



ΣΧΟΛΗ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΥΓΕΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΚΑΙ ΚΟΙΝΟΤΙΚΗΣ ΥΓΕΙΑΣ
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΥΓΕΙΑΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΑΛΛΑΓΕΣ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΔΗΜΟΣΙΑ ΥΓΕΙΑ

Φοιτήτρια: Κουλερή Όλγα (ΑΜ 18679080)

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: Βασσάλου Ευδοκία

Η εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο των απαιτήσεων του ΠΠΣ για την λήψη του πτυχίου της Κατεύθυνσης Δημόσιας Υγείας του Τμήματος Δημόσιας και Κοινωνικής Υγείας της Σχολής Δημόσιας Υγείας, του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής

Αθήνα, 2025



SCHOOL OF PUBLIC HEALTH

DEPARTMENT OF PUBLIC AND COMMUNITY HEALTH

DIRECTION OF PUBLIC HEALTH

THESIS

ENVIRONMENTAL CHANGES AND PUBLIC HEALTH

Student: Kouleri Olga (Student ID 18679080)

Supervising Professor: Vassalou Evdokia

ATHENS, 2025



ΣΧΟΛΗ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΥΓΕΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΚΑΙ ΚΟΙΝΟΤΙΚΗΣ
ΥΓΕΙΑΣ

ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΥΓΕΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«ΑΛΛΑΓΕΣ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΔΗΜΟΣΙΑ ΥΓΕΙΑ»

Μέλη Εξεταστικής Επιτροπής συμπεριλαμβανομένου και του Εισηγητή

Η πτυχιακή/διπλωματική εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την κάτωθι

Εξεταστική Επιτροπή:

A/ α	ΟΝΟΜΑ ΕΠΩΝΥΜΟ	ΒΑΘΜΙΔΑ/ΙΔΙΟΤΗΤΑ	ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ
1	Βασάλου Ευδοκία	Επίκουρη Καθηγήτρια	
2	Σκαναβή Κωνσταντίνα	Καθηγήτρια	
3	Παπαδάς Ιωάννης	Επίκουρος Καθηγητής	

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη Κουλερή Όλγα του Κωνσταντίνου, με αριθμό μητρώου 18679080 φοιτήτρια του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Δημόσιας Υγείας του Τμήματος Δημόσιας και Κοινοτικής Υγείας, δηλώνω υπεύθυνα ότι:
«Είμαι συγγραφέας αυτής της διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος. Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

**Επιθυμώ την απαγόρευση πρόσβασης στο πλήρες κείμενο της εργασίας μου μέχρι και έπειτα από αίτηση μου στη Βιβλιοθήκη και έγκριση του/της επιβλέποντα/ουσας καθηγητή/τριας*

Ο/Η Δηλών/ούσα



*** Ονοματεπώνυμο /Ιδιότητα (Υπογραφή)**

Κουλερή Όλγα/Φοιτήτρια

Ψηφιακή Υπογραφή Επιβλέποντα

Σε έναν κόσμο που αλλάζει με ραγδαίες ταχύτητες, νέες προκλήσεις αντιμετωπίζονται καθημερινώς από πολλές επιστήμες – συμπεριλαμβανομένου και της Δημόσιας Υγείας. Η μείωση της βιοποικιλότητας, τα Παραμελημένα Τροπικά Νοσήματα, η αυξημένη αστικοποίηση, η μεγάλης κλίμακας γεωργία και κτηνοτροφία, τα εξωτικά κατοικίδια, τα καφέ ζώων, η απόψυξη του μονίμως παγωμένου εδάφους και το παγκόσμιο εμπόριο και μετακινήσεις είναι κάποια από τα βασικά στοιχεία που μπορούν να επηρεάσουν τη Δημόσια Υγεία όχι μόνο σε τοπικό επίπεδο αλλά και σε παγκόσμιο, επίσης.

Στόχος της εργασίας ήταν η διερεύνηση των τρόπων με τους οποίους Δημόσια Υγεία, βιοποικιλότητα και κλιματική αλλαγή συνδέονται με τα λοιμώδη νοσήματα. Οι πηγές πληροφοριών προέρχονται από δημοσιεύσεις εθνικών και διεθνών οργανισμών και δημοσιευμένα επιστημονικά άρθρα, τα οποία βρέθηκαν μέσω των μηχανών αναζήτησης του <https://scholar.google.com/> και του <https://www.sciencedirect.com/> χρησιμοποιώντας τις κατάλληλες λέξεις-κλειδιά, τα οποία έπειτα επιλέχθηκαν με βάση τη συνάφειά τους με το θέμα της εργασίας.

Στη μελέτη φαίνεται η κλιματική αλλαγή, η βιοποικιλότητα και η Δημόσια Υγεία είναι τρεις έννοιες οι οποίες δεν είναι μόνο άρρηκτα συνδεδεμένες μεταξύ τους, αλλά και η κάθε μία τους παίζει σημαντικό ρόλο στην καθημερινότητα όλων μας. Η αυξημένη βιοποικιλότητα καθιστά τα εκάστοτε οικοσυστήματα ικανά να είναι ανθεκτικά στη περαιτέρω μείωσή της και την εισαγωγή χωροκατακτητικών ειδών και ταυτόχρονα παθογόνων που έχουν σκοπό να διαπεράσουν τους βιολογικούς φραγμούς (και αποτρέπει μεταλλάξεις πιθανών να γίνουν ζωνόσοι). Η μεγάλης κλίμακας κτηνοτροφία και γεωργία παίζει μεγάλο ρόλο στη μείωση της βιοποικιλότητας, αλλά και στη μετάδοση ζωνόσων και τροφιμογενών λοιμώξεων. Το παγκόσμιο εμπόριο και οι μετακινήσεις δεν ευθύνονται μόνο για τη μετάδοση των λοιμωδών νοσημάτων τόσο μεταξύ των ανθρώπων όσο και μέσω της μετακίνησης των διαβιβαστών των νοσημάτων αυτών, αλλά και για τη μείωση της βιοποικιλότητας και την εισαγωγή χωροκατακτητικών ειδών – ιδιαίτερα αυτό ισχύει για το λαθρεμπόριο άγριας ζωής και τα εξωτικά κατοικίδια. Ο ανθρώπινος συγχρωτισμός βοηθούν στη μετάδοση των λοιμωδών νοσημάτων, ενώ η αυξημένη αστικοποίηση αποτελεί έναν παράγοντα μείωσης της τοπικής – πιθανώς και παγκόσμιας – βιοποικιλότητας. Η επέκταση των τροπικών και των Παραμελημένων Τροπικών Νοσημάτων, παρ' όλο που δεν αποτελούν καινούργια λοιμώδη νοσήματα, απειλεί περιοχές στις οποίες δε βρισκόταν έως τώρα, με αποτέλεσμα η Δημόσια Υγεία στις «καινούργιες» ενδημικές περιοχές να βρίσκεται σε κίνδυνο. Η κλιματική αλλαγή μέσω της υπερθέρμανσης του πλανήτη προκαλεί – και καταλύει – το λιώσιμο των πάγων και την απόψυξη του μονίμως παγωμένου εδάφους, με αποτέλεσμα οι μικροοργανισμοί και οι ιοί οι οποίοι βρίσκονταν παγιδευμένοι εκεί για χιλιάδες χρόνια να αποκτούν τη δυνατότητα να επανέλθουν στο φυσικό περιβάλλον και πιθανώς να προκαλέσουν ασθένειες στους ήδη υπάρχοντες οργανισμούς.

Συμπερασματικά, η βιοποικιλότητα, η κλιματική αλλαγή και τα λοιμώδη νοσήματα είναι μια τριάδα παραγόντων που επηρεάζουν τη Δημόσια Υγεία με ποικίλους τρόπους. Για την προάσπιση της Δημόσιας Υγείας είναι αναγκαίο να δημιουργηθεί μια διεπιστημονική οπτική, η οποία θα είναι ικανή να αναλύει κάθε συνιστώσα του προβλήματος από πολλαπλές οπτικές γωνίες, για την καταπολέμηση των λοιμωδών νοσημάτων στο μέλλον.

Λέξεις-κλειδιά

Κλιματική αλλαγή, βιοποικιλότητα, λοιμώδη νοσήματα, μόνιμα παγωμένο έδαφος – κρυόσφαιρα, χρήση της γης και φυσικών πόρων, διεθνές εμπόριο και μετακινήσεις

ABSTRACT

In a world that is rapidly changing due to climate change, new challenges are faced every day across many disciplines – including Public Health. Biodiversity loss, Neglected Tropical Diseases, rapid urbanization, large-scale farming and ranching, exotic pets, animal cafés, thawing permafrost and international trade and travel are some of the key points that could affect Public Health not only on a local level, but on an international one as well.

The goal of this thesis is to investigate the ways in which Public health, biodiversity and climate change are interlinked with infectious diseases. The references are originated from publications of national and international organizations and published scientific papers, that were found by utilizing the search engine of <https://scholar.google.com/> and <https://www.sciencedirect.com/> by using the appropriate keywords, which were later chosen by their relevance to the subject of this thesis.

In this thesis, it is evident that biodiversity, infectious diseases and climate change are closely connected and each one of them plays an important part in our everyday lives. A highly biodiverse ecosystem is capable of resisting a furthermore degradation of its biodiversity and the introduction of invasive species while it prevents pathogens from mutating and breaking biological barriers (and potentially becoming zoonoses). The large-scale farming and ranching plays a big part in the reduction of biodiversity and also in the transmission of zoonoses and foodborne diseases. The international trade and travel are not only responsible for the transmission of infectious diseases between humans but also for the importation of other animal transmitters, while they are also responsible for lowering the biodiversity and importation of invasive species – this is particularly true for illegal wildlife trade and exotic pets. Big human concentrations help in transmitting infectious diseases, while rapid urbanization constitutes a factor of local – possibly even global – biodiversity. The expansion of the tropics and the Neglected Tropical Diseases, while they do not constitute new infectious diseases, are threatening to the areas where they are not endemic, putting the Public Health if those “new” areas in danger. Climate change – through global heating – causes and expedites glacier melting and permafrost thawing, resulting to the reintroduction of

microorganisms and viruses that were trapped there for millennia and possibly creating diseases to the already existent organisms.

To conclude, biodiversity, climate change and infectious diseases are a triad of factors that affect Public Health in a multitude of ways. To safeguard Public Health it is necessary to create a multidisciplinary approach, which will be able to analyze every component of this problem from a multiple of perspectives, in order to combat infectious diseases in the future.

Keywords

Climate change, biodiversity, infectious diseases, permafrost – cryosphere, land and natural resources use, international trade and travel

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη	05
Abstract	06
Περιεχόμενα	08
Κατάλογος σχημάτων, πινάκων και παραρτημάτων	09
Ορισμοί	10
Εισαγωγή	12
Στόχος και μεθοδολογία	14
Βιοποικιλότητα και Κλιματική Αλλαγή	14
Βιοποικιλότητα και Λοιμώδη Νοσήματα	19
Εγγύτητα με Άγρια Ζώα και Κατανάλωσή τους	23
Διεθνές Εμπόριο	25
Μετακινήσεις Πληθυσμών	32
Αστικοποίηση και Συγχρωτισμός	35
Διαδίκτυο και Μέσα Κοινωνικής Δικτύωσης	39
Κλιματική Αλλαγή και Λοιμώδη Νοσήματα	42
Επέκταση των Τροπικών και (Παραμελημένα) Τροπικά Νοσήματα	42
Κρυόσφαιρα	45
Αποτελέσματα και Συζήτηση	63
Συμπεράσματα	70
Βιβλιογραφικές Αναφορές	72
Παράρτημα	77

ΣΧΗΜΑΤΑ

Σχήμα 01 – Η σχέση της θερμοκρασίας, του διοξειδίου του άνθρακα στον αέρα και στο έδαφος, και το μόνιμα παγωμένο έδαφος _____ 57

ΠΙΝΑΚΕΣ

Πίνακας 01 – Συνύπαρξη στην ίδια τοποθεσία του μονίμως παγωμένου εδάφους βακτηρίων με βακτήρια, μυκήτων με μύκητες, και βακτηρίων με μύκητες στις Άλπεις _____ 47

Πίνακας 02 – Οι μύκητες με το μεγαλύτερο επιπολασμό που βρέθηκαν στους πάγους της Ανταρκτικής οι οποίοι έχουν την ικανότητα να αποικήσουν τον άνθρωπο και η ανθεκτικότητά τους στα αντιμυκητιακά φάρμακα και τη θερμοκρασία _____ 49

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Συγκεντρωτική λίστα μικροοργανισμών και ιών που έχουν βρεθεί σε παγετώνες, σε ενεργά στρώματα παγετώνων, σε μόνιμα παγωμένα εδάφη ή σε ενεργά στρώματα μονίμως παγωμένων εδαφών _____ 79

Αρχαία

Τα αρχαία αποτελούν τη μία από τις τρεις επικράτειες της ζωής. Πρόκειται για μονοκύτταρους, προκαρυωτικούς μικροοργανισμούς, οι οποίοι είναι συνήθως ακραιόφιλοι και συχνά δεν μπορούν να αναπαραχθούν σε περιβάλλον εργαστηρίου. Αρχικά, όταν ανακαλύφθηκαν, θεωρούνταν ως υποκατηγορία των βακτηρίων, και πιο συγκεκριμένα ως αρχαιοβακτήρια, αλλά πρόσφατες ανακαλύψεις έφεραν στο φως αρκετά δεδομένα έτσι ώστε να χαρακτηριστούν ως ξεχωριστή επικράτεια (Niederberger T, 2024).

Αστικά Δάση

Τα αστικά δάση αποτελούν το σύνολο της χλωρίδας που βρίσκεται μέσα στον αστικό ιστό μιας πόλης. Συμπεριλαμβάνει τη βλάστηση που υπάρχει σε δημόσιους χώρους (π.χ. πάρκα, ρέματα, κτλ.) και ιδιωτικούς χώρους (π.χ. αυλές σπιτιών και δημόσιων υπηρεσιών, χλωρίδα σε ταράτσες και μπαλκόνια, κτλ.) (Dickinson & Ramalho, 2022).

Βιολογικοί φραγμοί

Οι βιολογικοί φραγμοί μεταξύ των ειδών συνιστούν όλες τις διαδικασίες με τις οποίες ένας μικροοργανισμός ή ιός αδυνατεί να μεταπηδήσει σε έναν είδος το οποίο δεν ήταν ιστορικά υποδόχο του. Με άλλα λόγια, είναι η μειωμένη πιθανότητα και συχνότητα της μετάδοσης παθογόνων από οργανισμούς που συμμετέχουν ήδη στον βιολογικό τους κύκλο, σε οργανισμούς που παλαιότερα δεν συμμετείχαν στη μετάδοσή τους. (Zhang et al., 2022)

Γονίδια Αντιμικροβιακής Αντοχής – ΓΑΑ (Antimicrobial Resistance Genes – ARGs)

Τα γονίδια αντιμικροβιακής αντοχής είναι τα γονίδια αυτά που δίνουν σε ορισμένα μικρόβια τη δυνατότητα να έχουν ανθεκτικότητα σε ορισμένες ουσίες, κυρίως φάρμακα – και ιδιαίτερα αντιβιοτικά (Kim et al., 2022).

Γονίδια Παραγόντων Μολυσματικότητας – ΓΠΜ (Virulence Factor Genes – VFGs)

Τα γονίδια παραγόντων μολυσματικότητας είναι τα γονίδια τα οποία ευθύνονται για τη μολυσματικότητα ενός μικροοργανισμού (Kim et al., 2022), και ουσιαστικά επηρεάζουν τον δείκτη R_0 τους (Kim et al., 2022).

Ενεργό Στρώμα Μονίμως Παγωμένων Εδαφών – ΕΣΜΠΕ (Permafrost Active Layer)

Το ενεργό στρώμα των μονίμως παγωμένων εδαφών είναι το ανώτατο στρώμα του μονίμως παγωμένου εδάφους, το οποίο έχει αρχίσει να αποψύχεται. Συνήθως το ενεργό στρώμα των μονίμως παγωμένων εδαφών παγώνει και ξεπαγώνει πολλαπλές φορές κατά τη διάρκεια ενός χρόνου με εποχικότητα, χωρίς αυτό να είναι, βέβαια, απαραίτητο (Muller et al., 2018).

Ενεργό Στρώμα Παγετώνων – ΕΣΠ

Το ενεργό στρώμα παγετώνων είναι το ανώτατο στρώμα των παγετώνων, δηλαδή το στρώμα που βρίσκεται σε επαφή με τον αέρα. (Da Silva et al., 2022)

Μεταβατικό Στρώμα Μονίμως Παγωμένου Εδάφους – ΜΣΜΠΕ (Transition Zone Level of Permafrost)

Μεταβατικό Στρώμα του Μονίμως Παγωμένου Εδάφους είναι το στρώμα το οποίο έχει αρχίσει πρόσφατα να ξεπαγώνει, και βρίσκεται ανάμεσα στο ενεργό στρώμα των μονίμως παγωμένων εδαφών και το μόνιμα παγωμένο έδαφος, και εντάσσεται σιγά – σιγά στο πρώτο (Muller et al., 2018) (Doherty et al., 2020).

Καφετέρια Ζώων και Καφετέρια Εξωτικών Ζώων

Καφετέρια ζώων θεωρείται μια επιχείρηση υγειονομικού ενδιαφέροντος – σε αυτήν την περίπτωση καφετέρια – στην οποία στεγάζονται και ζώα. Επομένως, μια καφετέρια στην οποία στεγάζονται γάτες ονομάζεται καφετέρια γάτας (cat café), μια καφετέρια στην οποία στεγάζονται σκύλοι ονομάζεται καφετέρια σκύλων (dog café), ενώ μια καφετέρια στην οποία στεγάζονται γάτες, σκύλοι, και λοιπά κατοικίδια ονομάζεται καφετέρια κατοικίδιων (pet café), κοκ. (Sigaud, Kitade & Sarabian, 2023).

Μια καφετέρια εξωτικών ζώων θεωρείται οποιαδήποτε καφετέρια, αρκεί να στεγάζει ένα εξωτικό ζώο στους χώρους της. Επομένως, μια καφετέρια στην οποία στεγάζονται ενιδρυδιδίνες ονομάζεται καφετέρια ενιδρυδίνης (otter café), μια καφετέρια στην οποία στεγάζονται ερπετά ονομάζεται καφετέρια ερπετών (reptile café), ενώ μια καφετέρια στην οποία στεγάζονται ένα ή και περισσότερα είδη εξωτικών ζώων ονομάζεται καφετέρια εξωτικών ζώων (exotic animal café) (Sigaud, Kitade & Sarabian, 2023).

Κρυόσφαιρα

Η κρυόσφαιρα αποτελείται από όλες τις περιοχές της Γης, είτε αυτές βρίσκονται πάνω από το έδαφος είτε κάτω από το έδαφος είτε υποθαλάσσια, οι οποίες είναι παγωμένες. Στην κρυόσφαιρα συμπεριλαμβάνονται, για παράδειγμα, το Μόνιμα Παγωμένο Έδαφος (ΜΠΕ) και το Ενεργό Στρώμα του (ΕΣΜΠΕ), οι παγετώνες και το χιόνι (World Meteorological Organization, 2023).

Λαθρεμπόριο Άγριας Ζωής

Το λαθρεμπόριο άγριας ζωής θεωρείται ως κάθε παράνομη δραστηριότητα η οποία έχει να κάνει με την καταστροφή, εμπορία, κατάχρηση, καταπάτηση ή κλοπή φυσικών πόρων, η οποία ωφελεί νομικές ή φυσικές οντότητες (Mozer & Prost, 2023).

Μετακινούμενα Γενετικά Στοιχεία – ΜΓΣ (Mobile Genetic Elements – MGEs)

Μετακινούμενα γενετικά στοιχεία είναι όλοι οι μηχανισμοί με τους οποίους πραγματοποιείται οριζόντια μεταφορά γενετικού υλικού μεταξύ των

μικροοργανισμών. Στα πιο γνωστά μετακινούμενα γενετικά στοιχεία συγκαταλέγεται το πλασμώδιο (Kim et al., 2022).

Μόνιμα Παγωμένο Έδαφος – ΜΠΕ (Permafrost)

Το μόνιμα παγωμένο έδαφος (permafrost) ορίζεται ως το σύνολο των περιοχών του εδάφους οι οποίες παραμένουν παγωμένες για περισσότερα από δύο έτη στη σειρά, σε θερμοκρασίες που να μην ξεπερνούν τους 0°C. Αυτό το έδαφος δεν είναι αναγκαίο να αποτελείται αποκλειστικά από πάγο, αλλά και έδαφος, πέτρες, κτλ. (Da Silva et al., 2022) (Sannino et al., 2021) (Muller et al., 2018) (Perez-Mon et al., 2022) (Nikrad, Kerkhof & Haggblom, 2016).

Ολόκαινος Εποχή

Η Ολόκαινος εποχή είναι η εποχή που, με βάση την Παλαιοντολογία, καλύπτει χρονολογικά το διάστημα μεταξύ του τέλους της Πλειστοκαίνου περιόδου έως και σήμερα. Με άλλα λόγια, καλύπτει χρονολογικά από το 10.000 π.Χ. έως σήμερα (Agenbroad, DL & Fairbridge, WR, 2024).

Παραδοσιακή Ιατρική

Η παραδοσιακή ιατρική ορίζεται ως οι γνώσεις, πρακτικές και θεωρίες προερχόμενες από γηγενείς ομάδες ατόμων, οι οποίες μπορεί να είναι ικανές επεξήγησης ή μη, με σκοπό τη πρόληψη, θεραπεία και βελτίωση της υγείας (Mozer & Prost, 2023).

Πλειστόκαινος Περίοδος

Η πλειστόκαινος γεωλογική χρονική περίοδος είναι η γεωλογική περίοδος που καλύπτει από τα 11.700 χρόνια έως τα 2.588.000 χρόνια στο παρελθόν, και είναι η γνωστή στο ευρύ κοινό ως η «Εποχή των Παγετώνων» (Johnson & W. Hilton, 2024).

(n) YBP – Years Before Present

Η μονάδα YBP (Years Before Present, Χρόνια Πριν το Παρόν) αναφέρεται κυρίως στην ηλικία που δημιουργήθηκαν τα εν λόγω δείγματα σε σχέση με την ημερομηνία που ραδιοχρονολογήθηκαν, με τη μέθοδο του άνθρακα – 14 (C-14). Αυτή η μονάδα μέτρησης χρησιμοποιείται συχνά στην αρχαιολογία και την παλαιολογία. Για παράδειγμα, εάν ένα δείγμα ραδιοχρονολογηθεί στα περίπου 2.000 YBP το 2023 μ.Χ., αυτό σημαίνει ότι τα υλικά του προέρχονται περίπου από το 23 μ.Χ. (Castello et al., 1999) (Legendre et al., 2014) (Legendre et al., 2015).

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το φυσικό περιβάλλον είναι ο αέρας, το νερό και η γη μέσα ή στα οποία ζουν άνθρωποι, ζώα και φυτά. Περιλαμβάνει την αλληλεπίδραση όλων των ζωντανών ειδών, του κλίματος, του καιρού και των φυσικών πόρων που επηρεάζουν την ανθρώπινη επιβίωση και την οικονομική δραστηριότητα (Λεξικό Cambridge)

Τα βιοφυσικά και οικολογικά συστήματα του φυσικού περιβάλλοντος είναι θεμελιώδη για την ανθρώπινη υγεία. Οι αυξανόμενες ανθρώπινες πιέσεις στο περιβάλλον διαταράσσουν και εξαντλούν αυτά τα συστήματα. Αυτά τα συστήματα είναι εγγενή στις διαδικασίες της ζωής και θεμελιώδη για την ανθρώπινη υγεία, και η διαταραχή και η εξάντλησή τους καθιστούν πιο δύσκολη την αντιμετώπιση των ανισοτήτων στον τομέα της υγείας.

Η Γενική Συνέλευση των Ηνωμένων Εθνών το 2015 θέσπισε 17 Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης για το 2030 που θεσπίστηκαν και ο στόχος 13 είναι ο περιορισμός και η προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή, μέσω ενίσχυσης της κλιματικής σταθερότητας, μιας ζωής σε αρμονία με τη φύση και ένα μέλλον χωρίς περιβαλλοντική ρύπανση. Χωρίς αυτά δεν μπορεί να εξασφαλισθεί ο στόχος 3 που είναι η καλή υγεία εάν συνεχιστεί η καταστροφή του περιβάλλοντος.

