοντες είναι η ερημοποίηση των εδαφών, όπως και ο απαιτούμενος και ολοένα αυξανόμενος χώρος καλλιεργειών για την κάλυψη των αναγκών ανθρώπων και ζώων. Η βιώσιμη καλλιέργεια στελεχών που αντέχουν σε ξηρές συνθήκες περιβάλλοντος όλο και αναπτύσσεται (Weise et al., 2020). Αντιστοίχως, αυξάνεται και η απαιτούμενη πληροφορία για τον τύπο αυτό των καλλιεργειών. Μας ενδιαφέρει επίσης η αποδοτική σπορά αγροτικών προϊόντων, η αντοχή τους σε μεταβαλλόμενες περιβαλλοντικές συνθήκες καθώς και σε ασθένειες. Η μελέτη και διατήρηση αυτή των φυτογενετικών πόρων επιτυγχάνεται με τη χρήση της τεχνολογίας, η οποία και περιλαμβάνει όλα τα εργαλεία και τις μεθόδους που δύναται να βελτιώσουν τη χρήση γενετικών πόρων. Ακόμη, η ψηφιακή καταγραφή αυτών μπορεί να συνεισφέρει στη διατήρηση και την εκμετάλλευσή τους, γεγονός που αποδεικνύεται από την ύπαρξη πολλών βάσεων δεδομένων που τους αφορά (Gollin, 2020). Ειδικά στην Ευρώπη, γίνεται καταγραφή όχι μόνο πολλών ποικιλιών αυτών, αλλά και συγκεκριμένων ιδιοτήτων με άμεσο ενδιαφέρον, όπως η αντοχή στην ξηρασία και η αντίστασή τους σε ασθένειες. Παγκοσμίως, υπάρχουν πάνω από 1800 τράπεζες γενετικού υλικού, οι οποίες και παίζουν βασικό ρόλο στη διατήρηση της βιοποικιλότητας και της μακροπρόθεσμης συντήρησης των γενετικών πόρων (Weise et al., 2020). Στόχος τους είναι τόσο η παρακολούθηση και διατήρηση αυτών, όπως και η πώληση στελεχών για αγροτικές χρήσεις. Οι σημερινές απαιτήσεις για αειφόρο παραγωγή πρώτων υλών αυξάνουν ακόμη περισσότερο το ρόλο και την ανάγκη για σωστή καταγραφή και εκμετάλλευση γενετικών πόρων, με βιώσιμες μεθόδους. Συνεπώς, ο ρόλος της τεχνολογίας στην προκειμένη περίπτωση είναι διπλός, αφού αφορά τόσο τις δυνατότητες καταγραφής, όσο και την εύρεση νέων ιδιοτήτων και χαρακτηριστικών των φυτογενετικών πόρων. Στην Ευρώπη υπάρχουν περίπου 600 τράπεζες φυτογενετικών πόρων. Μια από τις μεγαλύτερες και πιο γνωστές βάσεις δεδομένων αποτελεί και ο Ευρωπαϊκός Κατάλογος Αναζήτησης για Φυτικούς Γενετικούς Πόρους (EURISCO <https://eurisco.ipk-gatersleben.de/apex/f?p=103:1>), με στοιχεία από 43 χώρες μέλη και πάνω από 2 εκατομμύρια καταχωρήσεις φυτικών πόρων (Weise et al., 2017). Ο EURISCO συνεργάζεται με περίπου 400 ινστιτούτα, μεταξύ των οποίων και 4 ελληνικά. Η Ελλάδα έχει μέχρι αυτή τη στιγμή 5.499 καταχωρήσεις.



Εικόνα 1: Χάρτης περιοχών προέλευσης γενετικών πόρων του EURISCO (Map created by QGIS v2.18.14, data as of 2019-09-02) (Weise et al., 2017).

1.1.2 Οι μικροοργανισμοί και οι τύποι αυτών

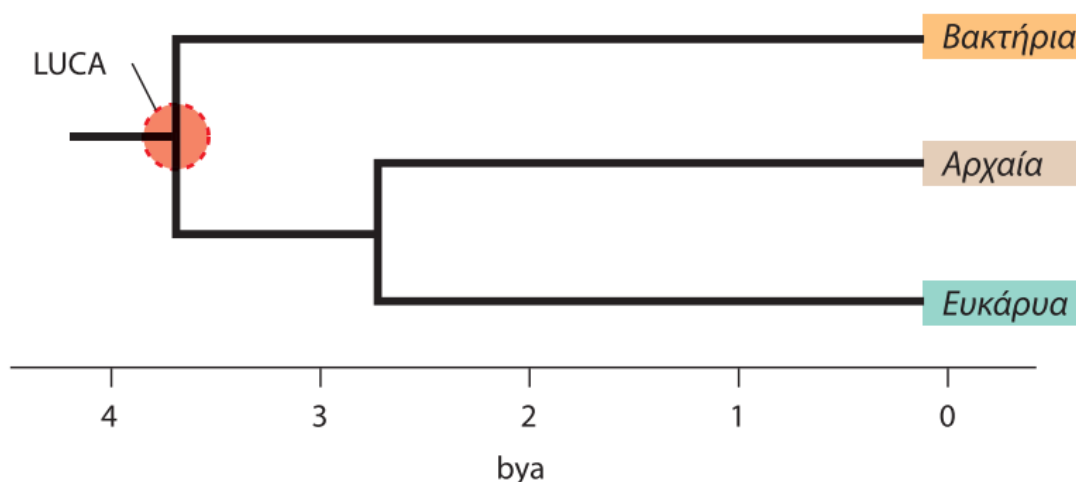
Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, ως γενετικοί πόροι ορίζονται φυτά, ζώα ή μέρη αυτών καθώς και μικροοργανισμοί (ιοί, βακτήρια, μύκητες κ.ά), που φέρουν γενετικό υλικό εν δυνάμει χρήσιμο και αξιοποιήσιμο από τον άνθρωπο και βρίσκονται σε φυσικές συνθήκες ή/και σε εκτός τόπου συλλογές διατήρησης (λ.χ. Βοτανικοί Κήποι, Τράπεζες Γενετικού Υλικού, Συλλογές Μικροοργανισμών κ.ά.). (Μαριά,—2021). Από τον ορισμό τους μπορεί κανείς να συμπεράνει ότι οι μικροοργανισμοί αποτελούν γενετικούς πόρους, οι οποίοι μάλιστα και είναι εξαιρετικά σημαντικοί για τη ζωή πάνω στη γη. Τα μικροβιακά κύτταρα εμφανίστηκαν για πρώτη φορά πριν από 3,8-3,9 δισεκατομμύρια χρόνια, όταν δεν υπήρχε οξυγόνο. Συνεπώς, μπορούσαν να επιβιώσουν μόνο αναερόβιοι μικροοργανισμοί, οι οποίοι και εμφανίστηκαν πολύ πριν τους αερόβιους και τα φυτά, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 2. Υποστηρίζουν τη ζωή στη βιόσφαιρα και έχουν ζωτικό ρόλο στη διατήρηση των οικοσυστημάτων. Η μάζα των μικροοργανισμών στη Γη είναι περίπου $2,5 \times 10^{30}$ και υπάρχουν παντού, όπου υπάρχει ζωντανός οργανισμός, συμπεριλαμβανομένου του ανθρώπινου σώματος (Michael T. Madigan et al., 2012). Η μεγάλη μάζα των μικροοργανισμών οφείλεται στο πολύ μικρό μέγεθός τους. Συγκεκριμένα, μικροοργανισμοί είναι οι οργανισμοί που δεν είναι ορατοί με γυμνό μάτι και το μέγεθός τους είναι μικρότερο από 100μm (Pepper et al., 2015). Λόγω του τόσο μικρού μεγέθους τους αλλά και της σπουδαιότητάς τους, γίνονται προσπάθειες να ταυτοποιούνται και να ταξινομούνται όσο το δυνατό αποδοτικότερα και γρήγορα. Η εξέλιξη της τεχνολογίας επιτρέπει να χρησιμοποιούμε νέα εργαλεία και μεθόδους για την επίτευξη του παραπάνω σκοπού (Oon et al., 2020).



Εικόνα 2: Σύνοψη της ζωής στη Γη μέσα στον χρόνο (Michael T. Madigan, Kelly S. Bender, Daniel Hezekiah Buckley, W. Matthew Sattley, 2012)

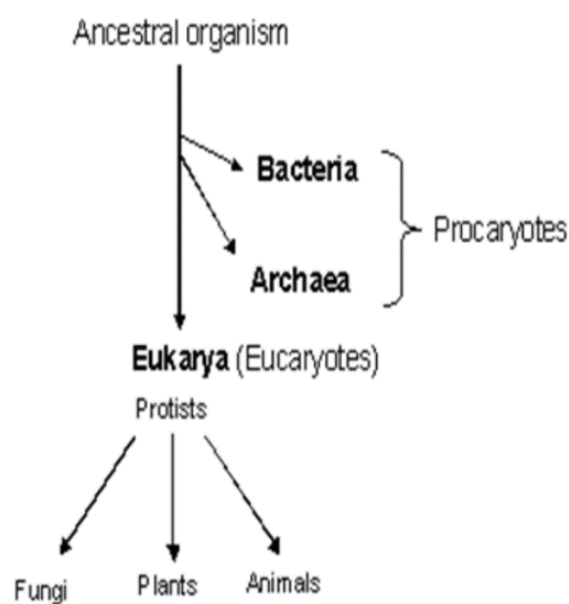
Από την Εικόνα 2 μπορεί κανείς να συμπεράνει ότι φυτά και ζώα υπάρχουν περίπου μισό δισεκατομμύριο χρόνια μόνο στη γη. Το 80% της ιστορίας της είναι αποκλειστικά μικροβιακής προέλευσης και η εξέλιξη της ζωής οφείλεται στη μικροβιακή αυτή δράση. Η ζωή όπως την ξέρουμε σήμερα οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στη δράση μικροοργανισμών. Τόσο αυτό, όσο και η τεράστια αξία τους για το περιβάλλον μας έχουν κάνει να τους μελετάμε σε βάθος, με σκοπό τη μέγιστη κατανόηση της δράσης, της λειτουργίας και της αλληλεξάρτησής τους με τη φύση και τον άνθρωπο. Συνεπώς, η γρήγορη και αποτελεσματική ταυτοποίηση των μικροοργανισμών είναι σημαντική τόσο για το περιβάλλον, όσο και για την ανθρώπινη υγεία. Ειδικά στο νερό, η έγκαιρη αναγνώριση παθογόνων μπορεί να επηρεάσει άμεσα σχεδόν 2 δισεκατομμύρια ανθρώπους (www.envinow.gr/post/to-dikaiwma-olwn-sto-vero). Έχουν αναπτυχθεί διάφορες μέθοδοι ταυτοποίησης μικροοργανισμών και διαρκώς ερευνώνται και άλλες. Επίσης, ταξινομούνται και μελετάται η εξελικτική τους πορεία μέσα στο χρόνο και η παθογένειά τους (Wang et al., 2020). Κατά τη διάρκεια των εξελικτικών γεγονότων της ζωής της Γης, ξεχώρισαν τρεις βασικές γενεαλογικές γραμμές μικροβιακών κυττάρων: τα Βακτήρια, τα Αρχαία και τα Ευκάρυα, όπως φαίνεται στην Εικόνα 3. Οι

γενεαλογικές γραμμές ονομάζονται επικράτειες και τα Ευκάρυα αποτελούν την εξέλιξη φυτών και ζώων (Michael T. Madigan et al., 2012).



Εικόνα 3: Οι τρεις επικράτειες των κυτταρικών οργανισμών είναι τα Βακτήρια, τα Αρχαία και τα Ευκάρυα. Τα Αρχαία και τα Ευκάρυα απέκλιναν μεταξύ τους πολύ πριν την εμφάνιση εμπύρηνων κυττάρων. LUCA: τελευταίος καθολικός κοινός πρόγονος. (Michael T. Madigan, Kelly S. Bender, Daniel Hezekiah Buckley, W. Matthew Sattley, 2012)

Οι μικροοργανισμοί χωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες, τους προκαρυωτικούς και τους ευκαρυωτικούς. Οι προκαρυωτικοί οργανισμοί είναι οι απλούστεροι εκ των δύο και χαρακτηρίζονται από την απουσία μεμβρανώδους πυρήνα και κυτταρικών οργανιδίων, όπως μιτοχονδρίων και χλωροπλαστών. Οι προκαρυώτες αποτελούνται από τα Βακτήρια και τα Αρχαία (Pepper et al., 2015).



Εικόνα 4: Ταξινόμηση οργανισμών (Βαγενάς, 2009).

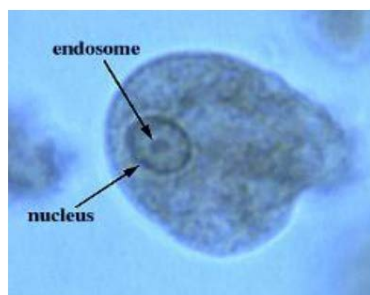
Τα βακτήρια είναι σχετικά απλοί μικροοργανισμοί αλλά έχουν τεράστια ποικιλία και μεγάλη προσαρμοστικότητα, ακόμη και σε δύσκολες συνθήκες επιβίωσης. Επίσης, η δράση τους είναι ζωτική για τη λειτουργία του περιβάλλοντος, αφού παίρνουν μέρος σε πληθώρα φυσικών διαδικασιών. Η διατήρηση ενέργειας και η ανακύκλωση θρεπτικών συστατικών στο περιβάλλον, βασίζεται σε όλα σχεδόν τα οικοσυστήματα στη δράση των βακτηρίων. Στο ανθρώπινο σώμα υπάρχει μεγάλη ποικιλία βακτηρίων, τα οποία μεταξύ άλλων είναι υπεύθυνα για τη λειτουργία του γαστρεντερικού συστήματος και ερευνάται ενδεχόμενη σύνδεσή τους με διάφορες ασθένειες (Can & Gursoy, 2019). Τα βακτήρια διαθέτουν κυτταρικό τοίχωμα από πεπτιδογλυκάνη, έχουν κυτταρική μεμβράνη γύρω από το κυτταρόπλασμα και πολλαπλασιάζονται με απλή διαίρεση (Βαγενάς, 2009). Ανάλογα με την αρχιτεκτονική της κυψελίδας τους χωρίζονται σε Gram- θετικά και Gram-αρνητικά βακτήρια, με τα πρώτα να έχουν παχύτερο κυτταρικό τοίχωμα και να είναι περισσότερο ανθεκτικά στις περιβαλλοντικές συνθήκες, ενώ τα δεύτερα διαθέτουν πιο περίπλοκο κυτταρικό τοίχωμα για εύκολη ανταλλαγή θρεπτικών συστατικών με το περιβάλλον. (Pepper et al., 2015). Τα αρχαία είναι και αυτά προκαρυωτικοί μικροοργανισμοί, δηλαδή δεν διαθέτουν πυρήνα και οργανίδια, και θεωρείται πως είναι το γηραιότερο είδος ζωής στη γη. Έχουν απλούστερη μορφή από τα βακτήρια και είναι ικανά να ζουν σε ακραία περιβάλλοντα. Η ιδιότητά τους αυτή συνέβαλλε στον χαρακτηρισμό ως γηραιότερο είδος, αφού μπορούσαν να επιβιώσουν κατά την ηφαιστειογενή περίοδο, σε ακραίες συνθήκες (Pepper et al., 2015). Τα αρχαία είναι αναερόβιοι μικροοργανισμοί και χρειάζονται μεθάνιο και αμμωνία για να επιβιώσουν. Δεν έχουν πεπτιδογλυκάνη, που έχουν τα βακτήρια, και η κυτταρική τους μεμβράνη περιέχει λιπίδια που δεν υπάρχουν σε άλλους οργανισμούς. Είναι ακραιόφιλα, δηλαδή διαβιούν σε περιβάλλοντα ακατάλληλα για ανώτερες μορφές ζωής, όπως σε εξαιρετικά υψηλές θερμοκρασίες (>100°C) ή σε υπερβολικά όξινα ή αλκαλικά περιβάλλοντα (Michael T. Madigan et al., 2012). Διακρίνονται σε 3 κατηγορίες, ανάλογα το περιβάλλον που ζουν, ενώ ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι τα μεθανογόνα, που είναι εξαιρετικά αναερόβια και παράγουν μεθάνιο, χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία για τον καθαρισμό λυμάτων και νερού (Βαγενάς, 2009).

Οι ευκαρυωτικοί οργανισμοί έχουν πιο σύνθετη δομή, είναι συνήθως μεγαλύτεροι από τους προκαρυωτικούς και διαθέτουν οργανίδια, όπως μιτοχόνδρια και χλωροπλάστες. Μπορούν να είναι μονοκύτταροι ή πολυκύτταροι. Αποτελούνται από μύκητες, πρωτόζωα και μετάζωα ή έλμινθες. Στα μετάζωα συμπεριλαμβάνεται και το ζωικό βασίλειο, ενώ ο άνθρωπος είναι και αυτός ευκαρυωτικός πολυκύτταρος οργανισμός. Οι ευκαρυωτικοί μικροοργανισμοί αποτελούνται από μύκητες, πρωτόζωα και άλγη (Pepper et al., 2015).

Οι μύκητες αποτελούν μεγάλο κομμάτι των ευκαρυωτικών μικροοργανισμών και διαθέτουν εξίσου μεγάλη βιομάζα. Εκτιμάται ότι υπάρχουν περίπου 5 εκατομμύρια είδη μυκήτων, ενώ έχει αναγνωριστεί ένα ποσοστό της τάξης του 7% μέχρι στιγμής (Pepper et al., 2015). Οι περισσότεροι εξ αυτών βρίσκονται στο έδαφος και τα φυτά. Οι μύκητες έχουν μέγεθος 5-10 μm, διαθέτουν κυτταρικό τοίχωμα από χιτίνη και τρέφονται με οργανικές ενώσεις. Χωρίζονται στους μονοκύτταρους και τους πολυκύτταρους, ενώ ένας ακόμη τρόπος ταξινόμησης τους διαχωρίζει σε δύο μεγάλες κατηγορίες, τους ζυμομύκητες και τους υφομύκητες. Χαρακτηριστικός μονοκύτταρος μύκητας είναι ο ζυμομύκητας, που ευθύνονται για τις διαδικασίες ζύμωσης, και μπορεί να σχηματίζουν ψευδο-υφές. Πολυκύτταροι είναι η μούχλα και τα μανιτάρια, τα οποία απαρτίζονται από μάζες μυκηλίων, οι οποίες αποτελούνται από ινίδια (Βαγενάς, 2009). Η μούχλα μάλιστα, διαπιστώθηκε ότι ανέκοψε την ανάπτυξη μιας καλλιέργειας βακτηρίων και οδήγησε στην ανακάλυψη του πρώτου αντιβιοτικού, της πενικιλίνης, από τον

Alexander Fleming (Michael T. Madigan et al., 2012). Όσον αφορά την ανθρώπινη υγεία, λιγότερα από 300 είδη μυκήτων από τις 250.000 που έχουν περιγραφεί, σχετίζονται με νόσο στον άνθρωπο.

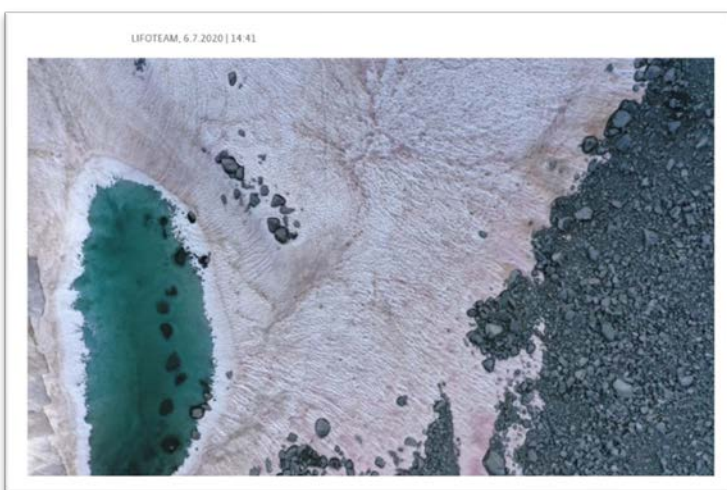
Τα πρωτόζωα είναι επίσης ευκαριωτικοί μικροοργανισμοί, οι οποίοι και εξαρτώνται από το νερό. Συνήθως συναντώνται στο φρέσκο νερό καθώς και σε θαλάσσια οικοσυστήματα, ενώ λίγα βρίσκονται σε υδαρή εδάφη και στο γαστρεντερικό σύστημα ζώων. Μπορεί να είναι φωτοσυνθετικά, παρασιτικά ή σαπροφυτικά. Είναι εξαιρετικά σημαντικά ειδικά για τα υδατικά συστήματα, καθώς παίζουν θεμελιώδη ρόλο στην τροφική αλυσίδα. Χαρακτηριστικά, μεγάλο μέρος του πλαγκτόν αποτελείται από αυτά και συμβάλλουν στη μεταφορά υλικών (Pepper et al., 2015). Τα πρωτόζωα έχουν μεγάλο εύρος μεγέθους, από 10-150 μm . Διαθέτουν πυρήνα, μιτοχόνδρια και ενδοπλασματικό δίκτυο και είναι ικανά να κινούνται με βλεφαρίδες, ψευδοπόδια ή



Εικόνα 5: Αριστερά- αμοιβάδα. Δεξιά- τριχομονάδα (Βαγενάς, 2009)

και η αμοιβιδική δυσεντερία. Για την τελευταία υπαίτια είναι κάποια είδη αμοιβάδας. Οι τριχομονάδες συνδέονται με καρκίνο του προστάτη, χωρίς όμως να υπάρχουν ακόμη αρκετά αποδεικτικά στοιχεία, ενώ αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι η τριχομονάδα μπορεί να επιβιώσει 45 λεπτά εκτός ανθρώπινου οργανισμού.

Η άλγη είναι ευκαρυωτικός μικροοργανισμός και θεωρείται από τους πιο ανεπτυγμένους. Είναι φωτοσυνθετικοί μικροοργανισμοί και διαθέτουν κυτταρικό τοίχωμα από κυτταρίνη, πυρήνα, χλωροπλάστες και μιτοχόνδρια. Για την ανάπτυξή τους είναι απαραίτητη η υγρασία, και αυτός είναι και ο λόγος που διαπιστώνεται η



Εικόνα 6: Πάγος με ροζ άλγη στις Άλπεις (LIFO, n.d.)

και οργανικές ενώσεις (Βαγενάς, 2009). Σε πολλά είδη η βασική χρωστική είναι η χλωροφύλλη, στην οποία και οφείλεται το χαρακτηριστικό πράσινο χρώμα τους.

ινίδια. Ως προς τη δράση τους στον άνθρωπο δύνανται να προκαλέσουν ασθένειες ή λοιμώξεις. Ανάλογα την παθογόνο τους δράση, αυτά διακρίνονται σε α) εντερικά και β) αίματος- ιστών. (Βαγενάς, 2009). Γνωστές ασθένειες που προκαλούνται από πρωτόζωα είναι η ελονοσία, η τοξοπλάσματος

ύπαρξή τους σε υδάτινα οικοσυστήματα και σε ενυδρεία, χωρίς αυτό όμως να εμποδίζει τη δημιουργία τους σε βραχώδη μέρη. Η ευελιξία στην αναπαραγωγή τους και η ικανότητά τους να προσαρμόζονται σε πλήθος ενδιαιτημάτων έχει ευνοήσει την ανάπτυξή τους (Pepper et al., 2015). Υπάρχουν πάνω από 7.000 είδη άλγης και κάποια μπορούν να φτάσουν σε μήκος τα 45 m.

Παράγουν μοριακό οξυγόνο

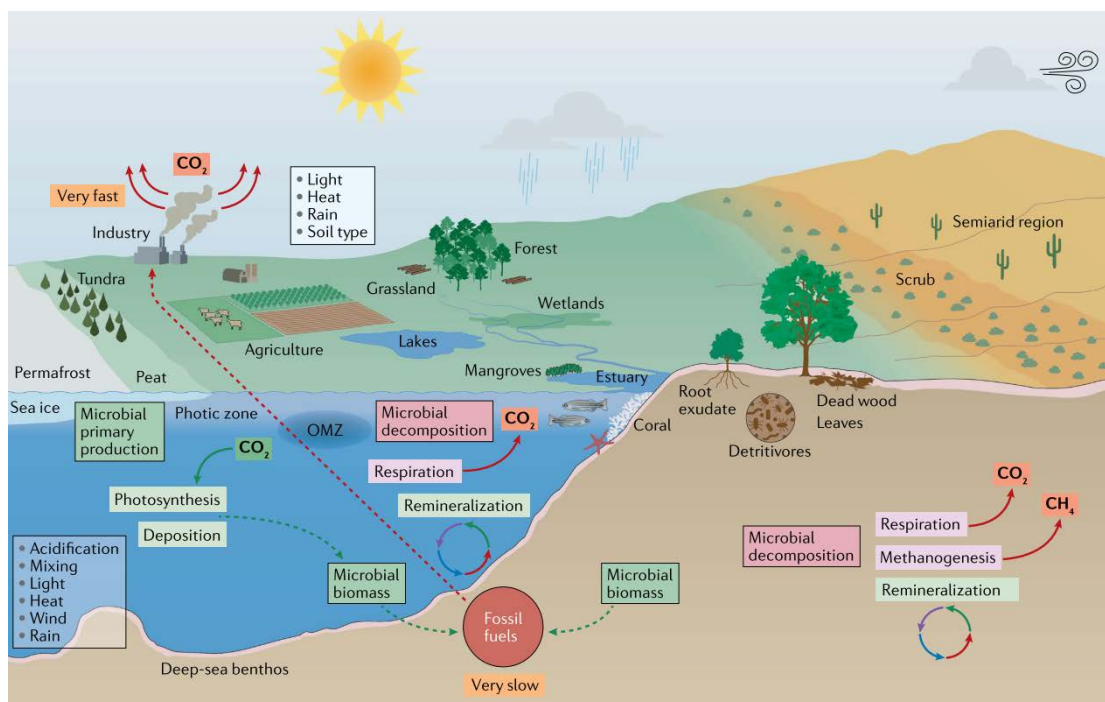
Ταξινομούνται με διάφορους τρόπους, όπως με το κριτήριο του αν είναι μονοκύτταρη ή πολυκύτταρη, καθώς και από το αν το συγκεκριμένο είδος άλγης αναπτύσσεται σε αποικίες. Ακόμη, ταξινομούνται ανάλογα το χρώμα, αφού υπάρχει μεγάλη ποικιλία χρωμάτων λόγω των διαφορετικών μηκών κύματος φωτός που αντανακλούν. Γενικά, η δημιουργία άλγης ευνοείται από τις χαμηλές συγκεντρώσεις διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) και από τη χαμηλή ροή των υδάτων.

1.1.3 Η σημασία των μικροοργανισμών στη διατήρηση της φυτικής βιοποικιλότητας

Η βιολογική ποικιλότητα του περιβάλλοντος καθορίζει την ανάπτυξη και εξέλιξη των διαφόρων μορφών ζωής, και συνεπώς και του ανθρώπου. Αποτελούμε αναπόσπαστο τμήμα της τεράστιας αυτής ποικιλίας και λόγω της εξέλιξής μας, μπορούμε να τη μεταβάλλουμε. Μερικά απλά παραδείγματα είναι το λιώσιμο των πάγων στους Πόλους της Γης, που παρόλο που βρίσκεται πολύ μακριά από τα κέντρα των πόλεων, έχει επηρεαστεί σε μεγάλο βαθμό από τις δικές μας ενέργειες. Είναι σαφές ότι μια σειρά ενεργειών μπορεί να οδηγήσει σε μεταβολή του φυσικού περιβάλλοντος, που είτε το αντιλαμβανόμαστε άμεσα είτε όχι. Μια άμεση μεταβολή ενός οικοσυστήματος αποτελεί μια πυρκαγιά, ενώ μια έμμεση η φύτευση νέων δέντρων σε ένα καμένο δάσος, για την αποκατάσταση και επαναδημιουργία του οικοσυστήματος. Η παγκόσμια εξασφάλιση τροφής, η παραγωγή φαρμάκων, ακόμη και το οξυγόνο στον αέρα μας, εξαρτώνται από τη βιοποικιλότητα και τη διαρκή ακεραιότητα των οικολογικών συστημάτων. Η φύση είναι επίσης η βάση για ένα σημαντικό μέρος των αισθητικών και πνευματικών αξιών, που όλοι έχουμε το δικαίωμα να απολαμβάνουμε (Theis & Tomkin, 2015). Συνεπώς, κρίνεται απαραίτητη η διατήρηση των οικοσυστημάτων και η σωστή καταγραφή των ειδών που τα αποτελούν. Μια εσφαλμένη ή ελλιπής καταγραφή θα οδηγούσε σε αντίστοιχα λανθασμένα συμπεράσματα (Weise et al., 2017).

Αδιαμφισβήτητα, οι μικροοργανισμοί αποτελούν μεγάλο και σημαντικό κομμάτι της βιοποικιλότητας. Ο σύγχρονος τρόπος ζωής και οι υφιστάμενες περιβαλλοντικές συνθήκες οφείλονται και στους μικροοργανισμούς, ενώ αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι προϋπήρχαν μεταξύ πολλών φυτικών και ζωικών ειδών. Η απουσία ύπαρξής τους δεν θα επέτρεπε σε ανώτερες μορφές ζωής να εμφανιστούν και να διατηρηθούν. Επιπλέον, η παρουσία του οξυγόνου πάνω στη Γη, η οποία και ξεκίνησε περίπου 3 δισεκατομμύρια χρόνια πριν, οφείλεται στη δράση των μικροοργανισμών. Αποτέλεσμα αυτού ήταν η ανάπτυξη διαφορετικών ποικιλιών φυκών 1,5 δισεκατομμύριο χρόνια πριν, αλλά και φυτικών ποικιλιών, που αναπτύχθηκαν στη συνέχεια (Michael T. Madigan et al., 2012). Η γνωστή σε όλους μας διαδικασία της φωτοσύνθεσης, μέσω της οποίας ο άνθρωπος τροφοδοτείται με το απαραίτητο για τη ζωή του οξυγόνο, οφείλεται στην ποικιλότητα των φυτών και στα μεγάλα δασικά οικοσυστήματα του πλανήτη. Ουσιαστικά, οι μικροοργανισμοί συμβάλλουν στη διατήρηση των οικοσυστημάτων, άρα υποστηρίζουν ολόκληρο το σύστημα ζωής που έχει αναπτυχθεί στη βιόσφαιρα (Cavicchioli et al., 2019). Εκτός αυτών, είναι υπεύθυνοι για τη γονιμότητα των εδαφών, την εύρυθμη λειτουργία των κύκλων του αζώτου, του φωσφόρου και άλλων θρεπτικών συστατικών, όπως και των διαδικασιών αποικοδόμησης της ύλης, καθορίζοντας την πανίδα και χλωρίδα που δύναται να ευδοκιμήσει στο εκάστοτε ενδιαίτημα. Η μικροβιακή βιοποικιλότητα μπορεί να επηρεάσει την ανθεκτικότητα άλλων φυτικών πόρων, καθορίζοντας έμμεσα και τη συνέχιση ή όχι του αντίστοιχου είδους. Εξίσου σημαντικό ρόλο παίζουν και στη

διατήρηση της φυτικής βιοποικιλότητας των ωκεανών και θαλασσών. Οι θαλάσσιοι μικροοργανισμοί πληρούν βασικές λειτουργίες του οικοσυστήματος. Αυτό γίνεται φανερό αρχικά από τη μάζα τους, με αριθμό κυττάρων της τάξης του 10^{29} , όπως και του ρόλου τους. Είναι υπεύθυνοι για τις διαθέσιμες ποσότητες άνθρακα και αζώτου, συνεπώς και για την ισορροπία των παγκόσμιων κύκλων αυτών στο περιβάλλον. Επιπλέον, καθορίζουν την ποσότητα φυτικών και άλλων φυτικών προϊόντων των θαλάσσιων οικοσυστημάτων (Cavicchioli et al., 2019).



Εικόνα 7: Ρόλος μικροοργανισμών σε θαλάσσια και χερσαία οικοσυστήματα (Cavicchioli et al., 2019)

Τόσο από το ρόλο τους στον κύκλο θρεπτικών συστατικών, όσο και από την παρουσία τους στο περιβάλλον, γίνεται σαφές ότι οι μικροοργανισμοί διαδραματίζουν, εκτός των άλλων, πρωτεύοντα ρόλο στη γεωργία και την κτηνοτροφία.

1.2 Οι συλλογές μικροοργανισμών

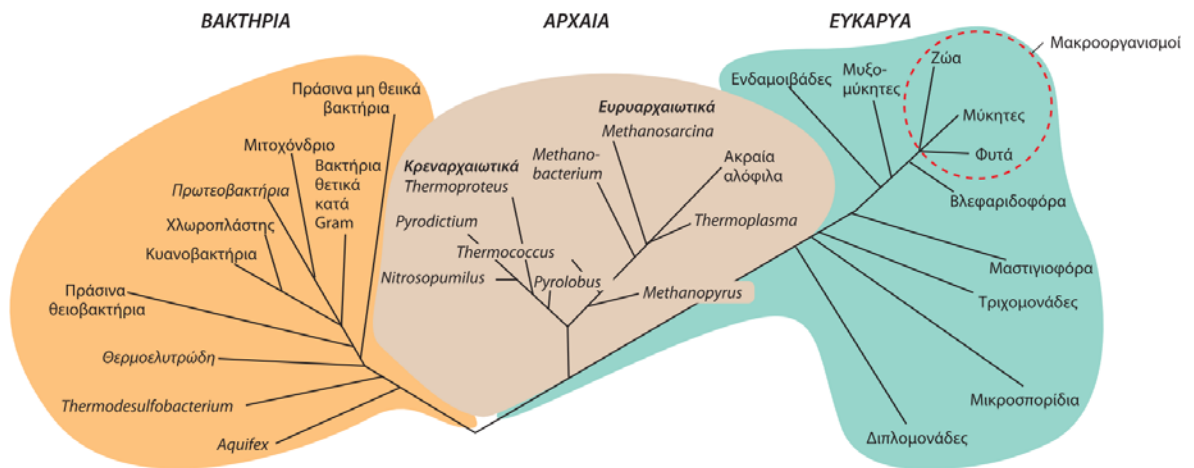
1.2.1 Η δημιουργία συλλογών μικροοργανισμών και η χρησιμότητά τους στη διατήρηση, επεξεργασία και μελέτη μικροοργανισμών

Από τις προηγούμενες παραγράφους καθίσταται σαφές ότι οι γενετικοί πόροι και οι μικροοργανισμοί ειδικότερα, είναι θεμελιώδη στοιχεία και δομικά υλικά για τη ζωή και την ανάπτυξη του ανθρώπου, αλλά και του γήινου περιβάλλοντος. Ο άνθρωπος από τα πρώτα χρόνια εμφάνισής του στη Γη, στηρίχτηκε στους φυτογενετικούς κυρίως πόρους, με σκοπό να μπορέσει να επιβιώσει και να αναπτυχθεί. Η εξοικείωση με το φυσικό περιβάλλον και η γνώση που αποκτούσε από αυτό, τον οδήγησαν σε πληθώρα ανακαλύψεων. Φτάνοντας στο σήμερα, το ανθρώπινο είδος έχει μελετήσει σε βάθος τόσο το περιβάλλον, όσο και τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των οικοσυστημάτων και αυτού. Η εξέλιξη της τεχνολογίας έχει παίξει καθοριστικό ρόλο στην ανακάλυψη των μηχανισμών του σύμπαντος και στην μελέτη των ζωντανών και μη οργανισμών. Μια

από τις πολλές επιστήμες που έχουν αναπτυχθεί και εξειδικεύονται όλο και περισσότερο στους τομείς μελέτης των μικροοργανισμών είναι και η βιολογία, δηλαδή η μελέτη των έμβιων όντων. Στη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία μας ενδιαφέρουν κυρίως οι μικροοργανισμοί, συνεπώς θα ασχοληθούμε περισσότερο με την μικροβιολογία, και ειδικά την περιβαλλοντική μικροβιολογία. Οι μικροοργανισμοί υπήρχαν πολύ πριν τον άνθρωπο, όπως φάνηκε και στην Εικόνα 2. (Michael T. Madigan et al., 2012). Η ύπαρξή τους διαπιστώθηκε το 1546, από το Τζιρόλαμο Φρακαστόρο (Girolamo Fracastoro), και έκτοτε δεν έχουν σταματήσει να μελετώνται (First et al., 2003).

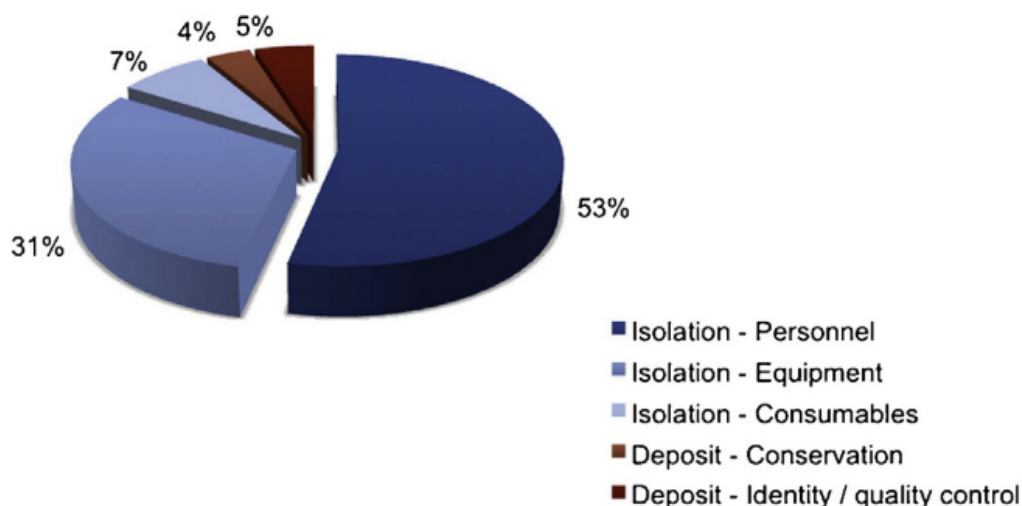
Ειδικά από την εφεύρεση του μικροσκοπίου και μετά το πεδίο της μικροβιολογίας αναπτύχθηκε ραγδαία. Ως αποτέλεσμα αυτού, κατέστη σαφές το γεγονός ότι για να μελετηθούν σωστά οι μικροοργανισμοί έπρεπε να αποκτηθούν, να διατηρηθούν σε κατάλληλες συνθήκες και εν τέλει να γίνει η ταυτοποίηση, η ταξινόμηση (Εικόνα 8) και η περαιτέρω μελέτη τους (Yurkon et al., 2019). Οι πλέον κατάλληλοι και υπεύθυνοι γι' αυτές τις ενέργειες είναι οι βιολόγοι και οι μικροβιολόγοι, οι οποίοι και διαθέτουν τις θεμελιώδεις και πρακτικές γνώσεις για τη χρήση και την αξία τους (Deplazes-Zemp, 2018). Η διατήρηση των μικροοργανισμών λαμβάνει χώρα στα εργαστήρια και τα ερευνητικά ινστιτούτα, τα οποία και διατηρούν συλλογές μικροοργανισμών.

Οι συλλογές είναι υπεύθυνες για τη μελέτη και την έρευνα που έχει γίνει στο πεδίο της μικροβιολογίας. Η ανάλυση των ιδιοτήτων τους και η αλληλεπίδραση μικροοργανισμών με το περιβάλλον έχουν ωφελήσει τον άνθρωπο σε πάρα πολλούς τομείς. Κομβικό ρόλο σε αυτό παίζει και η μεγάλη ποικιλία μικροοργανισμών, καθώς και η μακρόχρονη ύπαρξή τους στο γήινο περιβάλλον, όπως αναπτύχθηκε στην παράγραφο 1.1.2. Σημαντικότερα πεδία χρήσης μικροοργανισμών είναι αυτά της υγείας, της φαρμακευτικής, της βιοτεχνολογίας, της αγροτικής και κτηνοτροφικής ανάπτυξης και της παραγωγής ενέργειας (Michael T. Madigan et al., 2012). Η σημασία των συλλογών είναι εξαιρετικά μεγάλη, τόσο για τον επιστημονικό, όσο και για τον περιβαλλοντικό και οικονομικό τομέα. Από επιστημονικής απόψεως, διεξάγεται μελέτη και έρευνα, η οποία έχει άμεσο αντίκτυπο στην οικονομία, αφού γίνεται παραγωγή καινοτόμων προϊόντων. Από περιβαλλοντικής απόψεως, στις συλλογές διατηρούνται μικροοργανισμοί και άλλοι γενετικοί πόροι, οι οποίοι και βοηθούν στη συλλογή δεδομένων αναφορικά με τη βιοποικιλότητα και την αξία αυτής (Overmann, 2015). Η καλλιέργεια και γνώση των ιδιοτήτων των μικροοργανισμών αποτελεί θεμέλιο λίθο για την εξέλιξη της μικροβιολογίας. Εργαλεία σε αυτό είναι η καλλιέργεια σημαντικών στελεχών στις συλλογές και ο διεθνής συντονισμός για τη βελτιστοποίηση της μακροπρόθεσμης διατήρησης αυτών (Desmeth, 2017).



Εικόνα 8: Το φυλογενετικό δέντρο της ζωής (Michael T. Madigan, Kelly S. Bender, Daniel Hezekiah Buckley, W. Matthew Sattley, 2012).

Η αξία των μικροοργανισμών αποτιμάται χρηματικά και περιβαλλοντικά από τις συλλογές. Επίσης, γίνεται και εκτίμηση της αύξησης ή μείωσης της ποικιλίας τους, αλλά και αξιολόγηση του βαθμού αύξησης ή μείωσης της παγκόσμιας βιοποικιλότητας. Ενδεικτικό παράδειγμα της αξίας των συλλογών, αλλά και των κέντρων που κατέχουν συλλογές είναι το γεγονός ότι έχει γίνει εκτενής μελέτη από το Ινστιτούτο Leibniz (<https://www.dsmz.de/>), το οποίο και παρουσιάζει την συνεισφορά στα κόστη απομόνωσης και διατήρησης στελεχών, όπως παρουσιάζεται στην Εικόνα 9 (Overmann, 2015). Στο Ινστιτούτο υπάρχουν πάνω από 28.900 συλλογές, στις οποίες και αντιπροσωπεύονται περίπου 10.000 είδη. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι το κόστος απομόνωσης και διατήρησης μικροοργανισμών έχει διαφορετικές τιμές ανάλογα με τη χώρα. Οι συλλογές μπορούν να είναι τόσο δημόσιες, όσο και ιδιωτικές. Γενικά, από έρευνες έχει προκύψει ότι υπάρχει μεγάλη συνεισφορά στην έρευνα και την οικονομία τόσο των δημόσιων, όσο και των ιδιωτικών συλλογών. Οι δημόσιες συλλογές αφορούν κυρίως πανεπιστημιακά ιδρύματα, τα οποία και χρηματοδοτούνται σε κάποιες περιπτώσεις από τον ιδιωτικό τομέα. Οι ιδιωτικές συλλογές στρέφονται κυρίως στο οικονομικό όφελος που μπορεί να προκύψει από την εμπορική ανάπτυξη ενός προϊόντος (Stromberg et al., 2013).