Καθώς επηρεάζουν την υγεία του φυσικού κόσμου, τα περιβαλλοντικά ζητήματα μπορεί να έχουν σημαντικές επιπτώσεις και στην ανθρώπινη υγεία και ευημερία. Τα περιβαλλοντικά ζητήματα προκύπτουν από έναν συνδυασμό φυσικών αιτιών και ανθρώπινων επιπτώσεων. Ενώ τα οικοσυστήματα της Γης είναι σχεδιασμένα να χειρίζονται ορισμένες ποσότητες φυσικών διαταραχών (όπως δασικές πυρκαγιές και πλημμύρες), οι ανθρώπινες δραστηριότητες μπορούν να δημιουργήσουν συνθήκες στις οποίες συμβαίνουν με μεγαλύτερη συχνότητα ή ένταση. Οι πρακτικές χρήσης γης, η εξόρυξη φυσικών πόρων, η διάθεση απορριμμάτων και άλλες ανθρώπινες συμπεριφορές συμβάλλουν επίσης σε περιβαλλοντικά ζητήματα. Κάθε περιβαλλοντικό ζήτημα συμβάλλει σε μια σειρά από αλληλένδετες προκλήσεις που αντιμετωπίζει η Γη και ο άνθρωπος (McGrath & Jonker, 2023)

Από τη Βιομηχανική Επανάσταση, η καύση ορυκτών καυσίμων και άλλες δραστηριότητες έχουν αυξήσει τον αριθμό των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα της Γης, οδηγώντας σε αύξηση της υπερθέρμανσης του πλανήτη. Η προκύπτουσα κλιματική αλλαγή έχει επιταχύνει τη διαταραχή του περιβάλλοντος και των ζωτικών φυσικών διεργασιών. Η κλιματική αλλαγή αναφέρεται στις μακροπρόθεσμες αλλαγές στη θερμοκρασία, τις βροχοπτώσεις και άλλα καιρικά μοτίβα που προκαλούνται από ανθρώπινες δραστηριότητες όπως η καύση ορυκτών καυσίμων. Αυτές οι δραστηριότητες έχουν αυξήσει τον αριθμό των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου που εκλύονται. αυτές οι εκπομπές παγιδεύουν θερμότητα στην ατμόσφαιρα της Γης, οδηγώντας σε αύξηση της παγκόσμιας θερμοκρασίας. Σύμφωνα με τη NASA, η μέση θερμοκρασία της επιφάνειας της Γης έχει αυξηθεί κατά περίπου 1°C από τα τέλη του 19ου αιώνα. Τα αποτελέσματα περιλαμβάνουν το λιώσιμο των παγετώνων, την άνοδο της στάθμης της θάλασσας, τα διαταραγμένα οικοσυστήματα και την αύξηση των σοβαρών καιρικών φαινομένων όπως ξηρασίες, πλημμύρες, κύματα καύσωνα και πυρκαγιές (McGrath & Jonker, 2023)

Τα ακραία καιρικά φαινόμενα —όπως οι τυφώνες, οι πλημμύρες, οι πυρκαγιές, οι ξηρασίες και οι χιονοθύελλες— γίνονται πιο συχνά και σοβαρά λόγω της κλιματικής αλλαγής. Αυτά τα γεγονότα αποτελούν απειλή τόσο για το περιβάλλον όσο και για

τους ανθρώπινους πληθυσμούς και μπορούν να προκαλέσουν σημαντικές ζημιές σε υποδομές, σπίτια και τρόπους ζωής (McGrath & Jonker, 2023)

Σημαντικό πρόβλημα είναι και η απώλεια της βιοποικιλότητας. Η βιοποικιλότητα αναφέρεται στην ποικιλία της ζωής στη Γη, συμπεριλαμβανομένων των ζώων, των φυτών και των μικροοργανισμών. Από τον Αμαζόνιο μέχρι την τούνδρα, η βιοποικιλότητα είναι απαραίτητη για την οικολογική ισορροπία του πλανήτη. Η απώλεια της βιοποικιλότητας μπορεί να οδηγήσει σε εξαφάνιση ειδών, να θέσει σε κίνδυνο τα αποθέματα τροφής και νερού και να μειώσει τη δέσμευση άνθρακα (η φυσική διαδικασία απομάκρυνσης του διοξειδίου του άνθρακα από την ατμόσφαιρα, η οποία είναι απαραίτητη για τη μείωση της κλιματικής αλλαγής). Οι ανθρώπινες δραστηριότητες, όπως η αποψίλωση των δασών, η αγροτική επέκταση, οι αλλαγές στις χρήσεις γης και η ρύπανση, συμβάλλουν στη συνολική απώλεια της βιοποικιλότητας. Η χρήση φυτοφαρμάκων μπορεί επίσης να βλάψει τα μη στοχευόμενα είδη και να διαταράξει τα οικοσυστήματα. Σύμφωνα με το Παγκόσμιο Ταμείο Άγριας Ζωής World Wildlife Fund, WWF), η Γη έχει χάσει το 69% των πληθυσμών της άγριας ζωής από το 1970 (McGrath & Jonker, 2023)

Αποτελέσματα αυτών των παγκόσμιων περιβαλλοντικών αλλαγών περιλαμβάνουν αλλαγές στο κλίμα, ελλείψεις γλυκού νερού, απώλεια βιοποικιλότητας (με επακόλουθες αλλαγές στη λειτουργία των οικοσυστημάτων) και εξάντληση της αλιείας (McMichael, 2008)

Η μείωση της βιοποικιλότητας, τα Παραμελημένα Τροπικά Νοσήματα, η αυξημένη αστικοποίηση, η μεγάλη κλίμακας γεωργία και κτηνοτροφία, τα εξωτικά κατοικίδια, τα καφέ ζώων, η απόψυξη του μονίμως παγωμένου εδάφους και το παγκόσμιο εμπόριο και μετακινήσεις είναι μερικά από τα ζητήματα συνδέονται με τις περιβαλλοντικές αλλαγές. Άτομα, κυβερνήσεις, οργανώσεις και κοινότητες προσπαθούν να τα αντιμετωπίσουν σε όλα τα επίπεδα, με διεθνείς συνεργασίες, συλλογική ευθύνη και ατομικές πρωτοβουλίες (McMichael, 2008)

ΣΤΟΧΟΣ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Στόχος της εργασίας ήταν η διερεύνηση των τρόπων με τους οποίους Δημόσια Υγεία, βιοποικιλότητα και κλιματική αλλαγή συνδέονται με τα λοιμώδη νοσήματα.

Οι πηγές πληροφοριών προέρχονται από δημοσιεύσεις εθνικών και διεθνών οργανισμών και δημοσιευμένα επιστημονικά άρθρα, τα οποία βρέθηκαν μέσω των μηχανών αναζήτησης του <https://scholar.google.com/> και του <https://www.sciencedirect.com/> χρησιμοποιώντας τις κατάλληλες λέξεις-κλειδιά, τα οποία έπειτα επιλέχθηκαν με βάση τη συνάφειά τους με το θέμα της εργασίας.

ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ

Βιοποικιλότητα, ή βιολογική ποικιλότητα, ορίζεται το σύνολο των ζωντανών οργανισμών και των γονιδίων τους κάθε προέλευσης καθώς και η ποικιλότητα των

οικοσυστημάτων των οποίων είναι μέλη. Η σημερινή ποικιλομορφία και ο μεγάλος αριθμός των μορφών ζωής είναι το αποτέλεσμα μιας μακράς εξέλιξης πάνω στο πλανήτη Γη.

Η βιοποικιλότητα είναι απαραίτητη για τη διατήρηση της ζωής, δεδομένου ότι παρέχει τη δυνατότητα σε όλους τους οργανισμούς να επιβιώνουν μέσα σε ένα διαρκώς μεταβαλλόμενο περιβάλλον.

Η αυξημένη βιοποικιλότητα βοηθά στη μείωση του αντίκτυπου των ανθρώπων στο φυσικό περιβάλλον.

ΜΕΙΩΣΗ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ

Η μείωση της βιοποικιλότητας είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την καταστροφή των βιοτόπων – είτε λόγω κλιματικής αλλαγής, είτε λόγω ανθρώπινων δραστηριοτήτων στην εκάστοτε περιοχή – αλλά και με τη λαθροθηρία (το φαινόμενο της λαθροθηρίας θα αναπτυχθεί σε επόμενη ενότητα).

Η κλιματική αλλαγή, μέσω των ακραίων καιρικών φαινομένων, όπως το El Niño, οι φωτιές, οι πλημμύρες, η ξηρασία, κοκ, μπορεί να μειώσει τη βιοποικιλότητα μιας περιοχής καθώς τα οικοσυστήματα μπορεί να γίνουν εχθρικά για κάποια είδη που είναι γηγενή σε αυτά, οδηγώντας είτε στη μείωση των ατόμων των εν λόγω ειδών, είτε ακόμα και στην εξαφάνισή τους

ΜΕΙΩΣΗ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΛΟΙΜΩΔΗ ΝΟΣΗΜΑΤΑ

Η μείωση της βιοποικιλότητας οδηγεί και στη μείωση των διαβιβαστών των μικροοργανισμών ή ιών, όπου αυτοί συνήθως αντιμετωπίζουν αυτό το φαινόμενο μεταλλάσσοντας το γενετικό υλικό τους έτσι ώστε να καθιστούν ικανοί να προσβάλλουν καινούργιους ξενιστές, προσπερνώντας τους βιολογικούς φραγμούς τους. Όταν γίνεται αυτό, και ιδιαίτερα όταν τα παλαιότερα υποδόχα βρίσκονταν σε στενή επαφή με τους ανθρώπους, υπάρχει αυξημένη πιθανότητα οι εν λόγω μικροοργανισμοί ή ιοί να μεταλλαχθούν σε ζωνόσους (Zhang et al., 2022).

ΜΕΙΩΣΗ ΒΙΟΤΟΠΩΝ

Η μείωση των βιοτόπων είναι ένας σημαντικός παράγοντας όχι μόνο για τη βιοποικιλότητα, αλλά και για τη μετάδοση των λοιμωδών νοσημάτων. Αυτή η μείωση μπορεί να συμβεί είτε λόγω φυσικών καταστροφών, είτε λόγω της αλλαγής της χρήσης της γης από τους ανθρώπους. Πιο συγκεκριμένα, η μείωση των βιοτόπων συνάδει με τη μείωση των φυσικών πόρων, η οποία με τη σειρά της προκαλεί ανταγωνισμό μεταξύ των επιζησάντων ειδών. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να παρατηρούνται εξελικτικές διαδικασίες σε αυτά τα είδη ως μηχανισμούς επιβίωσης: τα είδη αντιμετωπίζουν αυτόν τον ανταγωνισμό είτε με το θάνατό τους είτε με την αναγκαστική μετανάστευσή τους, ενώ σε σχετικά σπάνιες περιπτώσεις μέσω της εξέλιξής τους καθώς γίνεται η φυσική επιλογή των κατάλληλων χαρακτηριστικών για την επιβίωσή τους στο νέο τους

βιότοπο (Zhang et al., 2022) (Hickman et al., 2020) (World Health Organization, 2023). Και οι τρεις περιπτώσεις έχουν τη δυνατότητα να γίνουν προβληματικές για τη μετάδοση των λοιμωδών νοσημάτων και τη Δημόσια Υγεία.

Θάνατος και εξαφάνιση

Αρχικά, ο θάνατος των ειδών λόγω της καταστροφής των βιοτόπων τους μπορεί να αποφέρει ορισμένα προβλήματα. Γενικότερα, μια τέτοια καταστροφή θα προκαλέσει τη μείωση τόσο της βιοποικιλότητας της ευρείας περιοχής, αλλά και τον συνολικό αριθμό των φυτών, ζώων και εντόμων της. Αυτό το γεγονός είναι ικανό να προκαλέσει μέχρι και την εξαφάνιση ορισμένων ειδών, καθώς είναι γνωστό ότι όσο πιο μεγάλη είναι η γεωγραφική κατανομή ενός είδους, τόσο πιο ανθεκτικό είναι στην εξαφάνισή του. Ειδικότερα, χωρίς την ανθρώπινη επέμβαση υπολογίζεται ότι ο μέσος όρος τους ρυθμού εξαφάνισης των ειδών είναι περίπου 25%, ενώ με την παρουσία των ανθρώπινων δραστηριοτήτων είναι μεγαλύτερος. Για παράδειγμα στην περίπτωση που ένας βιότοπος που καταστράφηκε ήταν ο μοναδικός που φιλοξενούσε ένα συγκεκριμένο είδος, και αυτό δεν κατάφερε να επιβιώσει την αλλαγή του περιβάλλοντός του ή να μεταναστεύσει, αυτό το είδος θα εκλείψει. Επίσης, η καταστροφή ορισμένων βιοτόπων για την επέκταση του αστικού δικτύου διασπά τη συνέχεια του φυσικού περιβάλλοντος, αποκόπτοντας και κατακερματίζοντας άλλους βιοτόπους, γεγονός που αυξάνει τις πιθανότητες να εξαλειφθούν (τοπικά ή και παγκοσμίως) είδη και σε άλλους βιοτόπους (Zhang et al., 2022) (Hickman et al., 2020).

Μετανάστευση

Ένα από αυτά τα διορθωτικά μέτρα είναι η μετανάστευσή τους σε άλλα κοντινά και ευνοϊκά μέρη. Αυτά μπορεί να είναι κοντινοί βιότοποι που είναι παρόμοιοι με τον αρχικό τους, ή μπορεί και να είναι περιοχές στις οποίες βρίσκονται άνθρωποι. Αυτή η αναγκαστική μετανάστευση είναι ένας παράγοντας που επηρεάζει την παρουσία και τη μετάδοση των λοιμωδών νοσημάτων σε κάθε περιοχή, τόσο μεταξύ των ζώων, των εντόμων, των ανθρώπων ή συνδυασμού τους.

Όταν γίνεται μετανάστευση προς άλλους βιοτόπους, υπάρχει η πιθανότητα να διαταραχθούν οι ισορροπίες της βιοποικιλότητας σε αυτούς, καθώς είναι δυνατόν τα μετακινούμενα είδη να είναι ή να γίνουν χωροκατακτητικά, προκαλώντας περαιτέρω προβλήματα. Όταν, όμως, η μετανάστευση των ειδών γίνεται προς τις πόλεις, ο αριθμός και η συχνότητα επαφής των άγριων ζώων με τους ανθρώπους, τα απόβλητα και τα απορρίμματά τους αυξάνεται, με αποτέλεσμα να αυξάνονται οι πιθανότητες μετάδοσης ζωνόσων στον ανθρώπινο πληθυσμό. Επίσης, να αναφερθεί ότι κάποια είδη παρουσιάζουν μεγαλύτερες τάσεις να μεταναστεύουν σε περιοχές που βρίσκονται κοντά σε ανθρώπινο πληθυσμό – ή ακόμα και σε πόλεις –, όπως για παράδειγμα τα πτηνά και οι μύες. Το πρόβλημα έγκειται στο γεγονός ότι με αυτήν τη μετανάστευση υπάρχει η πιθανότητα να εισαχθούν σε νέα οικοσυστήματα παθογόνα με τα οποία μπορεί να είναι αποικισμένα τα εν λόγω είδη, αλλά και ταυτόχρονα έρχονται σε μεγαλύτερη και συχνότερη επαφή με τους ανθρώπινους πληθυσμούς, μεταφέροντας

ζωνοσώτες σε αυτούς (World Health Organization, 2023) (Tsagkaris et al., 2021) (Zhang et al., 2022) (de Sousa et al., 2017).

Μεταλλάξεις και αλλαγή συμπεριφοράς

Ένα άλλο διορθωτικό μέτρο είναι η προσαρμογή των συμπεριφορών των ζώων και εντόμων. Τέτοιες συμπεριφορικές αλλαγές συνήθως πρόκεινται για αύξηση έκκρισης σωματικών υγρών, όπως για παράδειγμα το σάλιο, τα ούρα, κοκ, και των περιττωμάτων. Αυτά με τη σειρά τους, στην περίπτωση που το ζώο είναι αποικισμένο, μπορεί να περιέχουν αυξημένο φορτίο μικροοργανισμών ή ιών ή και των δύο, ελευθερώνοντάς τους στο περιβάλλον. Επομένως, αυτή η αύξηση των παθογόνων στο περιβάλλον σε συνδυασμό με το γεγονός ότι συχνά η μείωση των βιοτόπων γίνεται με ανθρώπινη παρέμβαση (π.χ. αποψίλωση δασών, επέκταση πόλεων και αστικοποίηση, καλλιέργεια της γης) και γενικότερα παρατηρείται αύξηση της ανθρώπινης δραστηριότητας σε αυτούς, αυξάνει και την πιθανότητα μετάδοσης των λοιμωδών νοσημάτων, αλλά και την πιθανότητα να προσπεραστούν οι βιολογικοί φραγμοί και να αναδυθεί ένα καινούργιο λοιμώδες νόσημα στους ανθρώπινους πληθυσμούς. Αυτό το φαινόμενο και γεγονός, παρατηρείται ότι έχει τη δυνατότητα να οξυνθεί καθώς άλλη μία προσαρμογή των ειδών είναι η μείωση λειτουργίας του ανοσοποιητικού συστήματός τους, με αποτέλεσμα να είναι πιο ευάλωτα σε μικροοργανισμούς και ιούς και άρα να είναι ικανά να τους διαδώσουν σε μεγαλύτερο πληθυσμό ή ακόμα και να γίνουν υποδόξα για αυτούς. Όμως είναι δυνατόν να γίνουν και παράλληλες μεταλλάξεις των μικροοργανισμών και ιών με τους οποίους είναι αποικισμένα τα ζώα και τα έντομα, λόγω της ανοσολογικής τους αντίδρασης στο περιβαλλοντικό στρες που βιώνουν (Zhang et al., 2022) (Tsagkaris et al., 2021).

Τέλος, η τυχαία δημιουργία μεταλλάξεων είναι αρκετά σπάνια αλλά έχει τη δυνατότητα να προκαλέσει μεγάλα προβλήματα στη Δημόσια Υγεία. Όταν μία ομάδα ατόμων έρχεται αντιμέτωπη με την εξαφάνιση, είτε αυτή πρόκειται για τοπική εξαφάνιση είτε για γενικευμένη εξαφάνιση, ένας βασικός τρόπος επιβίωσής της είναι η εξελικτική επιλογή και ανάδυση των χαρακτηριστικών τα οποία καθιστούν τους οργανισμούς ανθεκτικότερους στο καινούργιο τους περιβάλλον. Επίσης, είναι γνωστό ότι η γεωγραφική απομόνωση των βιοτόπων καθιστά τους πληθυσμούς που διαμένουν σε αυτούς να χάνουν τη γενετική ποικιλομορφία τους, γεγονός το οποίο μπορεί να οδηγήσει στην εξαφάνισή τους, αλλά μπορεί και να προκαλέσει ειδογένεση (Tsagkaris et al., 2021) (Zhang et al., 2022) (Hickman et al., 2020).

Μείωση βιοτόπων λόγω φυσικών καταστροφών

Οι φυσικές καταστροφές προερχόμενες από την κλιματική αλλαγή έχουν την ικανότητα να επηρεάσουν τη βιοποικιλότητα, αλλά και την κατανομή των λοιμωδών νοσημάτων σε μια περιοχή.

Στις καταστροφικές πυρκαγιές της Αυστραλίας το 2020, 1,25 δις ζώων απανθρακώθηκαν και συνολικά 3 δις ζώων χάθηκαν, άμεσα ή από έλλειψη τροφής, ή αναγκάστηκαν να μετακινηθούν σε άλλες περιοχές. Μεταξύ αυτών και είδη υπό

προστασία ή υπό εξαφάνιση, όπως τα κοάλα και ορισμένα είδη καγκουρά (Driscoll, 2024)

Τέλος, αξίζει να αναφερθεί ότι οι φυσικές καταστροφές ευθύνονται και για τη μετάδοση λοιμωδών νοσημάτων σε καινούργιες περιοχές και πληθυσμούς. Αυτό γίνεται με διάφορους τρόπους, όπως για παράδειγμα την υπερχειλίση των μονάδων επεξεργασίας υγρών αποβλήτων κατά μια πλημμύρα ή ένα τσουνάμι. Έτσι, είναι δυνατό να εισαχθούν νέοι μικροοργανισμοί ή και ιοί σε νέους πληθυσμούς, ανθρώπινους και ζωικούς (Tsagkaris et al., 2021) (Zhang et al., 2022).

Μείωση βιοποικιλότητας λόγω της ανθρώπινης δραστηριότητας

Πέρα από τις φυσικές καταστροφές, η βιοποικιλότητα είναι ικανή να επηρεαστεί και από την ανθρώπινη δραστηριότητα, καθώς αυτή τείνει να κατακερματίζει το φυσικό περιβάλλον το οποίο οδηγεί στην αύξηση των πιθανοτήτων να πραγματοποιηθεί ειδογένεση, αλλά και των πιθανοτήτων (τοπικής ή και παγκόσμιας) εξαφάνισης των πιο ευάλωτων ειδών (Hickman et al., 2020).

Η αστικοποίηση είναι ένας κύριος τρόπος με τον οποίο ο άνθρωπος επεμβαίνει στο φυσικό περιβάλλον. Με στόχο τη βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης στις πόλεις και στα αστικά κέντρα, η κάλυψη του αστικού ιστού μεγαλώνει χρησιμοποιώντας το φυσικό περιβάλλον ως χώρο επέκτασης, γεγονός που καταστρέφει τους γύρω βιοτόπους (Tsagkaris et al., 2021) (World Health Organization, 2023).

Η γεωργία, η κτηνοτροφία και γενικότερα η εκμετάλλευση των φυσικών πόρων, και ιδιαίτερα η αύξηση των αντίστοιχων δραστηριοτήτων, είναι επίσης υπεύθυνες για τη μείωση των βιοτόπων, τη μείωση της βιοποικιλότητας και της αλλαγής του τρόπου μετάδοσης των λοιμωδών νοσημάτων. Για παράδειγμα, η αποψίλωση των δασών καταστρέφει τους βιοτόπους ορισμένων οργανισμών, το οποίο έχει συνήθως ως αποτέλεσμα το θάνατό τους ή/και την αυξημένη επαφή τους με τους ανθρώπινους πληθυσμούς (Zhang et al., 2022) (Tsagkaris et al., 2021) (Hickman et al., 2020). Επίσης, η καταστροφή των βιοτόπων είναι μια σημαντική μεταβλητή της γεωργίας. Είτε πρόκειται για λιβάδια, είτε δάση, υδάτινους πόρους, κοκ, αυτά τείνουν να εκμεταλλεύονται στο έπακρον από τους γεωργούς, όταν αυτοί δεν εφαρμόζουν πρακτικές αειφόρου γεωργίας. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τα ζώα και τα έντομα να χάνουν τους βιοτόπους τους και να αναγκάζονται να μεταναστεύσουν σε άλλες περιοχές – όπως για παράδειγμα, έρχονται πιο κοντά στους ανθρώπους. Ταυτόχρονα, η υπόλοιπη τοπική χλωρίδα χάνει, έτσι, τους επικονιαστές της και έτσι υπάρχει πιθανότητα περαιτέρω μείωσης της βιοποικιλότητας (Zhang et al., 2022).

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΝΕΩΝ ΕΙΔΩΝ

Η κλιματική αλλαγή, και πιο συγκεκριμένα η υπερθέρμανση του πλανήτη, συνεργεί στην επέκταση των περιοχών στις οποίες μπορούν να ευδοκιμήσουν είδη από θερμότερες περιοχές. Έτσι, είτε μέσω φυσικής μετανάστευσης, είτε μέσω μετανάστευσης με ανθρώπινη παρέμβαση (π.χ. μετανάστευση των *Aedes aegypti* και

Aedes albopictus μέσω του εμπορίου ελαστικών αυτοκινήτων) διάφορα είδη τα οποία είναι γηγενή σε νοτιότερες χώρες (στο βόριο ημισφαίριο) ή σε βορειότερες χώρες (στο νότιο ημισφαίριο) έχουν την δυνατότητα να μεταναστεύσουν και να εγκατασταθούν σε αυτές, καθώς αυτά τα κλίματα γίνονται ευνοϊκά προς αυτά (π.χ. *Aedes Aegypti*, σκνίπες) (Mohammadi et al., 2022) (Zhang et al., 2022) (World Health Organization, 2023). Ταυτόχρονα, όμως, μέσω της καταστροφής των βιοτόπων τους και της αλλαγής του κλίματος, ωθούνται και άλλα είδη τα οποία δεν είναι μεταναστευτικά, να μεταναστεύσουν σε νέες περιοχές, εισάγοντας έτσι πρωτοφανή λοιμώδη νοσήματα σε αυτές. Τα παραπάνω υποστηρίζονται και από τα αποτελέσματά τους: λοιμώδη νοσήματα (π.χ. Δάγκειος πυρετός, λειψμανίαση) τα οποία έχουν διαβιβάστες (π.χ. *Aedes Aegypti*, σκνίπες) που προτιμούν θερμά κλίματα, παρατηρούνται σε ολοένα μεγαλύτερη συχνότητα και σε περιοχές που είναι πιο απομακρυσμένες από τους τροπικούς. (Zhang et al., 2022) (World Health Organization, 2023).

Αλλά και οι πρόσφυγες και οι εσωτερικά μετακινούμενοι πληθυσμοί (Internal Displaced Persons), κλιματικοί και μη, και τα ζώα που τυχόν φέρνουν μαζί τους, μπορούν να μεταφέρουν παθογόνα και είτε να μολύνουν άμεσα τους κατοίκους των περιοχών όπου εγκαθίστανται, πχ με φυματίωση, είτε να μολύνουν ντόπιους αρθρώποδους διαβιβάστες (κουνούπια, σιμούλια, μύγες τσε τσε) και να συμβάλλουν στη διασπορά νοσημάτων όπως η ελονοσία, η φιλαρίαση, η ογκοσερκίαση ή η τρυπανοσωμίαση ανθρώπων και ζώων (Kelly-Hope, 2023)

ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΛΟΙΜΩΔΗ ΝΟΣΗΜΑΤΑ

Σε ένα οικοσύστημα μπορούν να μπουν καινούργια είδη στο οικοσύστημα. Πρόκειται για φυτά ή ζώα και έντομα που εισάγονται είτε τυχαία είτε και σκόπιμα, μετά από ανθρώπινη παρέμβαση, σε ένα φυσικό περιβάλλον που κάτω από κανονικές συνθήκες δεν θα υπήρχαν. Τείνουν μάλιστα να υποσκελίσουν τους γηγενείς πληθυσμούς, για αυτό και ονομάζονται χωροκατακτητικά. Αυτά μπορούν να εξελιχθούν σε ικανούς διαβιβάστες ντόπιων ή εισαγόμενων παθογόνων, όπως ο *Aedes albopictus* σε Γαλλία και Ιταλία μπόρεσε να μεταδώσει και να είναι πηγή μεμονωμένων κρουσμάτων πχ δαγκείου πυρετού ή και επιδημιών πχ πυρετού Chikungunya (Βασσάλου, 2022)

Μπορούν επίσης να μεταφέρουν και καινούργιους μικροοργανισμούς ή ιούς, ενώ η αύξηση ανταγωνισμού μεταξύ αυτών και των γηγενών ειδών, μπορεί να προκαλέσει την αντίδραση των γηγενών ειδών και, τοπικά, αλλαγές στον τρόπο μετάδοσης των παθογόνων (Zhang et al., 2022)

ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΔΙΑΛΥΣΗΣ (DILUTION EFFECT)

Το φαινόμενο της διάλυσης είναι το φαινόμενο που συνδέει τη βιοποικιλότητα ενός οικοσυστήματος και τους παθογόνους μικροοργανισμούς και ιούς που βρίσκονται σε αυτό (Civitello et al., 2015).

Κατά το φαινόμενο της διάλυσης, η αυξημένη βιοποικιλότητα μιας περιοχής συνεπάγεται με μεγαλύτερη ανθεκτικότητα του εν λόγω οικοσυστήματος στις αλλαγές, ενώ είναι δυνατή να κρατήσει σταθερό τον πληθυσμό των μικροοργανισμών, των ιών και των παρασίτων. Αυτό υποδεικνύεται από το γεγονός ότι υπάρχει αρνητική συσχέτιση μεταξύ της αυξημένης βιοποικιλότητας και των πληθυσμών των παρασίτων και άλλων παθογόνων, καθώς στις περιοχές που υπάρχει αυξημένη βιοποικιλότητα απαντώνται λιγότερα παράσιτα, χωρίς να αλλάζουν οι υπόλοιπες μεταβλητές. Αυτό το γεγονός οφείλεται εν μέρει στον ανταγωνισμό μεταξύ των διάφορων υποδόχων των μικροοργανισμών, ιών και παρασίτων. Εν αντιθέσει, η μειωμένη βιοποικιλότητα ενός οικοσυστήματος συνεπάγεται με την ευκολότερη μετάδοση των μικροοργανισμών, των ιών και των παρασίτων. Έτσι λοιπόν, αυτό μπορεί να αποφέρει την αύξηση των ζωνοσών, και ιδιαίτερα ασθeneιών που προκαλούνται από παθογόνα που μεταδίδονται με έντομα ως διαβιβαστές (Civitello et al., 2015).

Το φαινόμενο της διάλυσης φαίνεται να εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του εκάστοτε παθογόνου, του ξενιστή του, του περιβάλλοντός του και των θηρευτών των ξενιστών του. Γενικότερα, όμως, το φαινόμενο αυτό έχει συσχέτιση με τη συχνότητα της παρουσίας των ξενιστών των μικροοργανισμών, ιών και παρασίτων, και όχι με την πληθυσμιακή πυκνότητά τους (Civitello et al., 2015).

ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΙ ΦΡΑΓΜΟΙ (BIOLOGICAL BARRIERS)

Οι βιολογικοί φραγμοί (και η προσπέρασή τους) είναι οι διαδικασίες με τις οποίες καθίσταται ένας μικροοργανισμός ή ιός ανίκανος να μεταδοθεί από το ένα είδος στο άλλο. Έτσι λοιπόν, κατά την προσπέραση αυτού του φαινομένου μεταδίδονται λοιμώδη νοσήματα σε νέους ξενιστές, γεγονός που επηρεάζει και επηρεάζεται άμεσα από τη βιοποικιλότητα. Η σημαντικότητά του φαινομένου αυτού είναι ολοένα αυξανόμενη, καθώς μέρος των παραγόντων που επηρεάζουν τους βιολογικούς φραγμούς βρίσκονται σε άμεση συσχέτιση με την ανθρώπινη δραστηριότητα, όπως για παράδειγμα την καταστροφή βιοτόπων, την κλιματική αλλαγή (συμπεριλαμβανομένου και των φυσικών καταστροφών που προκαλεί), τη μείωση της βιοποικιλότητας και τη ρύπανση του περιβάλλοντος (Zhang et al., 2022).

Επίσης, ορισμένες ανθρώπινες δραστηριότητες είναι ικανές να αυξήσουν τις πιθανότητες να προσπεραστούν οι βιολογικοί φραγμοί, οι οποίες επηρεάζονται άμεσα από τη συχνότητα και τη διάρκεια επαφής με τα φυσικά περιβάλλον. Για παράδειγμα, η αύξηση του διεθνούς εμπορίου δεν βοηθά μόνο στη μεταφορά παθογόνων (τα οποία εν τέλει είναι ίσως ικανά να προσπεράσουν τους βιολογικούς φραγμούς τους στα νέα τους περιβάλλοντα), αλλά και στην αύξησης εισαγωγής νέων υποδόχων και την αύξηση των ανθρώπινων μετακινήσεων, γεγονότα τα οποία είναι ικανά να βοηθήσουν στην προσπέραση των βιολογικών φραγμών. Επίσης, η χρήση της άγριας ζωής στη διατροφή των ανθρώπων αυξάνει την επαφή των θηρευτών ή/και συλλεκτών με το φυσικό περιβάλλον, αυξάνοντας τη συχνότητα επαφής και επομένως τις πιθανότητες ένας βιολογικός παράγοντας να μεταπηδήσει τους φραγμούς του και να καταστήσει

τους ανθρώπους ως ξενιστές του. Η αύξηση της γεωργίας αυξάνει με τη σειρά της την επαφή των ανθρώπων και των οικόσιτων ζώων με το άγριο φυσικό περιβάλλον, αλλά και τα γεωργικά απόβλητα εμπλουτίζουν το περιβάλλον με θρεπτικά συστατικά, γεγονότα που μπορούν εν δυνάμει να βοηθήσουν την προσπέραση των βιολογικών φραγμών από την άγρια ζωή προς τα οικόσιτα ζώα ή/και τους ανθρώπους. Σε παρόμοιο πλαίσιο με τη γεωργία, η κτηνοτροφία η αυξημένη επαφή των ανθρώπων και των εκτρεφόμενων ζώων με τα άγρια ζώα σε συνδυασμό με τα κτηνοτροφικά απόβλητα και τις ζωοτροφές καθιστούν την πιθανότητα να γίνουν οι άνθρωποι ή/και τα εν λόγω εκτρεφόμενα ζώα νέοι ξενιστές παθογόνων. Παρόμοιες τάσεις παρατηρούνται και στο ανθρωπογενές περιβάλλον. Η αύξηση του συγχρωτισμού στα αστικά κέντρα και η επέκτασή τους, μειώνουν τους φυσικούς χώρους που μπορούν να κατοικήσουν τα άγρια ζώα με αυτά είτε να μεταναστεύουν είτε να έρχονται σε ολοένα και μεγαλύτερη επαφή με τους ανθρώπους και η αυξημένη ποσότητα απορριμμάτων που παράγονται από τα μεγάλα αστικά κέντρα δημιουργούν γόνιμο έδαφος για τη μετάλλαξη των παθογόνων έτσι ώστε να αποκτήσουν ως ξενιστές και υποδόχα τους ανθρώπους. Οι χώροι υγειονομικής ταφής αποβλήτων (ΧΥΤΑ) αποτελούν κεντρικό σημείο τόσο για τη μετάδοση ασθενειών, όσο και τη προσπέραση βιολογικών φραγμών, καθώς σε αυτές συχνά καταλήγουν, τρέφονται ή/και ζουν ζώα σε εξαιρετικά κακές συνθήκες (π.χ. τα στερεά απόβλητα περιέχουν μεγάλες ποσότητες μολυσματικού υλικού). Οι μονάδες επεξεργασίας υγρών αποβλήτων και νερού παρουσιάζουν παρόμοια προβλήματα με τα ΧΥΤΑ, με τη μοναδική διαφορά ότι σε αυτές δημιουργούνται και λιμνάζοντα νερά, τα οποία αυξάνουν το μικροβιακό και το ιικό φορτίο στα απόβλητα (είτε αυτά είναι υπό επεξεργασία είτε αυτά αφαιρούνται κατά την εξυγίανση του νερού) και αυξάνονται οι πιθανότητες μεταφοράς παθογόνων σε παροντικούς, πιθανούς ή και μελλοντικούς διαβιβαστές (π.χ. πτηνά, κουνούπια). Τέλος, η προσωπική υγιεινή των ανθρώπων παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στη προσπέραση των βιολογικών φραγμών των παθογόνων καθώς αυτή είναι ένα από τα κύρια εργαλεία πρόληψης μεταφοράς και διάδοσης οποιαδήποτε μικροοργανισμών και ιών, παθογόνων ή και μη (Zhang et al., 2022).

ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΟΥΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥΣ ΦΡΑΓΜΟΥΣ

Οι βιολογικοί φραγμοί επηρεάζονται από ορισμένους παράγοντες οι οποίοι έχουν να κάνουν τόσο με τον μικροοργανισμό ή ιό, όσο και με τα είδη που είναι ήδη ή πρόκειται να γίνουν διαβιβαστές τους. Αυτοί οι παράγοντες είναι η πιθανότητα μετάδοσης, τα χαρακτηριστικά του μικροοργανισμού ή ιού, ο τρόπος μετάδοσής του και η συχνότητα επαφής μεταξύ ενός υποδόχου του και ενός άλλου οργανισμού (Zhang et al., 2022).

Χαρακτηριστικά

Τα χαρακτηριστικά ενός μικροοργανισμού ή ιού έχουν κύριο ρόλο στη μετάδοσή του – και επομένως στην προσπέραση των βιολογικών φραγμών του. Κάποια από αυτά τα χαρακτηριστικά είναι η ελάχιστη μολυσματική δόση, η μολυσματικότητα, το φορτίο τους, ο χρόνος επιβίωσης στο περιβάλλον, το ευνοϊκό εύρος θερμοκρασιών/υγρασίας/pH, κα. (Zhang et al., 2022).

Τρόπος μετάδοσης

Ο τρόπος μετάδοσης ενός μικροοργανισμού ή ιού είναι, ουσιαστικά, το σύνολο των οδών με τους οποίους το εν λόγω παθογόνο μπορεί να φτάσει και να προκαλέσει λοίμωξη στον τελικό ξενιστή του. Για παράδειγμα, ένας βασικός τρόπος μετάδοσης παθογόνων μικροοργανισμών και ιών είναι τα περιττώματα, οι σωματικές εκκρίσεις και τα πτώματα των ζώων. Επίσης, είναι δυνατόν να μεταδοθεί ένα παθογόνο μέσω των δηγμάτων των εντόμων ή των δαγκωμάτων των ζώων (Zhang et al., 2022).

Συχνότητα επαφής

Η συχνότητα επαφής αναφέρεται στη συχνότητα με την οποία έρχονται σε επαφή δύο είδη: ένα που αποτελεί ήδη ξενιστή ή /και διαβιβαστή ενός μικροοργανισμού ή ιού και ένα άλλο είδος το οποίο δεν είναι ακόμα του βιολογικού του κύκλου. Αυτό το γεγονός ως προς τους ανθρώπους μπορεί να οφείλεται είτε στην εκτροφή των ζώων, στο λαθρεμπόριο άγριας ζωής, στα έργα για την προστασία του περιβάλλοντος, στα κατοικίδια ζώα, στον τουρισμό, κοκ. Γενικότερα αναφέρεται σε κάθε έκφραση της ανθρώπινης ζωής που κάποιος βρίσκεται κοντά ή δουλεύει μαζί με ζώα (Zhang et al., 2022).

Πιθανότητα μετάδοσης

Η πιθανότητα μετάδοσης του εκάστοτε μικροοργανισμού ή ιού βρίσκεται σε στενή σχέση με τη συχνότητα επαφής των εν λόγω ειδών. Πιο συγκεκριμένα, ο συγκεκριμένος παράγοντας πρόκειται για την πιθανότητα να βρεθούν σε επαφή τα δύο είδη σε ένα συγκεκριμένο γεωγραφικό σημείο. Με άλλα λόγια, τα δύο μεγέθη είναι ανάλογα, δηλαδή όσο αυξάνεται η πιθανότητα μετάδοσης, τόσο αυξάνεται και η πιθανή συχνότητα επαφής (Zhang et al., 2022).

Σε αντίθεση με τη συχνότητα, η πιθανότητα μετάδοσης επηρεάζεται από το είδος των δραστηριοτήτων με τις οποίες διακατέχονται οι άνθρωποι σε μία περιοχή – όσο πιο επεμβατικές είναι οι δραστηριότητες των ανθρώπων στο περιβάλλον τόσο πιο πιθανή είναι η μετάδοση ασθενειών σε αυτούς και τόσο πιο πιθανό είναι να προσπεραστούν οι βιολογικοί φραγμοί και να αναδυθεί μια καινούργια ζωνοσός (Zhang et al., 2022).

SARS-CoV-2 και COVID-19

Ένα από τα πιο χαρακτηριστικά – και πρόσφατα – παραδείγματα ενός μικροοργανισμού ή ιού που κατάφερε να προσπεράσει το βιολογικό φραγμό του είναι αυτό του κορονοϊού των νυχτερίδων. Το 2019 στην Κίνα, αυτός ο ιός κατάφερε να μεταλλαχθεί στον κορονοϊό SARS-CoV-2, ο οποίος είχε ως ξενιστές τόσο τις νυχτερίδες όσο και τους ανθρώπους και άλλους ενδιάμεσους ξενιστές. Αυτό το γεγονός αποδίδεται στην αυξημένη θήρευση των νυχτερίδων σε συνδυασμό με την αυξημένη επαφή με τους ανθρώπινους πληθυσμούς. Ο κορονοϊός SARS-CoV-2 προκαλεί τη νόσο COVID-19 στον άνθρωπο και το 2020 κατονομάστηκε ως πανδημία από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (Zhang et al., 2022) (Burki, 2020).

ΕΓΓΥΤΗΤΑ ΜΕ ΑΓΡΙΑ ΖΩΑ ΚΑΙ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΤΟΥΣ

Η εγγύτητα με τα (άγρια) ζώα δεν είναι ανάγκη να είναι περιορισμένη στην άμεση επαφή των ανθρώπων με αυτά, αλλά μπορεί και να συμπεριλαμβάνει και την επαφή με το περιβάλλον με το οποίο έρχονται σε επαφή τα ζώα και στη συνέχεια έρχονται σε επαφή με αυτό οι άνθρωποι (π.χ. υδάτινοι πόροι, έδαφος, κοκ) (Zhang et al., 2022).

ΓΕΩΡΓΙΑ ΚΑΙ ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΑ ΜΕΓΑΛΗΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ

Οι γεωργικές εκμεταλλεύσεις μεγάλης κλίμακας συνήθως ασχολούνται με ένα είδος προϊόντος. Η διατάραξη του οικοσυστήματος που συνεπάγονται αυτές οι πρακτικές οδηγεί σε μειωμένες αντοχές των καλλιεργούμενων φυτών εναντίων των ασθενειών και αυξημένη ανάγκη φυτοπροστατευτικών προϊόντων, ζιζανιοκτόνων και εντομοκτόνων, με ό,τι αυτό συνεπάγεται.

Η εμπειρία των τελευταίων 70 χρόνων έδειξε επίσης ότι η μεγάλης κλίμακας κτηνοτροφία που αναγκαστικά οδηγεί σε μεγάλο συγχρωτισμό των ζώων σε μικρή έκταση χώρου συνεπικουρεί στην αύξηση της μετάδοσης λοιμωδών νοσημάτων μεταξύ των εκτρεφόμενων ζώων.

ΓΕΩΡΓΙΑ

Οι διάφορες γεωργικές τεχνικές φαίνεται να επηρεάζουν και τους πληθυσμούς των μεταβιβαστών λοιμωδών νοσημάτων σε μια περιοχή. Αυτό γίνεται – συνήθως – είτε με την καταστροφή των βιοτόπων με σκοπό την εκμετάλλευσή τους για γεωργικές ή/και κτηνοτροφικές δραστηριότητες, είτε με τη δημιουργία ευνοϊκών συνθηκών για την ευδοκίμηση ορισμένων διαβιβαστών (Zhang et al., 2022) (Andriopoulos et al., 2013).

Η καταστροφή των βιοτόπων είναι ένα καίριο κομμάτι αυτού του κλάδου παραγωγής, το οποίο έχει σημαντικό αντίκτυπο στη βιοποικιλότητα ενός οικοσυστήματος, όπως αναπτύχθηκε σε προηγούμενη ενότητα. Ταυτόχρονα, η δημιουργία ευνοϊκών συνθηκών για την ευδοκίμηση διαβιβαστών είναι ένα άλλο κομμάτι της γεωργίας που επηρεάζει τη βιοποικιλότητα και τα λοιμώδη νοσήματα. Η χρήση εδαφοβελτιωτικών ουσιών και λιπασμάτων μπορεί να εμπλουτίσει με θρεπτικά συστατικά τους υδροφόρους ορίζοντες, με αποτέλεσμα να υπεραναπτύσσονται τα άλγη σε κοντινές δεξαμενές νερού, μειώνοντας τον πληθυσμό των ψαριών. Όμως, η υδρόβια ζωή μπορεί να απειληθεί από τη γεωργία και από την υπεράντληση νερού ιδιαίτερα κατά τις περιόδους ξηρασίας (Zhang et al., 2022). Μένοντας στο θέμα του νερού, η χρήση του νερού – μάλιστα του στάσιμου – έχει συνδεθεί με αύξηση των κουνουπιών στην εκάστοτε περιοχή και αύξηση των κρουσμάτων ασθενειών που μεταφέρονται από αυτά (π.χ. ελονοσία, δάγκειος πυρετός, κοκ) (Zhang et al., 2022) (Andriopoulos et al., 2013). Για παράδειγμα, η χρήση και γεωργική εκμετάλλευση των ρυακιών στη Λακωνία έχει συσχετιστεί με την αύξηση των κουνουπιών στην περιοχή, όπου κατά την επιδημία της

ελονοσίας του 2011 τα εν λόγω ρυάκια είχαν συσχετιστεί και με κρούσματα αυτής της ασθένειας (Andriopoulos et al., 2013).

ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΑ

Η μεγάλης κλίμακας κτηνοτροφία έχει συσχετιστεί θετικά με τη μετάδοση των λοιμωδών νοσημάτων.

Περιττώματα και πτώματα

Τα απόβλητα και τα πτώματα τα οποία παράγονται από τις κτηνοτροφικές μονάδες είναι ένα καίριο σημείο μετάδοσης λοιμωδών νοσημάτων. Κατ' αρχάς αυτά περιέχουν υψηλό μικροβιακό φορτίο σε σημείο που θεωρούνται επικίνδυνα για τη δημόσια υγεία και για αυτόν το λόγο υπάρχουν διεθνείς οδηγίες για την υγειονομική διαχείρισή τους. Κατά δεύτερον, όμως, τα πτώματα και τα περιττώματα τα οποία παράγονται έχουν την ικανότητα να προσελκύσουν άγρια ζώα τα οποία είτε ζουν κοντά στις κτηνοτροφικές μονάδες, είτε έχουν εκτοπιστεί από το βιότοπό τους λόγω της ανθρώπινης δραστηριότητας. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μεταδίδονται οι τυχόν μικροοργανισμοί και ιοί από τα εν λόγω απόβλητα στα άγρια ζώα και να αυξάνεται η πιθανότητα μετάλλαξής τους. Ταυτόχρονα, δεν είναι ανήκουστο να γίνεται και μεταφορά παθογόνων μικροοργανισμών και ιών από τα άγρια ζώα σε εκτρεφόμενα – ιδιαίτερα μέσω δηγμάτων και λοιπών πτηνών –, ιδιαίτερα όταν τα δεύτερα βρίσκονται σε επαφή με το φυσικό περιβάλλον (για παράδειγμα εκτρεφόμενα ζώα ελεύθερης βοσκής). Σε αυτό το φαινόμενο ιδιαίτερη σημασία έχουν τα πτηνικά ζώα, όπως για παράδειγμα οι νυχτερίδες και τα πτηνά, καθώς αυτά έχουν την ικανότητα να καλύψουν αρκετά γρήγορα μεγάλες αποστάσεις, και ως εξ' αυτού να μεταδώσουν παθογόνους μικροοργανισμούς και ιούς σε μεγάλο αριθμό ατόμων. Επίσης, υπάρχει πάντα η περίπτωση τα παθογόνα που βρίσκονται στα περιττώματα και στα πτώματα των ζώων να περάσουν στη γραμμή παραγωγής και διανομής του νωπού κρέατος, δημιουργώντας τροφιμογενείς λοιμώξεις (Zhang et al., 2022).

Στενή επαφή ζώων και ανθρώπων

Η κτηνοτροφία – ιδιαίτερα η κτηνοτροφία μεγάλης κλίμακας – και η θήρευση ζώων είναι ένας κύριος παράγοντας που βοηθά στη μετάδοση των ζωνοσόων. Πιο συγκεκριμένα, οι εργαζόμενοι στον κλάδο αυτό έρχονται σε στενή επαφή με τα εκτρεφόμενα ζώα, με ποικίλους τρόπους.

Κατ' αρχάς, αυτές οι δύο ομάδες δεν έρχονται μόνο σε στενή επαφή γενικότερα, αλλά και η συχνότητα επαφής τους είναι καθημερινή και στις περισσότερες περιπτώσεις πολλαπλές φορές μέσα στην ημέρα. Αυτή η αυξημένη συχνότητα οδηγεί σε αυξημένες πιθανότητες μετάδοσης εγκατεστημένων ζωνοσόων από τα ζώα στους εκτροφείς τους ή τους θηρευτές τους. Για παράδειγμα, η αυξημένη παρουσία του *E. granulosus*, παθογόνου που προκαλεί την κυστική εχينوκοκκίαση, αποτελεί απειλή για την υγεία των εργαζομένων σε αυτόν τον κλάδο (World Health Organization, 2021) Ταυτόχρονα, όμως, η εν λόγω αυξημένη επαφή των ανθρώπων και ζώων λόγω της

κτηνοτροφίας και της θήρευσης είναι ικανή να δημιουργήσει τις απαραίτητες συνθήκες κατά τις οποίες μικροοργανισμοί ή ιοί θα γίνουν ικανοί να μεταπηδήσουν από το ένα είδος στο άλλο και να προσπεράσουν τους βιολογικούς τους φραγμούς. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα να υπάρχει κίνδυνος ανάδυσης νέων λοιμωδών νοσημάτων από τον κτηνοτροφικό κλάδο, λόγω της αύξησης της συχνότητας και της αυξημένης επαφής ζώων και ανθρώπων (Zhang et al., 2022).

Τέλος, να αναφερθεί ότι οι εγκαταστάσεις κτηνοτροφίας μεγάλης κλίμακας επηρεάζουν με παρόμοιο τρόπο τους βιοτόπους και τη βιοποικιλότητα, όπως αναφέρθηκε και στη γεωργία (Zhang et al., 2022).

ΔΙΕΘΝΕΣ ΕΜΠΟΡΙΟ

Το εμπόριο – και ιδιαίτερα το διεθνές εμπόριο – είτε αυτό είναι νόμιμο ή παράνομο – έχει κεντρικό ρόλο τόσο στη μετάδοση των λοιμωδών νοσημάτων, όσο και στη βιοποικιλότητα.

Η μεταφορά έμψυχών και άψυχων αγαθών μπορεί να είναι πηγή μιας διασυνοριακής ανταλλαγής αναδυόμενων μολυσματικών παραγόντων. Είναι κάτι που οδηγεί στην παγκοσμιοποίηση των επιδημιών και εισάγει μεγάλες προκλήσεις για τη δημόσια υγεία και τη διαχείριση της βιοασφάλειας. (Zhang et al., 2022).

ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ Η/ΚΑΙ ΔΙΑΒΙΒΑΣΤΩΝ ΤΟΥΣ

Ένας βασικός τρόπος κατά τον οποίο το διεθνές εμπόριο επηρεάζει τη βιοποικιλότητα και τα λοιμώδη νοσήματα είναι η μεταφορά μικροοργανισμών και ιών ή/και των διαβιβαστών τους, είτε τυχαία μαζί με τα εμπορεύματα είτε μέσω της μετακίνησης των εργαζομένων που σχετίζονται με αυτό. Σε αυτό το κομμάτι θα αναπτυχθεί μόνο η μεταφορά των εν λόγω μικροοργανισμών, ιών και διαβιβαστών, καθώς η μεταφορά τους μέσω των εργαζομένων ακολουθεί παρόμοιες τάσεις με αυτές του τουρισμού (ο οποίος θα αναπτυχθεί παρακάτω) (Mohammadi et al., 2022) (Andriopoulos et al., 2013) (Zhang et al., 2022).

Η μεταφορά των μικροοργανισμών και των ιών μέσω του διεθνούς εμπορίου είναι δυνατή καθώς αυτοί έχουν τη δυνατότητα να επιβιώνουν ακόμα και σε επιφάνειες χωρίς την παρουσία θρεπτικών υλικών για ορισμένα διαστήματα. Για παράδειγμα, ορισμένα βακτήρια είναι ικανά να επιβιώσουν συνθήκες μη ευνοϊκές για τη ζωή με τη δημιουργία ενδοσπορίων, ενώ οι ιοί επειδή βρίσκονται στο ενδιάμεσο βιοτικών και αβιοτικών παραγόντων είναι ικανοί να «επιβιώσουν» έως και πολλαπλές ημέρες όντας ελεύθεροι στο περιβάλλον (π.χ. οι κορονοϊοί είναι ικανοί να «επιβιώσουν» έως και εκατό ημέρες χωρίς ξενιστή, ενώ ο ιός της γρίπης είναι ικανός να «επιβιώσει» έως και τρεις ημέρες χωρίς ξενιστή). Επίσης χαρακτηριστικά είναι τα κρούσματα της ευλογιάς των πιθήκων που καταγράφηκαν στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής το 2003 οι οποίες προερχόταν από το διεθνές εμπόριο κατοικίδιων, ενώ στην ίδια χώρα σε

παρόμοιο χρονικό διάστημα (1998 – 2003) καταγράφηκαν περιστατικά σαλμονέλλωσης τα οποία προέρχονταν από εισαγόμενα μάνγκο (Zhang et al., 2022).

Επίσης, σε πολλές περιπτώσεις ανά τον κόσμο παρατηρείται ότι υπάρχει ελλιπής ή ακόμα και παντελής απουσία υγειονομικού ελέγχου των εμπορευμάτων όταν αυτά εισάγονται από άλλες χώρες, ή ο υγειονομικός έλεγχος επικεντρώνεται μόνο σε συγκεκριμένα σημεία ελέγχου, αγνοώντας όλα τα υπόλοιπα. Αυτό γίνεται είτε από αμέλεια – σκόπιμη ή μη – είτε από κενά που υπάρχουν στην ισχύουσα νομοθεσία και έλλειψη κεντρικής τυποποίησης των διαδικασιών ελέγχου (Mohammadi et al., 2022).

Ένα από τα πιο χαρακτηριστικά παραδείγματα μεταφοράς μικροοργανισμών και διαβιβαστών τους λόγω του διεθνούς εμπορίου είναι τα κουνούπια του είδους *Aedes* και πιο συγκεκριμένα, η ταυτόχρονη εισαγωγή τους με ελαστικά αυτοκινήτου. Παρ' όλο που έχουν καταγραφεί αρκετά περιστατικά εισαγωγής κουνουπιών από το εμπόριο ελαστικών στην Ελλάδα, αυτό το φαινόμενο δεν περιορίζεται τοπικά αλλά έχει παγκόσμια εμβέλεια σε όλα τα μήκη και τα πλάτη της Γης, όπως για παράδειγμα σε χώρες όπως οι ΗΠΑ, η Ελλάδα, η Ιαπωνία, το Ιράν, η Γκάνα, κα. (Mohammadi et al., 2022) (Andriopoulos et al., 2013) (Abdulai et al., 2024).