Εικόνα 9: Συμβολή των βημάτων εργασίας και οικονομικών στοιχείων της απομόνωσης και διατήρησης μικροβιακών πόρων (Stromberg et al., 2013).

Ενδιαφέρον παρουσιάζουν και οι μικροοργανισμοί που υπάρχουν στα βάθη των θαλασσών. Η αναγνώριση των μικροοργανισμών αυτών και η μελέτη τους είναι αρκετά πολύπλοκη, ειδικά λόγω της δυσκολίας απόκτησής τους. Ένας ακόμη παράγοντας που αυξάνει τη δυσκολία απόκτησης θαλάσσιων γενετικών πόρων είναι και η περίπλοκη νομοθεσία αναφορικά με το ποιες χώρες τους κατέχουν (Puig-Marcó, 2014). Η έρευνα αυτών όμως μπορεί να δώσει σημαντικές πληροφορίες για τα θαλάσσια οικοσυστήματα από τα οποία και αποκτήθηκαν, όπως το αν έχουν απομονωθεί από ιζήματα ή απευθείας από το θαλασσινό νερό (Blasiak et al., 2018). Επιπλέον, η αναγνώριση θαλάσσιων μικροοργανισμών μας δίνει στοιχεία για τις περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούσαν στη γη στο παρελθόν (Prip, 2018). Η εύρεση ενός θαλάσσιου ευρήματος σε στεριά υποδηλώνει την ύπαρξη νερού σε αυτό το μέρος στο απώτερο παρελθόν.

1.2.2 Οι μικροοργανισμοί στα τρόφιμα και στα καλλυντικά

Η αξία των φυτογενετικών πόρων περιεγράφηκε εκτενώς στην παράγραφο 1.1.1. Οι φυτογενετικοί πόροι είναι άμεσα συνδεδεμένοι με τους μικροοργανισμούς. Το σύνολο της καθημερινής τροφής, τόσο για τους ανθρώπους όσο και για τα ζώα, είναι συνδεδεμένο με μικροοργανισμούς (Βαγενάς, 2009). Υπάρχουν αυτοί μάλιστα, τόσο στο εξωτερικό περιβάλλον, όσο και στο ανθρώπινο σώμα (Caminero et al., 2019).

Μια μεγάλη κατηγορία προϊόντων που σχετίζονται άμεσα με μικροοργανισμούς είναι τα γαλακτοκομικά. Ο άνθρωπος χιλιάδες χρόνια πριν άρχισε να χρησιμοποιεί εμπειρικά τα μικρόβια κατά την παρασκευή γαλακτοκομικών προϊόντων (Καμιναρίδης & Ακτύπης, 2015). Μόνο τον περασμένο αιώνα κατέστη δυνατή η απομόνωση και μελέτη των μικροοργανισμών αυτών (Pepper et al., 2015). Όλα άρχισαν μετά την εφεύρεση του μικροσκοπίου από τον Leeuwenhoek (1632-1723) και την επιστημονική ανακάλυψη του Γάλλου Louis Pasteur ότι οι ζυμώσεις είναι αποτέλεσμα δράσης μικροβίων, τα οποία είναι δυνατό να καταστρέψουμε με τη θερμότητα (Michael T.

Madigan et al., 2012). Μετά τη διαπίστωση ότι με την παστερίωση του γάλακτος εξασφαλίζεται η εξυγίανση και η επιμήκυνση του χρόνου συντήρησής του, η παστερίωση καθιερώθηκε στην πράξη ως βασική επεξεργασία του γάλακτος (Καμιναρίδης & Ακτύπης, 2015). Επιπλέον, βακτήρια γαλακτικού οξέος βελτίωσαν σημαντικά τη σταθερότητα και την ποιότητα της τροφής μας, αφού χρησιμοποιούνται ευρέως κατά τις διεργασίες ζύμωσης (Flach et al., 2019). Οι διαδικασίες ζύμωσης των τροφών οφείλονται επίσης στους μικροοργανισμούς. Συνεπώς, σε αυτούς οφείλεται και η ύπαρξη αλκοολούχων ποτών, όπως του κρασιού και της μπύρας, αλλά και άλλων προϊόντων (Βαγενάς, 2009). Εκτός από τα οφέλη των μικροοργανισμών στα τρόφιμα, οι μικροοργανισμοί είναι υπεύθυνοι και για την καταστροφή των τροφίμων (Sette et al., 2013). Με την αύξηση του μικροβιακού φορτίου υπό συγκεκριμένες συνθήκες, τα τρόφιμα κρίνονται ακατάλληλα προς κατανάλωση, αφού μπορούν να βλάψουν την ανθρώπινη υγεία. Συνήθη παραδείγματα αποτελούν η δημιουργία μούχλας στα τρόφιμα, η δυσάρεστη οσμή καθώς και η βακτηριακή μόλυνση (Katarzyna et al., 2019). Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι προκειμένου να αντιμετωπιστεί η καταστροφή τροφίμων από μικροοργανισμούς, εξετάζονται άλλοι μικροοργανισμοί και η πιθανότητα να μπορούν να τα διατηρήσουν φρέσκα για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, δρώντας ως συντηρητικά (Katarzyna et al., 2019).

Πολύ κοινή και αποτελεσματική πλέον είναι η χρήση μικροοργανισμών για τη δημιουργία καλλυντικών. Όπως ακριβώς και στους υπόλοιπους κλάδους, η αξιοποίηση των μικροοργανισμών και των ιδιοτήτων τους γίνεται και στον τομέα της αισθητικής και κοσμητολογίας. Έρευνες έχουν δείξει ότι βακτήρια, αρχαία, μύκητες και άλγη παρουσιάζουν υψηλό δυναμικό παραγωγής βιομορίων, με αποτέλεσμα να είναι χρήσιμα για φαρμακευτικούς σκοπούς και σκοπούς κοσμητολογίας. Επικουρικά ενισχύει τη χρήση τους το γεγονός ότι αποτελούν μια λύση βιώσιμη, σχετικά μικρού κόστους και ταυτόχρονα μια γρήγορη διαδικασία παραγωγής (Gomes et al., 2020). Βασικές δράσεις κάποιων μικροοργανισμών στα καλλυντικά είναι η διατήρηση της ομοιόστασης του δέρματος, δηλαδή η αντιγηραντική και αντιοξειδωτική δράση, η προστασία από την υπεριώδη ακτινοβολία και η λεύκανση του δέρματος. Κάποιες από τις χρήσεις τους, όπως η λεύκανση της επιδερμίδας και η προστασία από την υπεριώδη ακτινοβολία παρουσιάζονται στην Εικόνα 10 και Εικόνα 11 αντίστοιχα. Ισχυρές αντιοξειδωτικές ικανότητες παρουσιάζουν οι φαινολικές ενώσεις που προέρχονται από μικροοργανισμούς. Μεταξύ άλλων, έχει αποδειχτεί η ισχυρή αντιοξειδωτική δράση του *Aspergillus austroafricanus*, που είναι ένας ενδοφυτικός μύκητας (Peyrat et al., 2019). Ακόμη, έδαφος κατακτά και η χρήση μικροάλγης στην αισθητική βιομηχανία. Η μεγάλη ποικιλία αλγών κίνησε το επιστημονικό ενδιαφέρον για μελλοντικές χρήσεις τους. Μελέτες αποδεικνύουν ότι οι αντιοξειδωτικές ικανότητες του *Haematococcus pluvialis* είναι 550 φορές περισσότερες από αυτές της Βιταμίνης E. Συνεπώς, με κατάλληλη επεξεργασία μπορεί να αποκτηθεί το αντιοξειδωτικό αυτό μέσω υπερ-κρίσιμης εκχύλισης CO₂ (Marino et al., 2020). Οι ιδιότητες αυτές των μικροοργανισμών αξιοποιούνται από τη βιομηχανία και έχουμε την παραγωγή πλήθους προϊόντων, όπως κρεμών, συμπληρωμάτων, ειδών μακιγιάζ και άλλων.

Classes of Natural Products		Bioactive Compound	Microorganism Classification (Kingdom; Species; Family)	Habitat	Biological Activity	CosIng Inventory ³
	Carboxylic acids	Lactic acid	Fungi; <i>R. oryzae</i> ; <i>Mucoraceae</i>	Obtained from CBS-Centraalbureau voor Schimmelcultures, Utrecht, The Netherlands.	Skin-whitening [86] ² pH adjuster Exfoliant	Humectant, buffering & skin-conditioning agent
		Poly γ -glutamic acid	Bacteria; <i>Bacillus</i> sp.; <i>Bacillaceae</i>	Isolated from a soil sample collected at the Sugimoto campus of Osaka City University, Japan.	Skin-whitening Moisturizing (water-holding capacity: 56.9%) Antibacterial (more efficient on Gram-positive bacteria)	
		Azelaic acid	Fungi; <i>Malassezia furfur</i> ; <i>Malasseziaceae</i>		Skin-whitening (competitive inhibitor of tyrosinase: KI azelaic acid: 2.73×10^{-3} M) [89] ² Anti-bacterial and anti-acne effect Treatment of rosacea	Buffering & masking agent
	Tocopherols	Novel vitamin E succinate (bioconversion of vitamin E by modified <i>Candida antarctica</i> lipase B)	Fungi; <i>C. antarctica</i> ; <i>Saccharomycetaceae</i>		Skin-whitening effect	
	Teichoic acids	Lipoteichoic acid	Bacteria; <i>L. fermenti</i> ; <i>Lactobacillaceae</i>	Obtained from the National Collection of Type Cultures, Colindale, London.	Skin-whitening (inhibition of the intracellular activity of tyrosinase to 57.6% and 44.6% at 10 and 100 μ g/mL of lipoteichoic acid)	

Εικόνα 10: Χρήσεις συγκεκριμένων μικροοργανισμών στα καλλυντικά και η λευκαντική τους δράση (Peyrat et al., 2019)

Classes of Natural Products		Bioactive Compound	Microorganism Classification (Kingdom; Species; Family)	Habitat	Biological Activity	CosIng Inventory ³
Mycosporines		Palythine	Cyanobacteria; <i>Lyngbya</i> sp.; <i>Oscillatoriaceae</i>	Isolated from the bark of the rain tree <i>Albizia saman</i> (Jacq) Merr, Bangkok, Thailand.	Photo-protective (protection of HaCaT keratinocytes from solar-simulated radiation (SSR)-induced cell death), [77] ²	
		Asterina			Photo-protective	
		Unknown mycosporine-like amino acid			Antioxidant (DPPH scavenging activity of 14.5%, 53.0%, and 68.9% at 0.115, 0.230, and 0.460 mg/mL of MAAs, respectively. Ascorbic acid used as positive control)	
		Mycosporine-glutaminol-glucoside	Fungi; <i>R. minuta</i> ; <i>Sporidiobolaceae</i>	Isolated from Patagonian natural environments	Photo-protective (UVB resistance of <i>X. dendrorhous</i> related to MGG production)	
			Fungi; <i>R. slooffiae</i> ; <i>Sporidiobolaceae</i>			
			Fungi; <i>R. lactosa</i> ; <i>Sporidiobolaceae</i>			
		Mycosporine-glutamicol-glucoside	Fungi; <i>C. liquefaciens</i> ; <i>Tremellaceae</i>	Isolated from a cold Arctic environment.		
			Fungi; <i>C. cladosporioides</i> ; <i>Cladosporiaceae</i>			

Εικόνα 11: Χρήσεις συγκεκριμένων μικροοργανισμών στα καλλυντικά, η αντιοξειδωτική τους δράση και προστασία από την υπεριώδη ακτινοβολία (Peyrat et al., 2019)

1.2.3 Οι μικροοργανισμοί στη βιοτεχνολογία και την ιατρική

Ένας από τους τομείς που έχει γνωρίσει ραγδαία ανάπτυξη τα τελευταία χρόνια είναι και αυτός της βιοτεχνολογίας. Η εξέλιξη της βιοτεχνολογίας είναι έμμεση απόρροια των ανακαλύψεων στον τομέα της βιολογίας καθώς και της τεχνολογικής εξειδίκευσης (Laird et al., 2020). Η βιοτεχνολογία είναι η τεχνολογία μελέτης των φυσικών διεργασιών σε συνδυασμό με άλλους οργανισμούς. Ουσιαστικά είναι η επεξεργασία

της υφιστάμενης πρώτης ύλης, με σκοπό τη διερεύνηση των φυσικών χαρακτηριστικών της και τη δημιουργία νέων προϊόντων, χρήσιμων για τον άνθρωπο (Yurkon et al., 2019). Μπορεί να προσφέρει τα μέσα για την καταπολέμηση σπάνιων ασθενειών, τη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και την επίτευξη πιο αποτελεσματικών διαδικασιών παραγωγής (Gomes et al., 2020). Δεν είναι μια επιστήμη που ανακαλύφθηκε πρόσφατα, καθώς παραδείγματα μιας πρώιμης μορφής βιοτεχνολογίας υπάρχουν από τα προϊστορικά χρόνια, όπως παραδείγματος χάριν το ζευγάριμα συγκεκριμένων ζώων για την αναπαραγωγή ενός πιο εξελιγμένου και καλύτερου για τον άνθρωπο είδους (Gomes et al., 2020). Προφανώς, με την εξέλιξη της τεχνολογίας έχει ερευνηθεί επιστημονικά και εις βάθος. Σε αυτό συμβάλλει και η μελέτη του περιβάλλοντος αλλά και σημαντικών φαινομένων που επηρεάζουν την ανθρώπινη ζωή όπως είναι και η κλιματική αλλαγή. Με την αύξηση της θερμοκρασίας και τις αυξανόμενες ενεργειακές του ανάγκες, ο άνθρωπος στρέφεται όλο και περισσότερο στη βιοτεχνολογία. Σκοπός του είναι να βρει νέα υλικά και διεργασίες που θα μπορούν να του παρέχουν την ενέργεια που χρειάζεται, ενώ ταυτόχρονα θα μειώνει τις αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Επιπλέον, γίνεται προσπάθεια να στραφούμε προς βιώσιμες και φιλικές προς τη φύση μεθόδους παραγωγής αγαθών και υπηρεσιών (Zbuche et al., 2019).

Η ανάπτυξη της βιοτεχνολογίας είναι ραγδαία, γι' αυτό και χωρίζεται και σε κλάδους, ανάλογα με το τομέα εξειδίκευσης. Σημαντικοί κλάδοι είναι η βιοτεχνολογία γεωπονίας, βιομηχανίας, η εκπαιδευτική βιοτεχνολογία και φυσικά και η βιοτεχνολογία υγείας, με την οποία και θα ασχοληθούμε σε επόμενη παράγραφο.

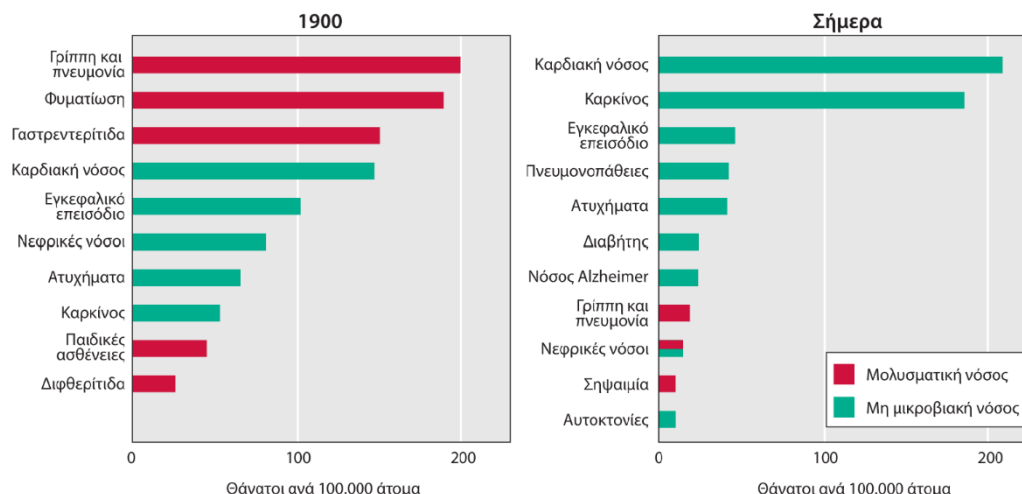
Οι μικροοργανισμοί κατέχουν κεντρικό ρόλο στη βιοτεχνολογία. Μελετώνται προσεκτικά και ερευνώνται πιθανοί νέοι τρόποι χρήσης ή εκμετάλλευση κάποιων ιδιοτήτων τους, όπως των ενζύμων, αντισωμάτων, δευτερογενών μεταβολιτών και πολλών ακόμη (Michael T. Madigan et al., 2012). Βασικό στοιχείο μελέτης αποτελεί το γονιδιακό υλικό των οργανισμών, και ειδικά των μικροοργανισμών, των οποίων οι ιδιότητες ερευνώνται. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν όλα τα προϊόντα ζύμωσης, όπου ουσιαστικά χρησιμοποιούνται ζυμομύκητες, για να παραχθεί ένα συγκεκριμένο αγαθό ή να τελεστεί μία διεργασία. Μερικές γνωστές διεργασίες είναι η αποικοδόμηση της οργανικής ύλης για την ανάκτηση χρήσιμων υλικών και όλες οι διεργασίες ζύμωσης που απαιτούνται από τη γαλακτοβιομηχανία (Gomes et al., 2020). Πολύ παλαιά παραδείγματα αποτελούν η παραγωγή ψωμιού και η παραγωγή μπύρας από τη ζύμωση του κριθαριού.

Σήμερα, εξελίσσονται και νέες εφαρμογές στον τομέα της βιοτεχνολογίας. Ειδικά, λόγω της μεγάλης ενεργειακής ζήτησης, αναπτύσσεται η παραγωγή ενέργειας από βιοκαύσιμα. Με τη μείωση των διαθέσιμων αποθεμάτων σε πετρέλαιο και ορυκτά, προσανατολιζόμαστε σε καύσιμα φιλικά προς το περιβάλλον, και με όσο το δυνατό μεγαλύτερη διάρκεια ζωής (Zbuche et al., 2019). Χρησιμοποιούνται μεταξύ άλλων φυτογενετικών πόρων, μικροοργανισμοί και άλγη, προκειμένου να παραχθεί η απαιτούμενη βιομάζα για την παραγωγή καλής ποιότητας καυσίμου. Άλγη απαντώνται σε πολλά υδατικά οικοσυστήματα, και εκτός της καλής ποιότητας βιοκαυσίμου που μπορούν να παράγουν, διαθέτουν θρεπτικά συστατικά. Τα συστατικά αυτά, όπως βιταμίνες, πρωτεΐνες, πολυσακχαρίτες και λιπαρά οξέα, χρησιμοποιούνται στην ιατρική και τη βιομηχανική βιοτεχνολογία, για παραγωγή φαρμάκων, τροφίμων και άλλων χρήσιμων προϊόντων (Chia et al., 2018). Ευρέως χρησιμοποιούνται μικροοργανισμοί και για την αποικοδόμηση οργανικής ύλης, ενώ καταναλώνουν οργανικές ουσίες, όπως είναι το πετρέλαιο, συμβάλλοντας στην απορρύπανση του περιβάλλοντος (Lakshman & Sai, 2015). Επιπλέον, κάποιοι μικροοργανισμοί μπορούν να αποικοδομούν το

πλαστικό. Η ιδιότητα αυτή εφαρμόζεται στις θάλασσες και τους ωκεανούς, καθώς τμήμα του χρησιμοποιούμενου πλαστικού ρυπαίνει τα θαλάσσια οικοσυστήματα και προξενεί προβλήματα στα θαλάσσια όντα (Urbanek et al., 2018). Γίνεται έρευνα και για τον τομέα των χρωστικών ουσιών, μιας που η ζήτησή τους όλο και αυξάνεται. Στοιχεία δείχνουν ότι συγκεκριμένοι μικροοργανισμοί μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως χρωστικές ουσίες, ενισχύοντας και τις δράσεις του εκάστοτε προϊόντος, όπως της δραστικότητας αντιφλεγμονωδών φαρμάκων κατά το χρωματισμό με συγκεκριμένα βακτήρια (Sajjad et al., 2020).

Εκτός από την ιατρική και τη φαρμακευτική, ραγδαία ανάπτυξη έχει γνωρίσει και η αισθητική και κοσμητολογία. Μπορούμε και χρησιμοποιούμε προς όφελός μας τις ευεργετικές ιδιότητες κάποιων ενζύμων ή συγκεκριμένων πρωτεϊνών, παράγοντας αντιγηραντικά προϊόντα, συμπληρώματα διατροφής και πολλά ακόμη. Ευρέως διαδεδομένα είναι το υαλουρονικό οξύ, η ρεσβερατρόλη, το κοζικό οξύ και η χρήση βλαστοκυττάρων (Gomes et al., 2020).

Είναι σαφές ότι οι μικροοργανισμοί υποστηρίζουν και καθορίζουν την τύχη των οικοσυστημάτων, αφού υπάρχουν στο έδαφος, στο νερό και τον αέρα. Από τη στιγμή που ο άνθρωπος αλληλοεπιδρά άμεσα και με τα τρία αυτά στοιχεία του περιβάλλοντος, η υγεία και η ευημερία του εξαρτάται από αυτά, και άρα και από τους μικροοργανισμούς. Πράγματι, η ιατρική, τόσο η φαρμακευτική όσο και η προληπτική, σχετίζεται άμεσα με τη δράση των μικροοργανισμών. Οι μικροοργανισμοί σχηματίζουν πολύπλοκα δίκτυα και επικοινωνούν τόσο μεταξύ τους, όσο και με το χώρο γύρω τους. Αναπτύσσουν πληθώρα σχέσεων μεταξύ τους, άλλες φορές συνεργατικές ή προσθετικές και άλλες ανταγωνιστικές. Από το περιβάλλον προμηθεύονται τα απαραίτητα θρεπτικά συστατικά, μετακινούνται, αναπτύσσονται και αναπαράγονται (Giampaoli et al., 2018). Μπορούν να ευθύνονται τόσο για τη διάδοση μιας ασθένειας, σε περίπτωση που είναι παθογόνοι, όσο και για την εξάλειψη αυτής, όπως παραδείγματος χάριν με τη δημιουργία φαρμάκων και αντιβιοτικών από μύκητες. Το νερό παίζει σημαντικό ρόλο, καθώς διαθέτει μεγάλη ποικιλία προκαρυωτικών και ευκαρυωτικών μικροοργανισμών, τους οποίους και μετακινεί γρήγορα, ανάλογα την πορεία του (Giampaoli et al., 2018). Λόγω της κινητικότητας του νερού, έχει διαπιστωθεί από τους επιστήμονες ότι η κατανάλωση μολυσμένου νερού μπορεί να είναι υπεύθυνη για πληθώρα ασθενειών στους ανθρώπους και τα ζώα. Πρόκληση ασθένειας μπορούν να προκαλέσουν μόνο οι μικροοργανισμοί που είναι παθογόνοι. Στις αρχές του 20ού αιώνα, τα κύρια αίτια θανάτου του ανθρώπου ήταν οι μολυσματικές νόσοι, που προκαλούνται από βακτηριακά και ιικά παθογόνα.



Εικόνα 12: Ποσοστά θνησιμότητας για τα κυριότερα αίτια θανάτου στις ΗΠΑ το 1900 και σήμερα (Michael T. Madigan, Kelly S. Bender, Daniel Hezekiah Buckley, W. Matthew Sattley, 2012)

Σήμερα, τα δεδομένα έχουν αλλάξει κατά πολύ, στις ανεπτυγμένες τουλάχιστον χώρες, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 12. Υπεύθυνοι γι' αυτό είναι και πάλι οι μικροοργανισμοί, αλλά και η αλλαγή του τρόπου ζωής. Η εκτεταμένη χρήση αντιμικροβιακών παραγόντων, όπως των αντιβιοτικών και των εμβολίων, έχει μειώσει τη νοσηρότητα. Ζωτικό ρόλο σε αυτό έχει επιτελέσει η βιοτεχνολογία, που αναφέρθηκε και στην προηγούμενη παράγραφο. Χαρακτηριστικό είναι το γεγονός ότι η δημιουργία φαρμάκων έχει αυξηθεί με την εξέλιξη της τεχνολογίας. Επίσης, το 40% των παραγόμενων φαρμακευτικών προϊόντων προκύπτει από φυτικούς πόρους, ζωικά προϊόντα ή μικροβιακές πηγές (Soares, 2011). Η δημιουργία φαρμάκων και η εκμετάλλευση των χρήσιμων ιδιοτήτων των μικροοργανισμών για την υγεία του ανθρώπου, έχει βελτιώσει πολύ την ποιότητα ζωής (Gomes et al., 2020). Αυτό διαπιστώνεται εύκολα και από το γεγονός ότι κάποιες ασθένειες έχουν εκλείψει. Παρόλη τη μείωση αυτή, οι παθογόνοι μικροοργανισμοί, υπό συγκεκριμένες συνθήκες μπορούν να αποτελέσουν πολύ μεγάλη απειλή για την ανθρώπινη υγεία και επιβάλλεται να είμαστε προσεκτικοί. Ειδικά οι εργαζόμενοι στο κομμάτι της υγείας, έχουν θεσπίσει συγκεκριμένες διαδικασίες προκειμένου να μειωθεί ο κίνδυνος γι' αυτούς (Giampaoli et al., 2018) (Cadwallader & Pawelko, 2019). Σε αυτό το σημείο οφείλει να τονισθεί το γεγονός ότι οι περισσότεροι μικροοργανισμοί είναι ωφέλιμοι και απαραίτητοι τόσο για τον άνθρωπο, όσο και για τους υπόλοιπους οργανισμούς (Michael T. Madigan et al., 2012). Εκτός από την ιατρική, που οι μικροοργανισμοί διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο, είναι πολύ σημαντικοί και στην ιατρική εγκληματολογία. Η ανάπτυξη των μικροοργανισμών μπορεί να δώσει στοιχεία για την ώρα και τις συνθήκες θανάτου του θανόντα. Σε περιπτώσεις εγκλήματος δύνανται να διαθέσουν περαιτέρω, πιο εξειδικευμένα στοιχεία, όπως το αν κάποιος έχει δηλητηριαστεί ή αν υπάρχει η πιθανότητα εγκλήματος με βιολογικά όπλα (Giampaoli et al., 2018).

1.3 Η σημασία και η χρησιμότητα των μικροοργανισμών για τον άνθρωπο

1.3.1 Οι μικροοργανισμοί στο πλαίσιο της κοινής κληρονομιάς για την ανθρωπότητα

Πριν από το 1993 οι γενετικοί πόροι θεωρούνταν κοινή κληρονομιά για την ανθρωπότητα. Ο όρος σημαίνει ότι οι γενετικοί πόροι ανήκαν σε όλους, χωρίς να υπάρχει κάποια χώρα που να θεωρείται κάτοχος ενός συγκεκριμένου πόρου. Ως αποτέλεσμα αυτού γίνονταν χρήση του εκάστοτε βιολογικού πόρου προερχόμενου από αυτόχθονες κοινότητες, χωρίς να μοιράζεται η γνώση αλλά και το οικονομικό όφελος με τους αυτόχθονες λαούς (Efferth et al., 2019). Το παραπάνω πλαίσιο γίνεται πιο κατανοητό με το παρακάτω παράδειγμα, αφού διευκρινιστεί η σημασία κυρίως της οικονομικής δραστηριότητας και το πιθανό όφελος που προκύπτει από τη χρησιμοποίηση ενός γενετικού πόρου και όχι από την απλή ερευνητική του μελέτη. Χαρακτηριστική είναι η περίπτωση του φυτού χούντια (hoodia), που βρέθηκε στην έρημο Καλαχάρι της Νοτίου Αφρικής. Το 1996 η Unilever διαπίστωσε ότι το φυτό αυτό μείωνε την όρεξη και προχώρησε στην κατασκευή ενός προϊόντος σε συνεργασία με το Νοτιοαφρικανικό Συμβούλιο Επιστημονικής και Βιομηχανικής Έρευνας. Η Unilever σε συνεργασία με το Συμβούλιο, αποφάσισαν να εξαιρεθεί των κερδών η φυλή San, που γνώριζε πολλά χρόνια τις ιδιότητες του φυτού αυτού. Ωστόσο, το 2003, το Νοτιοαφρικανικό Συμβούλιο του San κατάφερε να εξασφαλίσει ένα μερίδιο της τάξης του 6-8% των κερδών λόγω της πώλησης των προϊόντων. Το συγκεκριμένο είναι ένα από τα πολλά παραδείγματα, ειδικά για χώρες που έχουν πολλή πλούσια βιοποικιλότητα και όχι τόσο αναπτυγμένη νομοθεσία, για να μπορούν να κατοχυρώσουν με διπλώματα ευρεσιτεχνίας τις γηγενείς γνώσεις τους (Efferth et al., 2019).

Εφόσον οι μικροοργανισμοί είναι γενετικοί πόροι, καταλαβαίνουμε πως και αυτοί εντάσσονται στο πλαίσιο της κοινής κληρονομιάς για την ανθρωπότητα. Ειδικά αυτοί, λόγω του πολύ μικρού μεγέθους τους και της ύπαρξής τους βρίσκονται σε όλα σχεδόν τα χερσαία και υδατικά οικοσυστήματα (Qu et al., 2019), είναι πολύ εύκολο να αποκτηθούν, αφού σε ένα μόνο δείγμα επιτυγχάνεται να υπάρχει μεγάλος όγκος αυτών (Smith et al., 2017). Το πρίσμα της κοινής κληρονομιάς για την ανθρωπότητα είχε καθιερωθεί εδώ και αρκετούς αιώνες. Σε αυτό συνέβαλλαν οι αποικιοκρατικές σχέσεις μεταξύ των χωρών, αφού οι εμπορικές σχέσεις ήταν ευνοϊκές για τους αποίκους (Μαριά, 2021). Εκτός από την έλλειψη κυριαρχικών δικαιωμάτων επί των εδαφών και των γενετικών τους πόρων, η κατάσταση αυτή ενείχε κινδύνους και για τη φύση και τη βιοποικιλότητα. Η συνεχής εκμετάλλευση χωρών με πληθώρα γενετικών πόρων, όπως η Βραζιλία, η Χιλή, το Περού, ο Παναμάς, η Κολομβία, η Γουατεμάλα, είχε ως αποτέλεσμα την υποβάθμιση του περιβάλλοντος και τη ραγδαία μείωση βιοποικιλότητας σε αυτές (Heinrich et al., 2020). Η μείωση αυτή έρχεται σε αντίθεση με τους παγκόσμιους στόχους που έχουν θεσπιστεί για τη βιοποικιλότητα. Οι στόχοι αυτοί συγκλίνουν στο γεγονός ότι «η βιοποικιλότητα εκτιμάται, συντηρείται, αποκαθίσταται και χρησιμοποιείται με σύνεση, διατηρώντας έναν υγιή πλανήτη και παρέχοντας οφέλη απαραίτητα για όλους τους ανθρώπους» (Adenle et al., 2015). Η τοποθέτηση των προαναφερόμενων χωρών σχετικά κοντά στο τροπικό δάσος του Αμαζονίου, εξηγεί και τα εξαιρετικά πλούσια οικοσυστήματα (Heinrich et al., 2020). Η λογική της κοινής κληρονομιάς για την ανθρωπότητα περιλαμβάνει προφανώς και την

παραδοσιακή γνώση που κατέχουν οι κάτοικοι περιβαλλοντικά πλούσιων χωρών. Κοινό χαρακτηριστικών των περισσότερων χωρών με μεγάλη βιοποικιλότητα είναι η απουσία των οικονομικών πόρων, προκειμένου να μπορέσουν να την αξιοποιήσουν. Υπό αυτές τις συνθήκες, γίνεται κατανοητό πως το πλαίσιο της κοινής κληρονομιάς είναι ζημιογόνο για τους κατοίκους των χωρών αυτών (Friso et al., 2020). Ειδικά οι ιδιότητες των μικροοργανισμών, που χρειάζονται έρευνα με εξελιγμένο εργαστηριακό εξοπλισμό για να γίνουν πλήρως κατανοητές, είναι πολύ δύσκολο να ερευνηθούν από χώρες χωρίς τους αντίστοιχους οικονομικούς πόρους και υποδομές. Σε οικονομικά μεγέθη, έχει υπολογιστεί ότι σε μία από τις χώρες με τη μεγαλύτερη βιοποικιλότητα, το Περού, περίπου 400 εκατομμύρια δολάρια θα μπορούσαν να εισρέουν στο ντόπιο πληθυσμό από την παραγωγή φαρμακευτικών και αρωματικών προϊόντων (Friso et al., 2020).

Το πλαίσιο της χρησιμοποίησης με βάση την κοινή κληρονομιά δεν ευνοεί χώρες χωρίς αναπτυγμένη τεχνολογία και ερευνητικό τομέα, ενώ ζημιωμένη είναι και η βιοποικιλότητα των πλούσιων χωρών. Η αλλαγή του καθεστώτος αυτού, με τη μετατροπή της υφιστάμενης πολιτικής και νομοθεσίας (Adenle et al., 2015), δύναται να έχει πολλά ευεργετικά αποτελέσματα. Μεταξύ άλλων, θα δημιουργηθεί ένα πιο δίκαιο και απλό πλαίσιο, που θα μπορεί να προστατεύσει τη βιοποικιλότητα, τους μικροοργανισμούς, τους ανθρώπους και το περιβάλλον γενικότερα (Laird et al., 2020).

1.3.2 Οι μικροοργανισμοί και η σημασία τους στις ανθρώπινες δραστηριότητες

Είναι σαφές ότι οι μικροοργανισμοί υπάρχουν παντού, σε κάθε οικοσύστημα και σε όλα τα περιβάλλοντα. Έχουν συμβάλει στην οργάνωση της καθημερινής ζωής του ανθρώπου, αφού πλήθος λειτουργιών και προϊόντων που μεταχειριζόμαστε προέρχονται από αυτούς. Κοινά παραδείγματα αποτελούν η παραγωγή μύγρας και ψωμιού από ζύμωση σιτηρών, η αποικοδόμηση της νεκρής οργανικής ύλης, η δημιουργία πετρελαϊκών προϊόντων και πολλές ακόμη «αυτόματες» φυσικές διεργασίες. Παρόλο που δεν γίνονται αισθητοί με γυμνό μάτι, η σημασία τους είναι τεράστια, αφού σε αυτούς οφείλονται οι ευνοϊκές περιβαλλοντικές συνθήκες, για την ανάπτυξη και διατήρηση των ανώτερων οργανισμών (Michael T. Madigan et al., 2012). Υπάρχουν ακόμη και στο ανθρώπινο σώμα, ρυθμίζοντας πλήθος διεργασιών. Ειδικά οι μικροοργανισμοί του πεπτικού συστήματος δύναται να αποικοδομούν και να τροποποιούν αλλεργιογόνα τροφίμων και κάποια αντιγόνα. Με τις τροποποιήσεις αυτές αυξάνουν ή μειώνουν τη δράση του ανθρώπινου ανοσοποιητικού συστήματος στα συγκεκριμένα συστατικά, με αποτέλεσμα αρκετοί άνθρωποι να εμφανίζουν δυσανεξία σε κάποια τρόφιμα (Campanero et al., 2019). Ένας ακόμη χρήσιμος ρόλος κάποιων μικροοργανισμών, και συγκεκριμένα των βακτηρίων γαλακτικού οξέος, είναι πως προστατεύουν από διάφορα είδη λοιμώξεων, παρακινώντας το ανοσοποιητικό σύστημα να δράσει με συγκεκριμένο τρόπο. Παράδειγμα αποτελεί η λήψη προβιοτικών κατά τη χορήγηση αντιβιοτικών σε κάποιο ασθενή (Flach et al., 2019). Επιπλέον, κάποιοι μικροοργανισμοί χρησιμοποιούνται από τη φαρμακοβιομηχανία ως συμπληρώματα, προκειμένου να θωρακίσουν το ανοσοποιητικό και να βελτιώσουν τη συνολική ανθρώπινη υγεία. Αντιστοίχως, γίνονται έρευνες και για παθογόνους μικροοργανισμούς, οι οποίοι και δύναται να προκαλέσουν νοσηρότητα και ασθένεια. Η μελέτη των παθογόνων περιλαμβάνει μεταξύ άλλων και εύρεση τρόπων ίασης, στην περίπτωση μόλυνσης από αυτούς (Lajounie & Morand, 2020). Γενικά, οι

μικροοργανισμοί είναι αποτελεσματικοί στην επίλυση δύσκολων προβλημάτων, κυρίως αυτών που αφορούν έμβιες μορφές ζωής. Σε αυτές συμπεριλαμβάνεται και η αύξηση της παραγωγικότητας των εδαφών, όπου αντί για τα επιβλαβή για το περιβάλλον χημικά φυτοφάρμακα, στρεφόμαστε στη χρήση μικροοργανισμών (Εικόνα 13 Διάφορες χρήσεις αυτόχθονων μικροοργανισμών (Lakshman & Sai, 2015).



Εικόνα 13: Διάφορες χρήσεις αυτόχθονων μικροοργανισμών (Lakshman & Sai, 2015).

Συνοψίζοντας, η παρουσία τους στη Γη ήταν και είναι ζωτική. Η γήινη ανάπτυξη οφείλεται σε αυτούς και στις διεργασίες που τέλεσαν κατά τα γεγονότα του παρελθόντος. Η ανθρώπινη ανάπτυξη σήμερα, με τη βοήθεια των τεχνολογικών επιτευγμάτων, στηρίζεται στη δράση και στην περαιτέρω μελέτη των μικροοργανισμών, των ιδιοτήτων τους αλλά και στην έρευνα μελλοντικών τους τρόπων χρησιμοποίησης.

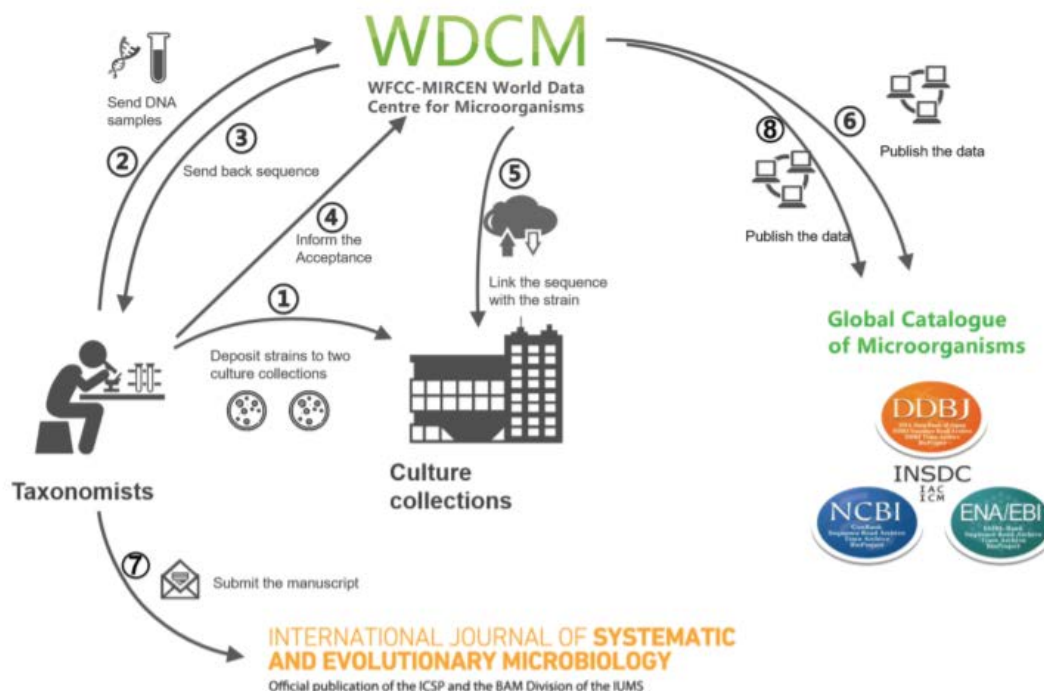
1.3.3 Η σημασία των συλλογών για την καλύτερη κατανόηση και χρήση των ιδιοτήτων των μικροοργανισμών και η ανάγκη διαφύλαξής τους

Σήμερα, από τα κυριότερα εργαλεία που έχουμε για τη μελέτη μικροοργανισμών είναι η τεχνολογική ανάπτυξη και η επιστημονική εξειδίκευση. Η εμβάθυνση στη γνώση τους οφείλεται στην εξέλιξη της βιολογίας και πιο συγκεκριμένα στα εργαστήρια και τα ινστιτούτα που διεξάγουν έρευνα και συντηρούν συλλογές μικροοργανισμών. Στις συλλογές αυτοί διατηρούνται, ταυτοποιούνται και μελετώνται εκτενώς. Η απομόνωση του DNA των οργανισμών, η εύρεση της αλληλουχίας του DNA αυτού και η ανάλυσή του, δίνουν πολύτιμες πληροφορίες για τον τύπο και την προέλευσή τους (Michael T. Madigan et al., 2012). Ο ρόλος και ο σκοπός της συλλογής είναι η διάσωση και η ασφαλής και μακρόχρονη διατήρηση, η ταυτοποίηση, ο χαρακτηρισμός και η καταγραφή των σχετικών πληροφοριών των μικροοργανισμών σε βάση δεδομένων (Λιμνίου, 2017). Επιπλέον, οι συλλογές συνδράμουν στην έρευνα και ανάπτυξη νέων προϊόντων, αλλά και στη βελτίωση των υφιστάμενων. Σημαντική είναι και η αξία των συλλογών όσον αφορά το σκέλος της βιοποικιλότητας. Η καταγραφή των υφιστάμενων ειδών συνδράμει στη μέτρηση της αξίας της βιοποικιλότητας αλλά και στην καταγραφή της εξέλιξης τόσο των γενετικών πόρων, όσο και των οικοσυστημάτων (Weise et al., 2020). Επίσης, οι τράπεζες γενετικών πόρων διατηρούν συλλογές, φυλάσσουν το υλικό, το διατηρούν και ενίοτε το διανέμουν για εμπορική χρήση (Flach et al., 2019).

Εξέχουσα σημασία δίνεται και στην προστασία των γενετικών πόρων αλλά και των πληροφοριών που προκύπτουν από αυτούς (Weise et al., 2020). Μεγάλα ερευνητικά ινστιτούτα διατηρούν συλλογές ζωτικής σημασίας για τον άνθρωπο. Λόγω της τεράστιας αξίας αυτών, πλέον γίνεται προσπάθεια να χρησιμοποιούνται με κοινωνικά δίκαιο τρόπο οι γενετικοί πόροι που αποκτώνται. Προωθείται επίσης η ανταλλαγή

πληροφοριών μεταξύ των κέντρων συλλογών με όρους ισότητας και δικαιοσύνης για όλους τους εμπλεκόμενους (Flach et al., 2019).

Καθώς οι μικροοργανισμοί είναι ζωτικοί για τα οικοσυστήματα και τη λειτουργία τους, είναι φυσικό ότι εξετάζονται σε βάθος, και διατηρούνται σε συλλογές σε κέντρα γενετικών πόρων. Οι συλλογές μικροοργανισμών διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στη μακροπρόθεσμη και σταθερή διατήρηση αυτών και παρέχουν απαραίτητες πληροφορίες. Σκοπός των συλλογών είναι 'να διευκολύνουν την ασφαλή και υπεύθυνη αξιοποίηση των μικροβιακών πόρων για έρευνα, εκπαίδευση, βιομηχανία, ιατρική και γεωργία, για τη βελτίωση του ανθρώπου και του περιβάλλοντος' (Inderbitzin et al., 2015). Το υλικό που παρέχουν χρησιμοποιείται και για τη δημιουργία εμπορικών προϊόντων, χρήσιμων για τον άνθρωπο και το περιβάλλον (Wu et al., 2017). Εκτός από τη διατήρηση και μελέτη μικροοργανισμών, οι συλλογές παίζουν καθοριστικό ρόλο στην ανάπτυξη και εφαρμογή τεχνολογιών αιχμής, με σκοπό να βελτιώσουν την ανταλλαγή πληροφοριών που αφορά μικροβιακά δεδομένα. Όπως ειπώθηκε και στην προηγούμενη παράγραφο, η ανταλλαγή πληροφορίας με δίκαιο και ισότιμο τρόπο είναι εξαιρετικά σημαντική. Ειδικά για τα μικροβιολογικά δεδομένα, τα οποία και είναι εξειδικευμένα και απαιτούν και εξελιγμένο εξοπλισμό, η συνεργασία μεταξύ των κατόχων συλλογών δύναται να καθορίσει τις επιστημονικές εξελίξεις (Wu et al., 2017). Το παραπάνω έχει γίνει σαφές στην επιστημονική κοινότητα, γι' αυτό και το Παγκόσμιο Κέντρο Δεδομένων για Μικροοργανισμούς (World Data Centre for Microorganisms WDCM www.wdcm.org) ιδρύθηκε το 1966 και από τότε περιλαμβάνει παγκόσμια δεδομένα από κέντρα μικροβιακών πηγών. Αντίστοιχα, στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής υπάρχει το Δίκτυο Συλλογής Μικροοργανισμών των Ηνωμένων Πολιτειών (USCCN <http://usccn.org>), το οποίο περιλαμβάνει επίσης πλήθος συλλογών και πληροφοριών (Inderbitzin et al., 2015). Προχωρώντας ένα βήμα παρακάτω, τα μεγάλα δίκτυα μικροοργανισμών, και συγκεκριμένα το Παγκόσμιο Κέντρο Δεδομένων για Μικροοργανισμούς, σχεδιάζει να διευκολύνει περισσότερο την ανταλλαγή πληροφοριών, σχολίων και δεδομένων μεταξύ των συλλογών (Wu & Ma, 2019).



Εικόνα 14: Ροή εργασιών για τη δημιουργία αλληλουχίας νέου στελέχους από το Παγκόσμιο Κέντρο Δεδομένων για Μικροοργανισμούς (Wu & Ma, 2019).

Εν κατακλείδι, η παρουσία των συλλογών μικροοργανισμών έχει καθιερωθεί τα τελευταία 50 περίπου χρόνια και ο ρόλος τους ολοένα και εντείνεται. Συνεισφέρουν στην έρευνα που αφορά τις ιδιότητες των μικροοργανισμών και στην καλύτερη κατανόηση της συμπεριφοράς τους. Η αποκτώμενη γνώση πέραν από έρευνα, αξιοποιείται και για την ανάπτυξη νέων προϊόντων και διεργασιών. Ειδικά με την κλιματική αλλαγή και την αύξηση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος του ανθρώπου, στρεφόμαστε προς καινούρια μέσα, φιλικά προς το περιβάλλον. Ένα από αυτά τα μέσα είναι και οι μικροοργανισμοί, αφού διαπιστώνεται πως μπορεί να γίνει χρήση των ωφέλιμων ιδιοτήτων τους με πολλούς τρόπους. Με τα σημερινά επιστημονικά δεδομένα, έχει αποδειχτεί ότι είναι εξαιρετικά χρήσιμοι σε διάφορους τομείς, όπως η ιατρική, η βιοτεχνολογία, η γεωπονία και η κτηνοτροφία, και δύναται να αντικαταστήσουν προϊόντα που έχουν χαρακτηριστεί ως επιβλαβή. Τόσο η διαφύλαξη των τωρινών δεδομένων, όσο και η απόκτηση νέων, είναι απαραίτητη, προκειμένου να μπορέσουμε να αξιοποιήσουμε με το βέλτιστο δυνατό τρόπο τις ιδιότητες και μελλοντικές χρήσεις των μικροοργανισμών.

2 Κεφάλαιο 2^ο

2.1 Εργαστήρια κατοχής και μελέτης μικροοργανισμών

2.1.1 Η αξιοποίηση των γνώσεων βιολογίας και η δημιουργία των εργαστηρίων

Η επιστήμη της βιολογίας υφίσταται από τα αρχαία χρόνια, όχι με την μορφή που τη γνωρίζουμε εμείς σήμερα, αλλά υπό τη σκοπιά της παρατήρησης των ζωντανών οργανισμών. Η Φυσική φιλοσοφία και η προσέγγιση στη μελέτη της φύσης

μελετήθηκαν από πολλούς αρχαίους πολιτισμούς, ενώ μεγάλη συνεισφορά στην ανάπτυξη της βιολογίας αποδίδεται στον Αριστοτέλη (384-322 π.Χ.). Η ολοένα και αυξανόμενη γνώση που πρόκυπτε από την έρευνα και τη μελέτη των ζώντων οργανισμών συνετέλεσε στη βελτίωση της ποιότητας ζωής του ανθρώπου, με χαρακτηριστικό παράδειγμα τα οφέλη για την ανθρώπινη υγεία από τις ευεργετικές ιδιότητες φυτών. Λόγω της πληθώρας ωφελειών, με το πέρασμα των αιώνων και με την εξέλιξη του ανθρώπου, η αρχική γνώση εξερευνήθηκε, διευρύνθηκε και μελετήθηκε με πιο μεθοδικούς τρόπους. Η εξέλιξη της τεχνολογίας και η ταυτόχρονη ανάπτυξη νέων εργαλείων επέτρεψαν στον άνθρωπο να ερευνήσει σε βάθος τον φυσικό κόσμο και να καταλήξει σε συμπεράσματα, που εν τέλει άλλαξαν τη ζωή του.

Στη σημερινή της μορφή, η βιολογία είναι η επιστήμη που μελετά κάθε έμβιο ον. Χωρίζεται σε πολλούς κλάδους, καθένας εκ των οποίων έχει διακριτό πεδίο έρευνας. Όσο αυξάνεται το επίπεδο γνώσης του ανθρώπου πάνω στο αντικείμενο των έμβιων όντων, τόσο πιο εξειδικευμένη και στοχευμένη γίνεται και η έρευνα. Λόγω ακριβώς αυτής της εξειδίκευσης, οι κλάδοι της βιολογίας είναι πολλοί και ανάλογα με το ερευνητικό τους πεδίο μελετούν τη ζωή σε διάφορα επίπεδα, όπως αυτά των οικοσυστημάτων, οργανισμών, μικροοργανισμών, κυττάρων και μορίων. Στην παρούσα διπλωματική εργασία θα επικεντρωθούμε, όπως ήδη αναφέρθηκε, στο πεδίο της μικροβιολογίας, η οποία και είναι η επιστήμη που μελετά τους μικροοργανισμούς (Michael T. Madigan et al., 2012). Ήδη από το 1546, ο Τζιρόλαμο Φρακαστόρο (Girolamo Fracastoro) (1476-1553 μ.Χ.) είχε καταλήξει στην υπόθεση ότι κάποιες ασθένειες οφείλονται σε μικρά «κομμάτια» (particles), αόρατα με γυμνό μάτι, τα οποία και μπορούν και μεταφέρονται μέσω του αέρα, επιζούν σε συνθήκες περιβάλλοντος και καταφέρνουν να μολύνουν το πληθυσμό. Τότε, δεν υπήρχε ακόμη η έννοια της μικροβιολογίας και ούτε ήταν δυνατή η μελέτη μικροοργανισμών (First et al., 2003).

Ένας βασικός παράγοντας που επέτρεψε την διεξοδική μελέτη και αυξανόμενη εξειδίκευση του ανθρώπου πάνω στον τομέα της μικροβιολογίας είναι η εξέλιξη της τεχνολογίας. Η εφεύρεση του μικροσκοπίου και η δημιουργία οργανωμένων εργαστηρίων συνέβαλαν καθοριστικά στην έρευνα των δομικών μονάδων έμβιων όντων και στη μελέτη του κυττάρου. Ο Άντον φαν Λέβενχουκ (Antonie van Leeuwenhoek) (1632-1723 μ.Χ.) ήταν από τους πρώτους που κατασκεύασε φακούς μικρής εστιακής απόστασης και κατάφερε να πετύχει μεγάλες μεγεθύνσεις, με αποτέλεσμα να παρατηρήσει και να περιγράψει τα ερυθρά αιμοσφαίρια, τους ζυμομύκητες και τα σπερματοζωάρια (First et al., 2003). Επιπλέον, με την εξέλιξη των φακών και του μικροσκοπίου επιβεβαιώθηκε η ύπαρξη μικροοργανισμών, οι οποίοι και δεν είναι ορατοί με γυμνό μάτι. Πατέρας της μικροβιολογίας θεωρείται ο Λουί Παστέρ (Louis Pasteur), ο οποίος και έχει συνδράμει τα μέγιστα στην εξέλιξη της επιστήμης. Η μελέτη των μικροοργανισμών και των ιδιοτήτων τους γίνεται στα ερευνητικά εργαστήρια.

Με βάση τα σημερινά δεδομένα, τα εργαστήρια είναι σύγχρονες εγκαταστάσεις που παρέχουν ελεγχόμενες συνθήκες, τέτοιες ώστε να μπορεί να εκτελεστεί επιστημονική έρευνα, πειράματα και μετρήσεις. Η εξέλιξη της τεχνολογίας σαφώς έχει επηρεάσει τον τρόπο λειτουργίας και τον εξοπλισμό που αυτά διαθέτουν. Δεν είναι τυχαίο το γεγονός ότι τα τελευταία 150 χρόνια υπάρχει ραγδαία αύξηση της γνώσης και των ανακαλύψεων στον τομέα της μικροβιολογίας. Η έρευνα και κατανόηση του μικροβιακού κόσμου είναι αλληλένδετη με την εξέλιξη της τεχνολογίας. Πλέον, τα εξελιγμένα μικροσκόπια και μηχανήματα, και οι πλήρως ελεγχόμενες συνθήκες που μπορούν να δημιουργηθούν μέσα σε ένα εργαστήριο, συμβάλλουν τα μέγιστα στην έρευνα όλων των πτυχών της βιολογίας, και συνεπώς και της μικροβιολογίας. Στην παρούσα διπλωματική εργασία μας ενδιαφέρουν τα εργαστήρια, όπως αυτά έχουν διαμορφωθεί με τη σημερινή τεχνολογία. Πιο συγκεκριμένα, θα επικεντρωθούμε σε αυτά τα οποία συλλέγουν, μελετούν και αναπαράγουν μικροοργανισμούς, και ιδιαίτερα αυτά που έχουν στην κατοχή τους συλλογή ή συλλογές μικροοργανισμών.

2.1.2 Η εργαστηριακή μελέτη και οι συλλογές των μικροοργανισμών

Όπως αναφέρθηκε εκτενώς στις προηγούμενες παραγράφους, μικροοργανισμοί υπήρχαν στη Γη δισεκατομμύρια χρόνια προτού εμφανιστούν τα ζώα και τα φυτά, ενώ καθόρισαν και την εξελικτική πορεία πληθώρας ειδών. Αυτό υποδεικνύεται και από το γεγονός ότι το 50% της μάζας της Γης ανήκει σε μικροβιακές πηγές (Desmeth, 2017). Επίσης, επισημάνθηκε ήδη ότι από την ανακάλυψη του μικροσκοπίου και μετά ο άνθρωπος έχει ασχοληθεί εκτενώς με τους μικροοργανισμούς σε επιστημονικό επίπεδο. Κατάλαβε ότι αυτοί επιτελούν πληθώρα διεργασιών στη φύση και πως εν τέλει, η μικροβιακή δραστηριότητα είναι πολύ σημαντική για την υποστήριξη και τη διατήρηση ζώντων οργανισμών και οικοσυστημάτων (Michael T. Madigan et al., 2012.) Οι μικροοργανισμοί και οι δυνατότητες που αυτοί έχουν χρησιμοποιούνται σχεδόν παντού στην καθημερινότητα του ανθρώπου, καθώς κάνουμε χρήση αυτών για βελτίωση της ποιότητας της ζωής αλλά και για ερευνητικούς σκοπούς. Επιπλέον, μέσω της μικροβιακής δραστηριότητας παρέχονται ωφέλιμες λύσεις στους τομείς της γεωργίας, της κτηνοτροφίας, της βιομηχανίας, της ανθρώπινης και ζωικής υγείας και της βιοτεχνολογίας. Για τους λόγους αυτούς, που ήδη προσεγγίστηκαν πιο πάνω, μικροοργανισμοί μελετώνται εκτενώς προκειμένου να γνωστοποιηθούν οι ιδιότητες που αυτοί έχουν και η γενική συμπεριφορά τους στο περιβάλλον.

Τα εργαστήρια μελέτης μικροοργανισμών παίζουν κύριο ρόλο στην ταξινόμηση των μικροοργανισμών και τη διερεύνηση των ιδιοτήτων τους. Η εκτενής μελέτη των βιοχημικών και μεταβολικών διεργασιών των μικροοργανισμών, άρα και η διερεύνηση των χρήσιμων ιδιοτήτων τους για τον άνθρωπο, εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ύπαρξη και τη διαχείριση των μικροβιακών στελεχών (Michael T. Madigan et al., 2012). Η έρευνα αυτή λαμβάνει χώρα κυρίως στα εργαστήρια, ενώ δρουν συνεργατικά και οι τράπεζες μικροοργανισμών. Συνεπώς, το έργο των εργαστηρίων μελέτης μικροοργανισμών είναι σημαντικό τόσο για την εξέλιξη της επιστήμης, καθώς από τη δράση τους προκύπτουν νέα επιστημονικά δεδομένα, όσο και για τις οικονομικές και επιχειρηματικές ευκαιρίες της εκάστοτε χώρας. Η ποικιλομορφία των μικροοργανισμών εμπεριέχει και χρηματική συνιστώσα. Όσο μεγαλύτερη είναι η μικροβιακή ποικιλομορφία, τόσο αυξάνεται η αποτίμηση των μικροοργανισμών στο μέρος αυτό, καθώς προκύπτουν περισσότερες ερευνητικές ευκαιρίες για τα εργαστήρια και τις τράπεζες μικροοργανισμών. Με βάση τον μικροβιακό πλούτο γίνεται επίσης η αποτίμηση των εθνικών μικροβιακών πόρων, συμπεριλαμβανομένου και του ελληνικού. Οι εθνικοί αυτοί μικροβιακοί πόροι συγκρίνονται με τους πόρους άλλων διεθνών συστημάτων και εν τέλει πραγματοποιείται η αποτίμηση των ωφελειών που δύναται να προκύψουν από την πρόσβαση στους πόρους αυτούς (Overmann, 2015). Καθώς οι μικροοργανισμοί έχουν γενετικό υλικό υφιστάμενης ή εν δυνάμει αξίας και μονάδες κληρονομικότητας, νοούνται ως γενετικοί πόροι σύμφωνα και με τον σχετικό ορισμό που δίνεται στη Σύμβαση για τη Βιολογική Ποικιλότητα (άρθρο 2 ΣΒΠ : Ως «γενετικοί πόροι» νοείται γενετικό υλικό υφιστάμενης ή εν δυνάμει αξίας. Ως «γενετικό υλικό» νοείται κάθε είδους φυτικό, ζωικό, μικροβιακό ή άλλης προελεύσεως υλικό που περιέχει λειτουργικές μονάδες κληρονομικότητας). Τα εργαστήρια και οι τράπεζες μικροοργανισμών γίνονται οι θεματοφύλακες της πρόσβασης και του ισότιμου καταμερισμού των οφελών που προκύπτουν από τη χρησιμοποίηση αυτών των γενετικών πόρων, που είναι ο τρίτος πυλώνας της Σύμβασης για τη Βιολογική Ποικιλότητα. Ακόμη ένας ζωτικός, σημερινός και μελλοντικός τους ρόλος, είναι η έρευνα, η ανάπτυξη δεξιοτήτων του ανθρώπινου δυναμικού και η σωστή επαγγελματική κατάρτιση του προσωπικού τους, αλλά και των μελλοντικών επιστημών και επιχειρηματιών (Davis et al., 2015). Ιδιαίτερα, μικροοργανισμοί οι οποίοι και επιτελούν διεργασίες “κλειδιά” στο περιβάλλον, έχουν άμεσο οικονομικό ενδιαφέρον

και μπορούν να συνεισφέρουν στη μείωση των απωλειών της βιοποικιλότητας. Με την κατάλληλη απομόνωση, το χαρακτηρισμό και τη διατήρησή τους δύναται να υπάρξουν κέρδη και ανάπτυξη καινοτόμων προϊόντων (Overmann, 2015). Για να επιτευχθεί στο βέλτιστο δυνατό βαθμό η κατανόηση των μικροοργανισμών τα εργαστήρια, ερευνητικά ινστιτούτα αλλά και ιδιωτικά ιδρύματα διατηρούν συλλογές μικροοργανισμών. Στα σύγχρονα εργαστήρια η διατήρηση συλλογής θεωρείται πολύ κοινή και ωφέλιμη. Οι μικροοργανισμοί και τα στελέχη τους διατηρούνται σε καλλιέργειες, μελετώνται, και εν τέλει τίθενται οι βάσεις για την ανάπτυξη της επιστήμης της μικροβιολογίας. Οι κάτοχοι των συλλογών μικροοργανισμών είναι πάροχοι πρώτων υλών και διαθέτουν τις κατάλληλες υποδομές για να υποστηρίξουν πλήθος επιστημονικών δραστηριοτήτων (Desmeth, 2017).

2.1.3 Μελλοντικές προοπτικές εργαστηρίων για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας, την ανάπτυξη και τη χρησιμοποίηση μικροοργανισμών

Τα εργαστήρια, τα ερευνητικά ινστιτούτα και οι τράπεζες μικροοργανισμών είναι υπεύθυνα για το σημερινό αλλά και μελλοντικό επίπεδο γνώσης, αναφορικά με τους μικροοργανισμούς και τους γενετικούς πόρους γενικότερα. Είναι επίσης τα μέσα για την ανάπτυξη της ευαισθητοποίησης ως προς τη διατήρηση της βιοποικιλότητας. Η συνεχιζόμενη απώλεια βιοποικιλότητας έχει άμεσες επιπτώσεις στα οικοσυστήματα και συνεπώς στην τρέχουσα και μελλοντική ευημερία του ανθρώπου. Είναι παγκόσμιος στόχος μέχρι το 2050 τα οικοσυστήματα και η ποικιλία που αυτά διαθέτουν να συντηρηθεί, να αποκατασταθεί, να εκτιμηθεί και να χρησιμοποιηθεί με σύνεση, προκειμένου να συνεχίσουν να παρέχουν οφέλη απαραίτητα για όλους (Prip, 2018). Η χρησιμοποίηση της βιοποικιλότητας, και άρα το κέρδος που προκύπτει από αυτήν, δύναται να σταματήσει τη συνεχιζόμενη μείωση των οικοσυστημάτων. Η ανάπτυξη δεσμών σύνδεσης και πληροφόρησης μεταξύ των υπεύθυνων λήψεων αποφάσεων συνεπάγεται καλύτερη κατανόηση της λειτουργίας των οικοσυστημάτων και των γενετικών τους πόρων (Davis et al., 2015). Επιπλέον, υπό την καθοδήγηση των εργαστηρίων και των ερευνητικών ινστιτούτων, μπορεί να καθοριστεί η κατάλληλη στρατηγική και ο βέλτιστος σχεδιασμός των μελλοντικών δράσεων των οικονομικών και ερευνητικών φορέων. Παράδειγμα αποτελεί η διασύνδεση και συνεργασία των πανεπιστημιακών εργαστηρίων με την αγορά εργασίας. Τα πανεπιστημιακά εργαστήρια διαθέτουν και την τεχνογνωσία και το ανθρώπινο δυναμικό, ώστε να κατευθύνουν επιχειρήσεις και ιδιώτες προς την ανάπτυξη προϊόντων εξαιρετικά χρήσιμων για τον άνθρωπο και τα οικοσυστήματα. Ειδικά τα μεγάλα ερευνητικά ινστιτούτα, μπορούν να καταγράψουν τις ανάγκες της αγοράς και να προωθήσουν την έρευνα ως προς συγκεκριμένα στελέχη. Η μείωση του ρυθμού απώλειας βιοποικιλότητας μπορεί να αποτελέσει λύση πολλών περιβαλλοντικών προβλημάτων, αφού πιστεύεται ότι συμβάλλει ως ρυθμιστής των λειτουργιών των οικοσυστημάτων, και δρα ως εξισορροπητικός παράγοντας (Prip, 2018). Τα εργαστήρια με τη δράση τους, είναι ικανά να βελτιώσουν το επίπεδο γνώσης του ευρέως κοινού, να το πληροφορήσουν για την παρούσα και μελλοντική αξία της βιοποικιλότητας στην καθημερινή ζωή, καθώς και να συνδράμουν στη σωστή εκπαίδευση των μελλοντικών γενεών. Η διαδραστικότητα με τη φύση και τους ζώντες οργανισμούς, και η συνειδητοποίηση της αξίας αυτών ως αγαθών, μπορούν να οδηγήσουν στη μείωση της απώλειας φυσικού πλούτου, ξεκινώντας από τη δράση σε ατομικό επίπεδο (Adenle et al., 2015).

Όπως ήδη επισημάνθηκε, σημαντικό τμήμα και ουσιώδη συνιστώσα της βιοποικιλότητας και των διαφόρων οικοσυστημάτων αποτελούν και οι μικροοργανισμοί και οι συλλογές αυτών. Τα εργαστήρια και οι ερευνητικές δομές είναι τα πλέον κατάλληλα για να συνδράμουν στη διατήρηση των μικροοργανισμών και στη μελέτη

τους. Η καλλιέργεια σημαντικών στελεχών στις συλλογές μπορεί να οδηγήσει στην ανακάλυψη νέων ιδιοτήτων αυτών, στην εξέλιξη της βιοτεχνολογίας και εν συνεχεία στη δημιουργία νέων, βιώσιμων, οικολογικών και ανταγωνιστικών προϊόντων. Επαφίεται επίσης σε αυτά η ανάπτυξη νέων εργαλείων και μεθόδων προκειμένου να επιτευχθεί ένας εθνικός ή και διεθνής συντονισμός για τη βελτιστοποίηση της μακροπρόθεσμης διατήρησης των στελεχών στις συλλογές. Η εκμετάλλευση αυτή των βιολογικών πόρων θα μπορέσει να πραγματοποιηθεί μόνο εφόσον τα εργαστήρια και οι τράπεζες μικροοργανισμών καθορίσουν κατάλληλες στρατηγικές και στόχους. Έχουν τη δύναμη, μέσα σε ένα πλαίσιο συνεργασίας, να αναπτύξουν στο άμεσο μέλλον πρωτοβουλίες για την καλύτερη επικοινωνία μεταξύ ερευνητικών ιδρυμάτων-κυβερνήσεων και ιδιωτών. Βασικό είναι επίσης το να μπορέσουν να διαφυλάξουν το ρόλο τους στη διατήρηση και προστασία της βιοποικιλότητας και των οικοσυστημάτων (Davis et al., 2015). Επιπροσθέτως, μπορούν να θέσουν τα θεμέλια για σύνδεση της έρευνας με την οικονομία και τις επιχειρήσεις. Η σύνδεση αυτή δύναται να δημιουργήσει νέες θέσεις εργασίας και θα καλύπτει τις κοινωνικό-οικονομικές απαιτήσεις του συνόλου σε εθνικό επίπεδο, ενώ ταυτόχρονα θα προάγει την επιστήμη και τη διατήρηση της βιοποικιλότητας (Desmeth, 2017).

2.2 Κατάταξη εργαστηρίων

2.2.1 Κατάταξη των εργαστηρίων και επιτρεπόμενες συλλογές μικροοργανισμών

Η τεράστια αύξηση των γνώσεων που αφορούν στη βιολογία και τη μικροβιολογία και η ανάπτυξη της τεχνολογίας είχαν ως αποτέλεσμα και την αντίστοιχη μεγάλη ανάπτυξη των εργαστηρίων, όπως έγινε ήδη σαφές. Η διαχείριση και επεξεργασία αυξανόμενου αριθμού μικροοργανισμών με διαφορετικές ιδιότητες και επίπεδο επικινδυνότητας, είχε ως αποτέλεσμα την όλο και αυξανόμενη προσοχή των εργαζομένων. Παλαιότερα, η ασφάλεια μέσα σε ένα εργαστήριο ήταν αποκλειστική ευθύνη του προσωπικού του. Σήμερα, ένα εργαστήριο είναι δυνατό να διαχειρίζεται από απλούς μικροοργανισμούς ακίνδυνους για τον άνθρωπο, μέχρι και εξαιρετικά επικίνδυνους και θανατηφόρους για τον πληθυσμό. Με σκοπό να διασφαλίσουν την εύρυθμη και ασφαλή λειτουργία τους υπάρχουν στα εργαστήρια συγκεκριμένοι κανόνες λειτουργίας. Η τάση αύξησης ατυχημάτων του προσωπικού εργαστηρίου κατά την εργασία, οδήγησε στην ανάγκη δημιουργίας κοινής πολιτικής και καθορισμένων βημάτων κατά την πειραματική διαδικασία (Cadwallader & Pawelko, 2019). Από τη δεκαετία του 1970 και μετά ξεκίνησαν οι Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής και η Μεγάλη Βρετανία να θεσπίζουν νομοθεσία σχετικά με θέματα ασφάλειας (Σπυροπούλου, 2015). Ακολουθώντας, η ευρωπαϊκή ένωση έχει θεσπίσει συγκεκριμένο νομοθετικό πλαίσιο και πρωτόκολλα που τηρούνται μέσα στο εργαστήριο. Οι κίνδυνοι στους εργαστηριακούς χώρους δεν μπορούν να περιοριστούν τελείως, αλλά γίνεται προσπάθεια να μειωθούν όσο γίνεται περισσότερο (Feldman, 2015). Οι κανόνες αυτοί αφορούν το σύνολο των εργαζομένων στο πεδίο της έρευνας. Στόχος τους είναι η ασφάλεια των εργαζομένων μέσα και έξω από το εργαστήριο, αλλά και η σωστή χρήση του εξοπλισμού (Franz, 2019). Εν τέλει, οι κανόνες που προκύπτουν από τη νομοθεσία ρυθμίζουν την ασφαλή λειτουργία ενός εργαστηρίου, τη σωστή χρήση του εξοπλισμού και ασφαλή διάθεση των παραγόμενων αποβλήτων.

Προκειμένου να επέλθει μείωση των ατυχημάτων, τα εργαστήρια κατατάσσονται σε τέσσερα (4) επίπεδα, καθένα εκ των οποίων επιτρέπεται να μελετά βιολογικούς παράγοντες διαφορετικής επικινδυνότητας. Οι βιολογικοί παράγοντες περιλαμβάνουν μικροοργανισμούς, όπως ιούς, βακτήρια, μύκητες και παράσιτα και κάποιοι μπορούν να προκαλέσουν προβλήματα υγείας. Ανάλογα με τη δραστηριότητα και τους μικροοργανισμούς που μελετώνται, ισχύουν διαφορετικοί κανόνες και επίπεδα

ασφαλείας. Αρχικά, γίνεται εκτίμηση των πιθανών κινδύνων, παράγοντας ο οποίος εξαρτάται από το είδος των μελετώμενων μικροοργανισμών. Ακολουθεί η αξιολόγηση των κινδύνων που δύναται να προκύψουν από την επεξεργασία και διαχείριση των συγκεκριμένων μικροοργανισμών, και τέλος προτείνεται η εφαρμογή μέτρων και συγκεκριμένων διαδικασιών που θα περιορίσουν ή θα αποτρέψουν τα ατυχήματα (Cadwallader & Pawelko, 2019). Η βασική αυτή ανάλυση επικινδυνότητας συνδράμει στην κατηγοριοποίηση των εργαστηρίων και την εφαρμογή συγκεκριμένων μέτρων ασφαλείας.

Οι παθογόνοι βιολογικοί παράγοντες κατατάσσονται σε τέσσερις (4) ομάδες, ανάλογα με τον βαθμό κινδύνου που παρουσιάζουν στο εργαστήριο και στον γενικό πληθυσμό, και ανάλογα με το αν υπάρχει γνωστός τρόπος πρόληψης ή θεραπείας. Στην ομάδα 1 περιλαμβάνονται οι βιολογικοί παράγοντες μηδενικού ή χαμηλού ατομικού και κοινωνικού κινδύνου, στην 2^η ομάδα αυτοί μέτριου ατομικού και χαμηλού κοινωνικού κινδύνου, στην 3^η ομάδα υψηλού ατομικού και χαμηλού κοινωνικού κινδύνου και στην 4^η ομάδα βρίσκονται οι βιολογικοί παράγοντες υψηλού ατομικού και κοινωνικού κινδύνου (Collins, 1990). Την 4^η ομάδα αποτελούν οι παθογόνοι μικροοργανισμοί που μπορούν να προκαλέσουν σοβαρή νόσο σε ανθρώπους ζώα, διασπείρονται από το ένα μολυσμένο άτομο στο άλλο άμεσα ή έμμεσα και δεν υπάρχουν αποτελεσματικά προληπτικά ή θεραπευτικά μέσα. Η ταξινόμηση των εργαστηρίων σε 4 επίπεδα βιοασφάλειας συσχετίζεται με τις 4 ομάδες κινδύνου των βιολογικών παραγόντων, αλλά δεν ταυτίζονται (Σπυροπούλου, 2015). Το κάθε εργαστήριο μπορεί να διαχειρίζεται βιολογικούς παράγοντες ανάλογα με το επίπεδο ασφαλείας που διαθέτει. Καθώς οι μικροοργανισμοί αποτελούν βιολογικούς παράγοντες, συνεπάγεται ότι το κάθε εργαστήριο μπορεί να διαθέτει και να μελετά συγκεκριμένους μικροοργανισμούς. Σε κάθε επίπεδο βιοασφάλειας επικρατούν διαφορετικές συνθήκες εργασίας και μέτρα προστασίας, προκειμένου να εξασφαλίζεται η ασφάλεια των εργαζομένων. Τα χαρακτηριστικά κάθε επιπέδου προσδιορίζονται από την Ευρωπαϊκή και Ελληνική νομοθεσία, όπως και από τις συστάσεις διαφόρων οργανισμών, όπως του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας και άλλων. Η τέλεση συγκεκριμένων ενεργειών πριν τη μελέτη μικροοργανισμών, η κατάλληλη προετοιμασία και η τήρηση των μέτρων ασφαλείας, εφαρμόζονται σε όλα σχεδόν τα εργαστήρια, μειώνοντας τον αριθμό των ατυχημάτων και συνδράμοντας στη βέλτιστη λειτουργία αυτών.

2.2.2 Οι συλλογές μικροοργανισμών και η πρακτική εφαρμογή των ιδιοτήτων τους στην καθημερινότητα

Όπως επισημάνθηκε ήδη, η κατανόηση της φύσης και της λειτουργίας των μικροοργανισμών είναι εξαιρετικά σημαντική και έχει συνεισφέρει σε πληθώρα ανακαλύψεων στους τομείς της γεωργίας, της κτηνοτροφίας, της βιομηχανίας και φυσικά της ιατρικής. Μέσα από τη μελέτη και τελικά την επεξεργασία μικροοργανισμών έχουμε κατανοήσει τη δράση τους στο περιβάλλον και τον τρόπο που αυτοί λειτουργούν. Με την αύξηση της κατανόησης της δράσης αυτών γνωστοποιούνται περισσότερα χαρακτηριστικά και χρήσεις τους. Εξερευνούμε το πού διαβιούν οι μικροοργανισμοί στη Γη, πώς σχετίζονται και συνεργάζονται μεταξύ τους και ποια είναι η επίδρασή τους στο περιβάλλον συνολικά, όπως στο έδαφος, στο νερό, στα ζώα και στα φυτά (Michael T. Madigan et al., 2012). Μελετάμε ακόμη τη δράση τους μέσα στο ανθρώπινο σώμα, όπου υπάρχει σημαντική ποσότητα μικροβιακής βιομάζας. Η εξειδίκευση στο πεδίο της μικροβιολογίας είναι τόσο ραγδαία και αξιοσημείωτη που δεν θα μπορούσε ούτε να τη φανταστεί ο άνθρωπος 150 χρόνια πριν. Η αξία των μικροοργανισμών, η εμπειριστατωμένη γνώση των ιδιοτήτων και της συμπεριφοράς τους στο περιβάλλον επισημαίνεται από το γεγονός ότι η πρώτη καταγεγραμμένη συλλογή δημιουργήθηκε το 1890 στο Γερμανικό Πανεπιστήμιο της Πράγας (Sette et al., 2013). Σήμερα, υπάρχουν παγκόσμιες βάσεις δεδομένων καταγραφής των

συλλογών μικροοργανισμών, όπως το Παγκόσμιο Κέντρο Δεδομένων για Μικροοργανισμούς (World Data Centre for Microorganisms- WDCM). Βρίσκονται καταγεγραμμένες 806 συλλογές από 78 χώρες και διαθέτουν από 3 εκατομμύρια μικροοργανισμούς (<http://www.wfcc.info/ccinfo/>). Η λεπτομερής καταγραφή των ειδών των μικροοργανισμών γίνεται και για εμπορικούς και για ερευνητικούς σκοπούς. Η σωστή διατήρηση και καταγραφή πληροφοριών που αφορά συλλογές μικροοργανισμών και τα στελέχη αυτών, είναι βασικός παράγοντας της πετυχημένης μελέτης και χρήσης τους. Ως κομμάτι των οικοσυστημάτων και της βιοποικιλότητας, είναι απαραίτητο οι συλλογές να ακολουθούν συγκεκριμένους, διεθνώς αναγνωρισμένους κανόνες λειτουργίας (Sette et al., 2013). Επιπροσθέτως, λόγω της κλιματικής αλλαγής και της ραγδαίας μείωσης της βιοποικιλότητας, ενδείκνυται η διατήρηση μικροοργανισμών αλλά και πληθώρας άλλων γενετικών πόρων σε κατάλληλες συλλογές. Οι τράπεζες γενετικών πόρων έχουν τη δυνατότητα να περιορίσουν τις απώλειες, να διαφυλάξουν την υφιστάμενη ποικιλία των ειδών και να διατηρήσουν και εξελίσουν τη γνώση αυτών (Brink & van Hintum, 2020).

Μερικές από τις χρήσεις των μικροοργανισμών παρουσιάζονται πιο αναλυτικά παρακάτω. Κάποιες γίνονται με φυσικούς τρόπους αυτόματα από το περιβάλλον, ενώ άλλες είναι αποτέλεσμα ανθρώπινης παρέμβασης. Όσον αφορά τον άνθρωπο, πλέον έχει τη δυνατότητα να προμηθευτεί το είδος του μικροοργανισμού που χρειάζεται από κατάλληλες εταιρείες-προμηθευτές. Μεγάλα κέντρα βιολογικών πόρων κατέχουν πληθώρα συλλογών και παίζουν καθοριστικό ρόλο στη μελλοντική πρόοδο της επιστήμης. Τα κέντρα βιολογικών πόρων θεωρείται πως είναι «ουσιαστικά μέρη της υποδομής που στηρίζει τη βιοτεχνολογία, αποτελούν αποθετήρια ζωντανών κυττάρων, γονιδιώματα οργανισμών και κατέχουν πληροφορίες σχετικά με την κληρονομικότητα και τις λειτουργίες των βιολογικών συστημάτων» (Sette et al., 2013). Ένα τέτοιο κέντρο βιολογικών πόρων είναι και το ήδη αναφερθέν, Ινστιτούτο Leibniz DSMZ (German Collection of Microorganisms and Cell Cultures <https://www.dsmz.de/collection/nagoya-protocol/due-diligence>), με μεγάλο ερευνητικό έργο στους μικροοργανισμούς και τη βιοποικιλότητα, καθώς και προμηθευτής πολλών εργαστηρίων και επιχειρήσεων. Η μελέτη και έρευνα αυτή των βιολογικών πόρων είναι αλληλένδετη και με τη βιοποικιλότητα. Όσα περισσότερα γνωρίζουμε για την ποικιλία των μικροοργανισμών που υπάρχουν, τόσο εκτιμούμε την αξία τους. Αποδεικνύεται επιστημονικά η σύνδεσή τους με την εύρυθμη λειτουργία του περιβάλλοντος, των οικοσυστημάτων και εν τέλει με τον άνθρωπο.

Η δράση των μικροοργανισμών είναι απαραίτητη για τη συνέχιση των βιοχημικών κύκλων της Γης. Φωτοσυνθετικοί μικροοργανισμοί συνεισφέρουν στην απορρόφηση διοξειδίου του άνθρακα (CO₂), που μαζί με τα φυτά, συντελούν στη μετατροπή σε οργανικό άνθρακα, απαραίτητος για την ανάπτυξη των φυτών και τη φωτοσύνθεση. Μικροοργανισμοί επίσης είναι υπεύθυνοι και για άλλα φυσικά φαινόμενα, όπως αυτό της φυσικής βιοαποδόμησης και του φαινομένου του θερμοκηπίου. Επομένως, γίνεται κατανοητό πως η ύπαρξη ευνοϊκών συνθηκών για την ανθρώπινη ανάπτυξη οφείλονται σε μεγάλο βαθμό στη δράση μικροοργανισμών (Pepper et al., 2015).

Πέρα από τις φυσικές διεργασίες που επιτελούν οι μικροοργανισμοί, είναι εξαιρετικά χρήσιμοι και στη στοχευμένη χρησιμοποίησή τους από τον άνθρωπο, ο οποίος και μελετά την αλληλεπίδρασή τους σε σχέση με το δικό του περιβάλλον και όφελος. (Giampaoletti et al., 2018). Η κατανόηση του ρόλου των μικροοργανισμών στη διατροφή και τη γεωργία συνεχώς εξελίσσεται και βλέπουμε πόσο μπορούν να την επηρεάσουν, είτε θετικά, είτε αρνητικά. Σε περίπτωση αλλαγής της γεωργικής παραγωγής επηρεάζεται έμμεσα και η κτηνοτροφία, αφού τα εκτρεφόμενα ζώα τρέφονται από γεωργικά προϊόντα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αρνητικής δράσης μικροοργανισμών στα τρόφιμα είναι η αλλοίωσή τους λόγω αύξησης του μικροβιακού φορτίου. Με την έρευνα της δράσης των μικροοργανισμών, είναι πλέον δυνατόν να συντηρήσουμε για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα φρέσκα τα τρόφιμα (Pepper et al., 2015). Επιπλέον, ειδικές μικροβιακές ποικιλίες ευθύνονται για γαστρονομικές απολαύσεις, όπως εκλεκτά

τυριά και κρασιά. Στις διαδικασίες που απαιτούν ζύμωση, είναι σημαντικοί για την αποτελεσματικότητα της ζύμωσης και το τελικό αποτέλεσμα (Βαγενάς, 2009).

Ακόμη, ορισμένοι μικροοργανισμοί παράγουν βιοκαύσιμα, απαραίτητα για την εξασφάλιση ενέργειας. Στη δράση τους οφείλονται τα αποθέματα πετρελαίου και φυσικού αερίου, όπως και η παραγωγή καυσίμων από τον άνθρωπο. Παράδειγμα αποτελεί η εκμετάλλευση της ιλύος, που προκύπτει από μονάδες επεξεργασίας υγρών αποβλήτων, για την παραγωγή μεθανίου μέσω αναερόβιας χώνευσης. Το μεθάνιο του παραδείγματος, όπως και η γλυκόζη και άλλες ύλες, χρησιμοποιούνται ως καύσιμο για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Ένα επιπλέον αποτέλεσμα της μελέτης μικροοργανισμών είναι το συμπέρασμα ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την απορρύπανση των διαφόρων οικοσυστημάτων ή τμημάτων τους. Λόγω της ικανότητάς τους να αποικοδομούν και να μετασχηματίζουν οργανικό υλικό τοξικό για το περιβάλλον, συμβάλλουν μέσω της διαδικασίας της βιοαποκατάστασης, στην εξάλειψη του ρύπου. Η ιδιότητα αυτή των μικροοργανισμών παρουσιάζει ευρεία χρήση, αφού την εκμεταλλεύεται ο άνθρωπος τόσο για την απορρύπανση του περιβάλλοντος, όσο και για την παραγωγή ουσιών που του είναι χρήσιμες (Sette et al., 2013).

Στον τομέα της υγείας, οι μικροοργανισμοί παίζουν ζωτικό ρόλο, αφού φάρμακα και αντιβιοτικά παράγονται από αυτούς. Γνωστό παράδειγμα αποτελεί η προαναφερθείσα ανακάλυψη της πενικιλίνης από τον Αλεξάντερ Φλεμινγκ (Alexander Fleming), ο οποίος και κατείχε συλλογή ακτινο-μυκήτων, από όπου απομόνωσε την πενικιλίνη. Εκτός από τα αντιβιοτικά και τα φάρμακα, οι μικροοργανισμοί χρησιμοποιούνται σε μεγάλο φάσμα ενώσεων χρήσιμων για τον άνθρωπο, όπως είναι οι βιταμίνες, χρωστικές, αλκοόλες, οργανικά οξέα, ένζυμα και καλλυντικά προϊόντα και διάφορα άλλα (Sette et al., 2013). Στο πόσιμο νερό, η ύπαρξη μικροοργανισμών μπορεί να επηρεάσει θετικά ή και αρνητικά τον άνθρωπο. Μέχρι τον 19^ο αιώνα ασθένειες μεταφέρονταν μέσω μολυσμένου νερού, ενώ σήμερα ο αναπτυσσόμενος κόσμος έχει άμεση πρόσβαση σε καθαρό, πόσιμο νερό (Perper et al., 2015). Η βιοτεχνολογία έχει αναπτυχθεί με γρήγορους ρυθμούς τα τελευταία χρόνια, και συνεχίζει να αναπτύσσεται, δίνοντας λύσεις και δυνατότητες σε πολλούς τομείς της ζωής. Επιπλέον, με τη μελέτη συλλογών μικροοργανισμών διερευνάται το γνωστικό πεδίο της γενετικής μηχανικής καθώς και της γενετικής τροποποίησης. Αύξηση της έρευνας και της επιστήμης επιφέρει και βελτίωση του βιοτικού επιπέδου των ανθρώπων, όπως και προστασία του περιβάλλοντος και των ωφελειών που αυτό παράσχει.