ΛΑΘΡΕΜΠΟΡΙΟ ΑΓΡΙΑΣ ΖΩΗΣ

Εδώ αξίζει να τονιστεί ότι μαζί με την αύξηση του έννομου εμπορίου ζώων, έχει αυξηθεί και το λαθρεμπόριο εξωτικών – και όχι μόνο – ζώων, εντόμων και φυτών, γεγονός που επηρεάζει άμεσα τόσο την βιοποικιλότητα ανά τόπους, αλλά και το υγειονομικό προφίλ τους. Αξίζει να τονιστεί ότι παρ' όλο που δεν έχει παρατηρηθεί κάποια χώρα να παίζει κεντρικό ρόλο στην παράνομη εξαγωγή άγριας ζωής γενικότερα, υπάρχουν χώρες όπου αυτό το είδος εγκλήματος είναι σχετικά αυξημένο όπως η νοτιοανατολική Ασία, αλλά και περιοχές στις οποίες παρατηρούνται μεγάλα ποσοστά λαθροθηρίας για ένα μόνο είδος, όπως για παράδειγμα τα κοράλλια της Ωκεανίας (Mozer & Prost, 2023) (Siriwat, Nekaris & Nijiman, 2019).

ΓΕΝΙΚΑ

Η γενικότερη αύξηση της δημοτικότητας των εξωτικών κατοικιδίων, όπως είναι κατανοητό, έχει επιφέρει και την αύξηση της εμπορικής ζήτησης αυτών. Αυτή η ζήτηση καλύπτεται συνήθως με δύο τρόπους: με την αιχμαλωσία ζώων από το φυσικό τους περιβάλλον ή το μεγάλωμά τους σε ειδικές εγκαταστάσεις εκτροφής. Παράλληλα, είναι επίσης δυνατό, αλλά αρκετά λιγότερα σύνηθες τα εξωτικά ζώα να προέρχονται από ζωολογικούς κήπους. Το πρόβλημα του λαθρεμπορίου βρίσκεται ως επί των πλείστων στην πρώτη περίπτωση (Sigaud, Kitade & Sarabian, 2023) (Mozer & Prost, 2023). Βέβαια, υπάρχουν περιπτώσεις όπου έχει γίνει νομιμοποίηση – κοινώς γνωστό ως «ξέπλυμα» – ζωντανών οργανισμών και κυρίως ζώων, μέσω οργανωμένων θεσμών, όπως για παράδειγμα φάρμες εκτροφής ζώων (Mozer & Prost, 2023) (Siriwat, Nekaris & Nijiman, 2019) (Carvalho et al., 2023).

Εξ' αιτίας της παράνομης φύσης του, το λαθρεμπόριο ζώων δεν ακολουθεί συχνά τις διεθνείς και εθνικές οδηγίες, κανονισμούς και νόμους για την προστασία των ζώων και του περιβάλλοντος, με αποτέλεσμα αυτό να είναι ανεξέλεγκτο και η αύξηση του ρυθμού ζήτησής τους έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του ρυθμού αιχμαλωσίας τους, έτσι ώστε να καλυφθεί η ζήτηση της ανάλογης αγοράς. Έτσι, μειώνεται ο άγριος πληθυσμός τους εκάστοτε είδους. Αυτό το φαινόμενο είναι ιδιαίτερα διαδεδομένο στα πτηνά, και πιο συγκεκριμένα στα ωδικά πτηνά της Ασίας, όπου πολλά από αυτά απειλούνται με εξαφάνιση. Ταυτόχρονα, γίνεται και εισαγωγή νέων παθογόνων στην τοπική πανίδα και χλωρίδα, μέσω των εξωτικών ζώων, επηρεάζοντας τόσο τη βιοποικιλότητα, όσο και τα λοιμώδη νοσήματα σε μια περιοχή (Sigaud, Kitade & Sarabian, 2023) (Mozer & Prost, 2023) (Siriwat & Nijiman, 2018).

Η αύξηση της εμπορικής ζήτησης των εξωτικών κατοικιδίων μπορεί να αποδοθεί σε πολλούς παράγοντες. Ένας, για παράδειγμα, είναι η αύξηση της διαδικτυακής δημοτικότητάς τους. Ένας άλλος λόγος είναι το γεγονός ότι η κτήση τέτοιων ζώων ως κατοικίδια θεωρείται ως κοινωνικό σύμβολο κύρους, κτλ. (Siriwat, Nekaris & Nijiman, 2019).

Αυτή η αύξηση, όπως είναι κατανοητό, έχει επιφέρει και την αύξηση της εμπορικής ζήτησης αυτών. Αυτή η ζήτηση καλύπτεται συνήθως με δύο τρόπους: με την αιχμαλωσία ζώων από το φυσικό τους περιβάλλον ή το μέγλωμά τους σε ειδικές εγκαταστάσεις εκτροφής. Πρόβλημα, όμως, δημιουργείται όταν αιχμαλώνονται ζώα παρανόμως (για παράδειγμα είδη που έχουν ανακοινωθεί ως υπό προστασία από το CITES) και καταχωρούνται ως ζώα εκτροφής. Παράλληλα, είναι επίσης δυνατό, αλλά αρκετά λιγότερα σύνηθες τα εξωτικά ζώα να προέρχονται από ζωολογικούς κήπους (Sigaud, Kitade & Sarabian, 2023) (Mozer & Prost, 2023).

Το πρόβλημα έγκειται ως επί των πλείστων στην πρώτη περίπτωση. Η αύξηση του αριθμού των καφέ εξωτικών ζώων έχει αυξήσει το ρυθμό ζήτησης των εξωτικών ζώων, το οποίο έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του ρυθμού αιχμαλωσίας τους, έτσι ώστε να καλυφθεί η ζήτηση της ανάλογης αγοράς. Έτσι, μειώνεται ο πληθυσμός τους εκάστοτε είδους. Αυτό το φαινόμενο είναι ιδιαίτερα διαδεδομένο στα πτηνά, και πιο συγκεκριμένα στα ωδικά πτηνά της Ασίας, όπου πολλά από αυτά απειλούνται με εξαφάνιση (Sigaud, Kitade & Sarabian, 2023) (Mozer & Prost, 2023).

ΚΑΦΕ ΖΩΩΝ

Οι επονομαζόμενες «καφετέριες ζώων», αν και περιορισμένες στον αριθμό στην Ευρώπη και σχετικά άγνωστες στην Ελλάδα, είναι ένα συγκριτικά καινούργιο είδος επιχείρησης υγειονομικού ενδιαφέροντος, το οποίο παίζει πολύ σημαντικό ρόλο τόσο στη βιοποικιλότητα, όσο και στη μετάδοση των ζωννόσων μεταξύ των ζώων, αλλά και μεταξύ των ζώων και των ανθρώπων. Οι καφετέριες αυτές έχουν ένα καινοτόμο χαρακτηριστικό: σε αυτές διαμένουν ζώα καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας, ακόμα και όταν δε λειτουργεί η επιχείρηση (Sigaud, Kitade & Sarabian, 2023).

Λειτουργία

Τα καφέ ζώων λειτουργούν σαν ένα κοινό καφέ. Η μοναδική διαφορά τους έγκειται στο γεγονός ότι στους χώρους του κοινού κυκλοφορούν ελεύθερα τα ζώα του εν λόγω καφέ και οι επαφές των πελατών με αυτά ενθαρρύνονται. Τις ώρες που η επιχείρηση δεν δέχεται επισκέπτες, τα ζώα του καφέ περιορίζονται σε καθορισμένα καταλύματα. Αξίζει να σημειωθεί ότι αρκετά καφέ ζώων, και ιδιαίτερα τα καφέ ζώων συντροφιάς (καφέ σκύλων και γάτας), δίνουν τη δυνατότητα στους επισκέπτες να υιοθετήσουν κάποια από τα ζώα του καφέ. Για αυτό τον σκοπό, αρκετά από αυτά, συνεργάζονται με καταφύγια ζώων και φιλοζωικούς οργανισμούς και οργανώσεις που ασχολούνται με τη διάσωση ζώων, και επομένως τα ζώα του καφέ μπορούν να βρουν το παντοτινό τους σπίτι μέσω αυτών (Sigaud, Kitade & Sarabian, 2023).

Καφετέριες γάτας και σκύλου

Το πιο συχνό είδος καφετέριας ζώων, είναι το καφέ γάτας, με δεύτερο σε δημοτικότητα να έρχεται το καφέ σκύλου. Επίσης δημοφιλή είναι και τα καφέ με κουκουβάγιες, ενυδρίδες, ερπετά, πουλιά γενικότερα, σκαντζόχοιρους και άλλα ζώα. Τα τελευταία ανήκουν στην κατηγορία των καφέ εξωτικών ζώων η οποία, συνολικά, αποτελεί την τρίτη δημοφιλέστερη κατηγορία καφέ ζώων (Sigaud, Kitade & Sarabian, 2023).

Καφετέριες εξωτικών ζώων

Οι καφετέριες εξωτικών ζώων είναι οι καφετέριες ζώων όπου στις οποίες αντί για ζώα συντροφιάς (για παράδειγμα, γάτες, σκύλοι, χάμστερ), υπάρχουν ζώα, όπως λοιπά θηλαστικά, πουλιά, αμφίβια και ερπετά που ανήκουν στην κατηγορία των εξωτικών ζώων. Τα τελευταία χρόνια, μάλιστα, φαίνεται ότι η ζήτηση του κοινού για καφετέριες εξωτικών ζώων αυξάνεται με ταχείς ρυθμούς παγκοσμίως. Ιδιαίτερα δημοφιλή φαίνεται να είναι τα καφέ με φίδια, ενυδρίδες και ρακούν. Εξαιτίας της έλλειψης τυποποίησης ανατροφής αυτών των ζώων τόσο στις χώρες που υπάρχουν τα καφέ, αλλά και στον υπόλοιπο κόσμο, αυτά αποκτούνται με διάφορους τρόπους και από διάφορες πηγές, όπως για παράδειγμα, η αιχμαλωσία άγριων ζώων και η επακόλουθη εισαγωγή τους στη εκάστοτε χώρα (Sigaud, Kitade & Sarabian, 2023).

ΕΞΩΤΙΚΑ ΚΑΤΟΙΚΙΔΙΑ ΚΑΙ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ

Εξωτικά κατοικίδια και χωροκατακτητικά είδη

Ένα, δυστυχώς σύνηθες φαινόμενο που παρατηρείται ανάμεσα στα εξωτικά κατοικίδια είναι οι αποδράσεις τους, είτε αυτές πρόκεινται από έναν ιδιώτη, από ένα καφέ εξωτικών ζώων ή ακόμα και από ζωολογικό κήπο. Σε κάποιες περιπτώσεις, αυτά τα ζώα δεν καταφέρνουν να προσαρμοστούν στο περιβάλλον τους, καθώς αυτό είναι πολύ διαφορετικό από το περιβάλλον στο οποίο έχουν αναπτυχθεί, και τελικά πεθαίνουν. Το πρόβλημα των εξωτικών κατοικιδίων που αποδρούν έγκειται στο γεγονός ότι αρκετά από αυτά, σε διαφορετικά περιβάλλοντα του φυσικού τους, είναι χωροκατακτητικά είδη. Επομένως, όταν ένα χωροκατακτητικό κατοικίδιο διαφεύγει, έχει την πιθανότητα να προκαλέσει διαταραχές στην ισορροπία της βιοποικιλότητας του τοπικού οικοσυστήματος, γεγονός που απειλεί τα τοπικά είδη. Αυτό γίνεται συνήθως για δύο

διαφορετικές αιτίες: τα χωροκατακτητικά είδη είτε γίνονται θηρευτές των γηγενών ειδών, είτε είναι πιο ανταγωνιστικά από τα γηγενή και χρησιμοποιούν δυσανάλογη ποσότητα των διαθέσιμων πόρων (για παράδειγμα τροφή, χώρος διαβίωσης, κτλ.). Ασχέτως, όμως, την εκάστοτε περίπτωση, τα χωροκατακτητικά είδη συμβάλλουν στη μείωση της βιοποικιλότητας της τοπικής βιόσφαιρας (Sigaud, Kitade & Sarabian, 2023) (Mozer & Prost, 2023).

Χαρακτηριστικό παράδειγμα χωροκατακτητικού είδους το οποίο ανταγωνίζεται, ως επί των πλείστων, τα τοπικά είδη είναι τα *Psittacula Krameri*, ή αλλιώς γνωστοί ως δακτυλιοειδείς παπαγάλοι. Αυτό το είδος θεωρείται ως χωροκατακτητικό στις περισσότερες περιοχές του κόσμου, συμπεριλαμβανομένου και της Ελλάδας. Μάλιστα, σύμφωνα με την παγκόσμια λίστα χωροκατακτητικών ειδών του ISSG (Invasive Species Specialist Group) οι δακτυλιοειδείς παπαγάλοι έχουν εγκατασταθεί στην Ελλάδα, και κυρίως μπορούν να βρεθούν στα μεγάλα αστικά πάρκα, όπως ο Εθνικός Βοτανικός Κήπος και το Άλσος Παγκρατίου (Sigaud, Kitade & Sarabian, 2023) (Global Invasive Species Database, 2023).

ΕΞΩΤΙΚΑ ΚΑΤΟΙΚΙΔΙΑ ΚΑΙ ΛΟΙΜΩΔΗ ΝΟΣΗΜΑΤΑ

Εισαγωγή νέων παθογόνων στα τοπικά είδη

Η εισαγωγή των νέων παθογόνων στα τοπικά είδη από τα εξωτικά κατοικίδια έχει ήδη, αλλά υπάρχει μία ακόμα πτυχή ως προς αυτό: το αποτέλεσμα της στη βιοποικιλότητα. Ειδικότερα, τα λοιμώδη νοσήματα των οποίων μπορεί να είναι φορείς τα εξωτικά ζώα μπορούν, εν δυνάμει, να προκαλέσουν επιδημίες στα γηγενή είδη και εκείνες να μειώσουν αισθητά τον αριθμό των ατόμων αυτών των ειδών, και η ισορροπία της βιοποικιλότητας διαταράσσεται (Sigaud, Kitade & Sarabian, 2023).

Εισαγωγή νέων παθογόνων στον ντόπιο πληθυσμό (άνθρωποι & ζώα)

Με την εισαγωγή νέων ειδών σε μία χώρα, με σκοπό της χρήσης τους σε καφέ εξωτικών ζώων, είναι πιθανό να εισαχθούν και παθογόνα. Πιο συγκεκριμένα, μπορεί να γίνει εισαγωγή παθογόνων μη ενδημικών σε μια περιοχή, μέσω του εμπορίου εξωτικών ζώων από άλλες χώρες ή και ακόμα από διαφορετικές περιοχές μέσα στην ίδια χώρα, αρκεί το εισαγόμενο μικρόβιο να μην είναι ενδημικό στην περιοχή. Για παράδειγμα, μια τέτοια εισαγωγή μπορεί να γίνει εάν ένα ζώο είναι αποικισμένο με ένα μη γηγενές μικρόβιο, ασχέτως εάν αυτό ασθενεί ή όχι. Επίσης, αξίζει να τονιστεί ότι τα παθογόνα μπορεί να βρίσκονται ακόμα και στο άμεσο περιβάλλον του ζώου και όχι επάνω ή μέσα στο ζώο, όπως για παράδειγμα, στα κιβώτια μεταφοράς τους. Ύστερα, η ζωνόσος μπορεί να μεταφερθεί στα ζώα ή και τους ανθρώπους που βρίσκεται σε στενή επαφή το αποικισμένο ζώο, ανάλογα με την καταλληλότητα του εν δυνάμει ξενιστή (Sigaud, Kitade & Sarabian, 2023) (Siriwat & Nijiman, 2018) (Zhang et al., 2022). Για παράδειγμα, το 2003 καταγράφηκαν κρούσματα ευλογιάς των πιθήκων στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής, τα οποία αποδόθηκαν στο διεθνές εμπόριο κατοικίδιων (Zhang et al., 2022).

ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ

Πιο συγκεκριμένα, τα είδη που βρίσκονται υπό εξαφάνιση και τα είδη που απειλούνται με εξαφάνιση αποτελούν δύο από τις κύριες κατηγορίες ζώων που διακινούνται στο λαθρεμπόριο, καθώς η εμπορία τους είναι συνήθως παράνομη. Επειδή η θήρευση των ζώων και η συλλογή φυτών/μυκήτων/κοραλλιών/κτλ., δε γίνεται με βάση τους τοπικούς και παγκόσμιους νόμους και τους κανονισμούς, έχει αρκετές και σοβαρές επιπτώσεις τόσο στο ευρύτερο περιβάλλον, όσο και στους οργανισμούς που προορίζονται για πώληση – ακόμα και σε σημείο όπου ολόκληρα είδη μπορεί να εκλείψουν από έναν τόπο. Κατ' αρχάς, από τη στιγμή που οι εν λόγω διαδικασίες γίνονται παρανόμως, η θήρευση και η συλλογή τείνει να είναι ανεξέλεγκτη και να μη συμμορφώνεται με διάφορους νομικούς περιορισμούς που υφίστανται, όπως για παράδειγμα περιορισμοί ως προς την ηλικία των θηρευμάτων ή τον αριθμό τους. Επίσης, χρησιμοποιούνται συχνά παγίδες που παγιδεύουν όχι μόνο τα είδη-στόχους, αλλά και άλλα είδη με αποτέλεσμα να μειώνεται η τοπική βιοποικιλότητα γενικότερα μέσω της μείωσης των πληθυσμών των ειδών. Ταυτόχρονα, σε αρκετές περιπτώσεις επιζηεί μόνο ένα μικρό ποσοστό τους αρχικού πληθυσμού που πιάστηκε, με αυτό το φαινόμενο να είναι πιο σύνηθες για τα νεογέννητα, και επομένως οι λαθροθήρες προσπαθούν να αιχμαλώνουν μεγάλους αριθμούς για να εξασφαλίσουν τα κέρδη τους (Mozer & Prost, 2023) (Siriwat, Nekaris & Nijiman, 2019) (Siriwat & Nijiman, 2018). Ασχέτως, όμως, με το είδος του, το λαθρεμπόριο τείνει να καταστρέφει το γηγενές περιβάλλον του ζώου στη προσπάθεια αιχμαλωσίας του (Sigaud, Kitade & Sarabian, 2023) (Mozer & Prost, 2023). Τα παραπάνω γίνονται σε τέτοιο μεγάλο βαθμό που υπολογίζεται ότι σε συγκεκριμένες περιοχές το λαθρεμπόριο ζώων δημιουργεί μεγαλύτερη απώλεια βιοποικιλότητας σε σχέση με την κλιματική αλλαγή, κυρίως μέσω της καταστροφής των βιοτόπων των ζώων, και ιδιαίτερα σε τροπικές περιοχές (Sigaud, Kitade & Sarabian, 2023) (Mozer & Prost, 2023). Αυτό γίνεται κυρίως είτε λόγω του ότι τα είδη που αφαιρούνται από το τοπικό οικοσύστημα (είτε επειδή εμπορεύονται στο λαθρεμπόριο, είτε πεθαίνουν κατά τη συλλογή των διάφορων ειδών προς πώληση – ασχέτως αν είναι αυτά τα είδη-στόχος) βοηθούν στην επικονίαση συγκεκριμένων φυτών, είτε επειδή είναι θηρευτές άλλων ειδών και η παρουσία τους ελέγχει και περιορίζει τους πληθυσμούς άλλων ειδών (Mozer & Prost, 2023).

Προσαρμογή

Το λαθρεμπόριο άγριας ζωής είναι ένας από τους παράγοντες οι οποίοι δημιουργούν μεγάλες προκλήσεις στους άγριους πληθυσμούς. Μάλιστα, ο όγκος του λαθρεμπορίου είναι τόσο μεγάλος, τόσο σε ποσότητα όσο και σε συχνότητα, όπου ορισμένα είδη έχουν προσαρμοστεί είτε το φαινότυπό τους (π.χ. αφρικανικοί ελέφαντες χωρίς χαυλιόδοντες), είτε τη συμπεριφορά τους ως προς αυτό (π.χ. ορισμένοι γορίλλες μαθαίνουν να καταστρέφουν και να αποφεύγουν παγίδες), είτε και τα δύο (π.χ. ιαπωνικές οχιές οι οποίες είναι και πιο μικρές και πιο επιθετικές από το φυσιολογικό) (Mozer & Prost, 2023) (Zhang et al., 2022).

ΛΟΙΜΩΔΗ ΝΟΣΗΜΑΤΑ

Το λαθρεμπόριο εξωτικών ζώων είναι μία πολύ σημαντική μεταβλητή για τη μετάδοση λοιμωδών νοσημάτων ανάμεσα στα ζώα και τους ανθρώπους. Αυτό γίνεται, γιατί όπως είναι λογικό, εξ' αιτίας της παράνομης φύσης του, δεν μπορεί να γίνει επαρκής έλεγχος της υγείας και της υγιεινής των ζώων αλλά και, τυπικά, δεν ακολουθούνται και τα αντίστοιχα συστήματα και πρωτόκολλα για τη διασφάλιση της υγείας και της υγιεινής τους μέχρι να φτάσουν στον τελικό προορισμό τους (Sigaud, Kitade & Sarabian, 2023) (Siriwat & Nijiman, 2018) (Carvalho et al., 2023).

Επίσης, όπως έχει προαναφερθεί, το λαθρεμπόριο άγριας ζωής δημιουργεί προκλήσεις και πίεση είτε στους οργανισμούς οι οποίοι εμπορεύονται σε αυτό, είτε στους υπόλοιπους οργανισμούς που απλώς υπάρχουν στο περιβάλλον αυτών. Παραπάνω αναφέρθηκε η αλλαγή του φαινοτύπου και των συμπεριφορών των ειδών ως προς τη βιοποικιλότητα, αλλά η προσαρμογή τους δεν σταματά εκεί και επηρεάζει και τη μετάδοση των λοιμωδών νοσημάτων. Για παράδειγμα τέτοιες περιβαλλοντικές πιέσεις είναι ικανές να αλλάξουν τις βιολογικές διαδικασίες των ζώων και των εντόμων, και να τα καταστήσουν πιο ευάλωτα σε λοιμώξεις μέσω της εν μέρει καταστολή τους ανοσοποιητικού συστήματός τους, να αυξήσουν το μεταβολισμό τους, κ.α. Έτσι λοιπόν, η έλλειψη τήρησης υγειονομικών πρωτοκόλλων σε συνδυασμό με την στενή επαφή των άγριων ζώων και των λαθροθηρών και λαθρεμπόρων, είναι ικανοποιητικές προϋποθέσεις για να προσπεραστούν οι βιολογικοί φραγμοί και να δημιουργηθούν ζωνόσοι (Zhang et al., 2022).

Αυτό είναι πολύ σημαντικό καθώς, υπολογίζεται ότι περίπου τα τρία τέταρτα νεοεμφανιζόμενων ζωνόσων προέρχονται από την άγρια ζωή, και στο λαθρεμπόριο ζώων διακινούνται ως επί των πλείστων είτε ολόκληρα είτε μέρη άγριων ζώων. Για αυτόν τον λόγο, ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας έχει δημιουργήσει την κατηγορία των «Ασθενειών X», στις οποίες εντάσσονται όλες οι μεταδιδόμενες ασθένειες οι οποίες έχουν τη δυνατότητα να μετατραπούν σε ζωνόσους, με χαρακτηριστικό παράδειγμα τη νόσο COVID-19, η οποία προκαλείται από τον ιό SARS-CoV-2 (Mozzer & Prost, 2023).

ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΛΑΘΡΕΜΠΟΡΙΟΥ ΑΓΡΙΑΣ ΖΩΗΣ

Όπως έχει αναφερθεί, το λαθρεμπόριο άγριας ζωής είναι ένας από τους παράγοντες που επηρεάζει τη βιοποικιλότητα, και μάλιστα σε συγκεκριμένες περιπτώσεις η καταστροφή που δημιουργεί στο εκάστοτε οικοσύστημα είναι ανάλογη ή ακόμα και μεγαλύτερη από την κλιματική αλλαγή, έναν από τους κύριους – εάν όχι ο κυριότερος – παράγοντες που ευθύνονται για τη μείωση της βιοποικιλότητας παγκοσμίως (Sigaud, Kitade & Sarabian, 2023) (Mozzer & Prost, 2023). Με βάση τα συγκεκριμένα και άλλα αντίστοιχα ευρήματα, οι διεθνείς αρχές, στις οποίες συμπεριλαμβάνονται και οι Interpol, CITES και International Consortium on Combating Wildlife Crime (ICWC) έχουν δημιουργήσει ένα διοικητικό όργανο του οποίου σκοπός είναι η αντιμετώπιση του λεγόμενου κυβερνοεγκλήματος άγριας ζωής, στο οποίο υπάγεται και το λαθρεμπόριο (Siriwat, Nekaris & Nijiman, 2019).

ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

Η Ευρωπαϊκή Ένωση είναι ένας σημαντικός παράγοντας για το λαθρεμπόριο άγριας ζωής. Αυτό γίνεται καθώς αποτελεί σημείο θήρευσης ή/και αιχμαλωσίας ορισμένων ειδών, μείζον σημείο πώλησης και επίσης τα ανοιχτά σύνορα με ελάχιστους ή και καθόλου ελέγχους μεταξύ των χωρών που έχουν υπογράψει τη συμφωνία Σένγκεν βοηθούν στη μετακίνηση των λαθροθηρών και των εμπορευμάτων τους (Mozer & Prost, 2023).

ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ ΠΛΗΘΥΣΜΩΝ

Οι μετακινήσεις των πληθυσμών είναι ένας βασικός παράγοντας ο οποίος επηρεάζει τόσο τη βιοποικιλότητα ενός τόπου, αλλά και τα λοιμώδη νοσήματα που απαντώνται σε αυτόν. Αυτό γίνεται μέσω της εισαγωγής μικροοργανισμών και ιών ή των διαβιβαστών αυτών και την αλληλεπίδραση μεταξύ των ανθρώπων και του φυσικού περιβάλλοντος, και πιο συγκεκριμένα της πανίδας.