3 Κεφάλαιο 3^ο

3.1 Οι μικροοργανισμοί ως γενετικοί πόροι και οι ιδιαιτερότητές τους έναντι άλλων γενετικών πόρων

Ως γενετικός πόρος ορίζεται γενετικό υλικό υφιστάμενης ή εν δυνάμει υφιστάμενης αξίας, ενώ ως γενετικό υλικό νοείται κάθε είδους φυτικό, ζωικό, μικροβιακό ή άλλης προέλευσης υλικό που περιέχει λειτουργικές μονάδες κληρονομικότητας (άρθρο 2 της ΣΒΠ, 1992), (Deplazes-Zemp, 2018) (Μαριά, 2017). Οι γενετικοί πόροι μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την προστασία των καλλιεργειών, την ανάπτυξη τροφίμων και φαρμάκων, την παραγωγή εξειδικευμένων χημικών προϊόντων και σε ένα μεγάλο φάσμα στο βιομηχανικό τομέα (Flach et al., 2019). Από αυτό τον ορισμό προκύπτει ότι οι ζώντες οργανισμοί με μονάδες κληρονομικότητας είναι γενετικοί πόροι. Συνεπώς, και οι μικροοργανισμοί, με τους οποίους ασχολούμαστε στην παρούσα διπλωματική εργασία, αποτελούν και αυτοί γενετικούς πόρους, όπως αναπτύχθηκε εκτενώς και στο πρώτο κεφάλαιο. Μάλιστα, λόγω του μεγέθους και της ιστορίας τους πάνω στη γη είναι

ξεχωριστοί από τους υπόλοιπους. Οι μικροοργανισμοί ήταν η πρώτη μορφή ζωής που εμφανίστηκε στη γη πριν από περίπου 3,5 δισεκατομμύρια χρόνια. Είναι εξαιρετικά μικροί και αόρατοι με γυμνό μάτι, ενώ υπάρχουν σε όλα τα ζωντανά οικοσυστήματα (Michael T. Madigan et al., 2012). Διαβιούν σε μεγάλο εύρος θερμοκρασιών, υγρασίας και pH, και αυτή τους η ιδιότητα είναι που τους επιτρέπει να βρίσκονται παντού. Υπάρχουν στο χώμα, στο νερό, στον αέρα, ακόμη και μέσα στο ανθρώπινο σώμα ρυθμίζουν πλήθος διεργασιών, κυρίως του πεπτικού συστήματος (Desmeth, 2017). Έχουν ευρεία χρήση σε πολλούς τομείς, τόσο σχετιζόμενους με τον άνθρωπο όσο και με το φυσικό περιβάλλον. Οι μικροοργανισμοί απασχόλησαν από πολύ παλιά τον άνθρωπο. Η αναλυτική μελέτη αυτών ξεκίνησε μετά την εφεύρεση του μικροσκοπίου, αφού το μικρό τους μέγεθος ανέστειλε τη μελέτη των ιδιοτήτων και της αλληλεπίδρασής τους με το περιβάλλον. Ακόμη σήμερα, ο αριθμός μικροοργανισμών που έχει ανακαλυφθεί και ερευνηθεί είναι πολύ μικρός σε σχέση με το πραγματικό τους πλήθος (Michael T. Madigan et al., 2012). Παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλία χρήσεων σε τομείς όπως η βιοτεχνολογία, η μικροβιολογία και η ιατρική, οι οποίες και συνεχώς εξελίσσονται. Η δίκαιη εκμετάλλευση των ιδιοτήτων των μικροοργανισμών αποτελεί μια αρκετά πολύπλοκη υπόθεση, λόγω κυρίως του μεγέθους και της εύκολης πρόσβασης σε αυτούς. Παρόλα αυτά, λόγω του τεράστιου πλήθους εφαρμογών που μπορούν να διατελέσουν, οφείλουμε να τους χρησιμοποιούμε δίκαια, όπως και τους υπόλοιπους γενετικούς πόρους.

3.2 Οι μικροοργανισμοί από τη σκοπιά του διεθνούς δικαίου

Από το 1992 και μετά, η λογική χρήσης των στοιχείων της βιοποικιλότητας υπό το πρίσμα της κοινής κληρονομιάς έχει αλλάξει. Πλέον, υπάρχει συγκεκριμένη νομοθεσία, η οποία και ρυθμίζει τόσο την πρόσβαση όσο και τον τρόπο χρήσης και καταμερισμού οφελών των στοιχείων της φύσης. Καθώς οι μικροοργανισμοί αποτελούν και αυτοί γενετικούς πόρους, το νομοθετικό πλαίσιο που έχει δημιουργηθεί, ή που δημιουργείται σε κάποιες περιπτώσεις, θεσπίζει συγκεκριμένους κανόνες πρόσβασης και καταμερισμού των επικείμενων οφελών. Στις επόμενες παραγράφους αναπτύσσεται τόσο η έννοια του ισότιμου καταμερισμού του οφέλους, όσο και το νομοθετικό πλαίσιο που έχει δημιουργηθεί για την εκπλήρωση αυτής.

3.2.1 Εισαγωγή στους όρους του δίκαιου και ισότιμου καταμερισμού των οφελών από τη χρησιμοποίηση των γενετικών πόρων και των αμοιβαία αποδεκτών όρων

Στο πρώτο κεφάλαιο αναπτύχθηκε πως μέχρι το 1992 οι μικροοργανισμοί και οι γενετικοί πόροι γενικότερα, χρησιμοποιούνταν υπό το πρίσμα της κοινής κληρονομιάς για την ανθρωπότητα. Υπό αυτό τον τρόπο χρησιμοποίησης γενετικών πόρων, έγιναν μεγάλες αδικίες, καθώς δεν υπήρχε καμία ουσιαστική αναγνώριση ούτε της παραδοσιακής γνώσης ούτε των κυριαρχικών δικαιωμάτων των χωρών και των κατοίκων στους πόρους (Heinrich et al., 2020). Η όποια οικονομική δραστηριότητα δεν τους συμπεριλάμβανε, καθώς υπήρχε ελεύθερη πρόσβαση σε αυτούς (Μαριά, 2017). Ιδιαίτερα αδικημένοι από αυτήν την κατάσταση ήταν οι κάτοικοι χωρών με πλούσια βιοποικιλότητα, αλλά χωρίς τα απαραίτητα μέσα για να την αξιοποιήσουν. Επιπλέον, δεν υπήρχε τρόπος να εξασφαλίσουν βασικά δικαιώματα χρήσης ή το

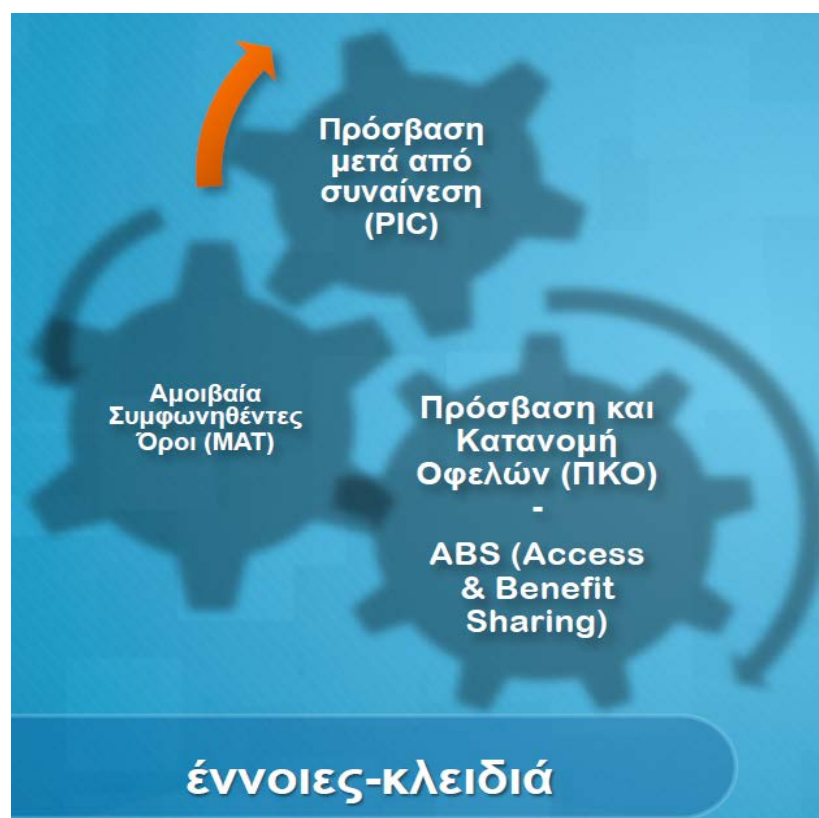
οποιοδήποτε όφελος (Heinrich et al., 2020). Η προσέγγιση αυτή προφανώς δημιούργησε πολλές αδικίες, αφού απομάκρυνε μια μερίδα ανθρώπων από αρκετές δραστηριότητες οικονομικού και επιστημονικού χαρακτήρα. Ειδικά σε φτωχά μέρη, όπου η ανάπτυξη νέων δεξιοτήτων του πληθυσμού θα μπορούσε να επιφέρει ριζική αλλαγή στον τρόπο και την ποιότητα ζωής, είναι ζωτικής σημασίας ο καταμερισμός του οφέλους και της γνώσης (Morgera, 2019). Εκτός από τα οικονομικά οφέλη που τελικά δεν αποδίδονταν, ετίθετο και ζήτημα αναφορικά με την εδαφική κυριαρχία. Δεν γίνεται να υπάρξει πραγματική εθνική κυριαρχία αν οι γενετικοί πόροι μιας χώρας «ιδιωτικοποιούνται», χωρίς να έχουν οι κάτοικοι της χώρας αυτής δικαιώματα πάνω τους (Tsioumani, 2018). Επιπλέον, το δικαίωμα στο περιβάλλον, που είναι συνδεδεμένο με τη χρήση γενετικών πόρων και των οφελών που αποκομίζουμε από τη φύση, αποτελεί μέρος όλων των δικαιωμάτων του ανθρώπου. Συνεπώς, οφείλουμε να το σεβόμαστε, όπως και τα υπόλοιπα ανθρώπινα δικαιώματα.

Οι έννοιες των δικαιωμάτων πνευματικής ιδιοκτησίας, της δικαιοσύνης στην κατοχή γενετικών πόρων και του ισότιμου καταμερισμού των οφελών άρχισαν να εμφανίζονται στο προσκήνιο το 1992, με τη Σύμβαση για τη Βιολογική Ποικιλότητα (Pauchard, 2017). Λέγοντας ισότιμο καταμερισμό των οφελών εννοούμε τον καταμερισμό με δικαιοσύνη και ισότητα των χρηματικών και μη οφελών που προκύπτουν από τη χρήση γενετικών πόρων. Ο όρος ισχύει σε μεγάλο βαθμό για αυτόχθονες ή τοπικές κοινότητες, καθώς παρατηρείται άνισος καταμερισμός του οφέλους, τόσο των αποκτηθέντων πόρων, όσο και της εκμετάλλευσης παραδοσιακής γνώσης (Arjumend & Koutouki, 2020a). Ειδικά σήμερα, με την αύξηση της θερμοκρασίας και τη ρύπανση του περιβάλλοντος (Cavicchioli et al., 2019), ο ισότιμος καταμερισμός των οφελών από τους γενετικούς πόρους στρέφεται προς την προστασία του περιβάλλοντος, της φύσης αλλά και της φυσικής βιοποικιλότητας. Η ανάγκη για διαφύλαξη του περιβάλλοντος, και της αναχαίτισης της υποβάθμισής του, προκειμένου να μπορέσει να προστατευτεί και ο άνθρωπος, είναι πιο ορατή από ποτέ. Αυτό προκύπτει από το γεγονός ότι είμαστε άρρηκτα συνδεδεμένοι με τη φύση, αφού ως άνθρωποι χρησιμοποιούμε τα οικοσυστήματα για να αναπτυχθούμε. Η τροφή μας δημιουργείται στη φύση, αναπνέουμε οξυγόνο που παράγεται από τα δάση και πολλά ακόμη παραδείγματα. Εν τέλει συνειδητοποιήσαμε ότι η υγεία μας εξαρτάται από την «υγεία» του περιβάλλοντος, το οποίο και οφείλουμε να προστατεύσουμε, τόσο για εμάς όσο και για τις επόμενες γενιές, ως κοινό αγαθό για την ανθρωπότητα (Jolly, 2015).

Βασική αρχή για να υπάρχει δικαιοσύνη προς τους κατόχους των εκάστοτε γενετικών πόρων, είναι η ενημέρωση και η πληροφόρηση αυτών ότι κάποιος σκοπεύει να χρησιμοποιήσει πόρο του (Προηγούμενη Συναίνεση μετά από πληροφόρηση-Prior Informed Consent, PIC), και να συναινέσει για τη χρήση του (Μαριά, 2017). Χωρίς τη συναίνεση του παρόχου δεν γίνεται να υπάρξει ισότιμος καταμερισμός του οφέλους (Heinrich et al., 2020). Η συναίνεση αυτή επιτυγχάνεται μέσω αμοιβαία αποδεκτών όρων (Mutually Agreed Terms, MAT), προσανατολισμένων στις αρχές της ισότητας και της δικαιοσύνης. Οι αμοιβαίοι αυτοί όροι πρέπει να καθορίζονται νομικά και να εξυπηρετούν όλους. Το παραπάνω δεν είναι πάντα εύκολο, καθώς υπάρχουν κράτη που δεν έχουν την απαραίτητη εξοικείωση με το υπόβαθρο του ισότιμου καταμερισμού οφελών, παρουσιάζουν ελλείψεις στην υφιστάμενη νομοθεσία αλλά και μη αναπτυγμένες διαπραγματευτικές ικανότητες (Arjumend & Koutouki, 2020). Ειδικά, η νομοθεσία όσον αφορά τον καταμερισμό των οφελών δεν είναι παντού διαθέσιμη, ενώ σε αρκετές περιπτώσεις είναι αρκετά πολύπλοκη (Morgera, 2019). Η πολυπλοκότητα αυτή λειτουργεί ως ανασταλτικός παράγοντας, αφού περιορίζει την πρόσβαση σε γενετικούς πόρους τόσο για ερευνητικούς όσο και για εμπορικούς σκοπούς. Ειδικά όσον αφορά το σκέλος του δίκαιου και ισότιμου καταμερισμού των οφελών, σε πολλές

περιπτώσεις υπάρχει ελλιπής νομοθεσία, με αποτέλεσμα αυθαιρεσίες. Νομοθετικός πυλώνας για τον δίκαιο και ισότιμο καταμερισμό των οφελών και των αμοιβαία αποδεκτών όρων αποτελούν ο Κανονισμός 511/2014 και το Πρωτόκολλο της Ναγκόγια (Sirakaya, 2020).

Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζονται οι έννοιες-κλειδιά, που μας απασχολούν, ως προς τη μελέτη και κατανόηση του δίκαιου και ισότιμου καταμερισμού των οφελών που προκύπτουν από τη χρησιμοποίηση των γενετικών πόρων.



Εικόνα. 15: Έννοιες κλειδιά της χρήσης γενετικών πόρων μετά το 1992 (Μαριά, 2017)

Στην Ελλάδα συγκεκριμένα, η πρόσβαση σε γενετικούς πόρους αποκτάται μέσω άδειας από τις εθνικές αρμόδιες αρχές (Μαριά, 2021). Οι άδειες αυτές όμως δεν συμπεριλαμβάνουν διατάξεις για δίκαιο και ισότιμο καταμερισμό των οφελών, ούτε σε ερευνητικό, ούτε και σε εμπορικό επίπεδο (Arjzumend & Koutouki, 2020) (Μαριά, 2021). Αντίστοιχη κατάσταση επικρατεί και στην Ανταρκτική, με ακόμη πιο σύνθετο σύστημα πρόσβασης (Puig-Marcó, 2014). Ένα ακόμη πρόβλημα που έχει αναγνωρίσει η Ευρωπαϊκή Επιτροπή σε ευρωπαϊκό επίπεδο, είναι οι δυσκολίες πρόσβασης στους γενετικούς πόρους. Υποστηρίζει πως οι δυσκολίες αυτές, λόγω κυρίως της νομοθεσίας, δύναται να επηρεάσουν τις δραστηριότητες πληθώρας ενδιαφερομένων, όπως βοτανικών κήπων, συλλογών μικροοργανισμών, τραπεζών γονιδίων, εταιριών βιοτεχνολογίας αλλά και της βιομηχανίας τροφίμων και ποτών (Arjzumend & Koutouki, 2020). Η έλλειψη λειτουργικής νομοθεσίας αναφορικά με την πρόσβαση και τον δίκαιο και ισότιμο καταμερισμό των οφελών δρα ανασταλτικά. Η έλλειψη αυτή επιδρά αρνητικά τόσο στην έρευνα, όσο και στη διεξαγωγή συμφωνιών και τη χορήγηση των απαιτούμενων αδειών (Pauchard, 2017). Επιπλέον, παρά το γεγονός ότι σε θεωρητικό και νομοθετικό επίπεδο ο ισότιμος καταμερισμός των οφελών έχει αναλυθεί αρκετά,

δεν έχει γίνει το ίδιο σε πρακτικό επίπεδο αλλά και στους υπόλοιπους επιστημονικούς κλάδους. Ειδικά για τον κλάδο της βιολογίας και της μικροβιολογίας, που ασχολούνται και μελετούν συλλογές μικροοργανισμών, ο όρος δεν είναι τόσο γνωστός και υπάρχει έλλειψη πληροφοριών και συνειδητοποίησης αυτού σε παγκόσμιο επίπεδο (Desmeth, 2017). Η έλλειψη αυτή πληροφοριών γίνεται ιδιαίτερα αντιληπτή όταν η έρευνα πραγματοποιείται αποκλειστικά για επιστημονικούς σκοπούς και δεν συνδυάζεται με την ανάπτυξη εμπορικών προϊόντων. Εκτός από τη μειωμένη πληροφόρηση, πρόβλημα αποτελεί σε κάποιες περιπτώσεις και η ασαφής νομοθεσία στον τομέα του καταμερισμού οφελών (Sirakaya, 2020). Τα έθνη και οι κοινότητες από τις οποίες προέρχονται οι γενετικοί πόροι ελέγχουν την πρόσβαση σε αυτούς και καθορίζουν τη λήψη δίκαιου μεριδίου των οφελών, που απορρέουν από αυτούς (Access and Benefit Sharing – ABS), όπως αναπτύχθηκε παραπάνω (Kariyawasam & Tsai, 2018). Οι υποχρεώσεις που απορρέουν από τον δίκαιο και ισότιμο καταμερισμό των οφελών δρουν ως μέσο διόρθωσης των κοινωνικών και οικονομικών αδικιών, που σχετίζονται με το παγκόσμιο σύστημα πνευματικής ιδιοκτησίας. Αποτελούν επίσης εργαλείο οικονομικής ανάπτυξης, μέσω της αξιοποίησης των οφελών που προέρχονται από την εμπορευματοποίηση προϊόντων προερχόμενων από γενετικούς πόρους. Τέλος, χαρακτηρίζονται ως κίνητρο για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας (Avilés-Polanco et al., 2019). Η διαφάνεια και οι συγκεκριμένοι κανόνες παίζουν ζωτικό ρόλο για τους χρήστες γενετικών πόρων. Αυτό συμβαίνει γιατί, αφενός οι χρήστες πρέπει να είναι ικανοί να υποβάλλουν τα απαραίτητα έγγραφα, ούτως ώστε να χρησιμοποιούν τους πόρους υπό αμοιβαία αποδεκτούς όρους, και αφετέρου πρέπει να γνωρίζουν ποια δικαιώματα και πιθανό κέρδος έχουν από αυτούς. Σημαντικό είναι επίσης να αντιλαμβάνονται τους λόγους που απορρίπτεται, αν για κάποιο λόγο απορριφθεί, η άδεια που έχουν ζητήσει για κάποιο συγκεκριμένο πόρο ή χρήση (Sirakaya, 2020). Τα παραπάνω καθίστανται ιδιαίτερα σημαντικά μεταξύ άλλων, στους κλάδους της βιολογίας και της μικροβιολογίας. Καθώς ο άνθρωπος πλέον μπορεί να τροποποιεί το γενετικό υλικό φυσικών πόρων, είναι απαραίτητο και δίκαιο να μπορεί να κατοχυρώσει με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας την ‘αλλαγή’ που έκανε στο DNA, υπό την προϋπόθεση ότι η παρούσα τροποποίηση είναι νέα, εφαρμόζεται σε βιομηχανική διαδικασία και μπορεί να θεωρηθεί ως εφεύρεση (Pauchard, 2017). Η παρούσα συνθήκη-προϋπόθεση συνδέεται άμεσα και με περιπτώσεις πολύ μικρής ανάπτυξης εμπορικών προϊόντων, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως¹.

3.2.2 Η Σύμβαση για τη Βιολογική Ποικιλότητα

Η Σύμβαση για τη Βιολογική Ποικιλότητα (ΣΒΠ) θεσμοθετήθηκε το 1992, τέθηκε σε ισχύ στις 29 Δεκεμβρίου του 1993 και στηρίζεται σε τρεις θεμελιώδεις πυλώνες. Όλοι οι πυλώνες είναι προφανώς σχετικοί με τη βιοποικιλότητα, τη διατήρηση, προστασία και χρησιμοποίηση αυτής από τον άνθρωπο. Η τεράστια αξία του περιβάλλοντος και των υπηρεσιών που αυτό μας προσφέρει πρέπει να διατηρηθεί και για τις επόμενες γενιές. Η αρμονική συνύπαρξη με τη φύση και τα στοιχεία της είναι επιβεβλημένη, για να μπορεί και το ανθρώπινο είδος να ευημερεί. Σε αυτή την κατεύθυνση είναι προσανατολισμένη και η Σύμβαση, οι αρχές δημιουργίας της, οι πυλώνες της και οι

¹ Η έλλειψη αυτή πληροφοριών και πρακτικής εξοικείωσης με τον όρο του ισότιμου καταμερισμού των οφελών, γίνεται ιδιαίτερα αντιληπτή όταν η έρευνα πραγματοποιείται αποκλειστικά για επιστημονικούς σκοπούς και δεν συνδυάζεται με την ανάπτυξη εμπορικών προϊόντων.

μελλοντικοί στόχοι που θέτει. Η τεράστια σημασία του περιβάλλοντος και της διατήρησης αυτού έχει δώσει στη Σύμβαση μεγάλη ισχύ, αφού από την αρχή της θεσμοθέτησής της έγινε ευρέως αποδεκτή (Lawson et al., 2020).

Ο πρώτος πυλώνας της ΣΒΠ είναι η διατήρηση της βιολογικής ποικιλομορφίας, ο δεύτερος, η βιώσιμη χρήση των συστατικών της βιολογικής ποικιλότητας, δηλαδή και των γενετικών πόρων, και ο τρίτος, ο δίκαιος και ισότιμος καταμερισμός των οφελών σε όλους, που προκύπτουν από τη χρησιμοποίηση γενετικών πόρων (Desmeth, 2017). Σύμφωνα με το άρθρο 2 της ΣΒΠ, οι βιολογικοί πόροι περιλαμβάνουν γενετικούς πόρους, οργανισμούς ή μέρη αυτών, πληθυσμούς ή οποιοδήποτε άλλο βιοτικό συστατικό των οικοσυστημάτων με πραγματική ή δυνητική χρήση ή αξία για την ανθρωπότητα (Beck, 2019). Όπως αναπτύχθηκε και στις προηγούμενες ενότητες, ως γενετικός πόρος ορίζεται γενετικό υλικό υφιστάμενης ή εν δυνάμει υφιστάμενης αξίας, ενώ ως γενετικό υλικό νοείται κάθε είδους φυτικό, ζωικό, μικροβιακό ή άλλης προέλευσης υλικό που περιέχει λειτουργικές μονάδες κληρονομικότητας (Deplazes-Zemp, 2018) (Μαριά, 2017). Η ΣΒΠ δεν συμπεριλαμβάνει στον ορισμό αυτό το ανθρώπινο γενετικό υλικό, αφού περιορίζεται μόνο στα στοιχεία που αφορούν το περιβάλλον (Μαριά, 2021). Θεμελιώδη πυλώνια της Σύμβασης αποτελεί η διατήρηση και προστασία της φυσικής ποικιλότητας (Rosendal & Andresen, 2016) προς όφελος της οποίας λειτουργεί ο τρίτος πυλώνας της ΠΚΟ, αφού μέρος των οφελών 'επιστρέφει' στη διατήρηση.

Ειδικά σήμερα, οφείλουμε να προστατεύουμε το περιβάλλον και την πληθώρα αγαθών και υπηρεσιών που αυτό μας προσφέρει. Οι γενετικοί πόροι και οι υπηρεσίες που μας προσφέρουν τα οικοσυστήματα είναι αλληλένδετα με τον άνθρωπο, την μέχρι τώρα ανάπτυξή του, αλλά και το μέλλον του (Soares, 2011) (Davis et al., 2015). Η υγεία των οικοσυστημάτων καθορίζει με πολλούς τρόπους την ανθρώπινη υγεία και ευημερία. Η πρόσβαση σε γενετικούς πόρους είναι ζωτικής σημασίας για πολύ μεγάλη ποικιλία δραστηριοτήτων, όπως αυτής της καλλιέργειας φυτών, της παροχής πόσιμου νερού στον άνθρωπο, της αποικοδόμησης οργανικής ύλης και πολλών άλλων (Lawson et al., 2020). Ως εκ τούτου, η συνεχιζόμενη απώλεια της βιοποικιλότητας θεωρείται ότι έχει σημαντικές επιπτώσεις στις υπηρεσίες των οικοσυστημάτων και συνεπώς στην τρέχουσα και μελλοντική ανθρώπινη ευημερία (Avilés-Polanco et al., 2019), (Pripr, 2018). Η βιώσιμη χρήση και εκμετάλλευση των φυσικών πόρων είναι απαραίτητη, προκειμένου να διατηρηθεί για τις επόμενες γενιές αλλά και για εμάς τους ίδιους. Η εκτεταμένη μείωση, ή ακόμη και εξαφάνιση διαφόρων ειδών, ακόμη και σε τοπική κλίμακα, μπορεί να επηρεάσει τη λειτουργία και σταθερότητα του οικοσυστήματος της γης (Laird et al., 2020). Η μέτρηση της βιοποικιλότητας περιλαμβάνει την αξιολόγηση της κλίμακας των οικοσυστημάτων. Οι αιτίες απωλειών των οικοσυστημάτων είναι σχεδόν ίδιες με εκείνες που οδηγούν στην εξαφάνιση ή σε κίνδυνο των ειδών, με πρωταρχικό παράγοντα την απώλεια και τον κατακερματισμό των ενδιαιτημάτων. Η αξία της βιοποικιλότητας συχνά θεωρείται δεδομένη, αλλά μια παγκόσμια εκτίμηση την 'κοστολογεί' περίπου μεταξύ 16-64 τρισεκατομμυρίων δολαρίων ετησίως (Theis & Tomkin, 2015). Η οικονομική αποτίμηση, μεταξύ άλλων, τόσο της διατήρησης της βιοποικιλότητας, όσο και των οικοσυστημάτων των ίδιων, έχει παρακινήσει τον άνθρωπο προς την προστασία τους. Η παγκόσμια επισιτιστική ασφάλεια, η πηγή φαρμάκων, ακόμη και το οξυγόνο στον αέρα μας, εξαρτώνται από τη βιοποικιλότητα και την ακεραιότητα των οικοσυστημάτων (Theis & Tomkin, 2015).

Υπό αυτό το πρίσμα, τέθηκαν και οι στόχοι για τη βιοποικιλότητα για την περίοδο 2011-2020 στο Aichi (<https://www.cbd.int/sp/targets/>) της Ιαπωνίας (Heinrich & Hesketh, 2019). Οι 5 βασικοί στόχοι εναρμονίζονται πλήρως με τους στόχους για την κλιματική

αλλαγή, προκειμένου να προστατευθεί ο πλανήτης και η βιοποικιλότητα (Zheng, 2019). Αναφορικά με την κλιματική αλλαγή, στόχος είναι μέχρι το 2050 να υπάρξει ουδέτερο ισοζύγιο εκπομπών, δηλαδή να μην επιβαρύνουμε την ατμόσφαιρα με τα βλαβερά αέρια του θερμοκηπίου και να μειωθεί η παραγωγή CO₂. Πρώτος στρατηγικός στόχος της Σύμβασης για τη Βιολογική Ποικιλότητα είναι η αντιμετώπιση των αιτιών απώλειας βιοποικιλότητας, γνωστοποιώντας και αναγνωρίζοντας την αξία σε κοινωνικό και πολιτικό επίπεδο. Δεύτερος στόχος είναι η μείωση των πιέσεων στο περιβάλλον και η προώθηση και χρήση αειφόρων πηγών, ενώ ακολουθεί η βελτίωση της υφιστάμενης κατάστασης της βιοποικιλότητας, η οποία και μπορεί να επιτευχθεί από την προστασία των οικοσυστημάτων και των γενετικών πόρων (τρίτος στόχος). Τέταρτο στρατηγικό στόχο αποτελεί η αύξηση των ωφελειών που προκύπτουν από τη βιολογική ποικιλότητα και τις υπηρεσίες των οικοσυστημάτων. Ο πέμπτος και τελευταίος στόχος είναι περισσότερο ανθρωποκεντρικός και προτρέπει τον συμμετοχικό σχεδιασμό και την ανάπτυξη ικανοτήτων των ανθρώπων που συνδέονται με τους φυσικούς πόρους.

Σήμερα, τη Σύμβαση για τη Βιολογική Ποικιλότητα έχουν υιοθετήσει 196 χώρες μέλη και το 98%, δηλαδή 194 χώρες, έχουν υποβάλει «Εθνικές Στρατηγικές και Σχέδια Δράσης για τη Βιοποικιλότητα» (Beck, 2019). Τα σχέδια δράσης προφανώς εναρμονίζονται πλήρως με τους στόχους για τη βιοποικιλότητα που αναπτύχθηκαν στην προηγούμενη παράγραφο. Συγκεκριμένα, περιγράφουν τις συγκεκριμένες ενέργειες στις οποίες πρέπει να προβεί το κάθε συμβαλλόμενο μέρος, προκειμένου να πετύχει βιώσιμους στόχους μέχρι το 2030. Η Ελλάδα κατέθεσε τα σχέδια εθνικής στρατηγικής της στις 22 Δεκεμβρίου 2014. Το πλάνο περιλαμβάνει συγκεκριμένες δράσεις μέχρι το 2030, και μακροπρόθεσμους γενικούς στόχους για τη βιοποικιλότητα, με σκοπό αυτοί να έχουν εκπληρωθεί τα επόμενα 29 χρόνια (<https://www.cbd.int/nbsap/about/latest/>). Μέχρι το 2050, η βιοποικιλότητα εκτιμάται, συντηρείται, αποκαθίσταται και χρησιμοποιείται με σύνεση, διατηρώντας τις υπηρεσίες του οικοσυστήματος, προάγοντας έναν υγιή πλανήτη και παρέχοντας οφέλη απαραίτητα για όλους τους ανθρώπους (Prip, 2018). Σημείο ορόσημο της Σύμβασης αποτελεί η έκφραση ότι τα κράτη έχουν «το κυρίαρχο δικαίωμα να εκμεταλλευτούν τους δικούς τους πόρους σύμφωνα με τις δικές τους περιβαλλοντικές πολιτικές». Αυτό ουσιαστικά σημαίνει ότι οι γενετικοί πόροι, όπως όλοι οι φυσικοί πόροι ανήκουν στη χώρα, όπου εμφανίζονται φυσικά, και αυτή είναι η χώρα προέλευσης (Άρθρο 3, ΣΒΠ). Επιπλέον, στο Άρθρο 15 της Σύμβασης αναφέρεται ότι «όλα τα βιολογικά υλικά και τα παράγωγά τους ανήκουν στη χώρα προέλευσης και δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν χωρίς άδεια» (Beck, 2019). Το παραπάνω συνδέεται άμεσα με τα κυριαρχικά δικαιώματα των χωρών στους πόρους τους, όπως επίσης και με το δικαίωμα για εκμετάλλευση αυτών υπό ισότιμους όρους. Πιο συγκεκριμένα, πρέπει να εξασφαλίζεται ότι οι γενετικοί πόροι έχουν αποκτηθεί με προηγούμενη συναίνεση μετά από πληροφόρηση (Prior Informed Consent – PIC) και με αμοιβαία αποδεκτούς όρους (Mutually Agreed Terms – MAT), μεταξύ του παρόχου και του χρήστη (Kariyawasam & Tsai, 2018). Η ΣΒΠ καθιέρωσε αρχές πρόσβασης και δίκαιου και ισότιμου καταμερισμού των οφελών, βάσει των οποίων οποιοσδήποτε επιθυμεί να αποκτήσει πρόσβαση σε γενετικούς πόρους από μια χώρα πρέπει να λάβει προηγούμενη συναίνεση μετά από πληροφόρηση (PIC) από τις αρμόδιες αρχές και να καθορίσει αμοιβαία αποδεκτούς όρους (MAT), που να καθορίζουν τους όρους υπό τους οποίους οι γενετικοί της πόροι μπορούν να χρησιμοποιηθούν (Roa et al., 2016). Πάροχος θεωρείται η χώρα προέλευσης του γενετικού πόρου, ενώ χρήστης είναι αυτός που ερευνά και αξιοποιεί τις ιδιότητες του πόρου.

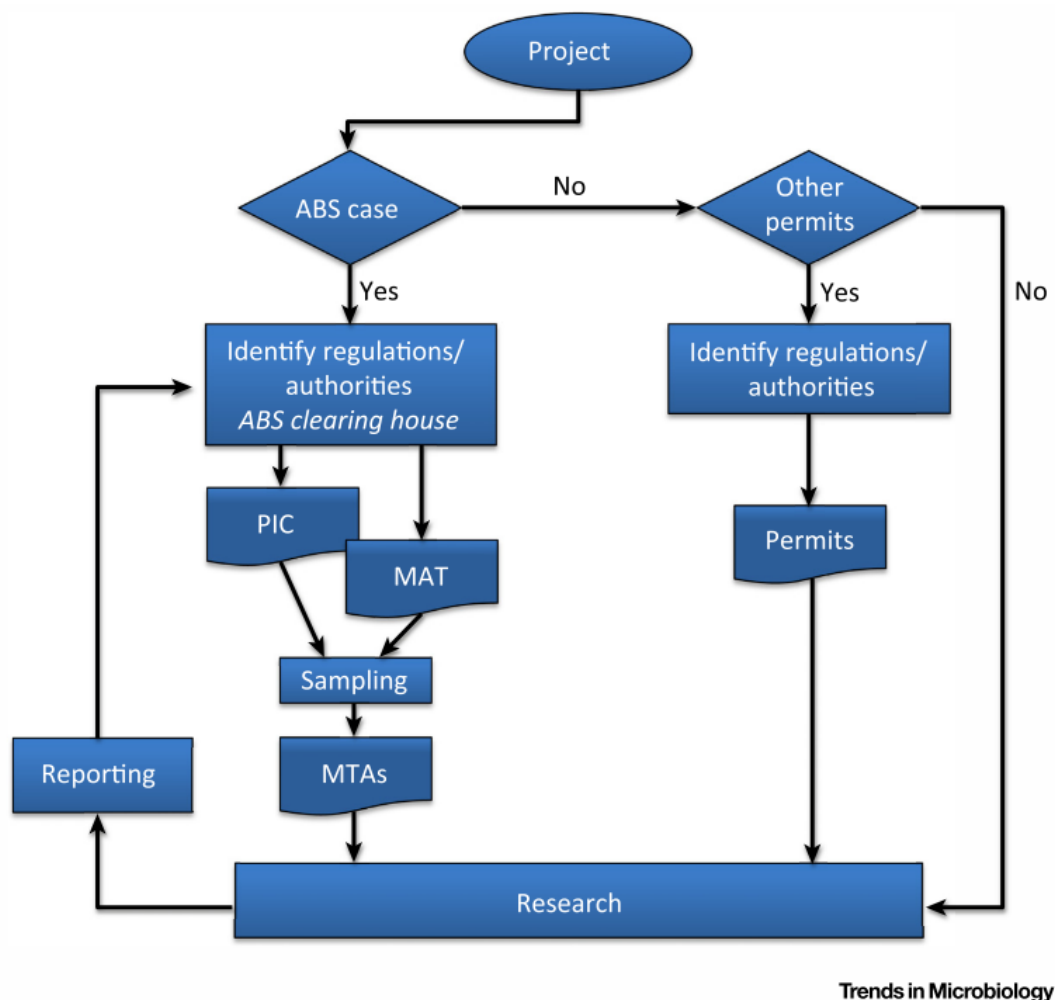
3.2.3 Το Πρωτόκολλο της Ναγκόγια και οι λόγοι θεσμοθέτησής του

3.2.3.1 Το περιεχόμενο του Πρωτοκόλλου και η σημασία του στην επιστημονική έρευνα

Το Πρωτόκολλο της Ναγκόγια (ΠΝ) υιοθετήθηκε το 2010, στην πόλη Ναγκόγια της Ιαπωνίας και τέθηκε σε εφαρμογή στις 12 Οκτωβρίου του 2014. Αυτή τη στιγμή απαρτίζεται από 129 χώρες μέλη, ενώ η Ελλάδα έγινε μέρος του Πρωτοκόλλου στις 14 Μαΐου 2020 (<https://www.cbd.int/abs/nagoya-protocol/signatories/>). Το Πρωτόκολλο είναι μια διεθνής συμφωνία, σκοπός της οποίας είναι να παράσχει ένα πλαίσιο βάσει του οποίου οι χώρες μπορούν να υποστηρίξουν τη διατήρηση της βιοποικιλότητας, ρυθμίζοντας την πρόσβαση σε εγγενή γενετικά υλικά (Avilés-Polanco et al., 2019). Ο καθορισμός ενός διεθνούς νομικού πλαισίου για τη βιοποικιλότητα δύναται να παρουσιάσει ευκαιρίες συνεργασίας υπό ίσους όρους μεταξύ των συμβαλλομένων μερών (Dedeurwaerdere et al., 2016). Επιπλέον, βασικό σκοπό αποτελεί η δημιουργία εμπιστοσύνης μεταξύ παρόχων και χρηστών γενετικών πόρων (Greiber, 2018). Ο στόχος του ΠΝ ήταν να συμπληρώσει τα κενά της Σύμβασης για τη Βιολογική Ποικιλότητα (ΣΒΠ), ειδικά αυτά που εισάγει ο τρίτος θεμελιώδης πυλώνας της. Υπενθυμίζεται, ότι ο τρίτος πυλώνας αφορά τον ισότιμο και δίκαιο καταμερισμό των οφελών που προκύπτουν από τη χρησιμοποίηση γενετικών πόρων. Προκειμένου όμως να υπάρξει όντως ισότιμος καταμερισμός των οφελών, ήταν απαραίτητη η δημιουργία της κατάλληλης νομοθεσίας και η εφαρμογή αυτής (Pauchard, 2017). Αυτό ακριβώς το σκέλος ήρθε να συμπληρώσει το Πρωτόκολλο της Ναγκόγια. Οι διαπραγματεύσεις μεταξύ χρηστών (βιομηχανικές και αναπτυσσόμενες χώρες) και παρόχων διήρκησαν οκτώ χρόνια, με τους δεύτερους να τονίζουν την ανάγκη δημιουργίας ενός καλύτερου μηχανισμού αναγνώρισης και καταμερισμού των οφελών (Μαριά, 2021). Ο καταμερισμός οφελών είναι απόδειξη ότι όντως τα κράτη εξασκούν τα κυριαρχικά τους δικαιώματα επί των πόρων τους, κάτι που μέχρι πριν τη Σύμβαση για τη Βιολογική Ποικιλότητα και το Πρωτόκολλο της Ναγκόγια δεν ίσχυε. Η ισότητα μεταξύ χρήστη και παρόχου είναι απαραίτητο να εξασφαλίζεται όταν εμπορευματοποιείται ο γενετικός πόρος (Kariyawasam & Tsai, 2018). Επίσης, είναι ένα χρήσιμο εργαλείο χρηματοδότησης της έρευνας νέων επιστημών. Διαχωρίζει τους τομείς έρευνας σε τρεις (3,) με τους δύο να αφορούν καθαρά την επιστημονική έρευνα χωρίς εμπορικό σκοπό, και τον τρίτο τομέα να αφορά την έρευνα και ανάπτυξη (R&D-Research & Development). Η έρευνα και ανάπτυξη έχει ως στόχο τη δημιουργία ενός εμπορικού προϊόντος και την απόκτηση κέρδους για τον παραγωγό του. Στο πεδίο του R&D σημαντικό εργαλείο αποτελεί και η χρηματοδότηση του προϊόντος, μέσω ουσιαστικά χρηματοδότησης της έρευνας. Από τη στιγμή που μια χώρα κυρώσει με την εθνική της νομοθεσία το Πρωτόκολλο της Ναγκόγια, είναι απαραίτητο η έρευνα να γίνεται υπό τους όρους του Πρωτοκόλλου, αν επιθυμεί να λάβει χρηματοδότηση για ανάπτυξη προϊόντος. Παρόλο που το Πρωτόκολλο συμφωνήθηκε παγκοσμίως, δεν είναι όλες οι χώρες μέλη του (Smith et al., 2017). Κομβικά εργαλεία της όλης σύλληψης της ΣΒΠ και του Πρωτοκόλλου για τον δίκαιο και ισότιμο καταμερισμό των οφελών από τη χρήση των γενετικών πόρων είναι: α) η προηγούμενη συναίνεση μετά από πληροφόρηση (Prior Informed Consent, PIC) η οποία πρέπει να χορηγείται ως ένα είδος άδειας από το κράτος-πάροχο των γενετικών πόρων στον χρήστη ώστε να έχει αυτός νόμιμη πρόσβαση στον ζητούμενο γενετικό πόρο για λόγους έρευνας ή και εμπορικής αξιοποίησης καθώς και β) οι αμοιβαία αποδεκτοί όροι (Mutually Agreed Terms, MAT). Οι όροι αυτοί συμφωνούνται μεταξύ παρόχου και χρήστη και

περιλαμβάνουν όρους για τον δίκαιο και ισότιμο καταμερισμό των οφελών που προκύπτουν από τη χρήση των γενετικών πόρων. Εξίσου σημαντικό εργαλείο είναι και το Διεθνώς Αναγνωρισμένο Πιστοποιητικό Συμμόρφωσης (ΔΑΠΣ, Internationally Recognized Certificate of Compliance, IRCC), το οποίο στην ουσία είναι η άδεια ή ισοδύναμο έγγραφο που εκδίδεται από την αρμόδια αρχή κατά τη στιγμή της πρόσβασης, ως τεκμήριο ότι οι γενετικοί πόροι τους οποίους καλύπτει έχουν αποκτηθεί σύμφωνα με απόφαση παραχώρησης προηγούμενης συναίνεσης μετά από πληροφόρηση και κατόπιν θέσπισης αμοιβαίως αποδεκτών όρων για τον χρήστη και τη χρήση που διευκρινίζεται σε αυτήν. Ειδικότερα ως προς το ζήτημα της αποτελεσματικότερης εφαρμογής του Πρωτοκόλλου και της συμμόρφωσης των κρατών-μερών με αυτό, προβλέπεται στο άρθρο 14 του Πρωτοκόλλου η λειτουργία του Κέντρου Πληροφοριών για την ΠΚΟ (ABS Clearing-House, ABCH), μια διαδικτυακή πλατφόρμα στην οποία τα κράτη-μέρη υποχρεούνται να υποβάλλουν πληροφορίες για την εθνική τους νομοθεσία, στοιχεία των αρμόδιων αρχών και άδειες ή ισοδύναμα έγγραφα για την πρόσβαση στους γενετικούς πόρους. Στο Κέντρο Πληροφοριών υποβάλλεται από τα κράτη-μέρη και το προαναφερθέν Διεθνώς Αναγνωρισμένο Πιστοποιητικό Συμμόρφωσης, που δημοσιεύεται μέσω αυτής της πλατφόρμας. Επομένως, το εν λόγω Κέντρο Πληροφοριών συμβάλλει στην παροχή αποδεικτικών στοιχείων νόμιμης απόκτησης ενός γενετικού πόρου μέσω του ΔΑΠΣ, διευκολύνοντας τη συμμόρφωση με τα καθεστώτα ΠΚΟ των χωρών-παρόχων (Μαριά, 2021).

Ως προς τη διαδικασία έρευνας σύμφωνα με τη ΣΒΠ και το Πρωτόκολλο της Ναγκόγια ενδιαφέρον έχει η σχηματική απεικόνιση των σταδίων της, όπως στο παρακάτω σχήμα: Αρχικά ερευνάται αν πρόκειται για περίπτωση πρόσβασης και καταμερισμού των οφελών (ΠΚΟ), δηλαδή εάν πρόκειται για μέρος του Πρωτοκόλλου της Ναγκόγια, ή αν διατίθενται άλλες άδειες χρήσης για τις χώρες που δεν είναι μέρη. Στην πρώτη περίπτωση, εξετάζεται το αν πληρούνται οι αμοιβαία αποδεκτοί όροι, η πρόσβαση με προηγούμενη συναίνεση μετά από πληροφόρηση και οι συμφωνίες μεταφοράς υλικού κατά την ερευνητική διαδικασία. Στην δεύτερη περίπτωση, πάλι ζητώνται αντίστοιχα έγγραφα, στα οποία και θα πρέπει να αποδεικνύεται η νόμιμη κατοχή του ερευνώμενου γενετικού πόρου.



Εικόνα 16: Διαδικασία έρευνας γενετικών πόρων βάση του Πρωτοκόλλου της Ναγκόγια και της Σύμβασης για τη Βιολογική Ποικιλότητα (Overmann & Scholz, 2017).

3.2.3.2 Το πεδίο εφαρμογής του Πρωτοκόλλου και οι κεντρικές ρυθμίσεις για την Πρόσβαση και τον Καταμερισμό των Οφελών (ΠΚΟ, Access and Benefit Sharing, ABS)

Όπως προβλέπεται στο Πρωτόκολλο (Άρθρο 3) αυτό εφαρμόζεται στους γενετικούς πόρους, που εμπίπτουν στο πεδίο εφαρμογής του Άρθρου 15 της Σύμβασης για τη Βιολογική Ποικιλότητα (ΣΒΠ), καθώς και στα οφέλη που απορρέουν από τη χρησιμοποίηση των πόρων αυτών. Εκτός από τους γενετικούς πόρους, εφαρμόζεται επιπλέον και στην παραδοσιακή γνώση, που όμως δεν θα ασχοληθούμε στην παρούσα διπλωματική εργασία. Το Πρωτόκολλο εφαρμόζεται κατά τρόπο ώστε να αλληλοϋποστηρίζεται με άλλες, συναφείς με αυτό διεθνείς πράξεις και συμβάσεις. Σύμφωνα με την Παράγραφο 4 του Άρθρου 4, το Πρωτόκολλο αποτελεί την πράξη εφαρμογής των διατάξεων της ΣΒΠ που αφορούν την πρόσβαση και τον δίκαιο και ισότιμο καταμερισμό των οφελών. Το Άρθρο 5 του Πρωτοκόλλου αποτελεί ζωτικό σημείο, αφού αναφέρεται στον δίκαιο και ισότιμο καταμερισμό των οφελών, προβλέποντας ότι στα οφέλη που απορρέουν από τη χρησιμοποίηση γενετικών πόρων, καθώς και από τις μετέπειτα εφαρμογές και εμπορική εκμετάλλευση, πρέπει να συμμετέχει με δίκαιο και ισότιμο τρόπο το συμβαλλόμενο μέρος που παρέχει τους πόρους αυτούς, το οποίο είναι η χώρα προέλευσής τους ή ένα συμβαλλόμενο μέρος

που έχει αποκτήσει τους γενετικούς πόρους σύμφωνα με τη ΣΒΠ. Ο εν λόγω καταμερισμός των οφελών συμφωνείται με βάση αμοιβαία αποδεκτούς όρους. Μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζει και το Άρθρο 9 του Πρωτοκόλλου, το οποίο και αναφέρει πως τα συμβαλλόμενα μέρη ενθαρρύνουν τους χρήστες και τους παρόχους να διοχετεύουν στη διατήρηση της βιολογικής ποικιλομορφίας και την αειφορική χρήση των συστατικών τα οφέλη, που απορρέουν από τη χρησιμοποίηση γενετικών πόρων. Τα υπόλοιπα άρθρα του Πρωτοκόλλου ρυθμίζουν την τήρηση των αμοιβαία αποδεκτών όρων, χρηματικά και μη οφέλη, τις δυνατότητες χρηματοδότησης της έρευνας, τη δυναμικότητά τους, την ευαισθητοποίηση ως προς τους γενετικούς πόρους καθώς και τις σχέσεις με μη συμβαλλόμενα μέρη.

Ο γενικός στόχος αυτών των διατάξεων είναι να αποτρέψει μελλοντικές περιπτώσεις κατάχρησης, δηλαδή παράνομης χρήσης γενετικών πόρων και παραβίαση συμφωνιών ΠΚΟ (ABS). Για το σκοπό αυτό, τα άρθρα 15 και 16 υποχρεώνουν κάθε συμβαλλόμενο κράτος να λάβει νομοθετικά, διοικητικά ή πολιτικά μέτρα σε εθνικό επίπεδο, προκειμένου να διασφαλιστεί η συμμόρφωση με τη νομοθεσία ΠΚΟ (ABS) της χώρας-παρόχου, και να επιβληθούν κυρώσεις σε περιπτώσεις μη συμμόρφωσης. Σε σχέση με αυτό, το άρθρο 17 αποσκοπεί στη βελτίωση της διαφάνειας σχετικά με τη χρήση των γενετικών πόρων, ιδίως μέσω του καθορισμού σημείων ελέγχου (παράγραφος 1 – Εθνικά Εστιακά Σημεία, National Focal Points) και της χρήσης διεθνώς αναγνωρισμένων πιστοποιητικών συμμόρφωσης (Greiber, 2018). Αξίζει να σημειωθεί ότι το πιο καινοτόμο μέρος του Πρωτοκόλλου αποτελούν τα άρθρα 15-18, που αφορούν την παρακολούθηση και τη συμμόρφωση.

Τα παραπάνω ισχύουν για όλους τους γενετικούς πόρους, όμως τα πράγματα είναι αρκετά πιο περίπλοκα στο σκέλος που αφορά τους μικροοργανισμούς που υπάρχουν στα θαλάσσια οικοσυστήματα. Και αυτό διότι το Πρωτόκολλο δεν καλύπτει τα θαλάσσια ύδατα και τις περιοχές εκτός εθνικής κυριαρχίας, με αποτέλεσμα η νομοθεσία να γίνεται αρκετά περίπλοκη (Kariyawasam & Tsai, 2018) (Puig-Marcó, 2014).

Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζονται οι χώρες που είναι μέρη του Πρωτοκόλλου της Ναγκόγια.



Εικόνα 17: Οι χώρες που έχουν υπογράψει και επικυρώσει το Πρωτόκολλο Ναγκόγια.

3.2.4 Η εφαρμογή του Πρωτοκόλλου της Ναγκόγια στην ΕΕ

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον έχει η εφαρμογή του Πρωτοκόλλου της Ναγκόγια σε περιφερειακό επίπεδο και πιο συγκεκριμένα σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ), μέσω της υιοθέτησης του Κανονισμού 511/2014. Ο Κανονισμός αυτός, που αποκαλείται Κανονισμός Πρόσβασης και Καταμερισμού Οφελών (Κανονισμός ΠΚΟ), δημιουργήθηκε προκειμένου να καθορίσει το νομοθετικό πλαίσιο εφαρμογής του Πρωτοκόλλου στην ΕΕ και της συμμόρφωσης των χρηστών με αυτό. Δεσμευτικό εργαλείο πραγμάτωσης αυτού του Κανονισμού αποτελούν η δήλωση δέουσας επιμέλειας (due diligence) ως προς την απόκτηση των γενετικών πόρων, η οποία υποβάλλεται υποχρεωτικά σε δυο στάδια : κατά το στάδιο χρηματοδότησης της έρευνας και κατά το στάδιο ανάπτυξης του τελικού προϊόντος. Εθελοντικά εργαλεία που συνδράμουν στην πιο αποτελεσματική εφαρμογή του Κανονισμού αποτελούν οι βέλτιστες διαθέσιμες πρακτικές (best practices) καθώς και οι καταχωρισμένες συλλογές γενετικών πόρων (registered collections), οι οποίες είναι εξοπλισμένες με το τεκμήριο της νόμιμης απόκτησης των γενετικών πόρων σύμφωνα με το άρθρο 4 παρ. 7 του Κανονισμού ΠΚΟ (Μαριά, 2021). Επίσης στην ΕΕ λειτουργεί εθελοντική ηλεκτρονική πλατφόρμα διευκόλυνσης των χρηστών, όπου υποβάλλονται και δηλώνονται οι δηλώσεις δέουσας επιμέλειας (βλ. πλατφόρμα DECLARE) (Μαριά, 2021).

Εκτός από τον Κανονισμό ΠΚΟ, η ΕΕ προχώρησε και στην έκδοση του εκτελεστικού κανονισμού 2015/1866, ο οποίος θεσπίζει λεπτομερείς κανόνες για την εφαρμογή των άρθρων 5, 7 και 8 του κανονισμού (ΕΕ) 511/2014, που αφορούν το μητρώο συλλογών, την παρακολούθηση της συμμόρφωσης των χρηστών και τις βέλτιστες πρακτικές. Στο Άρθρο 2 του Κανονισμού ορίζεται το πεδίο εφαρμογής αυτού. Αναγράφεται επίσης ρητώς ότι κανένα κράτος μέρος δεν υποχρεώνεται να παράσχει πληροφορίες η αποκάλυψη των οποίων θεωρεί ότι αντίκειται στα ουσιαστικά συμφέροντα ασφαλείας του. Το άρθρο 5 του Κανονισμού 511/2014 αναφέρεται στη δημιουργία μητρώου συλλογών, ενώ ο εκτελεστικός κανονισμός 2015/1866 αναφέρει αναλυτικά στο άρθρο 2 τι περιλαμβάνει το μητρώο αυτό, όπως φαίνεται παρακάτω. Έτσι, το μητρώο που

δημιουργείται από την Επιτροπή (σύμφωνα με το άρθρο 5 του κανονισμού (ΕΕ) αριθ. 511/2014) περιλαμβάνει, για κάθε συλλογή ή μέρος αυτής, τα ακόλουθα στοιχεία:

- α) τον κωδικό καταχώρισης που δίνεται από την Επιτροπή
- β) την ονομασία που δόθηκε στη συλλογή ή σε μέρος αυτής, καθώς και τα στοιχεία της
- γ) το όνομα και τα στοιχεία επικοινωνίας του κατόχου
- δ) την κατηγορία της συλλογής ή μέρους αυτής
- ε) σύντομη περιγραφή της συλλογής ή μέρους αυτής
- στ) σύνδεσμο στη βάση δεδομένων, αν υπάρχει
- ζ) τον φορέα στο πλαίσιο της αρμόδιας αρχής του κράτους μέλους που βεβαιώνει τη συμμόρφωση της συλλογής με το άρθρο 5 παράγραφος 3 του κανονισμού (ΕΕ) αριθ. 511/2014
- η) την ημερομηνία συμπερίληψης στο μητρώο
- θ) τυχόν άλλους υφιστάμενους αναγνωριστικούς κωδικούς
- ι) την ημερομηνία διαγραφής από το μητρώο, κατά περίπτωση.

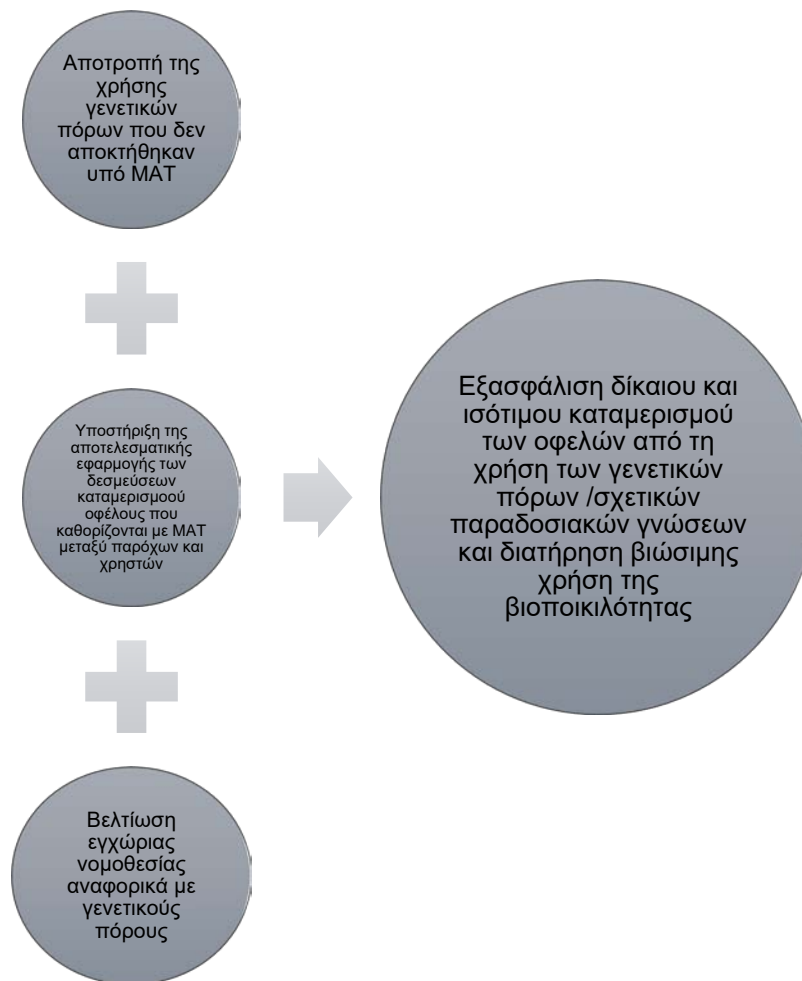
Σε επόμενα άρθρα του ίδιου εκτελεστικού κανονισμού ρυθμίζεται ο έλεγχος των καταχωρισμένων συλλογών και επανορθωτικές ενέργειες, ενώ τα Άρθρο 5 και 6 αναφέρονται εκτενώς στη δήλωση δέουσας επιμέλειας κατά το στάδιο χρηματοδότησης της έρευνας και κατά την τελική ανάπτυξη του προϊόντος αντίστοιχα. Ακολουθούν τα άρθρα, τα οποία και ασχολούνται με τη δημιουργία και τον έλεγχο βέλτιστων πρακτικών, που προτείνονται από τους ενδιαφερομένους, για την εύρυθμη λειτουργία του μητρώου συλλογών και την πιστοποίηση μιας συλλογής. Για τη δημιουργία μιας βέλτιστης πρακτικής θα πρέπει να περιγράφεται ο τρόπος με τον οποίο ο αιτών συμβάλλει στη διαμόρφωση μέτρων και πολιτικών σχετικά με γενετικούς πόρους, ή τον τρόπο με τον οποίο ο αιτών αποκτά πρόσβαση, συλλέγει, μεταβιβάζει ή εμπορεύεται τους γενετικούς πόρους.

3.2.5. Η περίπτωση των μικροοργανισμών και το Πρωτόκολλο της Ναγκόγια

Ειδικότερα, όσον αφορά στην περίπτωση των μικροοργανισμών, το Πρωτόκολλο της Ναγκόγια επρόκειτο να αλλάξει ριζικά τα δρώμενα στον τομέα της μικροβιολογίας. Οι μικροοργανισμοί απαρτίζουν το 50% της μάζας της Γης και η αξία τους είναι τεράστια. Ακόμη περισσότερο σήμερα, που η τεχνολογία έχει εξελιχθεί ραγδαία και είμαστε ικανοί να παρεμβαίνουμε μέχρι και στη γονιδιακή μορφή των οργανισμών, η ρύθμιση της χρησιμοποίησης μικροοργανισμών υπό το πρίσμα του Πρωτοκόλλου είναι ζωτικής σημασίας (Cavicchioli et al., 2019). Όπως αναπτύχθηκε και στα προηγούμενα κεφάλαια, αυτοί είναι εξαιρετικά σημαντικοί στους τομείς της κτηνοτροφίας, της παραγωγής τροφίμων, της ανθρώπινης υγείας και της βιοτεχνολογίας (Avilés-Polanco et al., 2019). Η ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας, ειδικά στο πεδίο της μικροβιολογίας, έχει 'επιβάλλει' τη δημιουργία δικαιωμάτων πνευματικής ιδιοκτησίας. Αυτό προκύπτει από το γεγονός ότι ο άμεσος χειρισμός του DNA άλλαξε την κατάσταση των γενετικών πόρων. Πλέον, ένα προϊόν της φύσης μετατρέπεται σε προϊόν της εφευρετικότητας του ανθρώπινου νου. Ως εκ τούτου, ο δημιουργός του γενετικού πόρου προσπαθεί να προστατέψει τα δικαιώματά πνευματικής ιδιοκτησίας του, πατεντάροντας το νέο υλικό ή ιδιότητα που έχει ανακαλύψει. Σε αυτό το σημείο να διευκρινιστεί ότι μόνο οι δραστηριότητες έρευνας και ανάπτυξης εμπίπτουν στο πεδίο εφαρμογής του ABS, πράγμα που σημαίνει ότι, για παράδειγμα, η προμήθεια μιας μονάδας γενετικού πόρου για την εξαγωγή μιας ήδη γνωστής δραστικής ένωσης, δεν θα ρυθμιστεί από το Πρωτόκολλο Ναγκόγια (Pauchard, 2017).

Οι συλλογές μικροοργανισμών αφενός είναι πάροχοι πρώτων υλών και υποστηρίζουν επιστημονικές δραστηριότητες, και αφετέρου παρέχουν νομικές και διοικητικές υπηρεσίες σχετικά με την ερευνητική πολιτική (Desmeth, 2017). Οι μεγάλες συλλογές μικροοργανισμών είναι αυτές που μπορούν να εφαρμόσουν, να κατευθύνουν και να καθοδηγήσουν τον επιστημονικό κόσμο της μικροβιολογίας, προκειμένου να χρησιμοποιεί κατάλληλα μέσα και να εναρμονίζεται τόσο με το Πρωτόκολλο της Ναγκόγια, όσο και με τις υπόλοιπες ευρωπαϊκές και διεθνείς Οδηγίες. Ο ρόλος των συλλογών θα αυξηθεί στο μέλλον, καθώς οι μελλοντικοί ερευνητές είναι πιθανό να τις βρουν πολύτιμες με τρόπους που δεν μπορούμε να εκτιμήσουμε πλήρως σήμερα (Gollin, 2020). Επιπλέον, η διατήρηση αλλά και η σύγκριση μικροβιακών γενετικών πόρων δύναται να δώσει λύσεις για το μέλλον. Υπό συνθήκες κλιματικής αλλαγής, οι μικροοργανισμοί μπορούν να δώσουν περιβαλλοντικά βιώσιμες λύσεις στους τομείς της ενέργειας και της σίτισης (Cavicchioli et al., 2019). Σημαντικό ρόλο παίζουν και οι νομικές και διοικητικές υπηρεσίες που παρέχουν οι μεγάλες συλλογές/ κέντρα μικροοργανισμών. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το ήδη αναφερθέν Ινστιτούτο Leibniz (<https://www.dsmz.de/>), το οποίο και επιτελεί σπουδαίο έργο. Εκτός από μια τεράστια συλλογή μικροοργανισμών, όπου το κάθε εργαστήριο μπορεί να προμηθευτεί τα στελέχη που επιθυμεί, παρουσιάζει και τα βήματα που χρειάζονται για να είναι η έρευνα εναρμονισμένη με το Πρωτόκολλο και με τη Σύμβαση για τη Βιολογική Ποικιλότητα (Overmann, 2015). Δίνει σαφείς οδηγίες για την απόκτηση δήλωσης δέουσας επιμέλειας, για το περιεχόμενο της δήλωσης όπως και την υποβολή αυτής μέσω ηλεκτρονικής κατάθεσης στο DECLARE (<https://www.dsmz.de/collection/nagoya-protocol/declare>). Ανάλογα με τον τομέα εξειδίκευσης υπάρχουν και άλλες συλλογές που προάγουν την έρευνα υπό τους όρους του ΠΝ και ασχολούνται με πλήθος μικροοργανισμών (Wu et al., 2017). Γνωστά παραδείγματα αποτελούν το Παγκόσμιο Δίκτυο Βιοποικιλότητας Γονιδιώματος (Global Genome Biodiversity Network https://wiki.ggbn.org/ggbn/ABS_Fact_Sheet), όπως και ο Διεθνής Οργανισμός Βιολογικού Ελέγχου (International Organisation for Biological Control https://www.iobc-global.org/global_comm_bc_access_benefit_sharing) (Smith et al., 2017). Υπό αυτό το πρίσμα, το έργο των επιστημόνων που ασχολούνται με τη μικροβιολογία αυξάνεται και γίνεται πιο δύσκολο, καθώς πρέπει να γνωρίζουν τη νομοθεσία της χώρας προέλευσης των πόρων που χρησιμοποιούν και να εφαρμόζουν βέλτιστες πρακτικές συμμόρφωσης. Επίσης, πρέπει να μοιράζονται τα οφέλη, είτε με την παροχή κάποιου χρηματικού αντιτίμου είτε με μεταφορά πληροφοριών, γνώσεων και δεξιοτήτων.









Παρακάτω, αποτυπώνεται σχηματικά η βασική εξίσωση και τα ειδικότερα βήματα προκειμένου να εξασφαλιστεί στον τομέα της μικροβιολογίας ο δίκαιος και ισότιμος καταμερισμός των οφελών από τη χρήση των γενετικών πόρων (ΠΚΟ, ABS).



Εξίσωση 1: Βήματα για εξασφάλιση ABS στη μικροβιολογία (Ιδία Επεξεργασία).

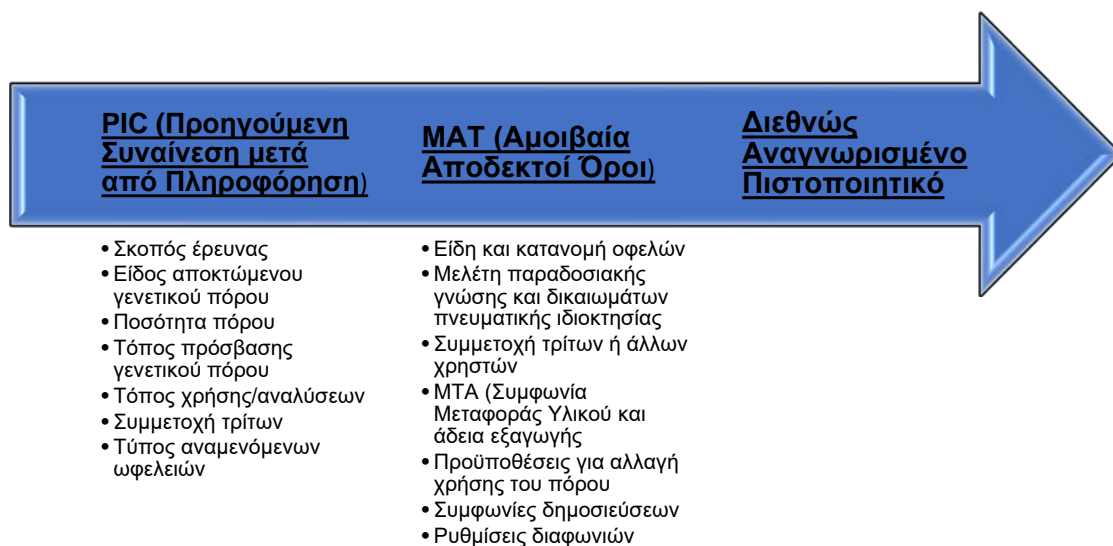
Επίσης, σχηματικά πάλι αποτυπώνονται τα βήματα προς μια δίκαιη και βιώσιμη διαδρομή για ανάπτυξη προϊόντων υπό καθεστώς δίκαιου και ισότιμου καταμερισμού των οφελών από τη χρήση των γενετικών πόρων (ΠΚΟ, ABS), σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία.

Η διαδρομή αποτελείται από 8 βασικά βήματα. Αρχικά, καθορίζονται τα συμβαλλόμενα μέρη, η χώρα πάροχος, ο ερευνητικός συνεργάτης αλλά και κάποιος ειδικός μεσάζων. Ακολουθεί η επιλογή του γενετικού πόρου, με βάση το επίπεδο γνώσης χρησιμοποίησής του, τις ερευνητικές προοπτικές αλλά και το ενδεχόμενο πατεντοποίησής του. Έπειτα καθορίζεται η πρόσβαση στα δείγματα του γενετικού πόρου, η οποία και θα πρέπει να γίνεται κατόπιν συναίνεσης μετά από πληροφόρηση (PIC), στα πλαίσια του ισότιμου καταμερισμού των οφελών (ABS) και μετά από κυβερνητική άδεια πρόσβασης. Κατά το 4^ο σημείο-κλειδί, επιβεβαιώνεται ότι απαιτείται περιβαλλοντικά βιώσιμη ποσότητα πόρου, σε περίπτωση ανάπτυξης εμπορικού προϊόντος. Στη συνέχεια, απαιτείται και εξασφαλίζεται η πλήρης ενημέρωση της χώρας- παρόχου καθ' όλη τη διαδικασία της έρευνας. Ακολουθεί η πατεντοποίηση του προϊόντος, εάν προκύψει, με την πλήρη γνώση και συναίνεση του παρόχου. Κατά το έβδομο στάδιο ορίζονται οι όροι ανάπτυξης και εμπορευματοποίησης μεταξύ των συνεργαζόμενων μελών, ενώ κατά το τελευταίο τα άμεσα οφέλη της χώρας- παρόχου.

Key objectives	Specific activities and requirements
Establish partnerships 	<ul style="list-style-type: none"> • Involvement of country stakeholders • Research partner • Commercial entity • An expert intermediary to manage project and benefit sharing
Selection of species 	Selections based on consideration of: <ul style="list-style-type: none"> • Knowledge of use and activity; • Research potential; and • Patent prospects
Access to samples 	Establish agreements between all parties <ul style="list-style-type: none"> • Prior informed consent • Access and Benefit Sharing agreement • Government Access permit
Supply arrangements 	Ensure that a sustainable supply of plant material can be achieved in the event of successful commercialization
Developing the evidence base 	Country of origin stakeholders to be kept fully informed of progress
Patenting 	File patent application(s) based on any positive outcome of research <ul style="list-style-type: none"> • Full involvement of country stakeholders
Development and commercialization 	<ul style="list-style-type: none"> • Directly through existing partnership, if the research partner is a commercial entity; or • By licensing the IP: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Ownership rights to genetic resources under the CBD ◦ Patents generated from research activity
Direct benefits (returns) 	Management of share of benefit returning to country <ul style="list-style-type: none"> • May include upfront payments and royalties • Managed by intermediary

Πίνακας 1: Βήματα προς μια δίκαιη και βιώσιμη διαδρομή για ανάπτυξη προϊόντων υπό ABS (Heinrich & Hesketh, 2019).

Τέλος, στο παρακάτω σχήμα συμπυκνώνεται η "διαδρομή" απόκτησης διεθνούς αναγνωρισμένου πιστοποιητικού για χρήση γενετικών πόρων.



Πίνακας 2: "Διαδρομή" απόκτησης διεθνούς αναγνωρισμένου πιστοποιητικού για χρήση γενετικών πόρων [Με στοιχεία από: (Beck, 2019) (Ιδία Επεξεργασία)].

3.2.6. Οι συλλογές σύμφωνα με τον Κανονισμό 511/2014 και τον εκτελεστικό Κανονισμό 1866/2015

Όπως προαναφέρθηκε, εργαλείο εφαρμογής του Πρωτοκόλλου της Ναγκόγια σε επίπεδο ΕΕ αποτελεί ο ευρωπαϊκός Κανονισμός 511/2014 και ο εκτελεστικός Κανονισμός 1866/2015. Ο Κανονισμός 511/2014 εκδόθηκε στις 16 Απριλίου 2014 και τέθηκε σε εφαρμογή στις 9 Ιουνίου του ίδιου έτους. Ακολούθως η ευρωπαϊκή Επιτροπή, προκειμένου να καθορίσει τις διαδικασίες εφαρμογής σχετικά με το μητρώο συλλογών, την παρακολούθηση συμμόρφωσης των χρηστών και τις βέλτιστες πρακτικές, εξέδωσε τη 13^η Οκτωβρίου 2015 τον Εκτελεστικό Κανονισμό 1866/2015, του οποίου η έναρξη ισχύος σηματοδοτείται την 10^η Νοεμβρίου 2015 (Λιμνίου, 2017). Βασική προτροπή αυτού είναι η κατοχύρωση του δίκαιου και ισότιμου καταμερισμού των οφελών, η προηγούμενη συναίνεση μετά από πληροφόρηση στους γενετικούς πόρους άλλων χωρών καθώς και η χρήση τους υπό αμοιβαία αποδεκτούς όρους μεταξύ των συμβαλλόμενων μερών. Για να επιτευχθούν τα παραπάνω, ο Κανονισμός επιβεβαιώνοντας τη σημασία που έχουν για τη συμμόρφωση των χρηστών τα διεθνώς αναγνωρισμένα πιστοποιητικά, που εισάγονται μέσω του Πρωτοκόλλου της Ναγκόγια, επαναλαμβάνει τη ρύθμιση του Πρωτοκόλλου για την ηλεκτρονική κατάθεση αυτών στο Κέντρο Πληροφοριών Πρόσβασης και Καταμερισμού Οφελών, ABS Clearing-House (<https://absch.cbd.int/>). Έτσι, αρχικά, ο ενδιαφερόμενος θα πρέπει να υποβάλει αρχεία σχετικά με την υφιστάμενη νομοθεσία ή άλλες κανονιστικές απαιτήσεις, συμπεριλαμβανομένων των εφαρμοστέων διατάξεων πρόσβασης. Επίσης, προκειμένου να μπορέσει να συνεχίσει τη διαδικασία, κάθε χώρα οφείλει να έχει θεσμοθετήσει και ορίσει ένα Εθνικό Εστιακό Σημείο ΠΚΟ (ABS), (National Focal Point-NFP) και την Αρμόδια Εθνική Αρχή (Competent National Authority-CAN). Η αρμόδια εθνική αρχή παρέχει στον χρήστη τις απαραίτητες άδειες, συμπεριλαμβανομένης της άδειας για πρόσβαση κατόπιν προηγούμενης συναίνεσης μετά από πληροφόρηση του παρόχου. Τα απαιτούμενα αρχεία στη συνέχεια, κατατίθενται στο Εθνικό Εστιακό

Σημείο ΠΚΟ (ABS) για την παροχή επιπλέον πληροφοριών. Όταν εκδίδεται άδεια ή αντίστοιχο ισοδύναμο, η Αρμόδια Εθνική Αρχή θα το δημοσιεύει ως διεθνώς αναγνωρισμένο πιστοποιητικό συμμόρφωσης (Internationally Recognized Certificate of Compliance - IRCC) στο προαναφερθέν Κέντρο Πληροφοριών ΠΚΟ (ABS Clearing House (Smith et al., 2017). Ουσιαστικά, ο χρήστης πρέπει να αποδείξει ότι ακολούθησε τους ισχύοντες νόμους κατά τη διεξαγωγή έρευνας και δειγματοληψίας στο εξωτερικό. Ζωτικό ρόλο στη διαδικασία διαδραματίζουν τα Εθνικά Εστιακά Σημεία και η Αρμόδια Εθνική Αρχή. Και οι δύο αυτοί φορείς επιφορτίζονται με την παροχή συμβουλών στα ενδιαφερόμενα μέρη σχετικά με τις ισχύουσες διαδικασίες. Είναι επίσης υπεύθυνοι για την παροχή πληροφοριών στους αιτούντες πρόσβαση. Η Αρμόδια Εθνική Αρχή καλείται επιπλέον να αποδείξει εγγράφως ότι πληρούνται οι απαιτήσεις για πρόσβαση υπό αμοιβαία αποδεκτούς όρους και εν τέλει να χορηγήσει πρόσβαση στους αιτούντες (Avilés-Polanco et al., 2019). Το Πρωτόκολλο δεν έχει αναδρομική ισχύ, δηλαδή ισχύει από τη στιγμή της κύρωσής του από την εκάστοτε χώρα- μέλος και όχι για γενετικούς πόρους που αποκτήθηκαν παλαιότερα. Στην πράξη έχει διαφορά εάν ο γενετικός πόρος απομονώθηκε πρόσφατα από ένα περιβάλλον/ενδιαίτημα ή αποκτήθηκε από μια ex-situ συλλογή (Yurkon et al., 2019). Πολύ σημαντική είναι, όπως προαναφέρθηκε, και η πρόβλεψη του Κανονισμού για τη δημιουργία ενός εθελοντικού «Μητρώου Συλλογών» (Register of Collections). Έτσι, με το άρθρο 5 του Κανονισμού θεσπίζεται ένας μηχανισμός συγκέντρωσης και δικτύωσης των συλλογών εντός της Ένωσης, που είναι διαδικτυακός και εύκολα προσβάσιμος στους χρήστες. Το Μητρώο είναι εθελοντικό (παράγραφος 28 Προοιμίου Κανονισμού), όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, και περιλαμβάνει τα στοιχεία των συλλογών των γενετικών πόρων ή μερών τους, εφόσον αυτές πληρούν συγκεκριμένα κριτήρια. Προκειμένου να εγγραφεί σε αυτό μια συλλογή μικροοργανισμών, είναι υποχρεωτικό να αποδείξει ότι οι πρακτικές διαχείρισης και πρόσβασης στους γενετικούς πόρους συμμορφώνονται με τις υποδείξεις του Πρωτοκόλλου και του Κανονισμού (Yurkon et al., 2019). Τον Μάρτιο του 2018, η Γερμανική Συλλογή Μικροοργανισμών και Κυτταροκαλλιεργειών GmbH του Ινστιτούτου του Leibniz (DSMZ) έγινε η πρώτη καταχωρισμένη συλλογή στο μητρώο συλλογών.

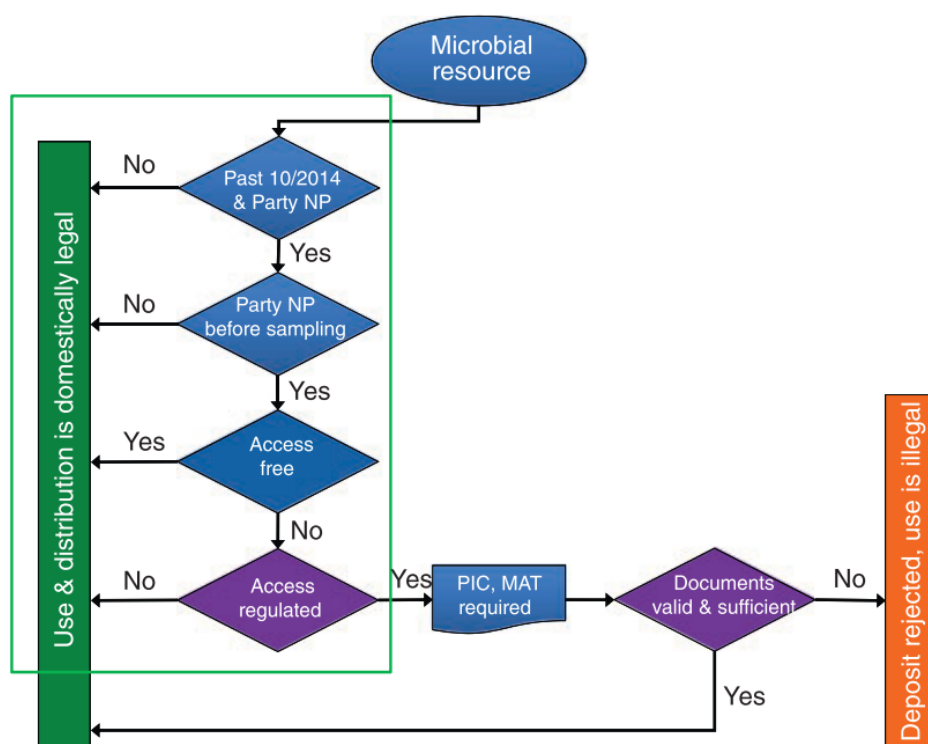
3.2.7. Οι ιδιαιτερότητες εφαρμογής του Πρωτοκόλλου και του Κανονισμού ΠΚΟ στη βασική έρευνα των συλλογών για τους μικροοργανισμούς

Όσον αφορά στα διεθνώς αναγνωρισμένα πιστοποιητικά, σημειώνεται ότι σήμερα, υπάρχουν 2110 διεθνώς αναγνωρισμένα πιστοποιητικά τα οποία και προορίζονται τόσο για εμπορική όσο και για μη εμπορική χρήση (<https://absch.cbd.int/search/nationalRecords>). Το μεγαλύτερο ποσοστό αυτών (περίπου 35%) προορίζεται για εμπορική χρήση, ενώ το υπόλοιπο 65% μόνο για έρευνα ή πιθανή μελλοντική ανάπτυξη κάποιου προϊόντος (Avilés-Polanco et al., 2019).

Ένα από τα δεδομένα που ανησυχεί την επιστημονική κοινότητα είναι η γραφειοκρατική επιβάρυνση που επέρχεται κατά τη διαδικασία απόκτησης διεθνώς αναγνωρισμένων πιστοποιητικών συμμόρφωσης (IRCC), όπως και με την καταχώριση αυτών των IRCC στο Κέντρο Πληροφοριών ΠΚΟ (Clearing house – ABS). Ακόμη, οι περιορισμοί στη μεταφορά γενετικού υλικού και συναφών δεδομένων αλληλουχίας θα μπορούσαν να επηρεάσουν τη βασική έρευνα, που σχετίζεται με τη διατήρηση της βιοποικιλότητας και τη μελέτη ερευνητικών ευρημάτων (Avilés-Polanco et al., 2019).

Ειδικά για τους μικροοργανισμούς, τα πράγματα είναι ακόμη πιο περίπλοκα. Αρχικά, η πρόσβαση σε αυτούς είναι πολύ εύκολη καθώς ακόμη και σε ένα πολύ μικρό δείγμα, που κάποιος παραδείγματος χάριν μπορεί να πάρει από μια αυλή, δύναται να υπάρχουν εκατομμύρια μικροοργανισμών. Επιπλέον, οι μικροβιακοί οργανισμοί έχουν εξαιρετικά υψηλούς ρυθμούς μετάλλαξης κατά την αναπαραγωγή. Αυτό σημαίνει ότι μπορεί να μεταβληθούν κάποια από τα αρχικά τους χαρακτηριστικά και να αλλοιωθούν. Επίσης, είναι εύκολο ολόκληρες οικογένειες κλώνων συλλεχθέντων μικροοργανισμών να μολυνθούν και να εξαχθούν λάθος επιστημονικά δεδομένα (Dedeurwaerdere et al., 2016). Παρόλα αυτά, λόγω της τεράστιας ποικιλίας τους, οι μικροοργανισμοί είναι απαραίτητο να καταγράφονται σε βάσεις δεδομένων και να μελετώνται εκτενώς. Η συνεργασία και ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ των συλλογών είναι ζωτικής σημασίας για την προαγωγή της έρευνας. Στην πιο πρόσφατη ιστορία, αυτές οι παγκόσμιες συνεργασίες μεταξύ των συλλογών έχουν επεκταθεί σε δημόσιες βάσεις δεδομένων. Περιέχουν πληροφορίες σχετικά με τη χώρα προέλευσης, σχετικές επιστημονικές δημοσιεύσεις και αυτόματη σύνδεση με γονιδιωματικές πληροφορίες, που διατίθενται μέσω βάσεων δεδομένων ανοιχτής πρόσβασης (Dedeurwaerdere et al., 2016) (www.wfcc.info) Τη συνεργασία αυτή και τη δίκαιη χρήση θέλει να ενισχύσει και ο Κανονισμός 511/2014, με το εθελοντικό μητρώο συλλογών. Το εγχείρημα κρύβει αρκετές δυσκολίες, καθώς υπάρχει καχυποψία αναφορικά με τα δικαιώματα πνευματικής ιδιοκτησίας, αλλά και επιπλέον γραφειοκρατικός φόρτος.

Παρακάτω, απεικονίζεται διάγραμμα ροής για νόμιμη χρήση μικροβιακού δείγματος από ενδιαίτημα.



Εικόνα 18: Διάγραμμα ροής για νόμιμη χρήση μικροβιακού δείγματος από ενδιαίτημα (Yurkov et al., 2019).

3.3 Η έναρξη ισχύος του Πρωτοκόλλου της Ναγκόγια στην Ελλάδα με τον κυρωτικό νόμο 4617/2019 και η ΚΥΑ εφαρμογής του Κανονισμού 511/2014

Η Ελλάδα υπέγραψε το Πρωτόκολλο της Ναγκόγια στις 20 Σεπτεμβρίου του 2011, αλλά κύρωσε αυτό οκτώ χρόνια αργότερα με τον κυρωτικό νόμο 4617/2019, ο οποίος και ψηφίστηκε από τη Βουλή των Ελλήνων στις 10/06/2019. Μετά την κύρωση, οι διατάξεις του Πρωτοκόλλου απέκτησαν αυξημένη τυπική ισχύ στο πλαίσιο της ελληνικής έννομης τάξης.

Ο κυρωτικός νόμος εκτός από την κύρωση του Πρωτοκόλλου της Ναγκόγια εισάγει και ρυθμίσεις σχετικά με την αρμόδια εθνική αρχή, ενώ προβλέπει εξουσιοδοτήσεις για τη λήψη εφαρμοστικών και συμπληρωματικών μέτρων του Πρωτοκόλλου στην ελληνική πραγματικότητα (Μαριά, 2021).

Ένα ακόμη βασικό εργαλείο που αφορά στα μέτρα εφαρμογής στην Ελλάδα του Κανονισμού 511/2014/ΕΕ (Κανονισμός ΠΚΟ) και του εκτελεστικού κανονισμού 2015/1866, είναι η Κοινή Υπουργική Απόφαση 24285/598/19-3-2019. Ο γενικότερος σκοπός της είναι η συμμόρφωση της Ελλάδας με τους κανόνες, τα μέτρα και τις απαιτήσεις που διέπουν την πρόσβαση στους γενετικούς πόρους και τον καταμερισμό των οφελών, που απορρέουν από τη χρησιμοποίηση των γενετικών πόρων και των παραδοσιακών γνώσεων που συνδέονται με αυτούς, στο πλαίσιο της διατήρησης και της βιώσιμης χρήσης της βιοποικιλότητας (άρθρο 1 της εν λόγω ΚΥΑ). Ταυτοχρόνως όμως, με την ΚΥΑ επιδιώκονται και δύο ειδικότεροι σκοποί προκειμένου να υπάρξει συμμόρφωση με τα άρθρα 6 και 11 του Κανονισμού ΠΚΟ που αφορούν στον ορισμό Αρμόδιας Εθνικής Αρχής και στον καθορισμό κυρώσεων για παραβιάσεις των χρηστών (Μαριά, 2021). Με την ΚΥΑ προβλέπονται επίσης μέτρα συμμόρφωσης για τη διενέργεια επιθεωρήσεων και ελέγχων ή για τον τύπο δέουσας επιμέλειας των χρηστών, καθώς και η ίδρυση ηλεκτρονικού μητρώου χρηστών γενετικών πόρων, του οποίου όμως η έναρξη λειτουργίας εκκρεμεί (Μαριά, 2021).