ΜΕΤΑΚΙΝΟΥΜΕΝΟΙ ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ, ΜΕΤΑΝΑΣΤΕΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΦΥΓΕΣ

Οι μετακινούμενοι πληθυσμοί, οι μετανάστες και οι πρόσφυγες αποτελούν μια κοινωνική ομάδα η οποία παίζει σημαντικό ρόλο στη μετάδοση των λοιμωδών νοσημάτων. Κατ' αρχάς έχει παρατηρηθεί ότι οι μετακινούμενοι πληθυσμοί μπορεί να μεταφέρουν παθογόνα, τα οποία μπορεί να είναι είτε ενδημικά στην περιοχή καταγωγής τους, είτε ενδημικά σε άλλες περιοχές που είχαν ταξιδέψει πρόσφατα. (Bozorgmehr et al. 2019) (World Health Organization, 2023). Για παράδειγμα, κάποια από τα κρούσματα ελονοσίας που παρατηρήθηκαν την περίοδο 2009 – 2010 στην Ελλάδα προερχόταν από πρόσφυγες οι οποίοι προέρχονταν από χώρες στις οποίες η ελονοσία ήταν ενδημική (Andriopoulos et al., 2013) (Bozorgmehr et al. 2019). Επίσης, στην Ελλάδα το πρώτο κρούσμα τανγκίασης, ένα γνωστό τροπικό νόσημα που είναι ενδημικό στην Αφρική, προερχόταν από μια Ελληνίδα η οποία είχε ταξιδέψει πρόσφατα στην Τανζανία (Dialynas et al., 2009). Για αυτόν το λόγο, η λήψη τόσο του οικογενειακού ιστορικού όσο και του ταξιδιωτικού ιστορικού είναι πολύ σημαντικό.

Ως προς τους πρόσφυγες συγκεκριμένα ο συγχρωτισμός και η κακή ποιότητα διαβίωσης που έχουν, κυρίως στους προσφυγικούς καταυλισμούς θέτουν τη βάση για τη μετάδοση λοιμωδών νοσημάτων τόσο μεταξύ των προσφύγων, αλλά και μεταξύ των προσφύγων και των εργαζομένων σε αυτά (Bozorgmehr et al. 2019). Αυτό δε σημαίνει, βέβαια, ότι η μετάδοση των λοιμωδών νοσημάτων περιορίζεται μόνο σε άμεσες ανθρώπινες επαφές. Για παράδειγμα, το 2000 καταγράφηκε στην Ιταλία ένα αυτόχθονο κρούσμα τανγκίασης, ένα λοιμώδες νόσημα το οποίο είναι ενδημικό μόνο στην ήπειρο της Αφρικής και αυτή η παρουσία του αποδόθηκε σε εισαγωγή του ψύλλου της άμμου (*Tunga penetrans*) από πρόσφυγα αφρικανικής χώρας (Dialynas et al., 2009). Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η Ευρωπαϊκή Ένωση και ιδιαίτερα Ελλάδα κατά την προσφυγική κρίση του 2015, όπου η ξαφνική αύξηση των

μετακινούμενων πληθυσμών βρήκε τους κρατικούς φορείς απροετοίμαστους για να διαχειριστούν τον όγκο και τις ευθύνες αυτής της κρίσης, με αποτέλεσμα να είναι ξεκάθαρη η έλλειψη οργάνωσης. Πιο συγκεκριμένα, η δυσκολία θεραπείας των λοιμωδών νοσημάτων λόγω έλλειψης οργάνωσης και χρηματοδότησης, τα διασπασμένα προγράμματα πρόληψης και παρακολούθησης των λοιμωδών νοσημάτων, η ελλιπής εμβολιαστική κάλυψη, η έλλειψη επικοινωνίας και ανταλλαγής πληροφοριών τόσο μεταξύ των κρατών αλλά και μεταξύ φορέων του εσωτερικού, η έλλειψη τυποποίησης των διαδικασιών και η μη τήρηση ηλεκτρονικών αρχείων ήταν κάποια προβλήματα τα οποία βοήθησαν στη μετάδοση των λοιμωδών νοσημάτων σε αυτούς τους πληθυσμούς. Γενικότερα, όμως, αυτά τα συμβάντα βοήθησαν στη δημιουργία προκαταλήψεων εναντίων των μεταναστών και των προσφύγων, κάτι που λειτουργούσε – και λειτουργεί ακόμα – ως τροχοπέδη στην ομαλή τους ένταξη στην κοινωνία (Bozorgmehr et al. 2019).

Τέλος, να αναφερθεί ότι οι κλιματικοί πρόσφυγες είναι μια υποκατηγορία προσφύγων οι οποίοι παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στη μετάδοση των λοιμωδών νοσημάτων, καθώς συνήθως αυτοί προέρχονται από τροπικές περιοχές, και υπάρχει η πιθανότητα να εισάγουν τροπικά νοσήματα σε καινούργιες περιοχές (Dialynas et al., 2009) (World Health Organization, 2023).

ΤΟΥΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΥΠΕΡΤΟΥΡΙΣΜΟΣ

Ο τουρισμός, και σε μεγαλύτερο βαθμό ο υπερτουρισμός, έχει τη δυνατότητα να υποβαθμίζουν το περιβάλλον, γεγονός το οποίο έχει την ικανότητα να μειώνει αλλοιώνει τα οικοσυστήματα τα οποία είτε είναι τα ίδια τουριστικοί προορισμοί είτε βρίσκονται κοντά σε τουριστικές περιοχές. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τα είδη τα οποία ζουν σε αυτά τα οικοσυστήματα να χάνουν τους βιοτόπους τους και να εκλείπουν ή να μετακινούνται, συχνά κοντά σε ή σε αστικές περιοχές και να μεταδίδουν λοιμώδη νοσήματα στον υπόλοιπο πληθυσμό. Αυτό συνήθως γίνεται είτε λόγω της δημιουργίας τουριστικών κέντρων (καταλυμάτων, κέντρων επισκεπτών, θέσεις/κτήρια στάθμευσης οχημάτων, κτλ.) είτε επειδή οι ίδιοι οι τουρίστες και επαγγελματίες τουρισμού αλλοιώνουν και ρυπαίνουν το περιβάλλον και έρχονται σε επαφή με την τοπική πανίδα, με την πιθανότητα διάδοσης ζωνόσων ή διάδοσης λοιμωδών νοσημάτων τα οποία θα περάσουν τους βιολογικούς φραγμούς τους (Yoon et al., 2024) (Zhang et al., 2022).

Βέβαια, ο τουρισμός και ο υπερτουρισμός δεν είναι μόνιμες καταστάσεις, αλλά περιοχές που μπορούν να υπάγονται στο επίπεδο του απλού αυξομειώνονται και εναλλάσσονται κατά την πάροδο του χρόνου. Για παράδειγμα τουρισμού τις περισσότερες ημέρες του χρόνου μπορούν περιοδικά να υποφέρουν από υπερτουρισμό τις περιόδους αιχμής, οι οποίες μπορεί να είναι τα Σαββατοκύριακα, εθνικές επέτειοι, θρησκευτικές εορτές, κτλ. Βέβαια ανάλογα με την περιοχή και το περιβάλλον γύρω της οι περίοδοι αιχμής μπορεί να είναι μεγαλύτεροι και να εκτείνονται σε ολόκληρες εποχές (π.χ. παραθαλάσσιοι προορισμοί το καλοκαίρι, ορεινοί και δασικοί προορισμοί

την άνοιξη και το φθινόπωρο, ορεινοί και χιονισμένοι προορισμοί το χειμώνα, κτλ.) (Yoon et al., 2024).

Πτήσεις χαμηλού κόστους

Οι αεροπορικές γραμμές και οι πτήσεις χαμηλού κόστους δίνουν στους ταξιδιώτες τη δυνατότητα αγοράς χαμηλότερων ναύλων με λιγότερες προσφερόμενες υπηρεσίες (π.χ. παραδοτέες αποσκευές, γεύματα εντός πτήσης, επιλογή θέσεως, αποσκευές στην καμπίνα του αεροπλάνου, μικρότερος χώρος μεταξύ των καθισμάτων των επιβατών, κτλ.), σε σχέση με αεροπορικές γραμμές πλήρους υπηρεσιών. Επίσης, χαρακτηρίζονται από χαμηλά κόστη λειτουργίας (π.χ. χαμηλοί μισθοί προσωπικού, χαμηλή τιμή καυσίμων, κτλ.). Η δημοτικότητά τους είναι ευρέως γνωστή, και αυτό το γεγονός υποστηρίζεται από έρευνες που έχουν διεξαχθεί στις προτιμήσεις του επιβατικού κοινού όπου η χαμηλή τιμή των ναύλων είναι ένας βασικός παράγοντας επιλογής τόσο συγκεκριμένων αερογραμμών και πτήσεων αλλά και ταξιδιού γενικότερα (Hunt & Truong, 2019). Γενικότερα, πάντως, έχει αποδειχθεί ότι οι πτήσεις χαμηλού κόστους αυξάνουν τον τουρισμό τόσο τοπικά όσο και παγκοσμίως (Hunt & Truong, 2019) (Yoon et al., 2024).

Εισαγωγή λοιμωδών νοσημάτων

Λόγω της φύσης του τουρισμού, ασχέτως του είδους του, καθημερινά ένα μεγάλο ποσοστό του ανθρώπινου πληθυσμού μετακινείται όχι μόνο εσωτερικά της χώρας του, αλλά και μεταξύ διαφόρων – μερικές φορές πολλαπλών – χωρών. Με αυτόν τον τρόπο, μετακινούνται παγκοσμίως όχι μόνο οι αποσκευές τους αλλά και λοιμώδη νοσήματα και σε ορισμένες περιπτώσεις και οι διαβιβαστές τους, με βασικά σημεία εισαγωγής αυτών να είναι τα αεροδρόμια, τα λιμάνια και οι σιδηροδρομικοί σταθμοί (Mohammadi et al., 2022). Έτσι, είναι δυνατόν να εξαπλωθούν ασθένειες σε παγκόσμιο επίπεδο σε μικρό χρονικό διάστημα, όπως για παράδειγμα εξαπλώθηκε ο SARS-CoV-2 το 2020. Ένα άλλο παράδειγμα είναι η παγκόσμια διάδοση της νόσου Chagas μέσω του διεθνούς τουρισμού, τη στιγμή που τόσο το παθογόνο που προκαλεί αυτή την ασθένεια, όσο κι ο διαβιβαστής του είναι γηγενείς στην Λατινική Αμερική (World Health Organization, 2024a). Επίσης, λόγω της τουριστικής δραστηριότητας παρατηρήθηκε το πρώτο – και μη αυτόχθονο – κρούσμα τανγκίασης στην Ελλάδα από μια γυναίκα που είχε ταξιδέψει στη Τανζανία, ενώ γενικότερα έχουν παρατηρηθεί παρόμοια κρούσματα αυτής της ασθένειας σε όλες τις ηπείρους που το παθογόνο δεν είναι ενδημικό (*Tunga penetrans* – είναι ενδημικό στην Αφρική), εκτός από την Ανταρκτική (Dialynas et al., 2009).

Υπό αυτό το φως, είναι ξεκάθαρη η ανάγκη λήψης ταξιδιωτικού ιστορικού, ιδιαίτερα όταν μετακινούνται ταξιδιώτες μεταξύ χωρών που έχουν σοβαρά ενδημικά λοιμώδη νοσήματα και άλλων χωρών. Για παράδειγμα, η έλλειψη λήψης ταξιδιωτικού ιστορικού έχει, ιστορικά, οδηγήσει σε μη-εγχώρια κρούσματα ελονοσίας στην Ελλάδα (Andriopoulos et al., 2013).

Αλλαγές από την πανδημία του COVID-19

Κατά την πανδημία του Covid-19, ο τουρισμός μειώθηκε κατακόρυφα – και σε πολλές περιπτώσεις σταμάτησε. Σήμερα, όμως, βάσει δεδομένων φαίνεται να μην έχει μόνο ανακάμψει στα επίπεδα που υπήρχαν το 2019, αλλά και να έχει αυξηθεί – έστω καθ' ελάχιστο. Ταυτόχρονα, μια σημαντική αλλαγή που έχει παρατηρηθεί τα χρόνια μετά την πανδημία του Covid-19 είναι ότι οι ταξιδιώτες δίνουν μεγαλύτερη έμφαση στα λοιμώδη νοσήματα κατά τα ταξίδια τους και τείνουν να προτιμούν σε μεγαλύτερο βαθμό επιλογές οικοτουρισμού και αειφόρου ανάπτυξης, ενώ προτιμούνται και πιο αποκεντρωμένοι προορισμοί (Yerez & Leimgruber, 2024) (Plaka et al., 2021).

ΑΣΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΓΧΡΩΤΙΣΜΟΣ

Η αστικοποίηση και ο ανθρώπινος συγχρωτισμός είναι ένα φαινόμενο που δρα συνεργατικά με τα υπόλοιπα αναφερόμενα φαινόμενα ως προς την εξάπλωση των λοιμωδών νοσημάτων. Για παράδειγμα, εκτός των άλλων, η αστικοποίηση προϋποθέτει και την επέκταση του αστικού ιστού. Αυτό συνήθως επιτυγχάνεται μέσω της μετατροπής του φυσικού περιβάλλοντος σε αστικό με αποτέλεσμα να μειώνονται οι βιότοποι, όπως για παράδειγμα η αποψίλωση των δασών, και τα γηγενή είδη σε αυτούς είτε να εκλείπουν είτε να μεταναστεύουν σε άλλες κοντινές περιοχές ή και μέσα στην πόλη, μεταφέροντας σε κάθε περίπτωση τα λοιμώδη νοσήματά τους (Tsagkaris et al., 2021) (World Health Organization, 2023).

ΑΝΘΡΩΠΟΙ, ΖΩΑ ΚΑΙ ENTOMA

Ένα σύνηθες φαινόμενο συγχρωτισμού στις πόλεις είναι ο συγχρωτισμός ανθρώπων και ζώων. Το φαινόμενο αυτό προκαλείται κυρίως από τη μείωση των βιοτόπων σε συνδυασμό με την αυξημένη αστικοποίηση και τη κλιματική αλλαγή, οι οποίες εξαναγκάζουν τα άγρια ζώα να βρίσκουν καταφύγιο και τροφή στις πόλεις ή κοντά σε αυτές (Zhang et al., 2022).

Με αυτόν τον τρόπο αυξάνονται οι πληθυσμοί των ζώων στις πόλεις, και συχνά αποκτούν παρασιτικές σχέσεις με τους ανθρώπους και τα κατοικίδια τους, το οποίο έχει ως αποτέλεσμα οι άνθρωποι και τα εν λόγω ζώα να έρχονται σε στενότερη και συχνότερη επαφή. Έτσι, αυξάνεται ο ρυθμός μετάδοσης των ζωνόσων που υπάρχουν ήδη, αλλά ταυτόχρονα αυξάνεται και κίνδυνος και η πιθανότητα να προσπεραστούν οι βιολογικοί φραγμοί και, τελικά, να αναδυθούν νέα λοιμώδη νοσήματα (Zhang et al., 2022). Εδώ αξίζει να τονιστεί ότι τα εξωτικά κατοικίδια – ιδιαίτερα στο αστικό δίκτυο – παίζουν έναν πολύ σημαντικό ρόλο στη μετάδοση των λοιμωδών νοσημάτων με αυτόν τον τρόπο, καθώς αποτελούν μια ιδιαίτερη δεξαμενή τόσο λοιμωδών νοσημάτων, αλλά και υποδόχων τους (Sigaud, Kitade & Sarabian, 2023).

Χαρακτηριστικό παράδειγμα μετάδοσης λοιμωδών νοσημάτων αποτελεί η μετάδοση της νόσου Chagas σε αστικές περιοχές και σε προάστια στη Λατινική Αμερική, καθώς ο συγχρωτισμός των ανθρώπων με τα εκτρεφόμενα ζώα τους δημιουργεί τις κατάλληλες συνθήκες για την ευδοκίμηση του διαβιβαστή του *Trypanosoma cruzi*, τις τριατομίνες (World Health Organization, 2024a). Επίσης, έχει παρατηρηθεί ότι τα

τροφικά, οι γάτες και οι σκύλοι μπορούν να διαδώσουν τους ψύλλους της άμμου (*Tunga penetrans*), οι οποίοι είναι υπεύθυνοι για την ασθένεια της τουνγκίασης (World Health Organization, 2023). Ταυτόχρονα, τα κουνούπια του είδους *Aedes* φαίνεται να έχουν προσαρμοστεί σε πυκνοκατοικημένα περιβάλλοντα, όπως για παράδειγμα αυτά των μεγαλουπόλεων (Zhang et al., 2022).

Μείωση βιοτόπων

Ο ανθρώπινος συγχρωτισμός αποτελεί έναν από τους βασικούς παράγοντες για τη μετάδοση λοιμωδών νοσημάτων σε περιοχές με αυξημένη πληθυσμιακή πυκνότητα, όπως για παράδειγμα στις πόλεις και στα αστικά κέντρα. Μία βασική διορθωτική κίνηση για τη βελτίωση αυτού του φαινομένου, και επομένως της ποιότητας ζωής των κατοίκων – στην οποία συμπεριλαμβάνεται και η Δημόσια Υγεία –, είναι η επέκταση του αστικού ιστού. Παρ' όλο που αυτή η κίνηση μπορεί αρχικά να αμβλύνει το πρόβλημα της αυξημένης αστικοποίησης, σε βάθος χρόνου είναι ικανή δημιουργήσει μεγαλύτερο κίνδυνο για τη μετάδοση λοιμωδών νοσημάτων. Πιο συγκεκριμένα, επειδή ο χώρος είναι μια πεπερασμένη ιδιότητα, αυτό σημαίνει ότι με την επέκταση του αστικού δικτύου μειώνεται σε ανάλογο μέτρο το φυσικό περιβάλλον, συμπεριλαμβανομένου και των βιοτόπων των γηγενών ειδών (Tsagkaris et al., 2021) (World Health Organization, 2023). Έτσι λοιπόν, τα εν λόγω είδη – στα οποία συμπεριλαμβάνονται τόσο ζώα αλλά και έντομα – αντιμετωπίζουν είτε το θάνατό τους είτε την αναγκαστική μετανάστευσή τους, ενώ σε πολύ σπάνιες περιπτώσεις την εξέλιξή τους μέσω διαφόρων μεταλλάξεων (Tsagkaris et al., 2021) (Hickman et al., 2020).

Αστικά δάση

Μια βοηθητική/θετική κίνηση που αμβλύνει τα προβλήματα που προκαλούνται από τη στενή επαφή των ανθρώπων και των άγριων ζώων στις πόλεις, και γενικότερα στα αστικά περιβάλλοντα, είναι τα αστικά δάση. Πιο συγκεκριμένα, πρόκειται για μεγάλες εκτάσεις πρασίνου οι οποίες βρίσκονται μέσα στο αστικό δίκτυο και περιέχουν μεγάλο αριθμό φυτών, δένδρων, θάμνων με την πιθανότητα να υπάρχουν και άλλες υποδομές όπως για παράδειγμα σώματα νερού, περιβόλια, κοκ. Αυτά τα αστικά δάση μπορούν να δώσουν καταφύγιο στα άγρια ζώα που μεταναστεύουν στις πόλεις, χωρίς αυτά να έρχονται σε στενή επαφή με τους ανθρώπους – μειώνοντας τις πιθανότητες μετάδοσης ζωνοσών και της προσπέρασης βιολογικών φραγμών. Παραδοσιακά, προτιμούνται γηγενή είδη προς φύτευση σε αυτά, αλλά πρόσφατη βιβλιογραφία υποδεικνύει ότι η προϋπόθεση για την επιτυχία τους, τα φυτευόμενα είδη να μην είναι χωροκατακτητικά. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το Περθ στην Αυστραλία, το οποίο βρίσκεται σε περιοχή με υψηλή βιοποικιλότητα, έχει μεσογειακό κλίμα (το οποίο έχει επηρεαστεί από την κλιματική αλλαγή μέσω της αύξησης της μέσης θερμοκρασίας και της μείωσης των βροχοπτώσεων) και κοντά σε αυτό βρίσκονται βιότοποι πτηνών απειλούμενων με εξαφάνιση. Σε αυτό το αστικό δάσος και στα κοντινά σημεία πρασίνου σε αυτό έχει παρατηρηθεί ότι προσφεύγουν πτηνά τα οποία σε άλλη περίπτωση θα έρχονταν σε στενή επαφή με τους ανθρώπους, καλύτερη διαχείριση των

υγρών αποβλήτων με μικρότερο αντίκτυπο κατά τις περιόδους βροχοπτώσεων, αλλά και ότι οι κάτοικοι έχουν καλύτερη ποιότητα ζωής. Άλλες πόλεις που έχουν αξιοσημείωτα αστικά δάση είναι το Όκλαντ στη Νέα Ζηλανδία και το Σαλβαδόρ στη Βραζιλία (Dickinson & Ramalho, 2022).

ΑΝΘΡΩΠΟΙ

Ο ανθρώπινος συγχρωτισμός δημιουργεί ευνοϊκές συνθήκες για τη μετάδοση ασθενειών και τον πολλαπλασιασμό των υποδόχων τους. Πιο συγκεκριμένα, όσο μεγαλύτερος είναι ο ανθρώπινος συγχρωτισμός, τόσο μεγαλύτερες είναι και οι πιθανότητες μετάδοσης ασθενειών μεταξύ των ατόμων και ιδιαίτερα σε πιο περιθωριοποιημένες οικονομικά ή/και κοινωνικά περιοχές, όπως για παράδειγμα σε παρακουπόλεις, γκέτο, κοκ (Zhang et al., 2022). Για παράδειγμα, το κουνούπι *Aedes aegypti* προσαρμόζεται εύκολα στο αστικό περιβάλλον και φαίνεται να προτιμάει και άλλα ανθρωπογενή σημεία αναπαραγωγής εκτός των ελαστικών, όπως παρτέρια, πλαστικά δοχεία, κα. (Abdulai et al., 2024) (Mohammadi et al., 2022).

Εδώ, αξίζει να τονιστεί ότι ο ανθρώπινος συγχρωτισμός και το αντίκτυπό του στα λοιμώδη νοσήματα δεν περιορίζεται μόνο στα αστικά κέντρα, αλλά παρατηρείται και σε οποιαδήποτε δομή όπου ζουν πολλοί άνθρωποι σε μικρές γεωγραφικά περιοχές, όπως για παράδειγμα τα διάφορα είδη καταυλισμών (Bozorgmehr et al. 2019).

ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΚΑΙ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΑ

Ένα μεγάλο πρόβλημα ως προς τη μετάδοση των λοιμωδών νοσημάτων, που προκαλείται από το συγχρωτισμό των ανθρώπων στις πόλεις και την επέκταση αυτών, είναι το πρόβλημα των αποβλήτων, στερεών ή και υγρών. Αυτά είναι ικανά να δημιουργήσουν ασθένεια είτε μέσω της επαφής των εργαζομένων ή/και ζώων με αυτά, αλλά και μέσω διαφόρων φυσικών καταστροφών οι οποίες μπορεί να διαδώσουν τα παθογόνα τους σε μεγαλύτερες αποστάσεις (π.χ. τυφώνες, πλημμύρες, τσουνάμι, κοκ) (Tsagkaris et al., 2021).

Απορρίμματα

Τα στερεά απόβλητα μπορεί να είναι είτε οικιακά απόβλητα, είτε επαγγελματικά (π.χ. από επιχειρήσεις) και αυτά καθιστούν έναν πολύ σημαντικό παράγοντα μετάδοσης λοιμωδών νοσημάτων.

Πιο συγκεκριμένα, η αστικοποίηση και η επέκταση των πόλεων και του αστικού δικτύου τους συνάδει συχνά με την αύξηση της παραγωγής απορριμμάτων σε περιορισμένο γεωγραφικό χώρο, λόγω του αυξημένου πληθυσμού και των αυξημένων απαιτήσεών του ως προς αυτό το κομμάτι. Έτσι λοιπόν, λόγω του όγκου των απορριμμάτων αλλά και της λογιστικής δυσκολίας μετακίνησής του σε χώρους υγειονομικής ταφής (ΧΥΤΑ) και επεξεργασίας απορριμμάτων από τα σημεία παραγωγής τους και συλλογής τους (πόλεις) σε πολύ απομακρυσμένες περιοχές, οι αρμόδιες αρχές τείνουν να εναποθέτουν τα στερεά απόβλητα των πόλεων σε σχετικά

κοντινές αποστάσεις από αυτές. Αυτό το πρόβλημα οξύνεται καθώς έχει παρατηρηθεί παγκοσμίως το φαινόμενο κατά το οποίο ζώα μεταναστεύουν σε καθημερινή, σχεδόν, συχνότητα μεταξύ των χώρων αυτών και κοντινών πόλεων και ανθρώπινων κοινοτήτων, με χαρακτηριστικό παράδειγμα τα πτηνά καθώς αυτά είναι ικανά να καλύψουν μεγάλες αποστάσεις σε μικρό χρονικό διάστημα και έρχονται σε στενή επαφή με τους ανθρώπους. Βέβαια, αξίζει να αναφερθεί ότι παρ' όλο που ορισμένα ζώα έχουν παρατηρηθεί να έχουν μεταναστευτική ροή από αυτές τις δύο τοποθεσίες, υπάρχουν και άλλα που προτιμούν να εγκαθίστανται στους χώρους υγειονομικής ταφής και επεξεργασίας απορριμμάτων, ή και να παρουσιάζουν συνδυασμό των δύο συμπεριφορών. Για παράδειγμα, παρ' όλο που τα τρωκτικά μεταναστεύουν μεταξύ των δύο περιοχών, τείνουν να εγκαθίστανται σε χώρους υγειονομικής ταφής απορριμμάτων και επεξεργασίας τους. Τα παραπάνω, αποτελούν επιπρόσθετα προβλήματα στη Δημόσια Υγεία καθώς έρχονται τα ζώα όχι μόνο σε επαφή μεταξύ τους, αλλά και με σωρούς άλλων ζώων που είτε απορρίφθηκαν σε αυτούς τους χώρους, είτε πέθαναν σε αυτούς.