4 Κεφάλαιο 4ο

4.1 Ερωτηθέντα εργαστήρια και ερωτηματολόγιο

Η παρούσα διπλωματική εργασία ασχολείται με το Πρωτόκολλο της Ναγκόγια, το οποίο, όπως αναπτύχθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο, αφορά την πρόσβαση και τον δίκαιο και ισότιμο καταμερισμό των οφελών που προκύπτουν από τη χρησιμοποίηση γενετικών πόρων. Στο πρώτο και τρίτο κεφάλαιο αναπτύχθηκε ο όρος «γενετικοί πόροι», ο οποίος και περιλαμβάνει το γενετικό υλικό υφιστάμενης ή εν δυνάμει αξίας. Ο ορισμός αυτός διέπει όλες τις κατηγορίες και τα είδη των γενετικών πόρων και έχει πολύ ευρύ φάσμα εφαρμογών. Περικλείει σχεδόν όλους τους τομείς ανάπτυξης του ανθρώπου που σχετίζονται με το περιβάλλον. Στην συγκεκριμένη διπλωματική δεν θα ασχοληθούμε με όλους τους γενετικούς πόρους, αλλά θα εστιάσουμε στους μικροοργανισμούς. Οι γενετικοί πόροι, και ειδικότερα οι μικροοργανισμοί, συνδέονται άμεσα και με την προστασία της υγείας και ποικίλες εφαρμογές στην ιατρική. Πολλά πανεπιστήμια αλλά και ερευνητικά κέντρα του δημόσιου ή και του ιδιωτικού τομέα

διαθέτουν συλλογές μικροοργανισμών ανά τον κόσμο. Για τα κράτη-μέλη μάλιστα της ΕΕ, όπως η Ελλάδα, είναι υποχρεωτική η υποβολή δήλωση δέουσας επιμέλειας από κάθε ερευνητή ή ερευνητική ομάδα που χρησιμοποιεί γενετικούς πόρους προκειμένου να είναι δυνατή η χρηματοδότηση της έρευνας. Οι πλέον υπεύθυνοι για μικροοργανισμούς είναι οι μικροβιολόγοι. Αυτός είναι και ο λόγος που δημιουργήθηκε ένα ερωτηματολόγιο, με σκοπό να σταλεί σε μικροβιολογικά εργαστήρια. Να διευκρινιστεί σε αυτό το σημείο ότι αποδέκτες δεν ήταν τα εργαστήρια που αφορούν επιστήμες υγείας. Έγινε εστίαση στον κλάδο της περιβαλλοντικής μικροβιολογίας, και αποδέκτες ήταν τα αντίστοιχα εργαστήρια.

4.1.1 Σκοπός ερωτήσεων στα εργαστήρια

Το Πρωτόκολλο της Ναγκόγια και η ενωσιακή νομοθεσία έχουν διαμορφώσει ένα πολύ ιδιαίτερο τοπίο για την Ελλάδα. Τα νέα αυτά νομοθετικά δεδομένα αλλάζουν το τοπίο της χρησιμοποίησης και του ισότιμου καταμερισμού των οφελών. Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει τους εξής κύριους σκοπούς. Ο πρώτος είναι να διερευνήσει το επίπεδο γνώσης και ενημέρωσης, σχετικά με την υφιστάμενη νομοθεσία (διεθνής, ενωσιακή και εθνική) για τους γενετικούς πόρους. Εξετάζονται οι υποχρεώσεις που απορρέουν από αυτήν από πλευράς των υφιστάμενων ελληνικών συλλογών μικροοργανισμών. Δεύτερος στόχος είναι να εντοπίσει τυχόν προβλήματα εφαρμογής που απασχολούν τις εν λόγω συλλογές και τελικά να διατυπώσει τυχόν προοπτικές εξέλιξης. Στην Ελλάδα δεν έχει διεξαχθεί κάποια παρόμοια έρευνα με αποδέκτες τις εν λόγω συλλογές. Η παρούσα έρευνα που έγινε μέσω ανώνυμου ερωτηματολογίου έχει μεγάλη σπουδαιότητα για τη χώρα μας. Επιδίδει να θέσει τις βάσεις για τον εντοπισμό και τις προτάσεις βελτίωσης τυχόν προβλημάτων εφαρμογής και συμμόρφωσης της χώρας μας με τις διεθνείς και τις ενωσιακές υποχρεώσεις της. Εξίσου σημαντική αναμένεται και η ανάδειξη τυχόν προβλημάτων της ελληνικής ισχύουσας νομοθεσίας για την αδειοδότηση της έρευνας στον τομέα των γενετικών πόρων και ειδικότερα εκείνων που απαντώνται στις συλλογές. Η διπλωματική αυτή προσεγγίζει ένα σύγχρονο, διεπιστημονικής εμβέλειας ζήτημα που απασχολεί τη χώρα μας στο πλαίσιο των αυστηρών προϋποθέσεων εφαρμογής των διεθνών και ενωσιακών υποχρεώσεων της. Από ουσιαστικής πλευράς είναι σημαντική η ενημέρωση και η ευαισθητοποίηση των ελληνικών συλλογών γενετικών πόρων και δη των μικροοργανισμών, ώστε να μπορούν να λειτουργούν σε ένα ομοιόμορφο από πλευράς νομικών δικαιωμάτων και υποχρεώσεων διεθνοποιημένο πλαίσιο. Απόρροια αυτού, εκτός από την εναρμόνιση με τη διεθνή νομοθεσία, είναι και η δυνατότητα χρηματοδότησης της έρευνας στην περίπτωση ανάπτυξης κάποιου εμπορικού προϊόντος.

4.1.2 Συνοπτική επεξήγηση ερωτηματολογίου

Κύριος σκοπός του ερωτηματολογίου είναι να ερευνηθεί το επίπεδο γνώσης των κατόχων συλλογών μικροοργανισμών αναφορικά με το Πρωτόκολλο της Ναγκόγια και της Σύμβασης για τη Βιολογική Ποικιλότητα. Ερευνάται μεταξύ άλλων ο βαθμός εφαρμογής και η τήρηση των προϋποθέσεων της Σύμβασης, καθώς και του Κανονισμού 511/2014/ΕΕ. Μελετάται επιπλέον το επίπεδο γνώσης των υποχρεώσεων και των δικαιωμάτων που απορρέουν από το Πρωτόκολλο της Ναγκόγια, για την πρόσβαση και τον δίκαιο και ισότιμο καταμερισμό των οφελών από τη χρησιμοποίηση των γενετικών πόρων, σύμφωνα και με τον προαναφερόμενο Κανονισμό. Επίσης, ερωτάται ο αριθμός και τα είδη των συλλογών των ελληνικών εργαστηρίων, ο βαθμός

επικινδυνότητας των βιολογικών παραγόντων, η προέλευση των μικροοργανισμών και αν ο σκοπός των συλλογών είναι εμπορικός ή ερευνητικός. Ασχολούμαστε με την ελληνική νομοθεσία για την αδειοδότηση της έρευνας στους γενετικούς πόρους, ρωτώντας αν προάγεται η έρευνα για τους μικροοργανισμούς, αν υπάρχουν προβλήματα και αν τα εργαστήρια έχουν γνώση της έκδοσης της Κοινής Υπουργικής Απόφασης (ΚΥΑ) εφαρμογής του Κανονισμού 511/2014. Επίσης, διερευνάται το αν εξασφαλίζονται τα δικαιώματα των κατόχων συλλογών, ποια η έκταση τυχόν συνεργασιών μεταξύ αυτών και πώς κρίνουν τη δημιουργία μιας βάσης δεδομένων για τις εγχώριες συλλογές μικροοργανισμών. Τίθενται ερωτήσεις και για την εξωστρέφεια των κατόχων συλλογών, αφού ερωτώνται αν θα τους ενδιέφερε να συμμετάσχουν σε Ευρωπαϊκά δίκτυα και αν έχουν ή είχαν πρόσβαση σε συλλογές μικροοργανισμών εκτός Ελλάδας.

4.2 Παρουσίαση του ερωτηματολογίου

Ελληνικές Συλλογές μικροοργανισμών

Στο πλαίσιο της διπλωματικής μου εργασίας, με τίτλο "Πρωτόκολλο της Ναγκόγια και συλλογές μικροοργανισμών : Υφιστάμενη κατάσταση των ελληνικών συλλογών μικροοργανισμών, προβλήματα εφαρμογής και προοπτικές εξέλιξης", η οποία και αφορά τις συλλογές μικροβίων και το Πρωτόκολλο της Ναγκόγια, σας παρακαλώ να συμπληρώσετε το παρόν ερωτηματολόγιο. Το ερωτηματολόγιο συμπληρώνεται ανώνυμα, η δε διατύπωση των ερωτήσεων έχει γίνει κατά τέτοιο τρόπο ώστε να είναι αδύνατη η ταυτοποίηση του ερωτώμενου από τις απαντήσεις του. Τα ερωτηματολόγια θα χρησιμοποιηθούν μόνο για στατιστικούς σκοπούς, που αφορούν τη λήψη συμπερασμάτων στο πλαίσιο της παραπάνω διπλωματικής εργασίας και τυχόν δημοσίευσης εργασιών/papers σε επιστημονικά περιοδικά ή σε συνέδρια. Υπάρχει η δυνατότητα, ακόμα και μετά τη συμπλήρωση του ερωτηματολογίου, να μη συναινέσετε στη στατιστική τους ανάλυση.

Επιλέξτε ένα από τα κάτωθι:

☐ Συναινώ στην ανάλυση των αποτελεσμάτων για στατιστικούς σκοπούς και τυχόν δημοσίευση των αποτελεσμάτων στο πλαίσιο της διπλωματικής εργασίας ή τυχόν εργασιών/papers σε επιστημονικά περιοδικά ή συνέδρια.

☐ Δεν συναινώ με τη στατιστική ανάλυση των ερωτηματολογίων.

Προς αποφυγή παρερμηνειών διευκρινίζεται ότι ο όρος "συλλογή/συλλογές" νοείται με την έννοια που του δίνει ο Κανονισμός 511/2014 της ΕΕ σύμφωνα με τον οποίο: *"συλλογή είναι το σύνολο των συλλεχθέντων δειγμάτων γενετικών πόρων και των σχετικών πληροφοριών που συγκεντρώνονται και αποθηκεύονται ανεξαρτήτως αν ανήκουν σε δημόσιες ή ιδιωτικές οντότητες".*

Ευχαριστώ εκ των προτέρων για το χρόνο σας.

1. Πόσα είδη μικροοργανισμών διαθέτετε αυτή τη στιγμή, από πότε και για πόσο χρονικό διάστημα τα συντηρείτε;

(Κείμενο σύντομης απάντησης)

2. Στο παρόν εργαστήριο μέχρι τίνος βαθμού επικινδυνότητας βιολογικούς παράγοντες επιτρέπεται να διαχειρίζεστε;

Ερώτηση πολλαπλής επιλογής 1 ή 4 όπου:

- 1: Βιολογικός παράγοντας απίθανο να προκαλέσει ασθένεια
4. Επικίνδυνος βιολογικός παράγοντας για το κοινωνικό σύνολο χωρίς θεραπευτική αγωγή

- Επιλογή 1
- Επιλογή 2
- Επιλογή 3
- Επιλογή 4

3. Γνωρίζετε τι είναι η Συνθήκη για τη βιοποικιλότητα (ΣΒΠ, CBD) ή/και το Πρωτόκολλο της Ναγκόγια (NP);

- Ναι γνωρίζω τη Συνθήκη για τη βιοποικιλότητα
- Ναι γνωρίζω το Πρωτόκολλο της Ναγκόγια
- Ναι, γνωρίζω και τα δύο προαναφερόμενα
- Όχι

3.1 Αν ναι, από πού μάθατε για τη ΣΒΠ (CBD) και το Πρωτόκολλο της Ναγκόγια (NP); Πώς τα χρησιμοποιείτε;

(Κείμενο απάντησης)

3.2 Διατηρείτε τους μικροοργανισμούς στη/στις συλλογή/ές σας σύμφωνα με τους όρους και τις προϋποθέσεις της Σύμβασης για τη βιοποικιλότητα ;

- Ναι
- Όχι

3.3 Παράλληλα με τους μικροοργανισμούς διατηρείτε και το γενετικό τους υλικό σε ξεχωριστή συλλογή;

- Ναι
- Όχι

3.4 Αν ναι, τηρούνται οι προϋποθέσεις της Σύμβασης για τη βιοποικιλότητα ;

- Ναι
- Όχι

4. Η/Οι συλλογή/ές σας προορίζεται/ονται για έρευνα ή για εμπορικούς σκοπούς;

- Για έρευνα
- Για εμπορικούς σκοπούς

4.1 Γνωρίζετε ποια είναι τα δικαιώματα και οι υποχρεώσεις σας όσον αφορά την πρόσβαση και τον καταμερισμό των οφελών από τη χρησιμοποίηση των γενετικών πόρων που διατηρείτε και τους Αμοιβαία Αποδεκτούς Όρους που προκύπτουν στην περίπτωση εμπορικής χρήσης τους;

- Ναι γνωρίζω τα δικαιώματα και τις υποχρεώσεις μου
- Ναι, γνωρίζω τους Αμοιβαία Αποδεκτούς Όρους
- Ναι, γνωρίζω και τα δύο
- Όχι, δεν γνωρίζω τίποτα από το προαναφερόμενα

5. Γνωρίζετε την ελληνική νομοθεσία σχετικά με την αδειοδότηση για έρευνα στους γενετικούς πόρους, συμπεριλαμβανομένων των συλλογών μικροβίων;

- Ναι
- Όχι

5.1 Αν ναι, θεωρείτε πως προάγεται ευνοϊκά η έρευνα των εργαστηρίων;

- Ναι
- Όχι

5.2 Ποια προβλήματα έχετε εντοπίσει στην ελληνική νομοθεσία για την αδειοδότηση; Έχετε κάποια εναλλακτική λύση να προτείνετε;

(Κείμενο σύντομης απάντησης)

6. Το Πρωτόκολλο της Ναγκόγια και πιο συγκεκριμένα ο πυλώνας της συμμόρφωσης των χρηστών εφαρμόζεται στην ΕΕ με τον Κανονισμό 511/2014. Γνωρίζετε τον προαναφερόμενο Κανονισμό;

- Ναι
- Όχι

6.1 Αν ναι, πώς πληροφορηθήκατε για τον Κανονισμό;

(Κείμενο σύντομης απάντησης)

6.2 Σκέφτεστε να επενδύσετε στην κατάρτιση του προσωπικού σας, έτσι ώστε στο μέλλον να μπορεί να διαχειρίζεται ζητήματα που αφορούν τη νομική συμμόρφωση ως προς το Πρωτόκολλο και τον Κανονισμό;

- Ναι
- Όχι

7. Γνωρίζετε ότι εκδόθηκε Κοινή Υπουργική Απόφαση το Μάρτιο του 2019 για την εφαρμογή του Κανονισμού 511/2014 της ΕΕ στην Ελλάδα;

- Ναι
- Όχι

7.1 Έχετε υπόψη σας τον κυρωτικό Νόμο 4617/2019, που ενσωματώνει το Πρωτόκολλο Ναγκόγια στην ελληνική έννομη τάξη;

- Ναι
- Όχι

7.2 Αν ναι, πώς μάθατε γι αυτόν;

(Κείμενο σύντομης απάντησης)

8.Πιστεύετε ότι εξασφαλίζονται τα δικαιώματα των κατόχων συλλογών μικροοργανισμών στην Ελλάδα;

- Ναι
- Όχι

9. Πιστεύετε ότι πρέπει να καταγραφούν σε βάση δεδομένων όλες οι συλλογές μικροοργανισμών της Ελλάδας;

- Ναι
- Όχι

9.1 Γνωρίζετε ότι ο Κανονισμός 511/2014 έχει θεσπίσει εθελοντικό Μητρώο εγγραφής των συλλογών;

- Ναι
- Όχι

9.2 Αν ναι, γνωρίζετε τις προϋποθέσεις που θα πρέπει να πληροί κάποια συλλογή προκειμένου να εγγραφεί σε αυτό ;

- Ναι
- Όχι

9.3 Μέχρι στιγμής στο εθελοντικό Μητρώο συλλογών έχουν εγγραφεί 3 συλλογές. Εφόσον γνωρίζετε τις προϋποθέσεις, θα σας ενδιέφερε να συμπεριλάβετε και κάποια δική σας συλλογή ή τμήμα της στο εθελοντικό αυτό Μητρώο στο μέλλον;

- Ναι
- Όχι

9.4 Γνωρίζετε την πλατφόρμα της Επιτροπής της ΕΕ DECLARE; Έχει χρειαστεί να την χρησιμοποιήσετε για να υποβάλετε δήλωση δέουσας επιμέλειας ;

- Ναι
- Όχι

10. Οι μικροοργανισμοί που χρησιμοποιείτε προέκυψαν από κάποιον πάροχο (πρότυπα στελέχη) ή είναι κλινικά δείγματα;

- Πρότυπα στελέχη
- Κλινικά δείγματα
- Και τα δύο

10.1 Αν προέκυψαν από πρότυπα στελέχη, συνοδεύονταν από τις αντίστοιχες άδειες; Ποιες ήταν αυτές;

(Κείμενο σύντομης απάντησης)

10.2 Αναφορικά με τα κλινικά δείγματα, τηρήθηκαν οι προβλεπόμενοι κανόνες μεταφοράς μικροοργανισμών;

- Ναι
- Όχι

11. Γνωρίζετε τυπικές διαδικασίες μεταφοράς δειγμάτων γενετικών πόρων (SMTAs) και συναφών πληροφοριών με άλλες συλλογές αλλά και με τρίτους;

- Ναι γνωρίζω, αλλά δεν έχω εφαρμόσει κάποια διαδικασία
- Ναι γνωρίζω και έχω εφαρμόσει/ εφαρμόζω συγκεκριμένη διαδικασία
- Όχι

11.1 Αν ναι, ποια διαδικασία έχετε εφαρμόσει και πώς σας φάνηκε η διαδικασία αυτή;

(Κείμενο σύντομης απάντησης)

12. Γνωρίζετε τις συλλογές μικροοργανισμών της Ελλάδας; Έχετε αναπτύξει κάποιο δίκτυο συνεργασίας μεταξύ σας;

- Ναι τις γνωρίζω και έχει αναπτυχθεί δίκτυο συνεργασίας
- Ναι τις γνωρίζω αλλά δεν έχει αναπτυχθεί δίκτυο συνεργασίας
- Όχι

12.1 Έχετε προβεί σε ανταλλαγή δειγμάτων γενετικού υλικού με κατόχους άλλων συλλογών ή με επιχειρήσεις εντός Ελλάδας;

- Ναι
- Όχι

12.1.1 Έχετε ζητήσει άδεια πρόσβασης σε μικροοργανισμούς που διατηρούνται στην Ελλάδα;

- Ναι
- Όχι

12.1.2 Εάν ναι, ήταν μόνον για ερευνητικούς σκοπούς ή και για εμπορική εκμετάλλευση;

- Ερευνητικούς σκοπούς
- Εμπορικούς σκοπούς

12.1.3 Ποια ήταν η εμπειρία σας ως προς την ταχύτητα εξυπηρέτησής σας;

(Κείμενο σύντομης απάντησης)

12.2 Είχατε υπογράψει SMTAs ή Αμοιβαία Αποδεκτούς Όρους (MAT) :

- Είχα υπογράψει SMTAs
- Είχα υπογράψει MAT
- Είχα υπογράψει και τα δύο
- Όχι

13. Συμμετέχετε σε ευρωπαϊκά ή διεθνή δίκτυα συλλογών μικροοργανισμών ως μέλη;
Εάν ναι, από πότε;

(Κείμενο σύντομης απάντησης)

13.1 Έχετε διεκπεραιώσει ανταλλαγή υλικού με συλλογές ή επιχειρήσεις στο
εξωτερικό;

- Ναι
- Όχι

13.2 Αν ναι, τι πρακτικές εφαρμόζουν τα άλλα κράτη ; Υπήρξε κάποια δυσκολία;

(Κείμενο σύντομης απάντησης)

14. Προτείνετε κάποια/ες συγκεκριμένη/ες βέλτιστες πρακτικές προκειμένου να γίνεται
πιο εύκολη και αποτελεσματική η καταγραφή των συλλογών σας (ή και η εγγραφή της
στο εθελοντικό Μητρώο συλλογών) καθώς και η ανταλλαγή με συλλογές τόσο του
εσωτερικού όσο και του εξωτερικού;

(Κείμενο απάντησης)

15. Αν έχετε εφαρμόσει το θεσμικό πλαίσιο της Ελλάδας, ποια είναι η γνώμη σας γι
αυτό; Έχετε να προτείνετε κάποιες τροποποιήσεις;

(Κείμενο απάντησης)

5 Κεφάλαιο 5^ο

5.1 Αποτελέσματα

Στις επόμενες παραγράφους παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τη συμπλήρωση των ερωτηματολογίων. Υπενθυμίζεται ότι τα ερωτηματολόγια συμπληρώθηκαν από κατόχους συλλογών μικροοργανισμών, δηλαδή μικροβιολόγους, οι οποίοι και ασχολούνται με τον τομέα της περιβαλλοντικής μικροβιολογίας.

5.1.1 Στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων

Προκειμένου να διεκπεραιωθεί η παρούσα διπλωματική εργασία συντάχθηκε ένα ερωτηματολόγιο, το αντικείμενο του οποίου και αναλύθηκε στο τέταρτο κεφάλαιο. Αποδέκτες αυτού ήταν οι κάτοχοι συλλογών μικροοργανισμών. Το ερωτηματολόγιο δημιουργήθηκε με χρήση της πλατφόρμας ερωτήσεων GOOGLE, διανεμήθηκε στις συλλογές και απαντήθηκε ανώνυμα. Η περίοδος λήψης απαντήσεων ήταν από τον Αύγουστο μέχρι το Δεκέμβριο του 2020. Επιπλέον, η στατιστική ανάλυση των ερωτηματολογίων και η παρουσίαση των αποτελεσμάτων έγινε με χρήση του προγράμματος EXCEL.

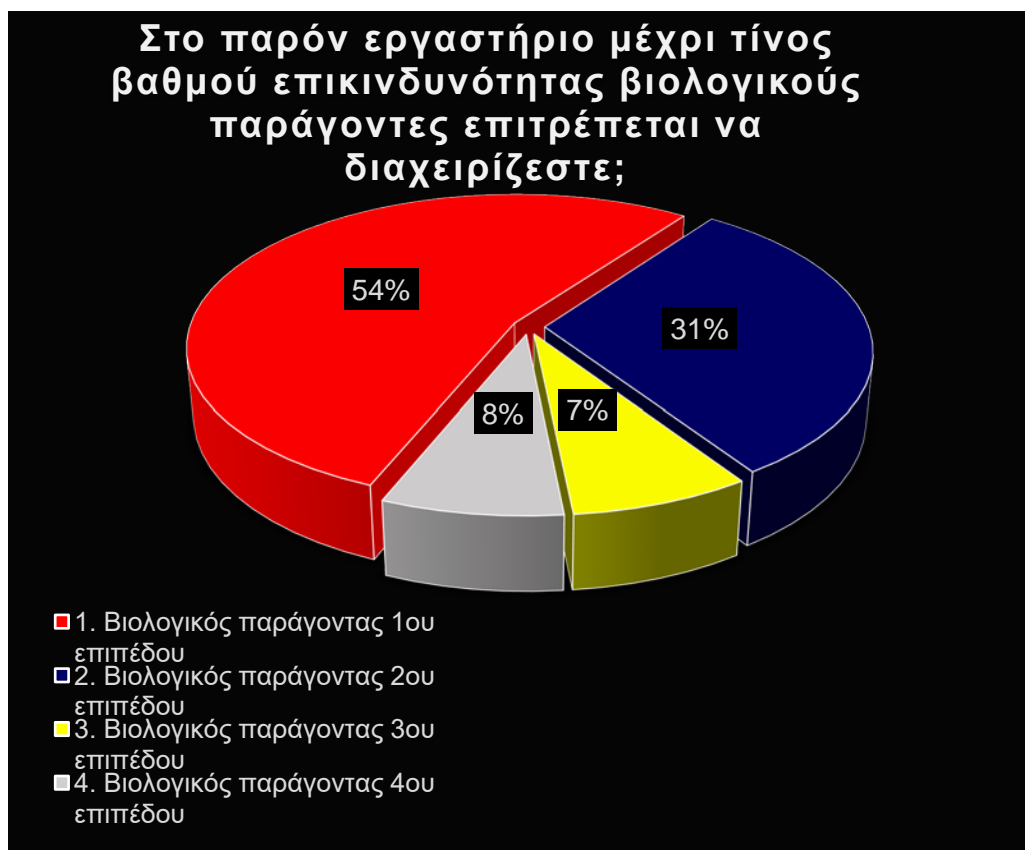
5.1.2 Παρουσίαση αποτελεσμάτων ερωτηματολογίου

1. Η πρώτη ερώτηση αφορά το πλήθος των ειδών μικροοργανισμών που κατείχαν τα ερωτηθέντα εργαστήρια. Από τις απαντήσεις προέκυψε ότι η πλειοψηφία (55%) είχε 10 έως 100 είδη μικροοργανισμών, το 36% 1 έως 10 είδη, ενώ περισσότερα των 100 ειδών μικροοργανισμών διέθετε το 9%. Αναλυτικά τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο διάγραμμα που ακολουθεί (Διάγραμμα 1).



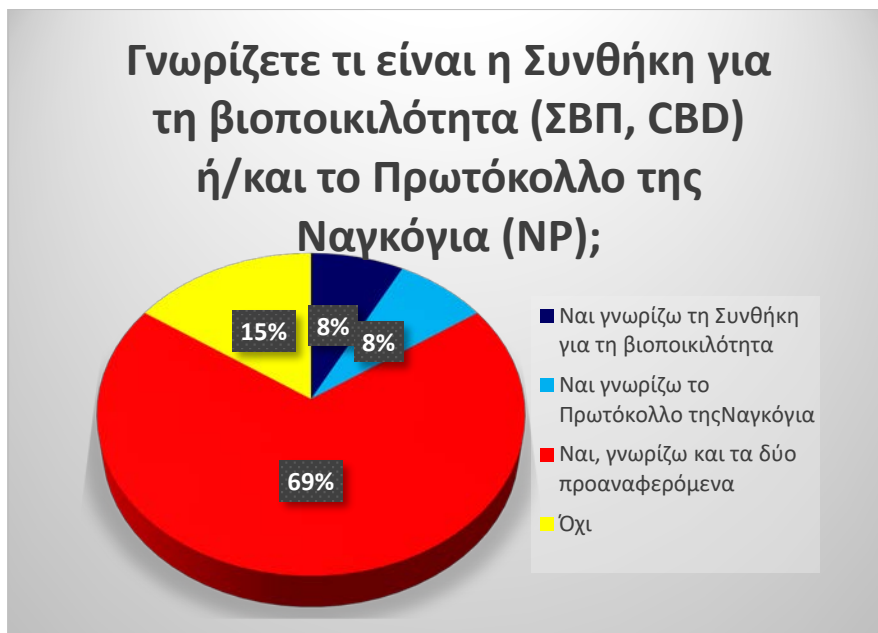
Διάγραμμα 1: Είδη μικροοργανισμών εργαστηρίων (Ιδια Επεξεργασία).

2. Όσον αφορά το βαθμό επικινδυνότητας των βιολογικών παραγόντων το 54% των εργαστηρίων επιτρεπόταν να διαχειρίζεται βιολογικούς παράγοντες πρώτου επιπέδου, δηλαδή παράγοντες που είναι απίθανο να προκαλέσουν ασθένεια. Ακολουθεί με ποσοστό 31% η διαχείριση βιολογικών παραγόντων δευτέρου επιπέδου και 7% κατέχει το τρίτο επίπεδο. Τα εργαστήρια που επιτρεπόταν να διαχειρίζονται βιολογικούς παράγοντες επικίνδυνους για το κοινωνικό σύνολο και χωρίς θεραπευτική αγωγή, δηλαδή τετάρτου επιπέδου, κατείχαν το ποσοστό του 8%



Διάγραμμα 2: Επικινδυνότητα βιολογικών παραγόντων (Ιδία Επεξεργασία).

3. Στην ερώτηση αν γνωρίζουν τη Συνθήκη ή/και το Πρωτόκολλο της Ναγκόγια η πλειοψηφία απάντησε πως γνώριζε και τα δύο (το 69%), το 8% γνώριζε μόνο τη Συνθήκη για τη Βιολογική Ποικιλότητα και αντίστοιχο ποσοστό μόνο το Πρωτόκολλο Ναγκόγια. Το 15% των εργαστηρίων δεν είχε γνώση κανενός από τα δύο (Διάγραμμα 3).

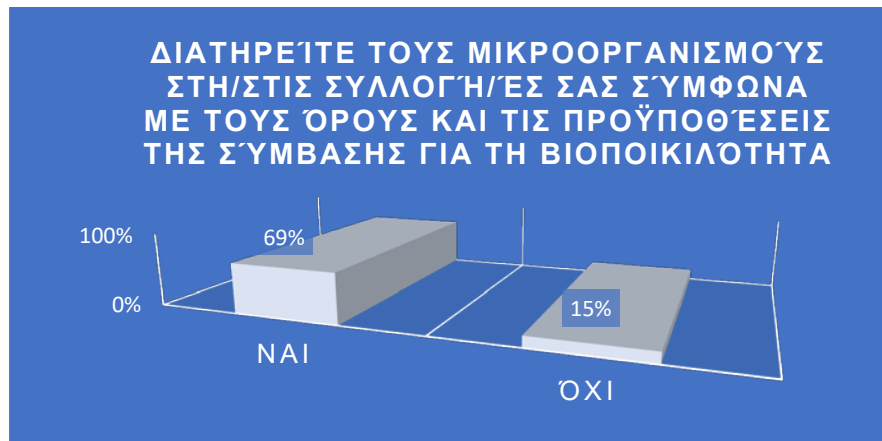


Διάγραμμα 3: Γνώση εργαστηρίων για τη ΣΒΠ ή/και του Πρωτοκόλλου Ναγκόγια (Ιδία Επεξεργασία).

3.1 Από αυτούς που γνώριζαν για το Πρωτόκολλο και τη ΣΒΠ, το 62,5% δήλωσε πως τα είχε μάθει από το διαδίκτυο. Το 12,5% τα ήξερε στα πλαίσια συνεργασίας ευρωπαϊκών ερευνητικών έργων, ενώ αντίστοιχο ποσοστό λόγω συνεργασιών με άλλες χώρες, σε τομείς της βιοποικιλότητας. Ποσοστό της τάξης του 12,5% είχε ενημερωθεί για τα αναφερόμενα μέσω των σπουδών του.

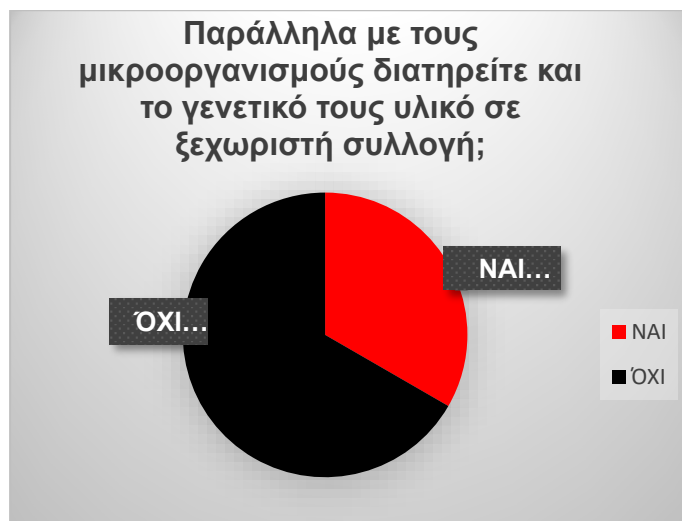
Η συντριπτική πλειοψηφία αυτών και συγκεκριμένα το 87,5% δεν είχε χρειαστεί να χρησιμοποιήσει τη Σύμβαση ή το Πρωτόκολλο Ναγκόγια στην πράξη. Το 12,5% απάντησε πως χρησιμοποιούνται στη συντήρηση των μικροοργανισμών στο εργαστήριο, αλλά κυρίως αφορά στη χρήση τους για ερευνητικούς σκοπούς.

3.2 Στην ερώτηση αν διατηρούνται οι μικροοργανισμοί στις συλλογές σύμφωνα με τους όρους και τις προϋποθέσεις της ΣΒΠ, το 69% αποκρίθηκε πως ναι (Διάγραμμα 4).



Διάγραμμα 4: Ποσοστό διατήρησης συλλογών μικροοργανισμών σύμφωνα με τη Σύμβαση για τη Βιολογική Ποικιλότητα (Ιδία Επεξεργασία).

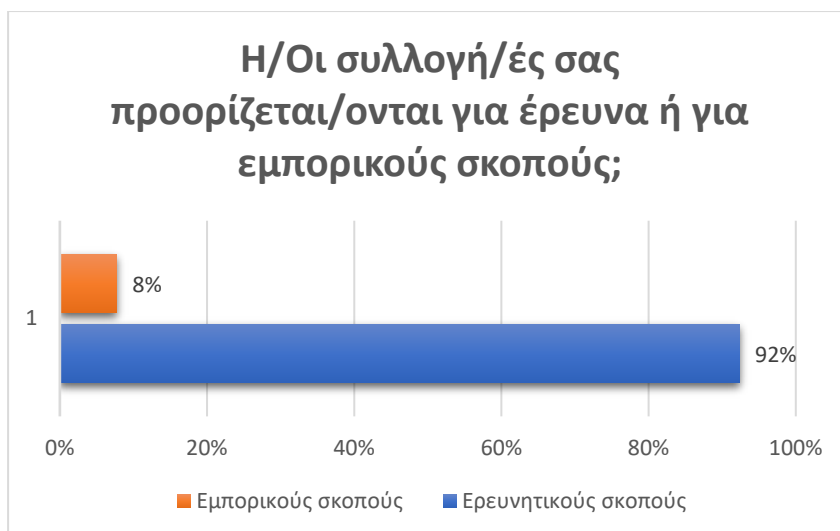
3.3 Αναφορικά με το γενετικό υλικό των μικροοργανισμών, το 33% απάντησε πως το διατηρεί σε ξεχωριστή συλλογή, ενώ το 67% δεν διατηρεί γενετικό υλικό (Διάγραμμα 5).



Διάγραμμα 5: Ποσοστό που διατηρεί το γενετικό υλικό των μικροοργανισμών σε ξεχωριστή συλλογή (Ιδία Επεξεργασία).

3.4 Από το 33% που διατηρεί το γενετικό υλικό, όλοι (το 100%) απάντησε πως πληροί τις προϋποθέσεις της Σύμβασης για τη Βιολογική Ποικιλότητα.

4. Η επόμενη ερώτηση αφορά τον σκοπό των συλλογών, αν προορίζονται για έρευνα ή εμπορικούς σκοπούς, όπου το 92% προορίζεται για έρευνα.



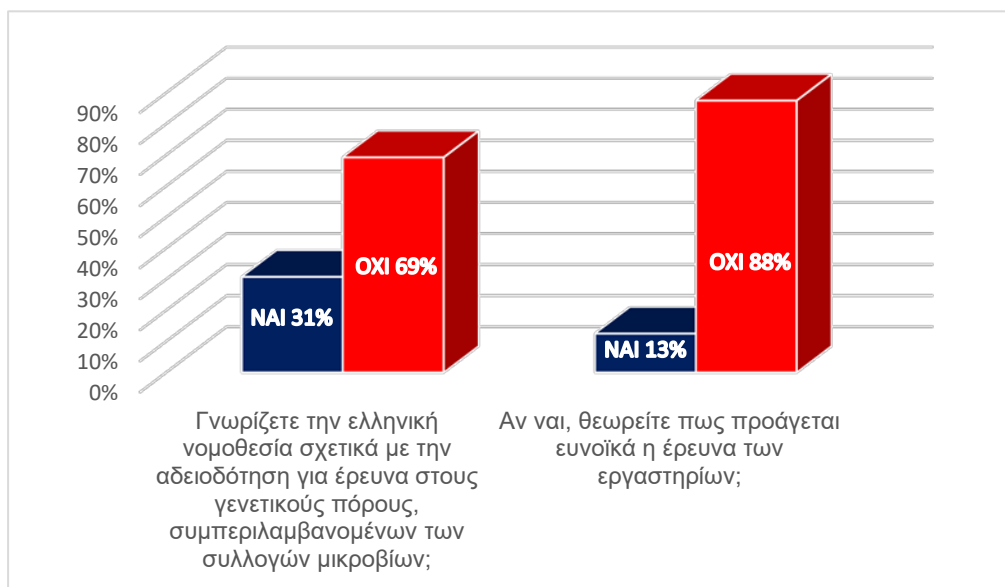
Διάγραμμα 6: Ποσοστά συλλογών για ερευνητικούς ή εμπορικούς σκοπούς (Ιδία Επεξεργασία).

4.1 Η παρούσα ερώτηση αφορά τη γνώση των εργαστηρίων όσον αφορά τα δικαιώματα και τις υποχρεώσεις τους στην πρόσβαση και τον δίκαιο και ισότιμο καταμερισμό των οφελών από τη χρησιμοποίηση των γενετικών πόρων που διατηρούν. Από τα αποτελέσματα προέκυψε ότι το 31% γνώριζε τα δικαιώματα και τις υποχρεώσεις του. Το δεύτερο σκέλος της ερώτησης αναφέρεται στους Αμοιβαία Αποδεκτούς Όρους (MAT) που προκύπτουν στην περίπτωση χρησιμοποίησης των συγκεκριμένων γενετικών πόρων για εμπορική χρήση. Το 31% γνώριζε τόσο τα δικαιώματα και τις υποχρεώσεις του όσο και τους αμοιβαία αποδεκτούς όρους, ενώ το 38% δεν γνώριζε τίποτα από τα προαναφερόμενα. Τα αποτελέσματα φαίνονται αναλυτικά στο Διάγραμμα 7.



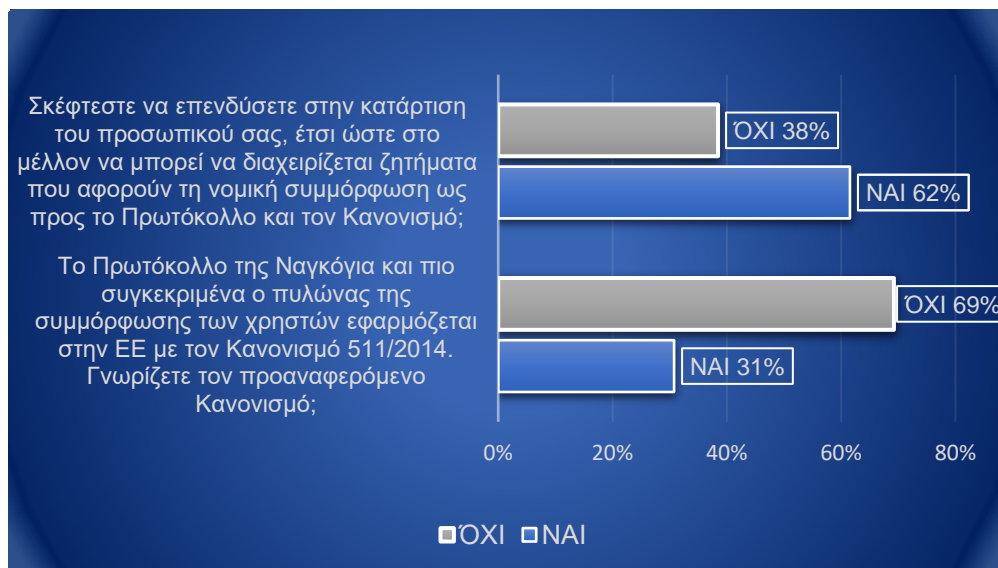
Διάγραμμα 7: Επίπεδο γνώσης εργαστηρίων δικαιωμάτων, υποχρεώσεων και Αμοιβαία Αποδεκτών Όρων χρησιμοποίησης γενετικών πόρων (Ιδία Επεξεργασία).

5. Σύμφωνα με τα δεδομένα, το 31% των ερωτηθέντων ήταν γνώστες της ελληνικής νομοθεσίας σχετικά με την αδειοδότηση για έρευνα στους γενετικούς πόρους. Από αυτό το 31%, μόνο το 13% θεωρεί πως προάγεται ευνοϊκά η έρευνα των εργαστηρίων (Διάγραμμα 8).



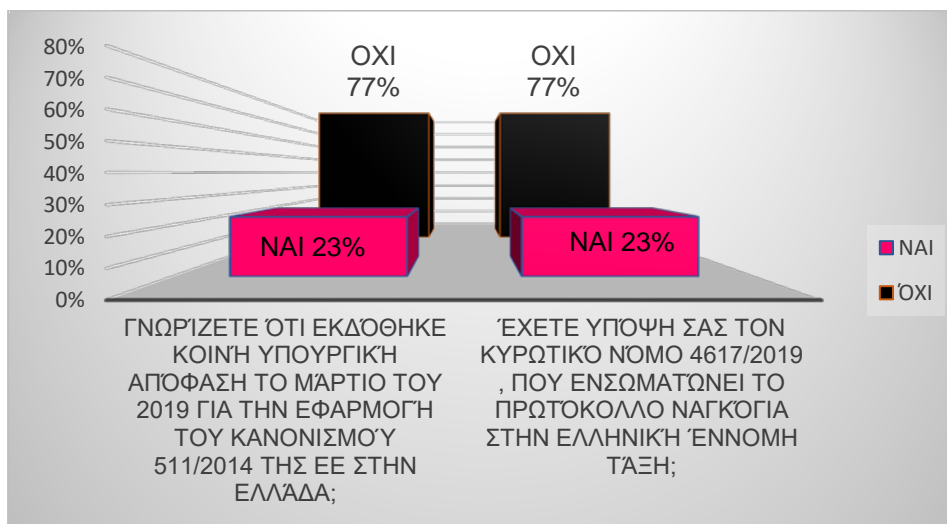
Διάγραμμα 8: Επίπεδο γνώσης ελληνικής νομοθεσίας αδειοδότησης συλλογών μικροβίων και προαγωγή της έρευνας (Ιδία Επεξεργασία). (Ιδία Επεξεργασία).

6. Το επόμενο σκέλος του ερωτηματολογίου επικεντρώνεται κυρίως και στο θέμα της παρούσας διπλωματικής εργασίας, που είναι το Πρωτόκολλο της Ναγκόγια και ο εφαρμοστικός Κανονισμός 511/2014 της ΕΕ. Οι κάτοχοι συλλογών μικροοργανισμών ρωτήθηκαν αν γνώριζαν τον προαναφερόμενο Κανονισμό. Θετικά απάντησε το 31% και αρνητικά το 69%. Ένα ακόμη ερώτημα με ενδιαφέροντα αποτελέσματα είναι το ποσοστό που σκέφτεται να επενδύσει στην κατάρτιση του προσωπικού του, έτσι ώστε στο μέλλον να μπορεί να διαχειρίζεται ζητήματα που αφορούν τη νομική συμμόρφωση ως προς το Πρωτόκολλο και τον Κανονισμό, με το 62% να δηλώνει ότι έχει την πρόθεση να επενδύσει (Διάγραμμα 9).



Διάγραμμα 9: Επίπεδο γνώσης Κανονισμού 511/2014 και μελλοντικές τάσεις κατάρτισης του εργαστηριακού προσωπικού (Ιδία Επεξεργασία).

7. Η έβδομη ερώτηση αποτελείται από 3 υποερωτήματα. Μελετά το επίπεδο γνώσης των ελληνικών εργαστηρίων, όσον αφορά την Κοινή Υπουργική Απόφαση για την εφαρμογή του Κανονισμού 511/2014, όπως και τον κυρωτικό νόμο 4617/2019, που ενσωματώνει το Πρωτόκολλο Ναγκόγια στην ελληνική έννομη τάξη. Η πλειοψηφία των ερωτηθέντων, και πιο συγκεκριμένα το 77%, δεν γνώριζε τίποτα από τα προαναφερόμενα. Αναλυτικά τα αποτελέσματα παρατίθενται στο Διάγραμμα 10.



Διάγραμμα 10: Επίπεδο γνώσης ελληνικών εργαστηρίων της ΚΥΑ και του Κυρωτικού Νόμου ενσωμάτωσης του Πρωτοκόλλου Ναγκόγια (Ιδία Επεξεργασία).

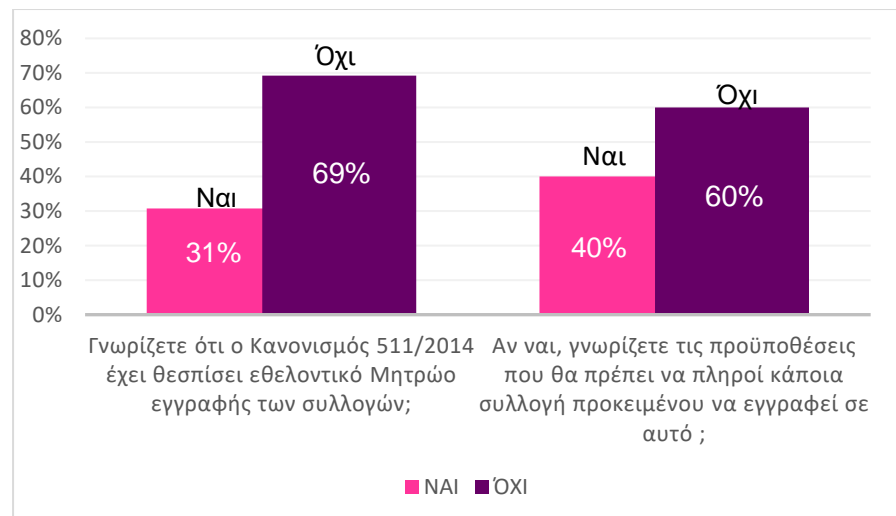
8. Στην ερώτηση αν πιστεύουν ότι εξασφαλίζονται τα δικαιώματα των κατόχων συλλογών μικροοργανισμών στην Ελλάδα το 67% απάντησε πως δεν εξασφαλίζονται, ενώ το 33% του δείγματος αποκρίθηκε θετικά.



Διάγραμμα 11: Επίπεδο εξασφάλισης δικαιωμάτων κατόχων συλλογών μικροοργανισμών (Ιδία Επεξεργασία).

9. Στην ιδέα της καταγραφής σε βάση δεδομένων όλων των συλλογών μικροοργανισμών της Ελλάδας απάντησαν θετικά όλοι οι ερωτηθέντες.

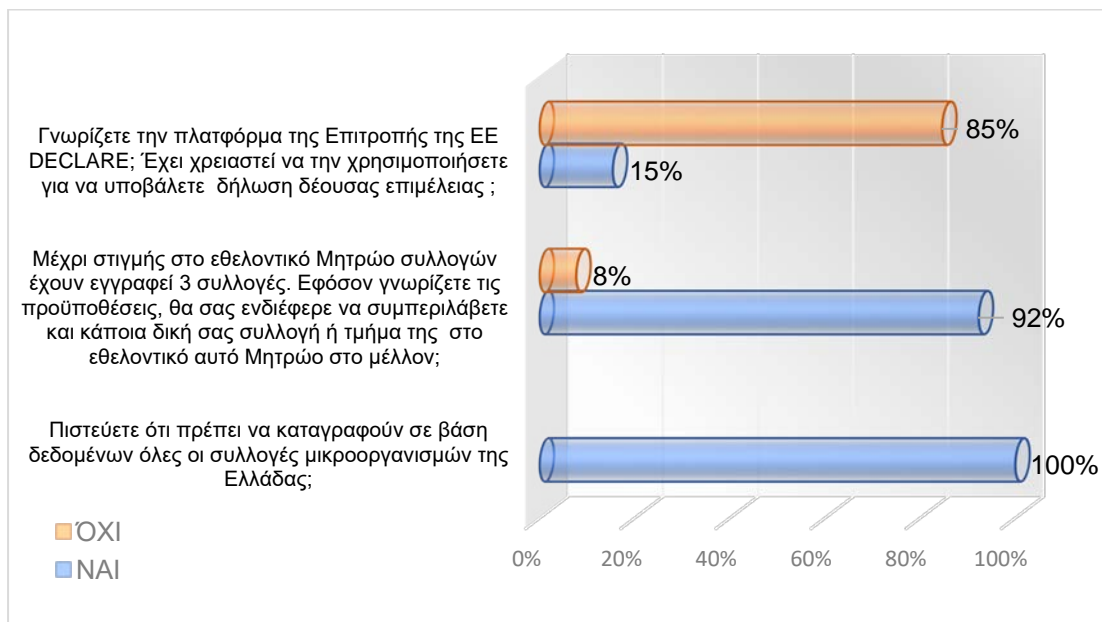
9.1 Οι ερωτήσεις 9.1 και 9.2 αφορούν το εθελοντικό μητρώο που έχει θεσπιστεί από τον Κανονισμό 511/2014. Το 31% των ερωτηθέντων γνώριζαν την ύπαρξη του εθελοντικού αυτού μητρώου, ενώ από αυτούς το 40% τις προϋποθέσεις εγγραφής κάποιας συλλογής σε αυτό.



Διάγραμμα 12: Επίπεδο γνώσεων ως προς το Εθελοντικό Μητρώο Συλλογών Μικροοργανισμών (Ιδία Επεξεργασία).

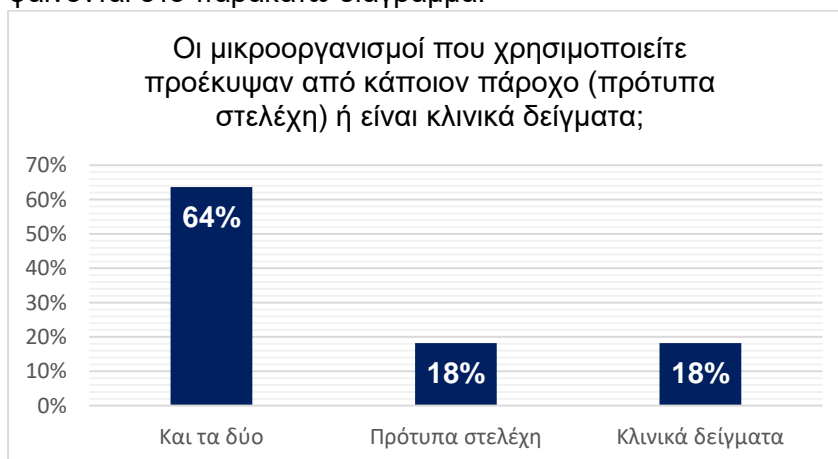
9.3 Τα επόμενα τρία ερωτήματα προσανατολίζονται επίσης στο εθελοντικό μητρώο και στη διερεύνηση τάσεων, όσον αφορά το σκέλος της καταγραφής των συλλογών μικροοργανισμών, τόσο σε εθνικές όσο και σε διεθνείς βάσεις δεδομένων. Το 92% των ερωτηθέντων αποκρίθηκε πως θα ενδιαφερόταν να συμπεριλάβει κάποια δική του συλλογή στο εθελοντικό Μητρώο συλλογών στο μέλλον. Επιπλέον, το 100% υποστηρίζει πως πρέπει να καταγραφούν όλες οι

ελληνικές συλλογές σε μια εθνική βάση δεδομένων. Παρόλα τα υψηλά ποσοστά των δύο προαναφερθέντων ερωτήσεων, μόλις το 15% γνώριζε την πλατφόρμα DECLARE. Η παρούσα πλατφόρμα αποτελεί εργαλείο της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, προκειμένου να καταθέτονται οι δηλώσεις δέουσας επιμέλειας και εν συνεχεία, να μπορεί μια συλλογή να καταγραφεί στην εθελοντική βάση συλλογών.



Διάγραμμα 13: Διερεύνηση τάσεων καταγραφής συλλογών και γνώση πλατφόρμας DECLARE (Ιδία Επεξεργασία).

10. Στη δέκατη ερώτηση οι υπεύθυνοι των εργαστηρίων ερωτήθηκαν από πού προέκυψαν οι μικροοργανισμοί που χρησιμοποιούν. Τα αποτελέσματα φαίνονται στο παρακάτω διάγραμμα.

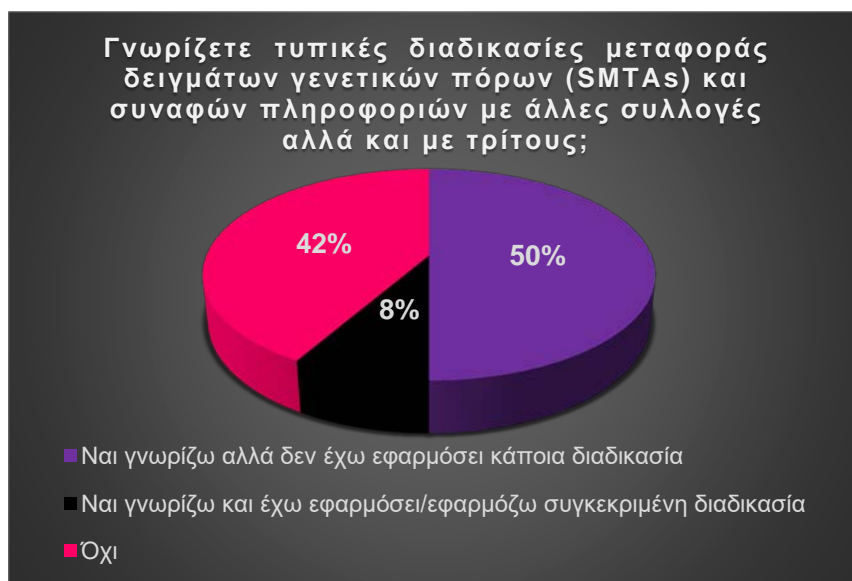


Διάγραμμα 14: Μέσα παροχής μικροοργανισμών (Ιδία Επεξεργασία).

10.2 Στην ερώτηση αν τηρήθηκαν οι προβλεπόμενοι κανόνες μεταφοράς των κλινικών δειγμάτων το 100% απάντησε θετικά.

11. Ακόμη ένα ερώτημα που μας απασχόλησε ήταν το επίπεδο γνώσης αναφορικά με τυπικές διαδικασίες μεταφοράς δειγμάτων γενετικών πόρων. Οι

διαδικασίες αυτές αφορούν τόσο τη μεταφορά δειγμάτων όσο και πληροφοριών μεταξύ των διαφόρων συλλογών αλλά και με τρίτα μέρη, όπως τη βιομηχανία. Η πλειοψηφία γνώριζε τυπικές διαδικασίες, αλλά δεν είχε εφαρμόσει κάποια από αυτές.



Διάγραμμα 15: Τυπικές διαδικασίες μεταφοράς δειγμάτων (SMTAs) γενετικών πόρων (Ιδία Επεξεργασία).

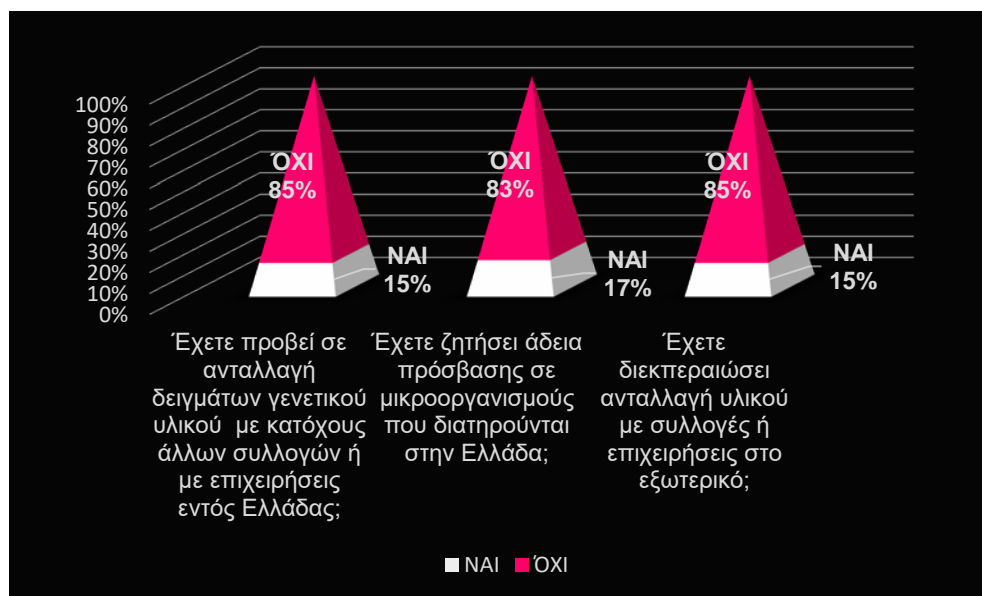
11.1 Αναφορικά με την εφαρμοζόμενη διαδικασία, τα εργαστήρια κατέληξαν στο συμπέρασμα πως εφαρμόζεται η προβλεπόμενη διαδικασία μεταφοράς, αποθήκευσης και συντήρησης μικροοργανισμών, όπως αυτή απορρέει από επιστημονικά πρωτόκολλα.

12. Η δωδέκατη ερώτηση αφορά αποκλειστικά τις ελληνικές συλλογές μικροοργανισμών. Σε αυτήν, οι ερωτηθέντες κλήθηκαν να απαντήσουν αν γνωρίζουν τις συλλογές μικροοργανισμών στην Ελλάδα και αν έχουν αναπτύξει κάποιο δίκτυο συνεργασίας μεταξύ τους. Τα αποτελέσματα είναι εξαιρετικά ενδιαφέροντα, αφού μόλις το 15% απάντησε πως γνωρίζει τους κατόχους συλλογών και έχει αναπτυχθεί δίκτυο συνεργασίας, ενώ η συντριπτική πλειοψηφία απάντησε πως είτε δεν έχει αναπτυχθεί δίκτυο είτε δεν γνωρίζει τις συλλογές.



Διάγραμμα 16: Δίκτυο συνεργασίας και γνώση ελληνικών συλλογών μικροοργανισμών (Ιδία Επεξεργασία).

12.1 Οι ερωτήσεις 12.1, 12.1.1 και 13.1 αφορούν στην ανταλλαγή υλικού/ μικροοργανισμών μεταξύ των συλλογών στην Ελλάδα, αλλά και το εξωτερικό. Τα εργαστήρια ρωτήθηκαν επίσης εάν έχουν ζητήσει πρόσβαση για μικροοργανισμούς που διατηρούνται στην Ελλάδα. Η μεγάλη πλειοψηφία, και συγκεκριμένα το 85%, απάντησε πως δεν έχει προβεί σε ανταλλαγή δειγμάτων ούτε με συλλογές του εσωτερικού, ούτε του εξωτερικού. Στον τομέα που αφορά στην άδεια πρόσβασης, το 17% ανταποκρίθηκε θετικά.



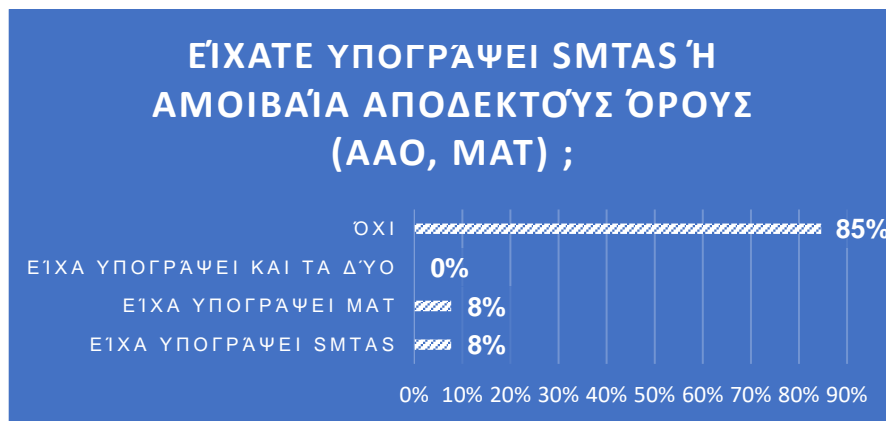
Διάγραμμα 17: Ανταλλαγή δειγμάτων μεταξύ συλλογών του εσωτερικού και του εξωτερικού και άδεια πρόσβασης σε εγχώριους μικροοργανισμούς (Ιδία Επεξεργασία).

12.1.1 Επιπλέον, από το 17% των ελληνικών συλλογών που έχει ζητήσει πρόσβαση σε μικροοργανισμούς που διατηρούνται στην Ελλάδα, το 67%

προέβη στην ενέργεια αυτή για καθαρά ερευνητικούς σκοπούς, ενώ το 33% και για εμπορική δραστηριότητα.

12.1.3 Ως προς το σκέλος της ταχύτητας εξυπηρέτησης της ανταλλαγής γενετικού υλικού και της άδειας πρόσβασης, το 100% απάντησε πως η εξυπηρέτηση ήταν άμεση.

12.2 Στην ερώτηση 12.2 το σύνολο των κατόχων συλλογών μικροοργανισμών που είχε προβεί σε ανταλλαγή δειγμάτων γενετικού υλικού ρωτήθηκε αν είχε υπογράψει τυπικές διαδικασίες μεταφοράς (SMTAs) ή Αμοιβαία Αποδεκτούς Όρους (MAT). Το 85% δεν είχε εφαρμόσει κάποια από τα προαναφερόμενα.



Διάγραμμα 18: Ποσοστό που υπέγραψε ΑΑΟ και SMTAS κατά την ανταλλαγή γενετικού υλικού (Ιδία Επεξεργασία).

13. Στη δέκατη τρίτη ερώτηση τα εργαστήρια ρωτήθηκαν αν συμμετέχουν σε ευρωπαϊκά ή διεθνή δίκτυα συλλογών μικροοργανισμών ως μέλη και από πότε. Το 100% αυτών απάντησε πως δεν συμμετέχει ως μέλος σε κάποιο δίκτυο.

Ως προέκταση του γεγονότος ότι δεν συμμετέχουν σε κάποιο δίκτυο, δεν υπήρχε γνώση των πρακτικών και πιθανών δυσκολιών κατά την συναλλαγή, όπως εκφράζει η ερώτηση 13.2.

14. Αναφορικά με την εύρεση βέλτιστων πρακτικών, προκειμένου να γίνεται πιο εύκολα και αποτελεσματικά η καταγραφή και η ανταλλαγή μεταξύ των συλλογών, το 50% του δείγματος θεωρεί πως οι πρακτικές θα πρέπει να είναι προσιτές για φοιτητές και ανειδίκευτο προσωπικό. Επίσης το 50% πρόβαλε την ανάγκη δημιουργίας ενός αξιόπιστου συστήματος καταγραφής και ανταλλαγής δεδομένων.

15. Ως προς το θεσμικό πλαίσιο της Ελλάδας, θεωρείται πως είναι δυσανάλογης βαρύτητας, πολύ γενικό σε κάποια σημεία και εξαιρετικά αυστηρό σε άλλα. Διατυπώθηκε η πρόταση να γίνει τροποποίηση αυτού με τη συμβολή επιτροπής εργαζομένων που έχουν δουλέψει με συλλογές και έχουν αντιμετωπίσει οι ίδιοι τα προβλήματα.

5.2 Προβλήματα εφαρμογής

Στις παρακάτω παραγράφους σχολιάζονται τα αποτελέσματα που αναλύθηκαν παραπάνω. Επιπλέον, γίνεται εμβάθυνση στον τομέα της νομοθεσίας που πλαισιώνει τις συλλογές μικροοργανισμών και τη γνώση αυτής από τους ιθύνοντες.

5.2.1 Υφιστάμενη κατάσταση και διερεύνηση μελλοντικών τάσεων ελληνικών συλλογών μικροοργανισμών

Το γενικό συμπέρασμα που προκύπτει από τις απαντήσεις που δόθηκαν είναι ότι τα ελληνικά εργαστήρια και οι συλλογές μικροοργανισμών έχουν επαρκείς θεωρητικές γνώσεις, τόσο για τη νομοθεσία όσο και για τους τρόπους που μπορούν να προάγουν την έρευνά τους. Επίσης, μέσα από την επικοινωνία με το επιστημονικό προσωπικό προέκυψε το συμπέρασμα ότι υπάρχει και η θέληση για βελτίωση, αλλά και για μελλοντική εναρμόνιση με την ισχύουσα νομοθεσία. Ειδικά όσον αφορά το Πρωτόκολλο της Ναγκόγια, με το οποίο και ασχολούμαστε κυρίως στην παρούσα διπλωματική εργασία, πολλοί φορείς έδειξαν ενδιαφέρον και περιέργεια για το θέμα. Το 69% των ερωτηθέντων γνώριζε τόσο τη Σύμβαση, όσο και το Πρωτόκολλο Ναγκόγια, ενώ ένα ποσοστό της τάξεως του 8% γνώριζε είτε το ένα, είτε το άλλο. Το 62,5% έμαθαν για το Πρωτόκολλο Ναγκόγια από το διαδίκτυο, μετά από δική τους έρευνα. Μικρότερος αριθμός ενημερώθηκε είτε από κάποιο επιμορφωτικό σεμινάριο, είτε από συνεργάτες, στο πλαίσιο ερευνητικών προγραμμάτων. Μόλις το 15% δεν είχε υπόψιν τίποτα από τα προαναφερόμενα. Ικανοποιητικός ήταν επίσης ο αριθμός που γνώριζε τα δικαιώματα και τις υποχρεώσεις του αναφορικά με την πρόσβαση και τον δίκαιο και ισότιμο καταμερισμό των οφελών από τη χρησιμοποίηση γενετικών πόρων, όπως και τους Αμοιβαία Αποδεκτούς Όρους. Το 38% των ερωτηθέντων δήλωσε μη ενημερωμένο για τους δύο παραπάνω όρους, παρόλο που είναι αρκετά εξειδικευμένοι και προσανατολισμένοι στη Σύμβαση για τη Βιολογική Ποικιλότητα ². Αρκετοί επιστήμονες επεσήμαναν την ανάγκη γνώσης τόσο του θεωρητικού, όσο και του πρακτικού υποβάθρου του Πρωτοκόλλου. Η ανάγκη, όπως επισημάνθηκε, ήταν ιδιαίτερα έντονη για τους ερευνητές που συνεργάζονται με ευρωπαϊκά ή και διεθνή εργαστήρια, ή λαμβάνουν μέρος σε ευρωπαϊκά ερευνητικά προγράμματα. Παρά το ικανοποιητικό επίπεδο του θεωρητικού υποβάθρου, στην πράξη υπάρχουν αρκετά προβλήματα και δυσκολίες στην εφαρμογή.

Το βασικό πρόβλημα που εντοπίστηκε είναι η έλλειψη πρακτικής εφαρμογής της νομοθεσίας, και κατά προέκταση του Πρωτοκόλλου. Παρά το γεγονός ότι τα ελληνικά εργαστήρια επιτελούν σπουδαίο ερευνητικό έργο, το έργο αυτό δεν μεταφέρεται συχνά στην παραγωγή, για ανάπτυξη εμπορικών προϊόντων, και κατά προέκταση ούτε στην οικονομία. Η πλειοψηφία των συλλογών, και συγκεκριμένα το 92%, προορίζεται αποκλειστικά για ερευνητικούς σκοπούς. Η έλλειψη ανάπτυξης εμπορικών προϊόντων είναι απόρροια της έλλειψης χρηματοδότησης και το αντίστροφο. Το Πρωτόκολλο εστιάζει κυρίως στον ισότιμο καταμερισμό των οφελών που προκύπτουν από τη χρησιμοποίηση προϊόντων. Κατ'επέκταση, επικεντρώνεται στο στάδιο

² Να διευκρινιστεί εκ νέου ότι το Πρωτόκολλο Ναγκόγια αποτελεί συνέχεια της Σύμβασης για τη Βιολογική Ποικιλότητα, ρυθμίζοντας το νομοθετικό πλαίσιο που αφορά τον τρίτο πυλώνα της Σύμβασης, δηλαδή τον δίκαιο και ισότιμο καταμερισμό των οφελών που προκύπτουν από τη χρησιμοποίηση γενετικών πόρων (Desmeth, 2017).

χρηματοδότησης και πιθανής εμπορικής ανάπτυξης ενός προϊόντος ή προϊόντων που προκύπτουν από τη χρήση μικροοργανισμών. Αποτέλεσμα αυτού είναι η έλλειψη πρακτικής εφαρμογής των προβλέψεων του Κανονισμού 511/2014. Εκτός από τις ρυθμίσεις του Πρωτοκόλλου υπάρχει και έλλειψη γνώσεων στο σκέλος της μεταφοράς δειγμάτων και γενετικών πόρων. Χαρακτηριστικό είναι το γεγονός ότι το 50% γνώριζε τυπικές διαδικασίες μεταφοράς δειγμάτων γενετικών πόρων (SMTAs), αλλά δεν είχε εφαρμόσει καμία τέτοια, ενώ μόνο το 8% και γνώριζε και είχε εφαρμόσει κάποια τυπική διαδικασία μεταφοράς. Ακόμη ένας παράγοντας που έχει συμβάλει στην αργή εδραίωση των κανονισμών της ΕΕ και του Πρωτοκόλλου Ναγκόγια είναι το γεγονός ότι αυτά ξεκίνησαν να εφαρμόζονται ουσιαστικά με την Κοινή Υπουργική Απόφαση εφαρμογής των κανονισμών της ΕΕ (Μάρτιος 2019) και τον μετέπειτα Κυρωτικό Νόμο του Πρωτοκόλλου, που ψηφίστηκε από την ελληνική Βουλή τον Ιούνιο του 2019. Συνεπώς, πρόκειται για ένα πολύ νέο πλαίσιο για τα ελληνικά δεδομένα, τα ερευνητικά εργαστήρια και τη νομοθεσία.

Εκτός από την έλλειψη ανάπτυξης εμπορικών προϊόντων, παρατηρείται και μειωμένη συνεργασία των ελληνικών εργαστηρίων, τόσο με άλλα εγχώρια όσο και με εργαστήρια του εξωτερικού. Η επικοινωνία μεταξύ των επιστημονικών φορέων, βιολόγων, μικροβιολόγων και λοιπών, και ιδιαίτερα μεταξύ των κατόχων συλλογών μικροοργανισμών είναι ζωτική. Η ανάγκη ανάπτυξης ενός δικτύου, το οποίο και θα είναι γνωστό για την πλειοψηφία των κατόχων συλλογών καταδεικνύεται από δύο ερωτήσεις του ερωτηματολογίου. Ως προς την πρώτη ερώτηση, δηλαδή αν οι κάτοχοι γνωρίζουν τις υφιστάμενες συλλογές και αν έχει αναπτυχθεί δίκτυο συνεργασίας μεταξύ τους, το 54 % απάντησε ότι γνωρίζει τους κατόχους αλλά δεν έχει αναπτυχθεί δίκτυο συνεργασίας και το 31% πως δεν γνωρίζει καθόλου τους κατόχους. Το παραπάνω έρχεται σε τέρastia αντίθεση με το ποσοστό του 15%, το οποίο και γνωρίζει τις ελληνικές συλλογές και επισημαίνει πως έχει αναπτυχθεί δίκτυο συνεργασίας. Η ανάγκη επικοινωνίας, για να υπάρξουν στο μέλλον προοπτικές συνεργασίας, πρέπει να επιτευχθεί πρωτίστως σε εθνικό επίπεδο κι έπειτα σε διεθνές. Από τη στιγμή μάλιστα που το δείγμα είναι θετικό, τόσο στη δημιουργία μιας βάσης δεδομένων, όσο και στο να συμπεριλάβει κάποια συλλογή του στο εθελοντικό Μητρώο Συλλογών (το 92% δήλωσε πως θα ενδιαφερόταν για κάτι τέτοιο), η σωστή εγχώρια καταγραφή σύμφωνα με την ευρωπαϊκή νομοθεσία είναι ένα βασικό βήμα. Επιπλέον, η καταγραφή και κατάλληλη επικοινωνία μεταξύ των επιστημών δύναται να οδηγήσει και στην ανάπτυξη νέων εμπορικών προϊόντων.

5.2.2 Προβλήματα εφαρμογής εθνικής νομοθεσίας

Τόσο από τα ερωτηματολόγια, όσο και από την επικοινωνία με τους υπεύθυνους των εργαστηρίων προέκυψε το συμπέρασμα πως η ελληνική νομοθεσία είναι αρκετά περίπλοκη. Απόδειξη αυτού αποτελεί το αποτέλεσμα που προέκυψε στην ερώτηση 5, στην οποία το 69% απάντησε πως δεν γνωρίζει την ελληνική νομοθεσία σχετικά με την αδειοδότηση για έρευνα στους γενετικούς πόρους, συμπεριλαμβανομένων των μικροοργανισμών. Από το 31% που ήταν γνώστης της προαναφερόμενης νομοθεσίας, μόλις το 13% θεωρεί πως προάγεται ευνοϊκά η έρευνα των εργαστηρίων, με το 88% να δηλώνει την αντίθετη άποψη (Διάγραμμα 8). Ακόμη ένα ανησυχητικό ποσοστό προέκυψε στην ερώτηση που κλήθηκαν να απαντήσουν τα εργαστήρια, αν πιστεύουν ότι εξασφαλίζονται τα δικαιώματα των κατόχων συλλογών μικροοργανισμών στην

Ελλάδα. Το 67% αποκρίθηκε αρνητικά, με το 33% να πιστεύει πως εξασφαλίζονται τα δικαιώματά του (Διάγραμμα 11). Ένα ακόμη πρόβλημα που καταχωρήθηκε από εργαστηριακό ερευνητή ήταν ο μεγάλος φόρτος γραφειοκρατικών διαδικασιών. Επιπλέον, μέρος των ερωτηθέντων κατέγραψε την έλλειψη κατάλληλης ενημέρωσης στα εκπαιδευτικά και ερευνητικά ιδρύματα.

5.3 Προοπτικές εξέλιξης και προτάσεις βελτίωσης

5.3.1 Προοπτικές εξέλιξης ελληνικών συλλογών μικροοργανισμών σε εθνικό πλαίσιο

Αναφορικά με το σκέλος των ελληνικών συλλογών μικροοργανισμών, προκύπτει πως υπάρχουν αρκετές προοπτικές εξέλιξης. Απαραίτητη προϋπόθεση για να υλοποιηθεί στην πράξη η εξέλιξη αυτή είναι πρωτίστως η βελτίωση της επικοινωνίας μεταξύ των συλλογών. Με την επικοινωνία μεταξύ συλλογών, με τρόπο που φυσικά δεν θα κινδυνεύουν τα συμφέροντα και πνευματικά δικαιώματα της εκάστοτε συλλογής, δύναται να προκύψουν πιο γρήγορα ερευνητικά αποτελέσματα. Επίσης με την καλύτερη επικοινωνία και συνεργασία μπορεί να αναπτυχθεί ένα ισχυρότερο δίκτυο μεταξύ των εργαστηρίων, το οποίο και θα προάγει την ασφάλεια, τη σωστή λειτουργία, τους καλύτερους δυνατούς ελέγχους και τη σύνδεση της έρευνας με την οικονομία (Overmann, 2015). Παρατηρήθηκε ότι τα περισσότερα ελληνικά εργαστήρια διαχειρίζονται μικροοργανισμούς μόνο για ερευνητικούς σκοπούς. Η σύνδεση των εργαστηρίων με τις οικονομικές ανάγκες του τόπου, η οποία και θα μπορούσε να υλοποιηθεί παραδείγματος χάριν με τη στοχευμένη έρευνα και ανάπτυξη προϊόντων, θα μπορούσε να προσφέρει περισσότερα μέσα, οικονομικά και ερευνητικά, στους κατόχους συλλογών. Σημαντικότατο πλεονέκτημα των ελληνικών συλλογών μικροοργανισμών αποτελεί και η μεγάλη βιοποικιλότητα του ελληνικού χώρου. Παγκοσμίως, περίπου το 25% των μικροοργανισμών έχει αναγνωρισθεί. Η ταυτοποίηση νέων στελεχών δύναται να ενδυναμώσει την έρευνα και τον ρόλο των εργαστηρίων σε γενικότερο πλαίσιο. Οι ευεργετικές και μη ιδιότητες των μικροοργανισμών μπορούν να αξιοποιηθούν σε ακόμη μεγαλύτερο βαθμό για την αρμονική συνύπαρξη του ανθρώπου, σε σχέση με τη φύση. Επιπλέον, η αποτελεσματική λειτουργία και επικοινωνία των ελληνικών συλλογών θα μπορούσε να προστατεύσει τα κυριαρχικά δικαιώματα που έχει η Ελλάδα, ως προς τη χρησιμοποίηση των μικροοργανισμών ως γενετικών πόρων. Η καταγραφή, συντήρηση και διαφύλαξη των γνώσεων που αφορά τους μικροοργανισμούς είναι δυνατόν να βελτιωθεί με την περαιτέρω ενεργό δράση των εργαστηρίων.

5.3.2 Προτάσεις βελτίωσης υπάρχουσας κατάστασης και εναρμόνιση με το εθνικό και διεθνές δίκαιο

Τόσο από τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την επεξεργασία των ερωτηματολογίων, όσο και από άρθρα-προτάσεις μεγάλων ευρωπαϊκών μικροβιακών κέντρων (Overmann, 2015), προκύπτει ότι η σωστή επικοινωνία μεταξύ των κατόχων συλλογών αποτελεί κλειδί στην πιο γρήγορη και αποτελεσματική ανάπτυξη των συλλογών. Αρχικά, η καλύτερη επικοινωνία μπορεί να δώσει λύσεις αναφορικά με

δυσκολίες που υπάρχουν στο επίπεδο γνώσεων του προσωπικού, σε κατάλληλους ελέγχους ασφαλείας, στις κατάλληλες νομικές κινήσεις που αφορούν τη δράση των συλλογών, όπως επίσης και σε εξειδικευμένη χρήση εξοπλισμού. Η ανταλλαγή γνώσεων και εμπειριών του προσωπικού των εργαστηρίων, δύναται να οδηγήσει σε βελτιστοποίηση των διαδικασιών που υπάρχουν, στην αύξηση της υφιστάμενης γνώσης και εν τέλει της αποτελεσματικότητας του έργου των συλλογών. Εκτός από τα πρακτικά οφέλη, η ανάπτυξη δεξιοτήτων του ανθρωπίνου δυναμικού έχει την προοπτική να αυξήσει την παραγωγικότητα του ατόμου, της ομάδας, αλλά και να δώσει καινοτόμες ιδέες σε ερευνητικό επίπεδο. Επιπλέον, η οργανωμένη δράση των εργαστηρίων συλλογών μικροοργανισμών δύναται να συνδράμει στην αύξηση των συνεργασιών και με άλλα, ευρωπαϊκά και διεθνή εργαστήρια και μικροβιακά κέντρα. Η δράση σε ευρύτερο επίπεδο, με χώρες που πιθανόν να έχουν αντιμετωπίσει παραδείγματος χάριν τα νομικά ζητήματα του Πρωτοκόλλου Ναγκόγια, μπορεί να δώσει την εξειδικευμένη γνώση στα ελληνικά εργαστήρια, προκειμένου να αυξήσουν τόσο τη δραστηριότητά τους, όσο και τη σύνδεσή τους με την οικονομία. Παρατηρήθηκε εξάλλου, ότι η εμπορική δραστηριότητα των εργαστηρίων είναι αρκετά χαμηλότερη από την ερευνητική. Η παρούσα συνθήκη δύναται να αλλάξει με αύξηση της εξειδίκευσης, των εργαλείων και της χρηματοδότησης που δέχονται τα εργαστήρια, ειδικά αν αναλογιστεί κανείς το υψηλό επίπεδο βιοποικιλότητας που διαθέτει η ελληνική επικράτεια.

Ειδικά στο επίπεδο του Πρωτοκόλλου Ναγκόγια και της Σύμβασης για τη Βιολογική Ποικιλότητα, που εξετάζει η παρούσα διπλωματική, ευρωπαϊκά εργαστήρια με μεγαλύτερη δράση στον εμπορικό τομέα, έχουν την ικανότητα να δώσουν λύσεις σε πολλά νομικά προβλήματα που προκύπτουν. Ο καθορισμός κοινών διαδικασιών για μεγάλο αριθμό εργαστηρίων, μπορεί να έχει πολλά θετικά αποτελέσματα. Πέραν των ευρωπαϊκών εργαστηρίων, θα ήταν ωφέλιμο τα ελληνικά εργαστήρια να αυξήσουν την εμπορική τους δραστηριότητα, στο βαθμό βέβαια που γίνεται, με βάση τα ελληνικά δεδομένα, τις δυσκολίες που υπάρχουν και τα τεκταινόμενα. Εκτός της πρακτικής τριβής με τις νομοθετικές απαιτήσεις του Πρωτοκόλλου, το επίπεδο γνώσης θα μπορούσε να βελτιωθεί ακόμη περισσότερο, με την καλύτερη πληροφόρηση από τους αρμόδιους φορείς. Αυτή τη στιγμή ουσιαστικά, οι γνώσεις που έχει το εργαστηριακό προσωπικό έχουν προκύψει από δική του μελέτη και αναζήτηση της Σύμβασης και του Πρωτοκόλλου. Η καλύτερη ενημέρωση θα μπορούσε να περιλαμβάνει ενημερωτικά φυλλάδια από δημόσιους φορείς, όπως από το Υπουργείο Παιδείας και Θρησκευμάτων ή και από τη Γενική Γραμματεία Έρευνας και Καινοτομίας προς τα πανεπιστημιακά εργαστήρια καθώς και από τις Αρμόδιες Εθνικές Αρχές σχετικά με τα ζητήματα του Πρωτοκόλλου. Μετά δε, την κύρωση του Πρωτοκόλλου της Ναγκόγια με τον κυρωτικό νόμο 4617/2019 και το γεγονός ότι η Ελλάδα κατέστη κράτος-μέρος του Πρωτοκόλλου τον Μάιο του 2020, η Αρμόδια Εθνική Αρχή για ζητήματα Βιοποικιλότητας, πρόσβασης και δίκαιου και ισότιμου καταμερισμού των οφελών και γενικά του Πρωτοκόλλου που εδρεύει στην Αθήνα πρέπει να αναλάβει ενεργό δράση σχετικής ενημερωτικής εκστρατείας (<https://absch.cbd.int/search/nationalRecords?schema=focalPoint>). Γενικότερα, επιβάλλεται κινητοποίηση των εθνικών δομών και φορέων ώστε να μπορεί να εφαρμοστεί αποτελεσματικά τόσο ο Κανονισμός ΠΚΟ, όσο και το ίδιο το Πρωτόκολλο.

5.3.3 Διερεύνηση τάσεων για συμμετοχή των κατόχων συλλογών μικροοργανισμών στο Εθελοντικό Μητρώο του Κανονισμού 511/2014 και προϋποθέσεις συμμετοχής

Αναφορικά με το ζήτημα της εγγραφής των ελληνικών συλλογών στο εθελοντικό ενωσιακό μητρώο, προέκυψαν πολύ ενδιαφέρουσες απαντήσεις από τα ερωτηματολόγια. Η στήριξη της καταγραφής των συλλογών είναι ανάλογη του επιπέδου γνώσης ως προς τα θέματα της Σύμβασης για τη Βιολογική Ποικιλότητα και του Πρωτοκόλλου της Ναγκόγια.

Παρά το γεγονός ότι υπάρχει μικρή γνώση όσον αφορά την υποβολή δήλωσης δέουσας επιμέλειας αλλά και των απαιτούμενων κριτηρίων για την εγγραφή μιας συλλογής στο εθελοντικό μητρώο της ΕΕ, από τα αποτελέσματα προκύπτει ότι το ενδιαφέρον για την καταγραφή τους είναι μεγάλο. Το παραπάνω συμπεραίνεται από το γεγονός ότι το 92% είναι θετικό στο να συμπεριλάβει κάποια συλλογή του στο εθελοντικό ενωσιακό μητρώο. Επίσης, το 100% του δείγματος θεωρεί πως πρέπει να γίνει καταγραφή των ελληνικών συλλογών μικροοργανισμών σε βάση δεδομένων, έργο απαραίτητο για την ακριβή γνώση τόσο του αριθμού, όσο και του εύρους των εργασιών και των ερευνητικών τους δυνατοτήτων. Σημαντικό είναι και το γεγονός ότι το 62% των ερωτηθέντων σκέφτεται να επενδύσει στην κατάρτιση του εργαστηριακού του προσωπικού, έτσι ώστε στο μέλλον να μπορεί να διαχειρίζεται ζητήματα που αφορούν τη νομική συμμόρφωση ως προς το Πρωτόκολλο και τον Κανονισμό (Διάγραμμα 9). Εν κατακλείδι, η πρόθεση για εγγραφή και συμμετοχή σε ευρωπαϊκά προγράμματα είναι μεγάλη από την επιστημονική κοινότητα. Η έλλειψη οικονομικού ενδιαφέροντος, η μειωμένη συνεργασία μεταξύ των συλλογών και η αυξημένη γραφειοκρατία μπαίνουν εμπόδιο στην ανάπτυξη της εξωστρέφειας. Παρόλα αυτά, τα ελληνικά εργαστήρια φαίνονται πρόθυμα να επενδύσουν προς την κατάρτιση του προσωπικού σε θέματα ευρωπαϊκής νομοθεσίας, αλλά και σε αύξηση των συνεργασιών. Πολλοί επιστήμονες εξάλλου συμμετέχουν ήδη σε διεθνή προγράμματα και δείχνουν αυξημένο ενδιαφέρον για την εναρμόνιση με το Πρωτόκολλο και τη χρήση των εργαλείων που παράσχει.

5.3.4 Διερεύνηση τάσεων για συμμετοχή των κατόχων συλλογών μικροοργανισμών στο Εθελοντικό Μητρώο του Κανονισμού 511/2014 και προϋποθέσεις συμμετοχής

Αναφορικά με το ζήτημα της εγγραφής των ελληνικών συλλογών στο εθελοντικό μητρώο, προέκυψαν πολύ ενδιαφέρουσες απαντήσεις από τα ερωτηματολόγια. Η στήριξη της καταγραφής των συλλογών είναι ανάλογη του επιπέδου γνώσης ως προς τα θέματα της Σύμβασης για τη Βιολογική Ποικιλότητα και του Πρωτοκόλλου της Ναγκόγια.