Ταυτόχρονα, η στενή επαφή ορισμένων ανθρώπινων ομάδων, όπως για παράδειγμα οι εργαζόμενοι και οι τυχόν ρακοσυλλέκτες, τόσο με τους χώρους υγειονομικής ταφής και επεξεργασίας απορριμμάτων όσο και με τα προαναφερόμενα ζώα καθιστά δυνατή τη μετάδοση ζωνοσόων ή ακόμα και την προσπέραση των βιολογικών φραγμών ορισμένων μικροοργανισμών ή ιών. Τέλος, κατά την επεξεργασία και την αποσύνθεση των απορριμμάτων παράγεται βιοαεροζόλ, το οποίο έχει την ικανότητα – και τη πιθανότητα – να μολύνει τις προαναφερόμενες ομάδες (προσωπικό, ρακοσυλλέκτες, μετακινούμενα ζώα) αλλά και να επεκταθεί σε και στις γύρω περιοχές μέσω ορισμένων κλιματικών παραγόντων (π.χ. άνεμος) (Zhang et al., 2022).

Υγρά απόβλητα και εγκαταστάσεις επεξεργασίας υδάτινων πόρων

Μαζί με τα στερεά απορρίμματα, τα υγρά απόβλητα έχουν και αυτά την ικανότητα να απειλήσουν τη Δημόσια Υγεία με ποικίλους τρόπους.

Αρχικά τα υγρά απόβλητα, οι εγκαταστάσεις επεξεργασίας τους και οι εγκαταστάσεις επεξεργασίας υδάτινων πόρων παρουσιάζουν παρόμοια, σχετικά, προβλήματα με αυτά των απορριμμάτων. Ένα από αυτά είναι η αυξημένη ζήτηση νερού (ανθρώπινης κατανάλωσης και βιομηχανικής χρήσης) σε συνδυασμό με την αυξημένη παραγωγή υγρών αποβλήτων σε περιορισμένες περιοχές και χρονικά διαστήματα. Επίσης, οι εργαζόμενοι, είτε σε εγκαταστάσεις επεξεργασίας υγρών αποβλήτων είτε σε εγκαταστάσεις επεξεργασίας νερού, έρχονται σε παρατεταμένη επαφή με απόβλητα είτε αυτά πρόκεινται για λύματα είτε αυτά πρόκεινται ρύπους που περισυλλέγονται κατά την επεξεργασία του νερού. Εδώ να αναφερθεί ότι το βιοαεροζόλ, μαζί με άλλα ενδεχομένως παθογόνα, είναι δυνατόν να συντεθούν σε δεξαμενές επεξεργασίας υγρών αποβλήτων.

Γενικότερα, όμως, τα υγρά απόβλητα και το νερό στις αντίστοιχες μονάδες επεξεργασίας τους τείνουν να είναι στάσιμα σε κάποια στάδια της επεξεργασίας τους,

με αποτέλεσμα να καθιστούνται ιδανικοί χώροι αναπαραγωγής, διαβίωσης και ενίοτε τροφής ορισμένων διαβιβαστών παθογόνων μικροοργανισμών ή ιών. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η αύξηση των κρουσμάτων σχιστοσωμιάσης μετά την κατασκευή φραγμάτων, όπως συνέβη στην Αίγυπτο και στη Γουινέα. Παράλληλα, έχει παρατηρηθεί ότι τα κουνούπια *ninax* και *aedes* προσελκύονται από τα υγρά απόβλητα και τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας τους (Zhang et al., 2022). Επίσης, κατά την πανδημία του Covid-19 μια πολύ διαδεδομένη τεχνική για τον γενικότερο υπολογισμό των κρουσμάτων της ασθένειας σε μια πόλη ήταν η μέτρηση του αριθμού των ιών SARS-CoV-2 και των υπολειμμάτων του στα υγρά απόβλητα της εκάστοτε πόλης ή κοινότητας (Zhang et al., 2022) (Tsagkaris et al., 2021).

ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ ΚΑΙ ΜΕΣΑ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗΣ ΔΙΚΤΥΩΣΗΣ

Το διαδίκτυο και τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης έχουν αποκτήσει πλέον κεντρικό ρόλο στη ζωή και στη καθημερινότητά μας, με αποτέλεσμα να έχουν την ικανότητα να επηρεάζουν όλες τις πτυχές της ανθρώπινης δραστηριότητας.

ΤΑΣΕΙΣ ΣΤΑ ΚΟΙΝΩΝΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ ΚΑΙ ΔΗΜΟΤΙΚΟΤΗΤΑ

Έχει παρατηρηθεί ότι ταυτόχρονα με την αύξηση της δημιουργίας «τάσεων» στα κοινωνικά δίκτυα (viral posts) και την κοινοποίηση νέων ειδών σε αυτά, είτε από επιστημονικούς οργανισμούς – είτε από τους προσωπικούς λογαριασμούς των επιστημόνων – αυξάνει τη ζήτηση των αντίστοιχων ζώων για κατοικίδια. Αυτό γίνεται είτε επειδή επηρεάζονται οι μέσοι χρήστες των κοινωνικών δικτύων, είτε επειδή οι ίδιοι οι παραγωγοί περιεχομένου/διαδικτυακές προσωπικότητες έχουν οικονομικό κέρδος όταν συμπεριλαμβάνουν στις αναρτήσεις τους δημοφιλή είδη ζώων – εκ των οποίων κάποια ανήκουν στην κατηγορία των εξωτικών κατοικίδιων και πολλές φορές δεν είναι ενημερωμένοι ως προς το είδος της φροντίδας που απαιτούν (Mozer & Prost, 2023) (Siriwat & Nijiman, 2018) (Carvalho et al., 2023).

Ταυτόχρονα, υπάρχει και μια συγκεκριμένη κατηγορία αναρτήσεων στα κοινωνικά δίκτυα, συγκεκριμένα αυτή της κακοποίησης των ζώων. Πιο συγκεκριμένα, αυτού του είδους το περιεχόμενο τείνει να καταλήγει στον τραυματισμό ή ακόμα και στο θάνατο των – συνήθως προηγούμενως κακοποιημένων – ζώων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τόσο τα ζώα τα ίδια, όσο και οι κακοποιητές τους και άλλα ζώα που (είτε τα ίδια, είτε τα πτώματά τους) έρχονται σε επαφή μεταξύ τους και με το περιβάλλον, με αποτέλεσμα να αυξάνονται οι πιθανότητες μετάδοσης λοιμωδών νοσημάτων μεταξύ των ατόμων. Επίσης, συχνά τα αποθανόντα ζώα αντικαθαστούνται από τους κακοποιητές τους με άλλα του ίδιου είδους ή ακόμα και με πιο σπάνια, με αποτέλεσμα να υποστηρίζεται το λαθρεμπόριο άγριας ζωής. Τέλος, η δημοτικότητα και η θέαση αυτού του οπτικοακουστικού υλικού μπορεί να προτείνει αντίστοιχη κακοποίηση των ζώων από το κοινό τους (Carvalho et al., 2023).

ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗ ΚΟΙΝΟΥ ΚΑΙ ΛΑΘΡΕΜΠΟΡΩΝ ΚΑΙ ΔΗΜΟΤΙΚΟΤΗΤΑ

Αρχικά, τα κοινωνικά δίκτυα επηρεάζουν τη λαθροθηρία μέσω της διάχυσης γνώσης και της αύξησης της δημοτικότητας ορισμένων ειδών, γεγονός όπου μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τους λαθροθήρες ή και τους λαθρεμπόρους. Για παράδειγμα, η δημιουργία «τάσεων» στα κοινωνικά δίκτυα τείνει να αυξάνει τη ζήτηση διαφόρων ειδών για κατοικίδια – είτε από τους παραγωγούς περιεχομένου (influencers) για την περαιτέρω προώθηση του λογαριασμού τους και την αύξηση του εισοδήματός τους το οποίο μπορεί να ανέρχεται στις χιλιάδες ή ακόμα και δεκάδες χιλιάδες ευρώ ανά λογαριασμό σε κοινωνικά δίκτυα, είτε από το κοινό τους – και επομένως οι παράγοντες αυτού του εγκλήματος γνωρίζουν ποια είδη προτιμούνται από τους αγοραστές και άρα θα αποδώσουν μεγαλύτερο οικονομικό όφελος. Ταυτόχρονα είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν, είτε από τους λαθροθήρες είτε από τους διακινητές, πληροφορίες που έχουν κοινοποιηθεί από λογαριασμούς επιστημόνων ή οργανισμών σχετικά με τα χαρακτηριστικά κάποιων οργανισμών, ή σχετικά με την ανακάλυψη νέων ειδών (αυτό κυρίως έχει να κάνει με έντομα και αρθρόποδα) (Mozer & Prost, 2023) (Siriwat, Nekaris & Nijiman, 2019) (Siriwat & Nijiman, 2018) (Carvalho et al., 2023) (Astorga et al., 2023). Επίσης, έχει παρατηρηθεί ότι η αύξηση ενημερωτικού οπτικοακουστικού υλικού σχετικά με παγίδες έχει συμβάλει στην αύξηση της λαθροθηρίας, και πιο συγκεκριμένα στην νοτιο-ανατολική Ασία (Mozer & Prost, 2023).

ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΙ ΤΩΝ ΜΕΣΩΝ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗΣ ΔΙΚΤΥΩΣΗΣ ΩΣ ΣΗΜΕΙΟ ΠΩΛΗΣΗΣ

Επιπλέον, τα κοινωνικά δίκτυα – και γενικότερα το διαδίκτυο – αποτελούν ένα σημαντικό κομμάτι για το λαθρεμπόριο, πέρα της αύξησης της δημοτικότητας ορισμένων ειδών. Πιο συγκεκριμένα, λειτουργούν ως ένα επιπρόσθετο «σημείο πώλησης» και διακίνησης, όπου οι λαθρέμποροι χρησιμοποιούν είτε δικές τους ιστοσελίδες, είτε ακόμα και λογαριασμούς ή «ομάδες» σε πλατφόρμες και σε κοινωνικά δίκτυα – κάτι που έχει αυξηθεί ραγδαία μετά την πανδημία του COVID-19. Γενικότερα όμως το διαδίκτυο, και ιδιαίτερα τα κοινωνικά δίκτυα, έχουν χαρακτηριστικά τα οποία είναι ευνοϊκά για την πώληση οποιαδήποτε παράνομου αγαθού, όπως η ανωνυμία, τα κενά στη νομοθεσία τόσο ανάμεσα σε διάφορες χώρες για ηλεκτρονικό εμπόριο όσο και γενικότερα για τις νέες τεχνολογίες, η ευκολία, η αμεσότητα, το μεγαλύτερο εύρος αγοραστικού κοινού, η αυξημένη ταχύτητα πώλησης, κ.α. (Mozer & Prost, 2023) (Siriwat & Nijiman, 2018) (Siriwat, Nekaris & Nijiman, 2019) (Siriwat & Nijiman, 2018) (Carvalho et al., 2023). Σε κάποιες περιπτώσεις βρέθηκε ότι η αγορά προστατευόμενων ειδών μέσω κοινωνικών δικτύων δεν ήταν μόνο εύκολη, αλλά μάλιστα διαφημιζόταν ότι τα εν λόγω είδη έχουν χαρακτηριστεί ως προστατευόμενα ενώ ταυτόχρονα υπήρχε ελάχιστη έως ανύπαρκτη επιτήρηση από τις αρμόδιες αρχές (Siriwat, Nekaris & Nijiman, 2019) (Siriwat & Nijiman, 2018). Βέβαια, έχει παρατηρηθεί ότι οι προσπάθειες των αρχών να καταπολεμήσουν αυτό το πρόβλημα έχει οδηγήσει τους λαθρέμπορους να μετατοπίσουν τις δραστηριότητές τους, από απροκάλυπτα δημόσια σχόλια ή αναρτήσεις σε προσωπικά μηνύματα (Siriwat & Nijiman, 2018).

Σε έρευνες που διεξήχθησαν για το λαθρεμπόριο άγριας ζωής σε κοινωνικά δίκτυα (Facebook) βρέθηκε ότι τα εισαγόμενα είδη τείνουν να έχουν μεγαλύτερη ζήτηση και να κοστολογούνται πιο ακριβά σε σχέση με παρόμοια τοπικά είδη, ενώ μάλιστα παρουσίαζαν και μεγαλύτερη ζήτηση από τους αγοραστές. Γενικότερα, βρέθηκε ότι η τιμή αυξανόταν ανάλογα με τη σπανιότητα του είδους, την ηλικία το ζώου (τα μικρά σε ηλικία ζώα βρέθηκε ότι είχαν μεγαλύτερη τιμή πώλησης, ενώ τα νεογέννητα σπάνιζαν), το κατά πόσο «χαριτωμένο» είναι και το αν το εκάστοτε είδος βρίσκεται υπό προστασία ή/και είναι απειλούμενο με εξαφάνιση. Αυτό το γεγονός έχει τη δυνατότητα να προκαλέσει έναν φαύλο κύκλο, όπου τα σπανιότερα είδη αιχμαλωτίζονται με μεγαλύτερους ρυθμούς από μη ευκαιριακούς λαθροθήρες καθώς μπορούν να πωληθούν σε μεγαλύτερες τιμές μειώνοντας τον άγριο πληθυσμό του είδους, το οποίο αυξάνει την τιμή του κοκ, ο οποίος μπορεί να οδηγήσει και στην τοπική ή ακόμα και παγκόσμια εξαφάνιση του είδους (Siriwat, Nekaris & Nijiman, 2019) (Siriwat & Nijiman, 2018).

Στην περίπτωση των λοιμωδών νόσων, το λαθρεμπόριο μέσω διαδικτύου και πιο συγκεκριμένα μέσω των μέσων κοινωνικής δικτύωσης σημαίνει ότι τα είδη προς πώληση δεν έχουν τα απαραίτητα πιστοποιητικά υγείας και δεν υπάρχει διαφάνεια ως προς τη νομιμότητά τους από τους πωλητές (παραδοσιακό λαθρεμπόριο), αλλά ταυτόχρονα παρατηρούνται και φαινόμενα παραπληροφόρησης από τους πωλητές σχετικά με τις ανάγκες των ζώων και τα ποσοστά θνητότάς τους, με αποτέλεσμα να αυξάνονται οι πιθανότητες εξάπλωσης πιθανών ζωονόσων ή ακόμα και εισαγωγή νέων παθογόνων στο ευρύτερο οικοσύστημα στις περιπτώσεις που τα ζώα είναι εισαγόμενα (Siriwat, Nekaris & Nijiman, 2019).

ΣΚΟΤΕΙΝΟΣ ΙΣΤΟΣ (DARK WEB)

Ως προς τα εξωτικά κατοικίδια και το λαθρεμπόριο άγριας ζωής, έρευνες δείχνουν ότι δεν είναι αναγκαίο να προσφύγουν οι λαθρέμπορες και οι αγοραστές στο σκοτεινό ιστό, καθώς μπορούν να διεξάγουν τις δραστηριότητές τους στον με λίγη ή και καθόλου αστυνόμευση, ή με μικρή πιθανότητα ιστό επιφανείας προσαγωγής και με μικρές ποινές (Siriwat & Nijiman, 2018) (Ewart et al., 2020) (Mozer & Prost, 2023) (Siriwat, Nekaris & Nijiman, 2019). Βέβαια, έχει παρατηρηθεί ότι αυτή η τάση αλλάζει καθώς όσο γίνονται έφοδοι από τις αστυνομικές αρχές ανά τον κόσμο, τόσο τείνουν οι λαθρέμπορες άγριας ζωής να χρησιμοποιούν πιο συγκαλυμμένες τεχνικές πώλησης (Siriwat, Nekaris & Nijiman, 2019). Ένα εργαλείο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί κατά τη διενέργεια αυτών των ερευνών είναι οι ιχνηλάτες ιστοχώρου (web crawlers), αλγόριθμοι που «διαβάζουν» και συλλέγουν ιστοσελίδες σε όλο το διαδίκτυο (επιφανειακός και σκοτεινός ιστός) (Kokolaki et al., 2020)

ΤΟΥΡΙΣΜΟΣ

ΤΟΥΡΙΣΜΟΣ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ

Ένα αναδυόμενο είδος τουρισμού που θέτει σε κίνδυνο τόσο το περιβάλλον, αλλά και τους οργανισμούς που ζουν μέσα σε αυτό είναι ο τουρισμός ο οποίος έχει ως σκοπό τη δημιουργία διαδικτυακού περιεχομένου.

Επίσης επηρεάζει και τη βιοποικιλότητα ενός οικοσυστήματος καθώς οι παραγωγοί διαδικτυακού περιεχομένου, στην προσπάθειά τους να δημιουργήσουν μια ανάρτηση που θα αυξήσει τη δημοτικότητά τους και ταυτόχρονα θα τους επιφέρει οικονομικό όφελος, έρχονται σε στενή επαφή με άγρια ζώα είτε στα φυσικά τους περιβάλλοντα, είτε υπό αιχμαλωσία. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να αυξάνεται η συχνότητα επαφής μεταξύ αυτών των ζώων και των ανθρώπων, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η πιθανότητα μετάδοσης ζωνόσων. Το πρόβλημα οξύνεται όταν τέτοια βίντεο γίνονται «τάσεις» (viral) και άλλοι παραγωγοί περιεχομένου προσπαθούν να απομιμηθούν το αρχικό βίντεο, όπου όχι μόνο δεν αυξάνονται οι επαφές αλλά μπορεί να αλλοιωθεί ο βióτοπος των εν λόγω ζώων και να προωθηθεί το λαθρεμπόριο και η κακοποίησή τους (Carvalho et al., 2023).

ΥΠΕΡΤΟΥΡΙΣΜΟΣ

Το διαδίκτυο και τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης αποτελούν έναν κύριο παράγοντα που επηρεάζει τον τουρισμό, και πιο συγκεκριμένα τον υπερτουρισμό. Πιο συγκεκριμένα, οι δημιουργοί περιεχομένου τείνουν να ταξιδεύουν με σκοπό είτε να αναπαράγουν είδη αναρτήσεων που είναι ήδη αναγνωρίσιμα στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης, είτε να δημιουργήσουν αντίστοιχες δικές τους αναρτήσεις (Carvalho et al., 2023).

ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ ΚΑΙ ΛΟΙΜΩΔΗ ΝΟΣΗΜΑΤΑ

Η κλιματική αλλαγή είναι στενά συνδεδεμένη με τη μετάδοση των λοιμωδών νοσημάτων. Δύο από τους βασικούς τρόπους όπου γίνεται αυτό είναι η επέκταση των τροπικών από μικρότερα σε μεγαλύτερα γεωγραφικά πλάτη και το λιώσιμο των παγετώνων και την απόψυξη του μόνιμα παγωμένου εδάφους σε – κυρίως – περιοχές που βρίσκονται κοντά στους πόλους. Αυτό, βέβαια, δε σημαίνει ότι δεν έχει παρατηρηθεί ότι η κλιματική αλλαγή δεν είναι υπεύθυνη και για την αύξηση των περιστατικών και άλλων ασθενειών που δεν αποτελούν τροπικά νοσήματα (παραμελημένα ή μη) ή μικροοργανισμούς και ιούς που βρίσκονται στο Μόνιμα Παγωμένο Έδαφος, όπως οι νοροϊώσεις και οι κρυπτοσποριδιώσεις (Tsagkaris et al., 2021).

ΕΠΕΚΤΑΣΗ ΤΩΝ ΤΡΟΠΙΚΩΝ ΚΑΙ (ΠΑΡΑΜΕΛΗΜΕΝΑ) ΤΡΟΠΙΚΑ ΝΟΣΗΜΑΤΑ

ΕΠΕΚΤΑΣΗ ΤΡΟΠΙΚΩΝ

Οι τροπικές περιοχές καταλαμβάνουν σήμερα περίπου το σαράντα τοις εκατό της επιφάνειας της Γης. Εκεί κατοικεί το μισό σχεδόν του πληθυσμού της Γης και

αντιπροσωπεύεται περισσότερο από το 80% της βιοποικιλότητας του πλανήτη. Στους τροπικούς βρίσκεται επίσης η πλειοψηφία των ενδημικών φυτών και είναι συνήθως προσαρμοσμένα στις συγκεκριμένες κλιματικές συνθήκες που βρίσκονται εκεί. Γι' αυτό το λόγο, οι συνέπειες μιας επέκτασης των τροπικών και υποτροπικών ζώνες είναι τεράστιες και τα αποτελέσματα θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε μια ποικιλία κοινωνικών, οικονομικών και περιβαλλοντικών επιπτώσεων που μπορούν να επιδράσουν και στην υγεία (Isaac & Turton, 2014)

ΤΡΟΠΙΚΑ ΝΟΣΗΜΑΤΑ

Τροπικά νοσήματα θεωρείται εκείνα που είναι αυτόχθονα σε τροπικές ή υποτροπικές περιοχές του κόσμου ή που εμφανίζονται κυρίως σε αυτές. Κάποια από αυτά είχαν πολύ ευρύτερη γεωγραφική κατανομή, η βελτίωση όμως των συνθηκών διαβίωσης και του βιοτικού επιπέδου τις περιόρισε σε περιοχές χαμηλού και μέσου εισοδήματος της Αφρικής, της Ασίας και της Ν. Αμερικής. Στις τροπικές ασθένειες περιλαμβάνονται ασθένειες όπως ελονοσία, χολέρα, ασθένεια Chagas, αιμορραγικοί πυρετοί (Ebola, Marburg, Lassa), κίτρινος πυρετός, δάγκειος πυρετός, Chikungunya, πανώλη (Βασσάλου, 2022)

Η φυματίωση, η ελονοσία και το HIV/AIDS, θεωρήθηκαν ως οι "μεγάλες τρεις" ("Big Three") μολυσματικές ασθένειες (BTIDs). Με τις περισσότερες λοιμώξεις και θανάτους κάθε χρόνο, οι BTIDs έχουν αναγνωριστεί ως οι μεγαλύτερες πανδημίες στον κόσμο (Makam, 2021)

ΠΑΡΑΜΕΛΗΜΕΝΑ ΤΡΟΠΙΚΑ ΝΟΣΗΜΑΤΑ

Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας, τα παραμελημένα τροπικά νοσήματα είναι μια κατηγορία από – κυρίως μεταδιδόμενα – νοσήματα τα οποία απαντώνται ως επί των πλείστων σε περιοχές που έχουν τροπικό κλίμα, και πολλές φορές ευθύνονται για το στιγματισμό, τον κοινωνικό αποκλεισμό και την αναπηρία των ασθενών. Αυτές οι περιοχές τείνουν να είναι αγροτικές και επαρχιακές, με πληθυσμούς χαμηλού κοινωνικοοικονομικού επιπέδου, με χαμηλή έως ανύπαρκτη πρόσβαση σε καθαρό νερό, ασφαλές τροφή, ιατροφαρμακευτική περίθαλψη, κτλ. Ταυτόχρονα, η έρευνα και η συντονισμένη δράση των αρχών εναντίον τους θεωρείται ανεπαρκής – ιδιαίτερα σε σχέση με άλλα πιο διαδεδομένα νοσήματα. Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας συγκαταλέγει στα παραμελημένα τροπικά νοσήματα τα παρακάτω είκοσι:

1. Έλκος Buruli
2. Αμερικανική τρυπανοσωμίαση (Chagas) και Αφρικανική τρυπανοσωμίαση (Human African trypanosomiasis)
3. Δάγκειος πυρετός και πυρετός chikungunya
4. Εχινοκοκκίαση
5. Τροφιμογενείς λοιμώξεις από τρηματώδεις έλμινθες
6. Λεϊσμανίαση
7. Λέπρα
8. Λεμφατική φιλαρίαση και Ογκοσερκίαση
9. Μυκήτωμα
10. Χλωροβλαστομύκωση

- | | |
|--|---|
| 11. Νόμα | 16. Δρακουνκουλίαση |
| 12. Λύσσα | 17. Δηλητηρίαση από δάγκωμα
φιδιού (δεν προκαλείται από και
ούτε είναι μεταδοτικό νόσημα) |
| 13. Ψώρα και λοιπές
εκτοπαρασιτώσεις | 18. Ταινίαση/ κυστικέρκωση |
| 14. Σχιστοσωμιάσεις | 19. Τράχωμα |
| 15. Ελμινθιάσεις από έλμινθες
μεταδιδόμενες από το έδαφος
(soil-transmitted helminthiasis) | 20. Yaws (ενδημική
τρεπονεμάτωση) |

Η δράση του ΠΟΥ για τον έλεγχο, την πρόληψη, τον έλεγχο και την εξάλειψη των παραμελημένων τροπικών νοσημάτων βασίζεται στον «Οδικό Χάρτη των παραμελημένων τροπικών νοσημάτων για το 2021-2030» (NTD road map for 2021-2030) ο οποίος απομακρύνεται από τα κάθετα προγράμματα αντιμετώπισης των λοιμώξεων και στηρίζεται σε ολοκληρωμένες εγκάρσιες προσεγγίσεις. Στόχος είναι να διευκολυνθεί η συντονισμένη κλιμάκωση των βασικών παρεμβάσεων μέσω προσεγγίσεων δημόσιας υγείας, όπως η προληπτική χημειοθεραπεία, η διαχείριση ατομικών περιπτώσεων, ο έλεγχος των φορέων, η κτηνιατρική δημόσια υγεία και το νερό, η υγιεινή και η υγιεινή (WASH) (World Health Organization, 2024b)

ΕΠΕΚΤΑΣΗ ΤΡΟΠΙΚΩΝ

Η επέκταση των τροπικών είναι ένα φαινόμενο το οποίο προκαλείται από την υπερθέρμανση του πλανήτη και την κλιματική αλλαγή. Καθ' αυτό, οι περιοχές οι οποίες έχουν τροπικό ή υποτροπικό κλίμα επεκτείνονται όλο και περισσότερο προς τους πόλους. Από τις πιο γνωστές περιπτώσεις αποτελεί το μεσογειακό κλίμα το οποίο επηρεάζεται άμεσα από την κλιματική αλλαγή, κυρίως μέσω της μείωσης των βροχοπτώσεων και την αύξηση της μέσης θερμοκρασίας νοσημάτων (Zhang et al., 2022; Dickinson & Ramalho, 2022).