Παρά το γεγονός ότι υπάρχει περιορισμένη γνώση όσον αφορά την υποβολή δήλωσης δέουσας επιμέλειας αλλά και των απαιτούμενων κριτηρίων για την εγγραφή μιας συλλογής στο εθελοντικό μητρώο της ΕΕ, από τα αποτελέσματα προκύπτει ότι το

ενδιαφέρον για την καταγραφή τους είναι μεγάλο. Το παραπάνω συμπεραίνεται από το γεγονός ότι το 92% είναι θετικό στο να συμπεριλάβει κάποια συλλογή του στο εθελοντικό ενωσιακό μητρώο. Επίσης, το 100% του δείγματος θεωρεί πως πρέπει να γίνει καταγραφή των ελληνικών συλλογών μικροοργανισμών σε βάση δεδομένων, έργο απαραίτητο για την ακριβή γνώση τόσο του αριθμού, όσο και του εύρους των εργασιών και των ερευνητικών τους δυνατοτήτων. Σημαντικό είναι και το γεγονός ότι το 62% των ερωτηθέντων σκέφτεται να επενδύσει στην κατάρτιση του εργαστηριακού του προσωπικού, έτσι ώστε στο μέλλον να μπορεί να διαχειρίζεται ζητήματα που αφορούν τη νομική συμμόρφωση ως προς το Πρωτόκολλο και τον Κανονισμό (Διάγραμμα 9). Εν κατακλείδι, η πρόθεση για εγγραφή και συμμετοχή σε ευρωπαϊκά προγράμματα είναι μεγάλη από την επιστημονική κοινότητα. Η έλλειψη οικονομικού ενδιαφέροντος, η μειωμένη συνεργασία μεταξύ των συλλογών και η αυξημένη γραφειοκρατία μπαίνουν εμπόδιο στην ανάπτυξη της εξωστρέφειας. Παρόλα αυτά, τα ελληνικά εργαστήρια φαίνονται πρόθυμα να επενδύσουν προς την κατάρτιση του προσωπικού σε θέματα ευρωπαϊκής νομοθεσίας, αλλά και σε αύξηση των συνεργασιών. Πολλοί επιστήμονες εξάλλου συμμετέχουν ήδη σε διεθνή προγράμματα και δείχνουν αυξημένο ενδιαφέρον για την εναρμόνιση με το Πρωτόκολλο και τη χρήση των εργαλείων που παράσχει.

6 Κεφάλαιο 6°

6.1 Προκύπτοντα συμπεράσματα

Το Πρωτόκολλο της Ναγκόγια αποτελεί ένα νέο Πρωτόκολλο για τους γενετικούς πόρους και ειδικότερα για τον δίκαιο και ισότιμο καταμερισμό των οφελών από τη χρήση τους, με αποτέλεσμα να έχει τεράστιο επιστημονικό αλλά και πρακτικό ενδιαφέρον. Παρά το γεγονός ότι η Σύμβαση για τη Βιολογική Ποικιλότητα υφίσταται από το 1992, η πρακτική εφαρμογή της ως προς το σκέλος του δίκαιου και ισότιμου καταμερισμού των οφελών από τη χρήση των γενετικών πόρων και άρα και των μικροοργανισμών, εξειδικεύεται από το Πρωτόκολλο της Ναγκόγια που τέθηκε σε εφαρμογή τον Οκτώβριο του 2014 και τον Ευρωπαϊκό Κανονισμό 511/2014. Η Σύμβαση για τη Βιολογική Ποικιλότητα αποτελείται από τρεις βασικούς πυλώνες. Ο πρώτος πυλώνας αναφέρεται στη διατήρηση της βιολογικής ποικιλότητας επιτόπου και εκτός τόπου (*in situ & ex situ*,) ως κοινό αγαθό για τις επόμενες γενιές. Ο δεύτερος πυλώνας αναφέρεται στη βιώσιμη και αειφόρο χρήση των στοιχείων αυτής και ο τρίτος στον δίκαιο και ισότιμο καταμερισμό των οφελών που προκύπτουν από τη χρησιμοποίηση των γενετικών πόρων ή της συνδεδεμένης με αυτούς παραδοσιακής γνώσης. Ο τρίτος πυλώνας της Σύμβασης για τη Βιολογική Ποικιλότητα είναι ο πιο εξειδικευμένος και επιδιώκει τη δίκαιη πρόσβαση και ωφέλεια όλων από τη χρήση των γενετικών πόρων, ως εθνική κληρονομιά. Η προαναφερόμενη εξειδίκευση έλαβε χώρα από τον Οκτώβριο του 2014 και μετά, όταν και τέθηκαν σε ισχύ το Πρωτόκολλο και ο Κανονισμός ΠΚΟ. Τα προαναφερόμενα νομικά πλαίσια θεσπίζουν σαφώς δικαιότερους όρους πρόσβασης για όλους τους χρήστες και τους παρόχους. Έχουν ως σκοπό να δημιουργήσουν ένα διεθνές και ένα ενωσιακό νομικά δεσμευτικό πλαίσιο, αντίστοιχα, με το οποίο θα καταστεί δυνατή η αποτελεσματική εφαρμογή του τρίτου πυλώνα της Σύμβασης για τη Βιολογική Ποικιλότητα δηλ. της πρόσβασης και του δίκαιου και ισότιμου καταμερισμού των οφελών από τη χρήση των γενετικών πόρων.

Το μεγάλο χρονικό διάστημα που πέρασε προκειμένου να γίνει η εξειδικευμένη αυτή δράση, υποδηλώνει τόσο τις δυσκολίες που υπάρχουν στα ζητήματα δίκαιου και ισότιμου καταμερισμού των οφελών, όσο και το πόσο σημαντικά είναι αυτά. Η αλλαγή του τοπίου, από ένα πλαίσιο στο οποίο οι γενετικοί πόροι θεωρούνται παγκόσμια κληρονομιά με ελεύθερη πρόσβαση, σε ένα άλλο όπου οι χώρες έχουν κυριαρχικά δικαιώματα επί των γενετικών τους πόρων και θεωρούνται εθνική κληρονομιά, είναι εξαιρετικά δύσκολη, πολύπλοκη και με αντικρουόμενα συμφέροντα διαφόρων ενδιαφερομένων, απαιτείται δε ένα μεγάλο χρονικό διάστημα εμπέδωσης και εφαρμογής του.

Δυσκολίες εφαρμογής υπάρχουν και στο πεδίο της μικροβιολογίας, που μας απασχόλησε εκτενώς στην παρούσα διπλωματική εργασία, και δη τους μικροοργανισμούς, τομέα στον οποίο τα πράγματα είναι ακόμη πιο πολύπλοκα. Η πολυπλοκότητα αυτή οφείλεται αφενός στο πολύ μικρό μέγεθος των μικροοργανισμών, και αφετέρου στην εξαιρετικά εύκολη πρόσβαση σε αυτούς, αφού υπάρχουν κυριολεκτικά παντού. Επίσης, καλόν είναι να λάβει κάποιος υπόψιν του το γεγονός ότι η πρόοδος της τεχνολογίας έχει δώσει τεράστια δύναμη στην επιστήμη της μικροβιολογίας τα τελευταία σχετικά λίγα χρόνια. Είναι σαφές ότι οι γενετικοί πόροι έχουν τεράστια αξία για τον άνθρωπο και την εξελικτική του πορεία. Οι μικροοργανισμοί, που είναι σημαντικότεροι γενετικοί πόροι, έχουν συμβάλει μεταξύ άλλων, στην οξυγόνωση της γης, άρα και τις αερόβιες συνθήκες που επέτρεψαν την ανάπτυξη του ανθρώπου. Η επιστήμη της μικροβιολογίας εξελίσσεται συνεχώς και βρίσκει καινούριες ιδιότητες, χρήσεις και αλληλεπιδράσεις των μικροοργανισμών μεταξύ τους, με το περιβάλλον, αλλά και με υλικά που κατασκευάζει ο άνθρωπος. Η ραγδαία αυτή αύξηση γνώσεων είναι σημαντικό να συνοδεύεται και από αντίστοιχη νομοθεσία, που προστατεύει και δίνει επιπλέον δυνατότητες στους επιστήμονες που ασχολούνται με τη μικροβιολογία και κατά προέκταση και στους κατόχους συλλογών μικροοργανισμών. Ακριβώς αυτόν το ρόλο έχουν αναλάβει το Πρωτόκολλο και ο Κανονισμός 511/2014. Και τα δύο πλαίσια θεσπίζουν κανόνες, που αφορούν την πρόσβαση στους γενετικούς πόρους και τις παραδοσιακές γνώσεις, αλλά και μέτρα για τη συμμόρφωση των χρηστών αυτών. Αρχικά σε νομοθετικό επίπεδο, προτείνουν λύσεις και μέσα προκειμένου να ενισχυθεί ο δίκαιος και ισότιμος καταμερισμός των οφελών που προκύπτουν από τη χρήση των μικροοργανισμών. Οι αμοιβαία αποδεκτοί όροι για χρήσεις μικροοργανισμών μεταξύ των ενδιαφερομένων, η προηγούμενη συναίνεση μετά από πληροφόρηση για μελλοντικές χρήσεις από άλλους, όπως και η εγκαθίδρυση συγκεκριμένων συμφωνιών μεταφοράς μικροοργανισμών, ενισχύουν τη δικαιότερη χρήση τους. Επιπλέον, οι ενδιαφερόμενοι επιστήμονες, στο μέλλον θα μπορούν να κάνουν χρήση χρηματοδοτικών πακέτων μόνο εφόσον αποδεικνύουν ότι οι γενετικοί πόροι που κατέχουν έχουν αποκτηθεί με νόμιμα μέσα. Η συνθήκη αυτή θα ελαττώσει την κατοχή παράνομων πόρων. Επιπλέον, το επιστημονικό προσωπικό το οποίο και θα κατέχει το διεθνώς αναγνωρισμένο πιστοποιητικό, θα έχει το τεκμήριο της νόμιμης απόδειξης γενετικού υλικού. Παρόλα αυτά είναι σημαντικότερο η νέα νομοθεσία να μην δυσκολεύει επιπλέον τους επιστήμονες. Αυτός είναι και ο λόγος που τόσο το Πρωτόκολλο όσο και ο Κανονισμός, θέλουν να ενισχύσουν τη σύνδεση μεταξύ νομοθετικού και επιστημονικού πεδίου. Οι πλέον κατάλληλοι και ειδικοί στο να δράσουν για τη σύνδεση αυτή είναι οι μικροβιολόγοι σε συνεργασία με νομικούς, δηλαδή να επέλθει ανάπτυξη και ενίσχυση διεπιστημονικών συνεργασιών. Όχι μόνο έχουν την απαραίτητη κατάρτιση και γνώσεις, αλλά γνωρίζουν επιπλέον τα υφιστάμενα προβλήματα, σε τομείς όπως η αδειοδότηση για έρευνα στους γενετικούς πόρους.

Ακριβώς αυτή η αλληλεπίδραση μεταξύ δύο διαφορετικών πεδίων, της μικροβιολογίας και της νομοθεσίας, είναι που καθιστά το Πρωτόκολλο και τον Κανονισμό καινοτόμα

νομοθετικά πλαίσια. Η αποτελεσματική εφαρμογή τους κρύβει αρκετές δυσκολίες, λόγω ακριβώς και της διαθεματικότητάς τους. Επιπλέον, η αποτελεσματική εφαρμογή τους προϋποθέτει ότι οι αποκτηθέντες γενετικοί πόροι έχουν προκύψει σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία και πρέπει να εξασφαλίζεται ότι καταμερίζονται κατά τρόπο δίκαιο και ισότιμο. Οι προαναφερόμενες δυσκολίες δεν έχουν μειώσει σε καμία περίπτωση τη διάθεση των επιστημονικών φορέων για ένα πιο δίκαιο και βιώσιμο πλαίσιο. Αυτό αποδεικνύεται περίτρανα και από το γεγονός ότι το Πρωτόκολλο έχει κυρωθεί ήδη από 129 χώρες, οι οποίες και αναμένεται να αυξηθούν, συμπεριλαμβανομένης και της ελληνικής κύρωσης, τον Ιούνιο του 2019.

Από τις απαντήσεις των κατόχων συλλογών μικροοργανισμών προκύπτει ότι το νομοθετικό πλαίσιο είναι ήδη αρκετά περίπλοκο, παρόλο που σε λίγες σχετικά περιπτώσεις εφαρμόζονται οι κανόνες που προκύπτουν από τον Κυρωτικό Νόμο και τον Κανονισμό ΠΚΟ. Η γραφειοκρατία αποτελεί πρόβλημα, αφού κάνει τις διαδικασίες πιο αργές και αυξάνει τον φόρτο εργασίας του επιστημονικού προσωπικού. Παρά τις δυσκολίες που υπάρχουν, και θα συνεχίσουν να υπάρχουν λόγω της φύσης των ζητημάτων που εξετάζει το Πρωτόκολλο, αξίζει σε κάθε περίπτωση η προσπάθεια εφαρμογής του. Τα θετικά που μπορεί να προσφέρει τόσο στην επιστημονική κοινότητα όσο και στον καθημερινότητα του ατόμου, ειδικά στο πεδίο των μικροοργανισμών που οι δράσεις τους έχουν άμεσο αντίκτυπο στον άνθρωπο, είναι τεράστια. Όσον αφορά τους μικροοργανισμούς, οι ιδιότητές τους αποτελούν αντικείμενο έρευνας και ανάπτυξης ποικίλων επιστημονικών πεδίων, συμπεριλαμβανομένων της ιατρικής, της γεωπονίας, της απορρύπανσης των οικοσυστημάτων, της βιοτεχνολογίας, της βιοενέργειας κ.ά.. αξιοποιούνται επίσης και για εμπορικούς σκοπούς και καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών προϊόντων (φαρμακευτικά και αγροτικά, βιοκαύσιμα, καλλυντικά, τρόφιμα, ποτά, εμβόλια κ.ά). Οι συλλογές που διατηρούν μικροοργανισμούς εκτός των φυσικών τους οικοσυστημάτων (ex situ συλλογές), παίζουν ζωτικό ρόλο στη μελέτη, την αναπαραγωγή τους και στην ανάπτυξη νέων προϊόντων. Αυτός είναι και ο κύριος λόγος που θα πρέπει να συμμετάσχουν στη λήψη αποφάσεων, προτείνοντας καλύτερους τρόπους εφαρμογής του Πρωτοκόλλου και του Κανονισμού. Άλλωστε και ο ίδιος ο Κανονισμός ΠΚΟ, προβλέπει και ενθαρρύνει τη συμμετοχή των ενδιαφερόμενων χρηστών, όπως οι συλλογές μικροοργανισμών, στην περίπτωση της αναγνώρισης βέλτιστων πρακτικών όπου πρέπει να γίνουν ακριβή βήματα για να θεωρηθεί μια πρακτική ως βέλτιστη. Εκτός από προτάσεις για βέλτιστες πρακτικές, ο Κανονισμός έχει θεσπίσει και ένα Εθελοντικό Μητρώο Συλλογών, στο οποίο και μπορούν να εγγραφούν συλλογές μικροοργανισμών ή μέρη τους, εφόσον αποδεικνύεται από τους κατόχους ότι έχουν αποκτήσει νόμιμα τους εκάστοτε γενετικούς πόρους.

6.2 Η μελλοντική εξέλιξη και οι προοπτικές συνεργασίας των εργαστηρίων υπό το πρίσμα του Πρωτοκόλλου της Ναγκόγια

Όσον αφορά τους κατόχους ελληνικών συλλογών μικροοργανισμών, έχει προκύψει από την στατιστική επεξεργασία των ερωτηματολογίων, που διανεμήθηκαν στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας, ότι το επίπεδο γνώσης της Σύμβασης για τη Βιολογική Ποικιλότητα και του Πρωτοκόλλου της Ναγκόγια είναι αρκετά υψηλό μεν, προερχόμενο ωστόσο από προσωπική δραστηριοποίηση και όχι από την αρμόδια εθνική αρχή, δε. Διαπιστώνεται επιπλέον, έλλειμμα ως προς την εξοικείωση με τα

πρακτικά ζητήματα του Πρωτοκόλλου, λόγω της μειωμένης ενασχόλησής τους με την εμπορική αξιοποίηση των μικροοργανισμών. Τα ελληνικά εργαστήρια στην παρούσα χρονική περίοδο φαίνεται πως εστιάζουν κυρίως σε ερευνητικά θέματα. Σε αυτό το σημείο οφείλει να τονιστεί το γεγονός ότι απευθυνθήκαμε σε συλλογές μικροοργανισμών που δεν περιλαμβάνουν παθογόνους μικροοργανισμούς ή ιούς βλαβερούς για τον άνθρωπο, καθώς η διαχείριση αυτών ρυθμίζεται από άλλους φορείς, όπως τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας. Οι ερωτηθέντες κάτοχοι συλλογών ασχολούνται αποκλειστικά με μικροοργανισμούς εκτός ανθρώπινου σώματος και μάλιστα με εκείνους που δεν σχετίζονται με ιατρικές επιστήμες. Η έρευνα των εργαστηρίων για τους μικροοργανισμούς ως γενετικούς πόρους, σύμφωνα με το ΠΝ και τη Σύμβαση για τη Βιολογική Ποικιλότητα, καταλαμβάνει πολύ μικρό τμήμα της εγχώριας οικονομίας. Το παραπάνω αποδεικνύεται από το γεγονός ότι πάνω από το 90% των εργαστηρίων χρησιμοποιεί τους μικροοργανισμούς αποκλειστικά για έρευνα. Στο μέλλον θα ήταν πολύ ωφέλιμο, εκτός από το ερευνητικό πεδίο να εστιάσουν οι ελληνικές συλλογές μικροοργανισμών και στην παραγωγή καινοτόμων προϊόντων. Η έρευνα που διεξάγεται εξάλλου, μπορεί να υποστηρίξει την παραπάνω επιλογή. Τα πανεπιστημιακά εργαστήρια δύνανται να ανοίξουν το δρόμο αυτό, καθοδηγώντας με την εμπειρία και τις γνώσεις του προσωπικού τους και τους υπόλοιπους ενδιαφερόμενους παίκτες.

Και από τις προηγούμενες παραγράφους, καθίσταται σαφές ότι τόσο το Πρωτόκολλο της Ναγκόγια, όσο και ο Κανονισμός 511/2014, επιδιώκουν να ενισχύσουν τη συνεργασία μεταξύ των κατόχων συλλογών μικροοργανισμών. Η αύξηση της εμπορικής δραστηριότητας αυτών, με την έρευνα και ανάπτυξη νέων προϊόντων, μπορεί να επιτευχθεί πιο γρήγορα και αποτελεσματικά στην περίπτωση που τα εργαστήρια αυξήσουν την αποτελεσματικότητά τους. Η καλύτερη επικοινωνία μεταξύ των κατόχων συλλογών, μπορεί να δώσει λύσεις αναφορικά με δυσκολίες που υπάρχουν στο επίπεδο γνώσεων του προσωπικού, σε κατάλληλους ελέγχους ασφαλείας, στις βέλτιστες νομικές κινήσεις που αφορούν τη δράση των συλλογών, όπως επίσης και σε εξειδικευμένη χρήση εξοπλισμού. Το Πρωτόκολλο στηρίζει την αύξηση συνεργασιών και ανάπτυξη προϊόντων, αφού έχει χαρακτηριστικές οδηγίες και κατευθύνσεις, τόσο για το στάδιο στο οποίο θα μπορούσε να λάβει χώρα η χρηματοδότηση, όσο και για την θέσπιση κοινής βάσης δεδομένων συλλογών, του Εθελοντικού Μητρώου Συλλογών. Την τελευταία πενταετία εξάλλου, πολλά είναι τα μεγάλα ινστιτούτα κατοχής και αγοράς μικροοργανισμών που προτρέπουν τη συνεργασία των κατόχων. Σε ελληνικό επίπεδο, υπάρχει η βούληση για καταγραφή των συλλογών σε ενιαία βάση, και μάλιστα όπως προέκυψε από τις απαντήσεις φαίνεται να υπάρχει ήδη. Το πρόβλημα έγκειται στο γεγονός ότι λιγότερο από 20% του δείγματος γνώριζε την ύπαρξη του μητρώου αυτού, ενώ ταυτόχρονα όλοι οι ερωτηθέντες ήταν θετικοί στη δημιουργία μιας εθνικής βάσης δεδομένων, όπου θα συμπεριλαμβάνονταν όλες οι ελληνικές συλλογές.

Γενικά, είναι σαφές ότι χρειάζεται περισσότερη, πιο οργανωμένη και πιο κατάλληλη πληροφόρηση, τόσο για ζητήματα της Σύμβασης για τη Βιολογική Ποικιλότητα και του Πρωτοκόλλου της Ναγκόγια, όσο και για βελτίωση των συνεργασιών στον ελλαδικό χώρο. Πιο συγκεκριμένα, για το Πρωτόκολλο, παρατηρήθηκε πως όσοι το γνώριζαν, αυτό προέκυψε από δική τους προσωπική έρευνα, ενώ ένα πολύ μικρό ποσοστό το γνώριζε από συμμετοχή σε Ευρωπαϊκό πρόγραμμα, λόγω προβλημάτων που

προέκυψαν. Η καλύτερη και πιο οργανωμένη πληροφόρηση, με την υποστήριξη της πολιτείας και την άμεση δραστηριοποίηση των αρμόδιων φορέων, είναι καθοριστική προκειμένου να υπάρξει βελτίωση της υπάρχουσας κατάστασης, η οποία διακρίνεται από μια στασιμότητα. Εξαιρετικά σημαντική είναι και η δραστηριοποίηση για την απόκτηση του διεθνούς αναγνωρισμένου πιστοποιητικού από τις ελληνικές συλλογές. Το επιστημονικό προσωπικό, το οποίο και θα κατέχει το διεθνώς αναγνωρισμένο πιστοποιητικό, θα έχει το τεκμήριο της νόμιμης απόδειξης γενετικού υλικού. Το πιστοποιητικό αυτό σε συνδυασμό με την κινητοποίηση εγγραφής των ελληνικών συλλογών στο εθελοντικό ενωσιακό μητρώο, το οποίο εισάγει το τεκμήριο της νόμιμης απόκτησης των γενετικών πόρων από τις καταχωρισμένες συλλογές, θα συμβάλλει καθοριστικά στο γεγονός ότι θα μπορεί η κάθε συλλογή να κάνει χρήση των χρηματοδοτικών εργαλείων που θεσπίζει το Πρωτόκολλο, αλλά και να έχει πραγματικό τεκμήριο, που θα καθιστά νόμιμους τους γενετικούς πόρους που κατέχει.

7 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

7.1 ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Βαγενάς, Δ. (2009). Ταξινόμηση Και Ταυτοποίηση Μικροοργανισμών. Web page <http://www.routsias-lab.gr/files/Download/ΤαξινόμησηκαιΤαυτοποίησηΜικροοργανισμών.pdf>
- Καμιναρίδης, Σ. & Ακτύπης, Α. (2015). *Μικροβιολογία Τροφίμων III Μαθησιακοί Στόχοι*. Καμιναρίδης, Στ. και Μοάτσου, Γ., Γαλακτοκομία, Εκδόσεις Έμβρυο, Αθήνα, 2009 ISBN: 9789608002494
- Λιμνίου, Γ. Π. (2017). "Διερεύνηση του ρυθμιστικού πλαισίου των τραπεζών γενετικού υλικού μέσα από τη διεθνή, ενωσιακή και εθνική νομοθεσία.", Master Thesis, Γενικό Τμήμα, Chania, Greece, 2017, <http://purl.tuc.gr/dl/dias/6A0B80E4-1086-4107-8966-403E7236DD94>
- Μαριά, Ε. (2017). *Το Πρωτόκολλο της Ναγκόγια για τους γενετικούς πόρους : διεθνείς και ενωσιακές εξελίξεις και οι εθνικές αναγκαίες πρωτοβουλίες συμμόρφωσης*, σελ. 155-162, στο: Πανεπιστήμιο Κρήτης – Μουσείο Φυσικής Ιστορίας, «Περιβαλλοντική Ευθύνη, Πρόληψη και Αποκατάσταση: Προκλήσεις και Ευκαιρίες για την Προστασία της Βιοποικιλότητας στην Ελλάδα», ISBN 978-960-367-042-1.
- Μαριά, Ε. (2021). *Οι γενετικοί πόροι στο δίκαιο του περιβάλλοντος. Έννοια, ρυθμιστικό πλαίσιο και διακυβέρνηση*, εκδόσεις Νομική Βιβλιοθήκη, Αθήνα, ISBN:978-960-654-351-7.
- Σπυροπούλου, Π. (n.d.). Υγιεινή και Ασφάλεια στο Εργαστήριο. Web page, <https://eae.gr/images/files/aimodosia/drastiriotites/2016/parousiaseis/21Spyropoulou.pdf>
- LIFO. (n.d.). Άλγη «έβαψε» ροζ τις Ιταλικές Άλπεις Πηγή: www.lifo.gr. 2020. <https://www.lifo.gr/now/perivallon/288879/alg-evapse-roz-tis-italikes-alpeis-entoni-anisyxia-gia-to-liosimo-ton-pagon>

7.2 ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Adenle, A. A., Stevens, C., & Bridgewater, P. (2015). Global conservation and management of biodiversity in developing countries: An opportunity for a new approach. *Environmental Science and Policy*, 45, 104–108. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2014.10.002>
- Arijumend, H., & Koutouki, K. (2020a). *Assessment of Domestic Policies Guiding the Fair and Equitable Sharing of Benefits From Utilization of Genetic Resources and Traditional Knowledge*. 3(1), 55–76. <https://doi.org/10.11114/ijlpa.v3i1.4856>
- Arijumend, H., & Koutouki, K. (2020b). *Assessment of Domestic Policies Guiding the Fair and Equitable Sharing of Benefits From Utilization of Genetic Resources and Traditional Knowledge*. *International Journal of Law and Public Administration*, 3(1), 55. <https://doi.org/10.11114/ijlpa.v3i1.4856>
- Avilés-Polanco, G., Jefferson, D. J., Almendarez-Hernández, M. A., & Beltrán-Morales, L. F. (2019). Factors that explain the utilization of the Nagoya protocol framework for access and benefit sharing. *Sustainability (Switzerland)*, 11(20), 1–18. <https://doi.org/10.3390/su11205550>

- Beck, E. (2019). Access and benefit sharing—The perspective of basic research. *Phytomedicine*, 53(September 2018), 302–307. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2018.10.018>
- Blasiak, R., Jouffray, J., Wabnitz, C. C. C., Sundström, E., & Österblom, H. (2018). *Corporate control and global governance of marine genetic resources*. June.
- Brink, M., & van Hintum, T. (2020). Genebank Operation in the Arena of Access and Benefit-Sharing Policies. *Frontiers in Plant Science*, 10(January), 1–8. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01712>
- Cadwallader, L. C., & Pawelko, R. J. (2019). Elements of experiment safety in the laboratory. *Journal of Chemical Health and Safety*, 26(4–5), 20–25. <https://doi.org/10.1016/j.jchas.2019.01.002>
- Caminero, A., Meisel, M., Jabri, B., & Verdu, E. F. (2019). Mechanisms by which gut microorganisms influence food sensitivities. In *Nature Reviews Gastroenterology and Hepatology* (Vol. 16, Issue 1, pp. 7–18). Nature Publishing Group. <https://doi.org/10.1038/s41575-018-0064-z>
- Can, M., & Gursoy, O. (2019). *Taxonomic Classification of Bacteria Using Common Substrings*. 8(1), 2017–2020.
- Cavicchioli, R., Bakken, L. R., Baylis, M., Foreman, C. M., Karl, D. M., Koskella, B., Welch, D. B. M., Martiny, J. B. H., Moran, M. A., Rich, V. I., Singh, B. K., Stein, L. Y., Stewart, F. J., Sullivan, M. B., Webb, E. A., & Webster, N. S. (2019). Scientists' warning to humanity: microorganisms and climate change. *Nature Reviews Microbiology*, 17(September). <https://doi.org/10.1038/s41579-019-0222-5>
- Chia, S. R., Ong, H. C., Chew, K. W., Show, P. L., Phang, S. M., Ling, T. C., Nagarajan, D., Lee, D. J., & Chang, J. S. (2018). Sustainable approaches for algae utilisation in bioenergy production. *Renewable Energy*, 129, 838–852. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2017.04.001>
- Collins, C. H. (1990). *Safety in industrial micro- biology and biotechnology : UK and European classifications of microorganisms and laboratories*. 8(December), 2–5.
- Davis, K., Smit, M. F., Kidd, M., Sharrock, S., & Allenstein, P. (2015). An access and benefit-sharing awareness survey for botanic gardens: Are they prepared for the Nagoya Protocol? *South African Journal of Botany*, 98, 148–156. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2015.01.015>
- Dedeurwaerdere, T., Melindi-Ghidi, P., & Broggiato, A. (2016). Global scientific research commons under the Nagoya Protocol: Towards a collaborative economy model for the sharing of basic research assets. *Environmental Science and Policy*, 55(P1), 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2015.08.006>
- Deplazes-Zemp, A. (2018). 'Genetic resources' an analysis of a multifaceted concept. *Biological Conservation*, 222(December 2017), 86–94. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.03.031>
- Desmeth, P. (2017). The Nagoya Protocol Applied to Microbial Genetic Resources. In *Microbial Resources: From Functional Existence in Nature to Applications*. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804765-1.00010-2>
- Efferth, T., Banerjee, M., Abu-Darwish, M. S., Abdelfatah, S., Böckers, M., Bhakta-Guha, D., Bolzani, V., Daak, S., Demirezer, Ö. L., Dawood, M., Efferth, M., El-Seedi, H. R., Fischer, N., Greten, H. J., Hamdoun, S., Hong, C., Horneber, M.,

- Kadioglu, O., Khalid, H. E., ... Paul, N. W. (2019). Biopiracy versus One-World Medicine—From colonial relicts to global collaborative concepts. *Phytomedicine*, 53(May 2018), 319–331. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2018.06.007>
- Feldman, A. T. (2015). 2 Chemical safety in the laboratory. In *Bancroft's Theory and Practice of Histological Techniques* (Eighth Edi). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-7020-6864-5.00002-5>
- First, T., Pathogen, B., Legend, T. S., & Legend, T. L. (2003). *An Alternative View of the Early History of Microbiology*. 52, 333–355.
- Flach, J., dos S. Ribeiro, C., van der Waal, M. B., van der Waal, R. X., Claassen, E., & van de Burgwal, L. H. M. (2019). The Nagoya Protocol on Access to Genetic Resources and Benefit Sharing: Best practices for users of Lactic Acid Bacteria. *PharmaNutrition*, 9(June), 100158. <https://doi.org/10.1016/j.phanu.2019.100158>
- Franz, D. R. (2019). Biosafety and Health The role of leaders in laboratory safety : With an example from industry. *Biosafety and Health*, 1(1), 4–5. <https://doi.org/10.1016/j.bsheal.2019.02.002>
- Friso, F., Mendive, F., Soffiato, M., Bombardelli, V., Hesketh, A., Heinrich, M., Menghini, L., & Politi, M. (2020). Implementation of Nagoya Protocol on access and benefit-sharing in Peru: Implications for researchers. *Journal of Ethnopharmacology*, 259(April). <https://doi.org/10.1016/j.jep.2020.112885>
- Giampaoli, S., Alessandrini, F., Frajese, G. V., Guglielmi, G., Tagliabracci, A., & Berti, A. (2018). Environmental microbiology: Perspectives for legal and occupational medicine. *Legal Medicine*, 35(August), 34–43. <https://doi.org/10.1016/j.legalmed.2018.09.014>
- Gollin, D. (2020). *Conserving genetic resources for agriculture : economic implications of emerging science*. 919–927.
- Gomes, C., Silva, A. C., Marques, A. C., Lobo, S., & Amaral, M. H. (2020). *Aesthetic Medicines*. 1–14.
- Greiber, T. (2018). Phytomedicine Implementation of the Nagoya Protocol in the European Union and in Germany. *Phytomedicine*, September, 0–1. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2018.10.020>
- Heinrich, M., & Hesketh, A. (2019). 25 years after the 'Rio Convention'—Lessons learned in the context of sustainable development and protecting indigenous and local knowledge. *Phytomedicine*, 53(April 2018), 332–343. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2018.04.061>
- Heinrich, M., Scotti, F., Andrade-Cetto, A., Berger-Gonzalez, M., Echeverría, J., Friso, F., Garcia-Cardona, F., Hesketh, A., Hitziger, M., Maake, C., Politi, M., Spadafora, C., & Spadafora, R. (2020). Access and Benefit Sharing Under the Nagoya Protocol—Quo Vadis? Six Latin American Case Studies Assessing Opportunities and Risk. *Frontiers in Pharmacology*, 11(June), 1–19. <https://doi.org/10.3389/fphar.2020.00765>
- Inderbitzin, P., Sitepu, I. R., Torok, T., Brown, D. R., Cho, J., Wertz, J. E., & Mukherjee, S. (2015). *The United States Culture Collection Network (USCCN) : Enhancing Microbial Genomics Research through Living Microbe Culture Collections*. 81(17), 5671–5674. <https://doi.org/10.1128/AEM.01176-15>
- JOLLY, S. (2015). Access and Benefit Sharing Under Nagoya Protocol and Sustainable Development: a Critical Analysis. *Agora International Journal of*

- Juridical Sciences*, 9(3), 38–45. <https://doi.org/10.15837/aijjs.v9i3.2110>
- Kariyawasam, K., & Tsai, M. (2018). Access to genetic resources and benefit sharing: Implications of Nagoya Protocol on providers and users. *Journal of World Intellectual Property*, 21(5–6), 289–305. <https://doi.org/10.1111/jwip.12095>
- Katarzyna, P., Krasniewska, K., Przybył, J. L., Katarzyna, B., Zubernik, J., & Witrowa-rajchert, D. (2019). *Growth Biocontrol of Foodborne Pathogens and Spoilage Microorganisms of Food by Polish*.
- Laird, S., Wynberg, R., Rourke, M., Humphries, F., Muller, M. R., & Lawson, C. (2020). *Approach To Conservation and Equity in Science*. 367(6483).
- Lajaunie, C., & Morand, S. (2020). *Nagoya Protocol and Infectious Diseases : Hindrance or Opportunity ?* 8(June), 1–4. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.00238>
- Lakshman, B., & Sai, K. D. V. R. (2015). Effective role of indigenous microorganisms for sustainable environment. 3 *Biotech*, 867–876. <https://doi.org/10.1007/s13205-015-0293-6>
- Lawson, C., Rourke, M., & Humphries, F. (2020). Information as the latest site of conflict in the ongoing contests about access to and sharing the benefits from exploiting genetic resources. *Queen Mary Journal of Intellectual Property*, 10(1), 7–33. <https://doi.org/10.4337/qmjip.2020.01.01>
- Marino, T., Iovine, A., Casella, P., Martino, M., Larocca, V., Musmarra, D., & Molino, A. (2020). *From Haematococcus Pluvialis Microalgae a Powerful Antioxidant for Cosmetic Applications*. 79(January 2020), 271–276. <https://doi.org/10.3303/CET2079046>
- Michael T. Madigan, Kelly S. Bender, Daniel Hezekiah Buckley, W. Matthew Sattley, D. A. S. (2012). 1 • *Μικροοργανισμοί και μικροβιολογία* (pp. 20626–20631).
- Morgera, E. (2019). Under the radar: the role of fair and equitable benefit-sharing in protecting and realising human rights connected to natural resources. *International Journal of Human Rights*, 23(7), 1098–1139. <https://doi.org/10.1080/13642987.2019.1592161>
- Oon, S. A. Y., Ha, S. H. C., Un, S. W. J., Ark, S. J. P., Ark, P., Ee, S. L., Im, H. S. K., & Hn, Y. H. A. (2020). *Identifying different types of microorganisms with terahertz spectroscopy*. 11(1), 406–416.
- Overmann, J. (2015). Significance and future role of microbial resource centers. *Systematic and Applied Microbiology*, 38(4), 258–265. <https://doi.org/10.1016/j.syapm.2015.02.008>
- Overmann, J., & Scholz, A. H. (2017). Microbiological Research Under the Nagoya Protocol: Facts and Fiction. In *Trends in Microbiology* (Vol. 25, Issue 2, pp. 85–88). <https://doi.org/10.1016/j.tim.2016.11.001>
- Pauchard, N. (2017). *Access and Benefit Sharing under the Convention on Biological Diversity and Its Protocol : What Can Some Numbers Tell Us about the Effectiveness of the Regulatory Regime ?* 1–15. <https://doi.org/10.3390/resources6010011>
- Pepper, I. L., Gerba, C. P., & Gentry, T. J. (2015). Introduction to Environmental Microbiology. In *Environmental Microbiology: Third Edition*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394626-3.00001-6>

- Peyrat, L., Tsafantakis, N., Georgousaki, K., Ouazzani, J., Genilloud, O., Trougakos, I. P., & Fokialakis, N. (2019). *Terrestrial Microorganisms : Cell Factories of Bioactive Molecules with Skin Protecting Applications*.
- Prip, C. (2018). The Convention on Biological Diversity as a legal framework for safeguarding ecosystem services. *Ecosystem Services*, 29(August 2016), 199–204. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.02.015>
- Puig-Marcó, R. (2014). Access and benefit sharing of Antarctica's Biological Material. *Marine Genomics*, 17, 73–78. <https://doi.org/10.1016/j.margen.2014.04.008>
- Qu, K., Guo, F., Liu, X., Lin, Y., & Zou, Q. (2019). *Application of Machine Learning in Microbiology*. 10(April), 1–10. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.00827>
- Roa, C., Hamilton, R. S., Wenzl, P., & Powell, W. (2016). Plant Genetic Resources : Needs , Rights , and Opportunities. *Trends in Plant Science*, 21(8), 633–636. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2016.06.002>
- Rosendal, K., & Andresen, S. (2016). Realizing access and benefit sharing from use of genetic resources between diverging international regimes: the scope for leadership. *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics*, 16(4), 579–596. <https://doi.org/10.1007/s10784-014-9271-4>
- Sajjad, W., Din, G., Rafiq, M., Iqbal, A., Khan, S., Zada, S., Ali, B., & Kang, S. (2020). Pigment production by cold-adapted bacteria and fungi: colorful tale of cryosphere with wide range applications. In *Extremophiles* (Vol. 24, Issue 4, pp. 447–473). Springer. <https://doi.org/10.1007/s00792-020-01180-2>
- Sette, L. D., Pagnocca, F. C., & Rodrigues, A. (2013). Microbial culture collections as pillars for promoting fungal diversity, conservation and exploitation. *Fungal Genetics and Biology*, 60, 2–8. <https://doi.org/10.1016/j.fgb.2013.07.004>
- Sirakaya, A. (2020). *A balanced ABS system : Stakeholder perception on ABS goals*. 1–9. <https://doi.org/10.1002/sd.2040>
- Smith, D., da Silva, M., Jackson, J., & Lyal, C. (2017). Explanation of the Nagoya Protocol on access and benefit sharing and its implication for microbiology. *Microbiology (United Kingdom)*, 163(3), 289–296. <https://doi.org/10.1099/mic.0.000425>
- Smyth, S. J., Beer, J. De, Macall, D. M., & Phillips, P. W. B. (2020). *Implications of biological information digitization : Access and benefit sharing of plant genetic resources*. 267–287. <https://doi.org/10.1111/jwip.12151>
- Soares, J. (2011). The Nagoya Protocol and Natural Product-Based Research. *ACS Chemical Biology*, 6(4), 289. <https://doi.org/10.1021/cb200089w>
- Stromberg, P. M., Dedeurwaerdere, T., & Pascual, U. (2013). The heterogeneity of public ex situ collections of microorganisms: Empirical evidence about conservation practices, industry spillovers and public goods. *Environmental Science and Policy*, 33, 19–27. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2013.04.003>
- Theis, T., & Tomkin, J. (2015). *Sustainability: A Comprehensive Foundation*. 643. <https://open.umn.edu/opentextbooks/textbooks/sustainability-a-comprehensive-foundation>
- Tsioumani Elsa. (2018). *Beyond Access and Benefit-Sharing : Lessons from the Law and Governance of Agricultural Biodiversity*.
- Urbanek, A. K., Rymowicz, W., & Miro, A. M. (2018). *Degradation of plastics and*

plastic-degrading bacteria in cold marine habitats. 7669–7678.

- Wang, H., Koydemir, H. C., Qiu, Y., Bai, B., Zhang, Y., Jin, Y., Tok, S., Yilmaz, E. C., Gumustekin, E., Rivenson, Y., & Ozcan, A. (2020). Early detection and classification of live bacteria using time-lapse coherent imaging and deep learning. *Light: Science & Applications*. <https://doi.org/10.1038/s41377-020-00358-9>
- Weise, S., Lohwasser, U., & Oppermann, M. (2020). *Document or Lose It — On the Importance of Information Management for Genetic Resources Conservation in Genebanks*.
- Weise, S., Oppermann, M., Maggioni, L., & Hintum, T. Van. (2017). *EURISCO : The European search catalogue for plant genetic resources*. 45(August 2016), 1003–1008. <https://doi.org/10.1093/nar/gkw755>
- Wu, L., & Ma, J. (2019). *The Global Catalogue of Microorganisms (GCM) 10K type strain sequencing project : providing services to taxonomists for standard genome sequencing and annotation*. 895–898. <https://doi.org/10.1099/ijsem.0.003276>
- Wu, L., Sun, Q., Desmeth, P., Sugawara, H., Xu, Z., McCluskey, K., Smith, D., Alexander, V., Lima, N., Ohkuma, M., Robert, V., Zhou, Y., Li, J., Fan, G., Ingsriswang, S., Ozerskaya, S., & Ma, J. (2017). *World data centre for microorganisms : an information infrastructure to explore and utilize preserved microbial strains worldwide*. 45(October 2016), 611–618. <https://doi.org/10.1093/nar/gkw903>
- Yurkov, A., Püschner, H. M., & Scholz, A. H. (2019). DSMZ: The European Union's first Registered Collection under the Nagoya Protocol. *Microbiology Australia*, 40(3), 108–113. <https://doi.org/10.1071/MA19030>
- Zbucnea, A., Pînzaru, F., Busu, M., Stan, S., & Alina, B. (2019). *Sustainable Knowledge Management and Its Impact on the Performances of Biotechnology Organizations*. <https://doi.org/10.3390/su11020359>
- Zheng, X. (2019). Key legal challenges and opportunities in the implementation of the nagoya protocol: The case of China. *Review of European, Comparative and International Environmental Law*, 28(2), 175–184. <https://doi.org/10.1111/reel.12282>

7.3 ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ

<https://absch.cbd.int/search/nationalRecords?schema=focalPoint>

<https://eurisco.ipk-gatersleben.de/apex/f?p=103:1>

<https://www.healthyliving.gr/2016/03/05/protozoa/>

https://www.enidrio.gr/el/aquarium_plants/algae/

<https://www.lifo.gr/now/perivallon/288879/algi-evapse-roz-tis-italikes-alpeis-entoni-anisyxia-gia-to-liosimo-ton-pagon>

<https://www.aquazone.gr/forums/topic>

<http://www.wfcc.info/ccinfo/>

<https://www.dsmz.de/>

www.wdcm.org

<http://usccn.org>

www.envinow.gr/post/to-dikaio-ma-olwn-sto-vero

<https://www.cbd.int/sp/targets/>

<https://www.cbd.int/nbsap/about/latest/>

<https://www.cbd.int/abs/nagoya-protocol/signatories/>

<https://www.dsmz.de/collection/nagoya-protocol/due-diligence>

https://wiki.ggbn.org/ggbn/ABS_Fact_Sheet

https://www.iobc-global.org/global_comm_bc_access_benefit_sharing

www.wfcc.info

<https://osha.europa.eu/el/themes/work-related-diseases/biological-agents>

<https://osha.europa.eu/en/safety-and-health-legislation/european-directives>

https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%86%CE%BD%CF%84%CE%BF%CE%BD_%CF%86%CE%B1%CE%BD_%CE%9B%CE%AD%CE%B2%CE%B5%CE%BD%CF%87%CE%BF%CF%85%CE%BA

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%92%CE%B9%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%AF%CE%B1>

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9C%CF%8D%CE%BA%CE%B7%CF%84%CE%B1%CF%82>