Αυτή η επέκταση καθιστά όλο και περισσότερες περιοχές κατάλληλες για τη μετανάστευση διαβιβαστών ορισμένων μεταδιδόμενων νοσημάτων, από τα οποία πολλά ανήκουν στην κατηγορία των παραμελημένων τροπικών νοσημάτων (Zhang et al., 2022) (Mohammadi et al., 2022). Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η αύξηση των κουνουπιών σε σχέση με την αύξηση των περιστατικών παραμελημένων τροπικών νοσημάτων σε βορειότερες περιοχές (στο βόρειο ημισφαίριο), όπως για παράδειγμα ο κίτρινος πυρετός, η ελονοσία, ο Δάγκειος πυρετός και ο ιός του Δυτικού Νείλου, καθώς οι διαβιβαστές τους είναι αρκετά ευαίσθητοι στις αλλαγές του κλίματος (Andriopoulos et al., 2013) (Mohammadi et al., 2022) (Zhang et al., 2022). Τον κώδωνα του κινδύνου κρούει, επίσης, και το περιστατικό αυτόχθονης τανγκίασης στην Ιταλία, καθώς το παθογόνο που την προκαλεί (ψύλλος της άμμου – *Tunga penetrans*) απαντάται μόνο σε Αφρικανικές χώρες (Dialynas et al., 2009).

Ένα από τα πιο γνωστά αποτελέσματα της κλιματικής αλλαγής είναι η υπερθέρμανση του πλανήτη, η οποία προκαλεί με τη σειρά της το λιώσιμο των παγετώνων και την απόψυξη του μονίμως παγωμένου εδάφους παγκοσμίως, και επομένως την απελευθέρωση των βιοτικών παραγόντων που περιέχονται σε αυτά (Zhang et al., 2022). Ταυτόχρονα, έχει βρεθεί ότι οι εργαστηριακές έρευνες και μελέτες είναι ικανές να αναγνωρίζουν μόνο τα άμεσα αποτελέσματα του λιώσιματος και της απόψυξης αυτών των περιοχών, αντίστοιχα, οπότε είναι σημαντική η διεπιστημονική μελέτη αυτού του προβλήματος (Doherty et al., 2020).

ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ ΚΑΙ ΜΟΝΙΜΑ ΠΑΓΩΜΕΝΟ ΕΔΑΦΟΣ

Η κλιματική αλλαγή είναι ο κύριος παράγοντας που επηρεάζει το μόνιμα παγωμένο έδαφος, κυρίως μέσω της απόψυξής του. Πιο συγκεκριμένα, η αυξημένη ατμοσφαιρική θερμοκρασία σε συνδυασμό με τη μείωση της χιονόπτωσης δημιουργεί κύκλους ψύξης και απόψυξης στα συγκεκριμένα σημεία της Γης – είτε αυτά βρίσκονται κοντά ή στους πόλους είτε βρίσκονται σε αυξημένο υψόμετρο. Το γεγονός αυτό από μόνο του δεν θα δημιουργούσε κάποιο ιδιαίτερο πρόβλημα στην παγκόσμια Δημόσια Υγεία εάν το μόνιμα παγωμένο έδαφος και οι παγετώνες αποτελούνταν μόνο από υγρασία και αβιοτικούς παράγοντες, αλλά έχει βρεθεί πληθώρα μικροοργανισμών (βακτήρια, μύκητες και αρχαία) και ιών που βρίσκονται παγιδευμένοι σε αυτό για εκατομμύρια χρόνια. Για παράδειγμα, βρέθηκε τα παθογόνα που προέρχονται από δείγματα από την ότι στην Αλάσκα έχουν ηλικία έως και 38.500 YBP, ενώ σε αντίστοιχες έρευνες που διεξάχθηκαν στο μόνιμα παγωμένο έδαφος της Σιβηρίας βρέθηκαν δείγματα ηλικίας έως και 32.000 YBP (Barbato et al., 2022) (Bellemain et al., 2013). Αυτοί οι βιοτικοί παράγοντες μπορεί να είναι είτε πρωτοφανείς για την ανθρωπότητα (π.χ. *Mollivirus sibericum* και *Pithovirus sibericum*), είτε να είναι ήδη γνωστοί (π.χ. βάκιλος του άνθρακα) (Da Silva et al., 2022) (Legendre et al., 2015).

Το πρόβλημα έγκειται στο γεγονός ότι η παλαιότερα η απόψυξη του μονίμως παγωμένου εδάφους γινόταν μόνο εποχιακά, και μάλιστα όχι στην πληρότητά του. Σήμερα, όμως, αυτή η διαδικασία πραγματοποιείται με ολοένα και γρηγορότερους ρυθμούς σε όλο και μεγαλύτερη γεωγραφική έκταση, ενώ οι χιονοπτώσεις γίνονται γενικότερα πιο σπάνιες και η διάρκειά τους μειώνεται (Kim et al., 2022) (Perez-Mon et al., 2022). Για παράδειγμα, ως προς το μόνιμα παγωμένο έδαφος λόγω γειννίας με τους πόλους η μέση θερμοκρασία στην Αλάσκα ανεβαίνει με σχεδόν διπλάσια ταχύτητα σε σχέση με τον υπόλοιπο κόσμο, ενώ ως προς το μόνιμα παγωμένο έδαφος λόγω υψομέτρου η αύξησή του στις Άλπεις είναι πιο έντονη σε σχέση με τα βουνά του υπόλοιπου κόσμου (Sannino et al., 2021) (Kim et al., 2022). Επίσης, το αλπικό μόνιμα παγωμένο έδαφος φαίνεται να είναι πιο επιρρεπές στην απόψυξή του και την επαφή του μικροβιώματός του με άλλους οργανισμούς σε σχέση με το πολικό μόνιμα παγωμένο έδαφος (Perez-Mon et al., 2022).

Έτσι, ενεργοποιούνται και απελευθερώνονται αυτοί οι μικροοργανισμοί και ιοί στο περιβάλλον, όπου μπορούν να βρουν θρεπτικά συστατικά και ξενιστές με αποτέλεσμα αυτοί οι αρχαίοι μικροοργανισμοί να έχουν τη δυνατότητα να εγκατασταθούν σε σημερινά οικοσυστήματα. Αυτοί οι ξενιστές συχνά είναι πτηνά, καθώς έχουν την ικανότητα να καλύπτουν μεγάλες αποστάσεις σε μικρό χρονικό διάστημα και η συχνότητα των διαδρομών τους, τα μοτίβα μετανάστευσής τους και η γενικότερη υγεία τους επηρεάζεται από την κλιματική αλλαγή (Perez-Mon et al., 2022) (de Sousa et al., 2017) (Kim et al., 2022) (Zhang et al., 2022) (Da Silva et al., 2022) (Bellemain et al., 2013).

ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΜΟΝΙΜΩΣ ΠΑΓΩΜΕΝΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

Το μόνιμα παγωμένο έδαφος φαίνεται να έχει μεγάλο βαθμό βιοποικιλότητας, όμως δεν είναι γνωστή η πλήρης έκτασή της καθώς συνέχεια ανακαλύπτονται νέοι μικροοργανισμοί και ιοί σε αυτό.

Ανάλογα με την περιοχή υπάρχουν διαφορές στη βιολογική σύσταση του μόνιμως παγωμένου εδάφους, χωρίς όμως αυτό να σημαίνει ότι αυτές οι διαφορές είναι μεγάλες. Στο Σβάλμπαρντ της Νορβηγίας, οι πιο συχνά ευρισκόμενοι μικροοργανισμοί είναι οι μύκητες και τα φύλα που βρίσκονται με τη μεγαλύτερη συχνότητα τείνουν να είναι *Acidobacteria*, *Proteobacteria*, *Verrucomicrobia*, αλλά κυρίως *Actinobacteria* (Muller et al., 2018). Αντιθέτως, στην Αλάσκα των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής έρευνες έχουν δείξει ότι οι πιο κοινοί μικροοργανισμοί του μόνιμως παγωμένου εδάφους είναι τα βακτήρια, με πιο ομοταξίες να είναι οι *Bacilli*, *Alphaproteobacteria*, *Betaproteobacteria*, *Clostridia* και *Actinobacteria*, ακολουθούμενα από τα αρχαία και τους μύκητες (Barbato et al., 2022). Ταυτόχρονα, στο Αμπίσκο της Σουηδίας και στο μόνιμα παγωμένο έδαφος της Ελβετίας φαίνεται υπάρχει ισότιμη κατανομή των μικροοργανισμών και των ιών συνολικά σε όλα τα στρώματά του. Σε κάθε περίπτωση, όμως, φαίνεται ότι κατά την απόψυξη του μόνιμως παγωμένου εδάφους επικρατούν οι μύκητες έναντι των βακτηρίων και των αρχαίων (Perez-Mon et al., 2022) (Doherty et al., 2020) (Muller et al., 2018).

Όμως, όπως υπάρχουν διαφορές ανάμεσα στην κατανομή των μικροοργανισμών στο μόνιμα παγωμένο έδαφος ανά τον κόσμο, έτσι και υπάρχουν διαφορές και στην αναλογία των ειδών ανά βασίλειο. Για παράδειγμα, οι μύκητες του γένους *Penicillium* είναι οι πιο πολυπληθέστεροι και έχουν τη μεγαλύτερη διασπορά από κάθε άλλο μύκητα στην Ανταρκτική, αλλά η πιο κοινή συνομοταξία μυκήτων στη Σιβηρία της Ρωσίας ήταν οι *Ascomycetes* (77.7%), ακολουθούμενοι από τους *Basidiomycetes* (3.8%) και *Mucormycotina* (1.1%) (da Silva et al., 2022) (Bellemain et al., 2013) Επίσης, να αναφερθεί ότι μεγάλο κομμάτι των μυκήτων που βρέθηκαν σε δείγματα από τη Σιβηρία της Ρωσίας ήταν μύκητες φυτών, με μικρότερη συχνότητα να ανευρίσκονται οι μύκητες των εντόμων και οι υδάτινοι μύκητες (Bellemain et al., 2013).

ΣΥΝΥΠΑΡΞΗ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ ΚΑΙ ΙΩΝ

Η βιοποικιλότητα του μονίμως παγωμένου εδάφους δεν επηρεάζεται μόνο από τον καθαρό αριθμό των κυττάρων που βρίσκονται σε αυτό, αλλά και από το ποσοστό του κάθε βασιλείου (ιοί, αρχαία, μύκητες και βακτήρια) και στις αναλογίες που βρίσκονται σε αυτό. Πιο συγκεκριμένα, η γνώση της συχνότητας συνύπαρξης των μικροοργανισμών είναι πολύ σημαντική για τη Δημόσια Υγεία, αφού μπορεί να χρησιμοποιηθεί για μελλοντική εποπτεία μελλοντικών επιδημιών. Αυτό μπορεί να εφαρμοστεί ακόμα και στην περίπτωση μικροοργανισμών και ιών οι οποίοι δεν έχουν τον άνθρωπο ως ξενιστή προς το παρόν, αλλά πιθανώς είτε έχουν ήδη είτε μπορούν να αποκτήσουν ως ξενιστή ένα ζώο που διαβιεί κοντά στον άνθρωπο, και έτσι διαπεραστεί ο βιολογικός φραγμός του (Sannino et al., 2021) (Zhang et al., 2022).

	Βακτήρια	Μύκητες
Βακτήρια	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> <i>Alfipia</i> μαζί με <i>Achromobacter</i>, <i>Cutibacterium</i>, <i>Arenimonas</i>, <i>Lawsonella</i>, <i>Stenotrophomonas</i> ή <i>Haemophilus</i> <input type="checkbox"/> <i>Cutibacterium</i> μαζί με <i>Actinomyces</i>, <i>Lawsonella</i>, <i>Haemophilus</i>, <i>Rothia</i>, <i>Streptococcus</i> ή <i>Stenotrophomonas</i> <input type="checkbox"/> <i>Proteobacteria</i> μαζί με <i>Arthrobacter</i>, <i>Gaiella</i>, <i>Ilumatobacteraceae</i>, <i>Oryzihumus</i>, <i>Nocardioides</i> ή <i>Gemmatimonas</i> 	/
Μύκητες	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> <i>Candida</i> μαζί με <i>Afipia</i>, <i>Acinetobacter</i>, <i>Stenotrophomonas</i> ή <i>Haemophilus</i> <input type="checkbox"/> <i>Cystobasidium</i> μαζί με <i>Enhydrobacter</i>, <i>Afipia</i>, <i>Lawsonella</i>, <i>Stenotrophomonas</i>, <i>Serratia</i> ή <i>Streptococcus</i> <input type="checkbox"/> <i>Naganishia</i> μαζί με <i>Cutibacterium</i>, <i>Afipia</i>, <i>Enhydrobacter</i>, 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> <i>Cystobasidium</i> μαζί με <i>Alternaria</i>, <i>Vishniacozyma</i> ή <i>Candida</i> <input type="checkbox"/> <i>Exidia</i> μαζί με <i>Cladosporium</i> <input type="checkbox"/> <i>Herpotrichia</i> μαζί με <i>Exidia</i> ή <i>Cladosporium</i> <input type="checkbox"/> <i>Meyerozyma</i> μαζί με <i>Exidia</i> <input type="checkbox"/> <i>Naganishia</i> μαζί με <i>Cystobasidium</i>,

	<i>Lawsonella</i> , <i>Haemophilus</i> , <i>Rothia</i> , <i>Streptococcus</i> ή <i>Streptomonas</i> <input type="checkbox"/> <i>Acinetobacter</i> μαζί με <i>Vishniacozyma</i> ή <i>Alternaria</i>	<i>Candida</i> ή <i>Meyerozyma</i> <input type="checkbox"/> <i>Vishniacozyma</i> μαζί με <i>Alternaria</i>
--	--	---

Πίνακας 01: Συννόπαρξη στην ίδια τοποθεσία του μονίμως παγωμένου εδάφους βακτηρίων με βακτήρια, μυκήτων με μύκητες, και βακτηρίων με μύκητες στις Άλπεις (Sannino et al., 2021)

ΗΔΗ ΓΝΩΣΤΟΙ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΙΟΙ

Μεταξύ όλων των στρωμάτων του μονίμως παγωμένου εδάφους ανά τον κόσμο, έχουν βρεθεί τέσσερις κατηγορίες μικροοργανισμών: βακτήρια, μύκητες, ιοί και αρχαία – όπου κάποια από αυτά είναι γνωστά παθογόνα είτε για τους ανθρώπους, είτε για ζώα ή φυτά με τα οποία οι άνθρωποι έρχονται σε στενή επαφή μαζί τους (de Sousa et al., 2017).

Βακτήρια

Τα βακτήρια αποτελούν μία από τις συχνά απαντώμενες κατηγορίες μικροοργανισμών στο μόνιμα παγωμένο έδαφος. Από αυτά, βάσει ερευνών, οι πιο κοινές συνομοταξίες είναι οι εξής: τα *Acidobacteria*, τα *Actinobacteria* και τα *Proteobacteria*. Από αυτά, τα *Proteobacteria* βρίσκονται σε μεγαλύτερους αριθμούς στο κατώτατο στρώμα του ενεργό στρώμα του μονίμως παγωμένου εδάφους (Kim et al. 2022), ενώ τα *Actinobacteria* είναι τα πιο πολυπληθέστερα σε όλο το μόνιμα παγωμένο έδαφος και κυριαρχούν κυρίως στο ανώτατο στρώμα – με αποτέλεσμα όταν αποψύχεται, να απελευθερώνονται μεγάλες ποσότητες βακτηρίων αυτής της συνομοταξίας στο περιβάλλον (Kim et al., 2022) (Perez-Mon et al., 2022). Παρ' όλες τις διαφορές τους, όμως, όλες οι προαναφερόμενες συνομοταξίες βακτηρίων υπάρχουν ήδη ελεύθερες στο περιβάλλον, με σύγχρονα στελέχη.

Μύκητες

Οι μύκητες είναι η δεύτερη κατηγορία μικροοργανισμών, η οποία απαντάται πιο συχνά στο μόνιμα παγωμένο έδαφος σε σχέση με τα βακτήρια και τα αρχαία. Παρά το γεγονός ότι έχουν βρεθεί στο μόνιμα παγωμένο έδαφος ζυμομύκητες και υφομύκητες (οι δύο βασικές κατηγορίες μυκήτων), οι πρώτοι είναι η πιο συχνή κατηγορία μυκήτων σε αυτό το στρώμα. Παρ' όλο που φαίνεται ότι δεν υπερισχύουν αριθμητικά σε σχέση με τα βακτήρια, οι περισσότερες μελέτες αναφέρονται σε αυτούς, ακόμα και σε σχέση με τα υπόλοιπα μικρόβια (Sannino et al., 2021).

Σε έρευνα των Bellemain et al., (2013) στη Σιβηρία, παρατηρήθηκε ότι οι περισσότεροι από αυτούς προέρχονται από την Πλειστόκαινο περίοδο (Igm, karginsk) και σχετίζονται με το φυτικό βασίλειο. Αυτοί οι μύκητες περιείχαν γονίδια που σχετίζονται με την αποικοδόμηση όλων των συστατικών των φυτών, εκτός από το ξύλο, καθώς

θεωρείται ότι, την περιοχή από όπου προέρχονται, δεν υπήρχε αφθονία βλάστησης με στοιχεία ξύλου (xylum). Η δεύτερη πολυπληθέστερη ομάδα είχε σχέση με το ζωικό βασίλειο, ενώ υπήρχαν και μύκητες με ικανότητα να αναπτύσσονται και στο έδαφος, όπως τα γένη *Fusarium*, *Epicoccum*, *Phoma* και *Ascochyta*. Μεταξύ αυτών, βρέθηκαν στελέχη τα οποία παράγουν υψηλά ποσοστά μελανίνης, τυπικό χαρακτηριστικό των ψυχρόφιλων οργανισμών, ακόμα και στη σύγχρονη εποχή. Πιο συγκεκριμένα, η μελανίνη προσδίδει στα κύτταρα ανθεκτικότητα στη διαδικασία της λύσης των κυττάρων, στην υπεριώδη ακτινοβολία, τα κάνει θερμοάντοχα και μπορεί να συνδέεται με εξωκυττάρια ένζυμα και πρωτεΐνες (Bellemain et al., 2013).

Επίσης, βρέθηκε ότι ορισμένοι μύκητες έχουν την ικανότητα να δημιουργούν νόσο σε πειραματόζωα και να τα θανατώνουν, γεγονός που υποδεικνύει ότι είναι τα προκαλέσουν νόσο και στους ανθρώπους – και ιδιαίτερα σε αυτούς που έχουν ασθενέστερο ανοσοποιητικό σύστημα. Ιδιαίτερης σημασίας μεταξύ αυτών των μυκήτων είναι οι *Aspergillus hiratsukae*, *Aspergillus thermomutatus* και *Rhodotorula* cf. *Mucilaginosa*, καθώς αυτά τα είδη είναι τα δύο πιο συνήθη είδη μυκήτων που ήδη προκαλούν ασθένειες στους ανθρώπους γενικότερα, ενώ και οι τρεις έχουν την ικανότητα να αναπτύσσονται σε θερμοκρασίες που μπορούν να αναπτυχθούν στο ανθρώπινο σώμα (40°C – 50°C) και έχουν ανθεκτικότητα σε κοινά αντιμυκητιακά φάρμακα (da Silva et al., 2022).

Ανθεκτικότητα μυκήτων		Μύκητας		
		<i>A. thermomutatus</i>	<i>A. hiratsukae</i>	<i>Rhodotorula</i> cf. <i>mucilaginosa</i>
Αντιμυκητιακά φάρμακα	Ιτρακοναζόλη	✓	✓	✓
	Φλουκοναζόλη	✓	✓	✓
	Αμφοτερισίνη Β			✓
Θερμοκρασία (επιβίωση)	40°C	✓	✓	✓
	45°C	✓	✓	✓
	50°C			✓
	-80°C για 100 ημέρες	✓	✓	✓

Πίνακας 02: Οι μύκητες με το μεγαλύτερο επιπολασμό που βρέθηκαν στους πάγους της Ανταρκτικής οι οποίοι έχουν την ικανότητα να αποικήσουν τον άνθρωπο και η ανθεκτικότητά τους στα αντιμυκητιακά φάρμακα και τη θερμοκρασία. (da Silva et al., 2022)

Rhodotorula

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον έχουν οι μύκητες του γένους *Rhodotorula* και, ειδικότερα, του είδους *Rhodotorula mucilaginosa*. Αυτό γίνεται διότι οι λοιμώξεις από *Rhodotorula*

mucilaginosa έχουν μεγάλο δείκτη θνητότητας στο 15% των περιπτώσεων, ενώ υπάρχουν και άλλα δύο είδη που είναι πιο σπάνια, αλλά προκαλούν και εκείνα ασθένεια στον άνθρωπο: η *Rhodotorula minuta* και η *Rhodotorula glutinis* (δεν έχουν απομονωθεί ακόμα από δείγμα από μόνιμα παγωμένο έδαφος). Ιδιαίτερα σε περιπτώσεις όπου έχει αποικιστεί στο αίμα, καθώς αυτό είναι πιο συχνό και επικίνδυνο με τις αποικήσεις σε άλλα σημεία στο ανθρώπινο σώμα. Αξίζει να τονιστεί ότι δεν έχει βρεθεί ακόμα ακριβής θεραπεία για την εν λόγω λοίμωξη. Γενικότερα, οι λοιμώξεις από *Rhodotorula* επηρεάζουν τους νεφρούς, το ήπαρ, το σπλήνα, τους πνεύμονες και τον εγκέφαλο, με τα δύο τελευταία να επηρεάζονται περισσότερο (Thomson et al., 2017). Τέλος, τα αποτελέσματα ανθεκτικότητας στα αντιμυκητιακά φάρμακα επαληθεύουν την έρευνα των da Silva et al., (2022), όπως αυτή αναφέρεται στην παρόν εργασία (Thomson et al., 2017).

Αρχαία

Τα αρχαία είναι μία από τις τρεις επικράτειες της ζωής, μαζί με τα βακτήρια και τους ευκαρυωτικούς οργανισμούς. Όταν ανακαλύφθηκαν την δεκαετία του '70, οι επιστήμονες θεώρησαν ότι ανήκαν στην επικράτεια των βακτηρίων, καθώς έχουν παρόμοια μορφολογία με αυτά. Όμως, ύστερα από έρευνα, παρατηρήθηκε ότι υπάρχουν μεγάλες διαφορές, και επομένως, δημιουργήθηκε ξεχωριστή επικράτεια για αυτά. Τα αρχαία παρουσιάζουν ποικιλία τρόπων πολλαπλασιασμού (κατάτμηση, απλή διχοτόμηση, εκβλάστηση). Ως επί των πλείστων είναι ακραιόφιλοι μικροοργανισμοί και υπάρχει εκτεταμένη καταγραφή αλατοφίλων, οξεοφίλων και υπερθερμοφύλων αρχαίων, ενώ υπάρχει περιορισμένη έρευνα για τα ψυχρόφιλα αρχαία (Tortora, Funke & Case, 2017). Σε όλα τα δείγματα του μόνιμως παγωμένου εδάφους, τα αρχαία είχαν μικρή συχνότητα εμφάνισης και ανήκαν, κυρίως, στη συνομοταξία *Euryarchaeota* (τάξη: *Thermoplasmata*) και *Crenarchaeota* (τάξη: MBGA) (Muller et al., 2018). Αξίζει να τονιστεί ότι, προς το παρόν, δεν έχουν ανακαλυφθεί αρχαία, τα οποία είναι ικανά να προκαλέσουν ασθένεια στον άνθρωπο (Tortora, Funke & Case, 2017). Βέβαια υπάρχει η πιθανότητα μετάλλαξής τους στο μόνιμως παγωμένο έδαφος καθώς, όπως αναφέρεται και παρακάτω, υπάρχει μικροβιακή δραστηριότητα παρά το γεγονός ότι επικρατούν – ως επί των πλείστων – θερμοκρασίες υπό του μηδενός, ενώ ταυτόχρονα έχει περιγραφεί η μετακίνηση γενετικού υλικού καθέτως, αλλά και οριζοντίως.

«ΝΕΟΙ» ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΙΟΙ ΣΤΟ ΜΟΝΙΜΑ ΠΑΓΩΜΕΝΟ ΕΔΑΦΟΣ

Πέρα από τους μικροοργανισμούς που έχουν ήδη παρατηρηθεί και σε άλλα σημεία στη φύση και η ύπαρξή τους είναι ήδη γνωστή στην ανθρωπότητα, υπάρχουν και αρκετοί μικροοργανισμοί οι οποίοι υπάρχουν διατηρημένοι μόνο στο μόνιμα παγωμένο έδαφος. Αυτοί έρχονται στο φως μέσω των αντίστοιχων ερευνών και μερικοί από αυτούς έχουν την πιθανότητα να προκαλέσουν ασθένεια στον άνθρωπο ή/και σε άλλα ζώα (de Sousa et al., 2017) (Bellemain et al., 2013). Το βασίλειο στο οποίο γίνονται οι περισσότερες ανακαλύψεις είναι το βασίλειο των ιών, γεγονός που προκαλεί ενδιαφέρον καθώς οι μικροοργανισμοί που παρατηρούνται συχνότερα στο μόνιμα

παγωμένο έδαφος είναι τα βακτήρια, οι μύκητες και τα αρχαία, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι δεν είναι δυνατό να μην υπάρχουν είδη σε αυτό το οποίο δεν έχουν ανακαλυφθεί ακόμα, είτε λόγω της τυχαίας δειγματοληψίας είτε λόγω το βάθους δειγματοληψίας (Sannino et al., 2021).

Αυτές οι ανακαλύψεις είναι κυρίως πρόσφατες–, με την παλαιότερη να χρονολογείται στο 1999. Πιο συγκεκριμένα, βρέθηκε σε δείγμα ράβδου πάγου προερχόμενου από παγετώνες της Γροιλανδίας και ο εν λόγω ιός είναι ένα αρχαίο στέλεχος του σύγχρονου ιού του μωσαϊκού της ντομάτας (*Tomato mosaic virus*, οικογένεια: *Virganiridae*), το οποίο δεν έχει βρεθεί ακόμα σε περιβάλλον εκτός του Μονίμως Παγωμένου Εδάφους. Πιο συγκεκριμένα, το στρώμα της ράβδου πάγου που βρέθηκε ραδιοχρονολογήθηκε, με την μέθοδο του άνθρακα – 14, στα 140.000 YBP, δηλαδή το δείγμα προέρχεται από τα 140.000 στο παρελθόν (περίπου στα 138.000 π.Χ.). Το συγκεκριμένο στέλεχος έχει σχεδόν πανομοιότυπη γονιδιακή σύνθεση με αυτή του σύγχρονου ιού, ο οποίος απαντάται σε σχεδόν όλο τον κόσμο και θεωρείται ως κοσμοπολίτικος ιός. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον έχει το γεγονός ότι κανένα στέλεχος του ιού του μωσαϊκού της ντομάτας – σύγχρονο ή μη – δεν έχει ως ξενιστή τον άνθρωπο (Castello et al., 1999). Όμως, αυτός ο ιός έχει την ικανότητα να επηρεάσει την υγεία του ανθρώπου εμμέσως, επηρεάζοντας την παγκόσμια παραγωγή της ντομάτας. Φυσικό επακόλουθο της εισαγωγής του νέου στελέχους στη παγκόσμια βιόσφαιρα θα αποτελέσει, σε τέτοια περίπτωση, να επηρεαστεί πιθανώς η βιοποικιλότητα και η ανθρώπινη διατροφή είτε μέσω της έλλειψης του τροφίμου είτε μέσω της κατανάλωσης ακατάλληλων ή και επικίνδυνων προϊόντων.

Οι πιο πρόσφατες ανακαλύψεις ιών έγιναν το 2014 και 2015. Πρόκειται για δύο διαφορετικούς DNA-ιούς οι οποίοι ανήκουν στην κατηγορία των μεγαλοϊών και προήλθαν από το ίδιο δείγμα μονίμως παγωμένου εδάφους, το οποίο προήλθε από τη Σιβηρία, και ερευνήθηκαν από την ίδια ερευνητική ομάδα (Legendre et al., 2014) (Legendre et al., 2015). Ο πρώτος ιός που ανακαλύφθηκε από τους δύο, ήταν ο ιός *Pithovirus sibericum* (οικογένεια: *Pithoviridae*). Το όνομά του, το πήρε λόγω του γεγονότος ότι είναι λίγο μεγαλύτεροι και το σχήμα του μοιάζει με αυτό των ιών *Pandoravirus* (οικογένεια: *Pandoraviridae*, ονομασμένοι από τη μυθική Πανδώρα), και επομένως έγινε η σύνδεσή τους με το κουτί της Πανδώρας. Ως προς το γονιδιώμα του – και συνεπώς τα μεταβολικά προϊόντα του –, περίπου το 66% αυτών δεν έχουν αναγνωριστεί με αντίστοιχά τους σε άλλους γνωστούς μικροοργανισμούς και παρατηρούνται για πρώτη φορά. Παρ' όλα αυτά, θεωρείται, από την ερευνητική ομάδα, ότι ο άνθρωπος αποτελεί πιθανό υποδόχο του και ότι έχει την ικανότητα να προκαλέσει ασθένεια στον ανθρώπινο πληθυσμό. Ως προς την ηλικία του, όταν ραδιοχρονολογήθηκε το δείγμα από το μόνιμα παγωμένο έδαφος με τη μέθοδο του άνθρακα – 14, βρέθηκε ότι έχει ηλικία μεγαλύτερη από τα 30.000 YBP (δηλαδή περίπου πριν από το 28.000 π.Χ.) και επομένως ανήκει, μαζί με τους μικροοργανισμούς που περιέχει, στην πλειστόκαινο εποχή (Legendre et al., 2014). Ο δεύτερος μεγαλοϊός που βρέθηκε, και μελετήθηκε εκτενώς το 2015, ήταν ο *Mollivirus sibericum* και χρονολογικά ο τέταρτος ιός που βρέθηκε στο μόνιμα παγωμένο έδαφος

τα τελευταία 20 χρόνια. Επειδή δεν υπάρχει κάποιος άλλος ιός στον οποίο να μοιάζει ή με τον οποίον να έχει κοινά χαρακτηριστικά, ο *Mollivirus sibericum* δεν έχει λάβει ακόμα επίσημη κατάταξη. Επομένως, όπως είναι λογικό, δεν υπάρχει ιστορικό εύρεσής του ως ενδοπαράσιτο πουθενά στον κόσμο, και επομένως είναι σίγουρο με 100% πιθανότητα ότι προέρχεται από το μόνιμα παγωμένο έδαφος και την πλειστόκαινο περίοδο, σε αντίθεση με τους υπόλοιπους μικροοργανισμούς του μονίμως παγωμένου εδάφους, όπως αναφέρεται και σε παραπάνω σημείο της εργασίας αυτής. Ως τον βιολογικό του κύκλο λίγα είναι γνωστά, όμως έχει παρατηρηθεί ότι μία μονάδα του ιού αναπαράγεται με 2 φάσεις αναπαραγωγής (Legendre et al., 2015).

ΓΟΝΙΔΙΑ ΣΤΟ ΜΟΝΙΜΑ ΠΑΓΩΜΕΝΟ ΕΔΑΦΟΣ

Σε έρευνα των Kim et al., (2022) έγινε εκτενής ανάλυση των γονιδίων των μικροοργανισμών του μονίμως παγωμένου εδάφους της Αρκτικής, για να βρεθούν τα ακριβή χαρακτηριστικά τους και επομένως να είναι γνωστή η ανοσολογική τους απάντηση, καθώς η Ανταρκτική δρα ως φυσική δεξαμενή για τα μετακινούμενα γενετικά στοιχεία, γονίδια αντιμικροβιακής αντοχής και τα γονίδια παραγόντων μολυσματικότητας και ιδιαίτερα αυτά που δεν έχουν παρατηρηθεί σε άλλα σημεία της γης. Στα δείγματα που απομόνωσαν από το μόνιμα παγωμένο έδαφος βρέθηκαν συνολικά 18 γονίδια ανθεκτικότητας σε αντιβιοτικά, όπου τα περισσότερα ήταν πολυανθεκτικά γονίδια. Ειδικότερα, τα πιο συχνά αντιβιοτικά στα οποία οι μικροοργανισμοί ήταν ανθεκτικοί ήταν: η οικογένεια ριφαμυκίνης (μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης των γονιδίων), αμινοκουμαρίνη και γλυκοπεπτιδικά αντιβιοτικά. Επίσης, βρέθηκαν συνολικά 8 γονίδια στα μετακινούμενα γενετικά στοιχεία στο Ενεργό Στρώμα του μονίμως παγωμένου εδάφους και ανήκαν κυρίως σε φάγους. Επομένως, οι ερευνητές συμπεράναν ότι η Αρκτική δρα ως φυσική δεξαμενή για τα μετακινούμενα γενετικά στοιχεία (MGEs), τα γονίδια αντιμικροβιακής αντοχής (ARGs) και τα γονίδια παραγόντων μολυσματικότητας (VFGs), και ιδιαίτερα αυτά που δεν έχουν παρατηρηθεί σε άλλα σημεία της γης (Kim et al., 2022).

Συγκεκριμένα, σε έρευνες που διεξήχθησαν στο Μόνιμα Παγωμένο Έδαφος στην Αλάσκα των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής, μετά από εργαστηριακή ανάλυση δειγμάτων εδάφους βρέθηκαν αλληλουχίες DNA που κωδικοποιούν γονίδια αντιμικροβιακής αντοχής (ARGs), αλλά και γονίδια παραγόντων μολυσματικότητας (VFGs) που είναι ικανά να θέσουν τη Δημόσια Υγεία σε κίνδυνο εάν αυτά έρθουν σε επαφή με το περιβάλλον (Kim et al., 2022). Επίσης, έχει βρεθεί ότι σε αυτό το Μόνιμα Παγωμένο Έδαφος υπάρχουν παγιδευμένα μικρόβια που δε βρίσκονται σε πλήρη καταστολή, αλλά διενεργούν όλες τις βασικές δραστηριότητες της ζωής και αναπτύσσονται με πιο αργούς ρυθμούς εξαιτίας της έλλειψης των απαραίτητων θρεπτικών συστατικών στο Μόνιμα Παγωμένο Έδαφος (Barbato et al., 2022).

ΣΧΕΣΕΙΣ ΜΕΤΑΞΥ ΤΗΣ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΜΟΝΙΜΩΣ ΠΑΓΩΜΕΝΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ

Όπως και στο υπόλοιπα μέρη του κόσμου, η βιοποικιλότητα δεν εξαρτάται μόνο από τους βιοτικούς παράγοντες ενός οικοσυστήματος, αλλά και από τους αβιοτικούς. Το μόνιμα παγωμένο έδαφος είναι ένα ιδιαίτερο είδος οικοσυστήματος καθώς σε αυτό δεν παρατηρείται ιδιαίτερη κινητικότητα των οργανισμών του, αλλά αυτό δε σημαίνει ότι οι μορφές ζωής που περιέχει δεν μπορούν να είναι ενεργές – και άρα επηρεάζονται και αυτές από το περιβάλλον τους, απλώς σε λιγότερο βαθμό και τα αποτελέσματα αυτής της επιρροής φαίνονται πιο αργά σε σχέση με άλλα οικοσυστήματα. Πιο συγκεκριμένα, οι αβιοτικοί παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η βιοποικιλότητα του μόνιμως παγωμένου εδάφους, σε όλα τα στρώματά του είναι το pH του εδάφους, η περιεκτικότητά του σε άνθρακα και άζωτο και η αναλογία τους, το βάθος που βρίσκονται οι μικροοργανισμοί και η γεωγραφία του και η ανθρώπινη δραστηριότητα (Doherty et al., 2020) (Nikrad, Kerkhof & Haggblom 2016) (Sannino et al., 2021).

ΣΧΕΣΗ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΤΟΥ pH ΤΟΥ ΜΟΝΙΜΩΣ ΠΑΓΩΜΕΝΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

Το pH είναι ο δείκτης της οξύτητας μιας ουσίας ή ενός δείγματος γενικότερα, και μεταξύ των άλλων ένας παράγοντας που επηρεάζει τη βιοποικιλότητα του μόνιμως παγωμένου εδάφους. Πιο συγκεκριμένα παρ' όλου που κάποιοι μικροοργανισμοί που βρίσκονται καταψυγμένοι στο μόνιμα παγωμένο έδαφος είναι ακραιόφιλοι, η πλειοψηφία των μικροοργανισμών αυτών φαίνεται να ευδοκίμει σε ενδιάμεσες τιμές του pH. Για παράδειγμα σε έρευνα που διεξήχθη στην Ανταρκτική μεταξύ των μυκήτων που βρίσκονται στους παγετώνες και στο μόνιμα παγωμένο έδαφός της, βρέθηκε ότι σχεδόν όλοι οι ευρεθείς μύκητες είχαν την ικανότητα να αναπτυχθούν σε περιβάλλοντα με τιμές pH μεταξύ 4 και 9 βαθμών, εύρος το οποίο ελέγχθηκε καθώς παρόμοιο εύρος στις τιμές του pH βρίσκεται στο ανθρώπινο σώμα (da Silva et al., 2022). Ταυτόχρονα σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε στην Αλάσκα των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής, βρέθηκε ότι οι τιμές του pH του μόνιμως παγωμένου εδάφους κυμαινόταν μεταξύ 5,69 και 7,05, με μέσο όρο pH 5,7 (Barbato et al., 2022)

ΣΧΕΣΗ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑ ΤΟΥ ΜΟΝΙΜΩΣ ΠΑΓΩΜΕΝΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

Βάθος

Πέρα από τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά που αναφέρονται και επηρεάζουν τη βιοποικιλότητα στο μόνιμα παγωμένο έδαφος, το βάθος δειγματοληψίας αποτελεί καθοριστικό παράγοντα. Με άλλα λόγια, το βάθος στο οποίο εκτείνεται υπογείως το μόνιμα παγωμένο έδαφος έχει αντίκτυπο στην παρουσία των μικροοργανισμών. Αξίζει να τονιστεί ότι σε αντίθεση με τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά, το βάθος του μόνιμως παγωμένου εδάφους παρουσιάζει παρόμοιες τάσεις σε όλα τα σημεία στη Γη (Sannino et al., 2021) Παρ' όλο που υπάρχει συσχέτιση μεταξύ βιοποικιλότητας και βάθους εκσκαφής, δεν υπάρχει αναλυτική βιβλιογραφία για τη βιοποικιλότητα των εδαφών στα χαμηλότερα επίπεδα του μόνιμως παγωμένου εδάφους. Όμως φαίνεται πως τα πιο βαθιά στρώματα του μόνιμως παγωμένου εδάφους εκλύουν μεγαλύτερες ποσότητες

διοξειδίου του άνθρακα (CO₂), τα οποία συσχετίζονται θετικά με την κυτταρική αναπνοή και τη χημική σύσταση του εδάφους, σε σχέση με τα υπόλοιπα στρώματα, παρόλο που αυτά δεν έχουν αποψυχθεί κατά τη διάρκεια της ολοκαίνου περιόδου (Muller et al., 2018). Βέβαια, η υπάρχουσα βιβλιογραφία προτείνει ότι στα ανώτερα στρώματα του μόνιμως παγωμένου εδάφους είναι πιο πολυπληθέστεροι οι μύκητες από τα βακτήρια, ενώ όσο πιο βαθιά πηγαίνουμε μέσα στη γη, τόσο πιο ισορροπημένη είναι η αναλογία βακτηρίων και μυκήτων. Παρόμοιο μοτίβο παρουσιάζεται επίσης και στα γονίδια παραγόντων μολυσματικότητας και στα γονίδια αντιμικροβιακής αντοχής (Doherty et al., 2020) (Sannino et al., 2021) (Kim et al., 2022).

Υψόμετρο και προσανατολισμός

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, το μόνιμα παγωμένο έδαφος απαντάται, κυρίως, τόσο σε περιοχές με μεγάλο γεωγραφικό πλάτος, όσο και σε περιοχές με μεγάλο υψόμετρο. Όμως, ακόμα και στο ίδιο υψόμετρο υπάρχουν διακυμάνσεις στη θερμοκρασία του εδάφους, το οποίο αντικατοπτρίζεται και στην κατάσταση του μόνιμως παγωμένου εδάφους. Γενικότερα, πάντως, ασχέτως από το γεωγραφικό πλάτος και μήκος ενός όρους, εξ' αιτίας των γεωλογικών μηχανισμών των βουνών, συνήθως το μόνιμα παγωμένο έδαφος παρατηρείται στις πλαγιές με Βόρειο προσανατολισμό, ενώ στις Νότιες πλαγιές είναι σύνηθες φαινόμενο να επικρατούν θερμοκρασίες 0 °C – 3 °C καθ' όλη τη διάρκεια του έτους και να έχουν σχετικά πιο αναπτυγμένη βλάστηση. Επίσης, φαίνεται ότι το αλπικό μόνιμα παγωμένο έδαφος να είναι πιο επιρρεπές στην απόψυξη, σε σχέση με το πολικό μόνιμα παγωμένο έδαφος. Επομένως, με βάση τα παραπάνω και σε συνδυασμό με το γεγονός ότι το αλπικό μόνιμα παγωμένο έδαφος μπορεί να βρεθεί σε όλα τα σημεία της Γης, το καθιστά μείζονος σημασίας καθώς αυτό έρχεται σε επαφή με περισσότερα είδη και είναι πιο προσβάσιμο στους ανθρώπινους πληθυσμούς (Perez-Mon et al., 2022).

Συντεταγμένες

Σε έρευνα που διεξήχθη στη Σήραγγα του Μόνιμως Παγωμένου Εδάφους (Permafrost Tunnel) στην Αλάσκα των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής, βρέθηκε ότι η βιοποικιλότητα στο μόνιμα παγωμένο έδαφος δεν είναι ομοιόμορφα κατανεμημένη, αλλά αλλάζει από περιοχή σε περιοχή (Barbato et al., 2022).

ΣΧΕΣΗ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΔΙΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΝΘΡΩΠΙΝΩΝ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ ΚΟΝΤΑ ΣΤΟ ΜΟΝΙΜΑ ΠΑΓΩΜΕΝΟ ΕΔΑΦΟΣ

Διενέργεια ερευνών

Μπορεί εκ πρώτης όψεως, η διενέργεια ερευνών και άλλων ανθρώπινων δραστηριοτήτων (π.χ. εξόρυξη, γεωργία, κτλ.) να μην έχει κανένα αντίκτυπο στην απόψυξη του μόνιμως παγωμένου εδάφους και τη βιοποικιλότητά του, αλλά στην πραγματικότητα συνδέονται άμεσα. Αυτό είναι ξεκάθαρο από τα ευρήματα των Muller et al. (2018), καθώς βρέθηκαν ιζήματα προερχόμενα από την ολόκαινο εποχή στο

ενεργό στρώμα του μονίμως παγωμένου εδάφους στο Σβάλμπαρντ της Νορβηγίας (Muller et al., 2018).

Ως προς την έρευνα, παρ' όλο που λαμβάνονται όλα τα δυνατά μέτρα για να αποφευχθεί η διασταυρούμενη επιμόλυνση όλων των περιβαλλόντων – είτε το «σύγχρονο» περιβάλλον από μικροοργανισμούς του μονίμως παγωμένου εδάφους, είτε το μόνιμα παγωμένο έδαφος από σύγχρονους μικροοργανισμούς και γονίδια παραγόντων μολυσματικότητας/γονίδια αντιμικροβιακής αντοχής – η μεταφορά μικροοργανισμών είναι αναπόφευκτη. Αυτό κυρίως γίνεται με τη μεταφορά μικροοργανισμών με μηχανικό διαβιβαστή τον ιματισμό και τον μη αποστειρωμένο εξοπλισμό των ερευνητών. Επίσης, υπάρχει πάντα – αν και μικρή – η πιθανότητα διάρρευσης παθογόνων μικροοργανισμών του μονίμως παγωμένου εδάφους από το περιβάλλον του εκάστοτε εργαστηρίου όπου μελετούνται, ως εργαστηριακό ατύχημα (Bellemain et al., 2013) (Kim et al., 2022) (Zhang et al., 2022). Ταυτόχρονα, τεχνικές όπως αυτή που χρησιμοποιήθηκε από τους Perez-Mon et al., (2022) – με άλλα λόγια η τεχνητή απόψυξη του μονίμως παγωμένου εδάφους *in situ*, με μεταφορά δείγματος από το ίδιο το μόνιμα παγωμένο έδαφος – δύναται να διαταράξει την ισορροπία της βιοποικιλότητας στο οικοσύστημα στο οποίο εισάγεται το δείγμα.

Χλωρίδα

Ως προς τις λοιπές ανθρώπινες δραστηριότητες επηρεάζουν και αυτές τη βιοποικιλότητα του μονίμως παγωμένου εδάφους. Για παράδειγμα, η αρκτική χλωρίδα είναι άμεσα εξαρτώμενη από τους μύκητες του περιβάλλοντος, γεγονός το οποίο είναι σημαντικό καθώς αυτοί είναι η πιο πολυπληθέστερη ομάδα μικροοργανισμών που βρίσκεται στο μόνιμα παγωμένο έδαφος – και πιο συγκεκριμένα στο ενεργό στρώμα του μονίμως παγωμένου εδάφους (Bellemain et al., 2013). Επίσης, η εκτέλεση γεωργικών δραστηριοτήτων εμπλουτίζει το έδαφος με τη χρήση λιπασμάτων πρωτίστως στο έδαφος στο οποίο βρίσκονται οι καλλιέργειες, αλλά και δευτερευόντως στο γενικότερα κοντινό έδαφος. Όταν, όμως αυτές οι καλλιέργειες βρίσκονται πλησίον του μονίμως παγωμένου εδάφους, υπάρχει περίπτωση τα θρεπτικά συστατικά των λιπασμάτων να μεταφερθούν εκτός της καλλιεργήσιμης περιοχής – ακόμα και στο μόνιμα παγωμένο έδαφος. Έτσι, η ανάπτυξη ορισμένων μικροοργανισμών ευνοείται έναντι άλλων, καθώς όπως έχουμε δει ορισμένοι μικροοργανισμοί είναι μεταβολικά ενεργοί στο μόνιμα παγωμένο έδαφος (Nikrad, Kerkhof & Haggblom 2016) (Zhang et al., 2022).

ΣΧΕΣΗ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΗΣ ΣΥΣΤΑΣΗΣ ΤΟΥ ΜΟΝΙΜΑ ΠΑΓΩΜΕΝΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

Όπως έχει αναφερθεί και παραπάνω, με το παράδειγμα της χρήσης εδαφοβελτιωτικών ουσιών, η χημική σύσταση του μονίμως παγωμένου εδάφους βρίσκεται σε στενή σύνδεση με τη βιοποικιλότητά του, και ιδιαίτερα με τον άνθρακα και το άζωτο, καθώς η έλλειψη ή αφθονία τους καταστέλλουν ή αυξάνουν τις βιολογικές τους διεργασίες αντίστοιχα (Barbato et al., 2022). Μάλιστα, έχει βρεθεί ότι η αναλογία άνθρακα προς

άζωτο στο μόνιμα παγωμένο έδαφος είναι έως και τέσσερις φορές μεγαλύτερη, σε σχέση με τα υπόλοιπα εδάφη (Doherty et al., 2020).

Άνθρακας

Ο άνθρακας είναι ένα από τα σημαντικότερα στοιχεία για την ανάπτυξη της ζωής, και επομένως ο κύκλος του, τόσο σε τοπικό όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο είναι μεγάλης σημασίας. Εξ' αιτίας, όμως της πολυπλοκότητας – αλλά και του γεγονότος ότι δεν είναι απολύτως σχετικό με τα θέματα της παρούσας εργασίας – δεν θα αναφερθεί εκτενώς ο κύκλος του άνθρακα, παρά μόνο το κομμάτι που έχει να κάνει με το μόνιμα παγωμένο έδαφος και τους μικροοργανισμούς που βρίσκονται σε αυτό.

Αρχικά, αξίζει να αναφερθεί ότι στο μονίμως παγωμένο έδαφος υπάρχουν αποθέματα παγιδευμένου άνθρακα, ο οποίος χρονολογείται από την εποχή των παγετώνων ή και παλαιότερα. Μάλιστα, η σημαντικότητα αυτού είναι μεγάλη καθώς υπολογίζεται ότι η ποσότητα του εν λόγω άνθρακα, είναι έως και διπλάσια αυτού που βρίσκεται στην ατμόσφαιρα σε αέρια μορφή (Hugelius et al., 2014) (Muller et al., 2018). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την απελευθέρωσή του στο περιβάλλον, καθώς το μόνιμα παγωμένο έδαφος αποψύχεται λόγω της κλιματικής αλλαγής και της υπερθέρμανσης του πλανήτη, όπως έχει προαναφερθεί. Επομένως, μέρος των απελευθερούμενων ποσοτήτων άνθρακα μετατρέπεται σε διοξείδιο του άνθρακα, αυξάνοντας περισσότερο τη θερμοκρασία. Βέβαια, είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι, εξ' αιτίας του ρυθμού απόψυξης του μονίμως παγωμένου εδάφους, κατά μέσο όρο, αυτές οι ποσότητες του CO₂ είναι σχεδόν αμελητέες σε παγκόσμιο επίπεδο, αλλά καίριας σημασίας σε τοπικό επίπεδο. Η αιτία γι' αυτό έγκειται στο γεγονός ότι το απελευθερούμενο CO₂ προστίθεται στο προϋπάρχον διοξείδιο του άνθρακα του αέρα, με αποτέλεσμα η τοπική θερμοκρασία να αυξάνεται συνεχώς. Έτσι, δημιουργείται μία, σχεδόν αυτοκαταλυτική, αλυσίδα, η οποία έχει ως εξής: το μόνιμα παγωμένο έδαφος αποψύχεται λόγω των υψηλών θερμοκρασιών, μαζί με την απελευθέρωση λοιπών ουσιών και μικροοργανισμών απελευθερώνεται και ο παγωμένος αέριος άνθρακας και προστίθεται στον περιβάλλοντα αέρα του μονίμως παγωμένου εδάφους, και τελικά η θερμοκρασία αυξάνεται ακόμα περισσότερο, καθώς ο άνθρακας είναι ένα από τα αέρια του θερμοκηπίου. Έτσι, είναι κατανοητό ότι όσο αποψύχεται το μόνιμα παγωμένο έδαφος, τόσο το φαινόμενο του θερμοκηπίου θα οξύνεται, κυρίως σε τοπικό επίπεδο (Kim et al., 2022) (Muller et al., 2018) (Doherty et al., 2020). Εδώ, πρέπει να αναφερθεί ότι δεν υπάρχει επαρκής βιβλιογραφία για τα υπόλοιπα αέρια του θερμοκηπίου (π.χ. μεθάνιο), ως μεταβολικά παράγωγα των μικροοργανισμών στο μονίμως παγωμένο έδαφος σε σχέση με αυτό το φαινόμενο (Muller et al., 2018).



Σχήμα 01: Η σχέση της θερμοκρασίας, του διοξειδίου του άνθρακα στον αέρα και στο έδαφος, και το μόνιμα παγωμένο έδαφος

Όμως, παρουσιάζεται και ένα δευτερεύον φαινόμενο, ως προς τον άνθρακα, και αυτό είναι η απελευθέρωση διαφορετικών ποσοτήτων άνθρακα, ακόμα και στο ίδιο γεωγραφικό σημείο. Αυτό το φαινόμενο οφείλεται στο γεγονός ότι, το μόνιμα παγωμένο έδαφος έχει πολύ διαφορετική σύσταση εδάφους, ακόμα και στην ίδια περιοχή. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, το έδαφος να μην αποψύχεται ομοιόμορφα, οι μικροοργανισμοί σε αυτό να αποψύχονται επίσης ανομοιόμορφα και επομένως να επανενεργοποιούνται με διαφορετικούς ρυθμούς, προκαλώντας ακόμα μεγαλύτερη αύξηση του διοξειδίου του άνθρακα τοπικά (Barbato et al., 2022). Επιπρόσθετα, έχει βρεθεί ότι μερικοί μικροοργανισμοί είναι δυνατόν να είναι μεταβολικά ενεργοί, ακόμα και όταν είναι παγωμένοι στο μόνιμα παγωμένο έδαφος, και επομένως αυξάνουν την παραγωγή άνθρακα (Sannino et al., 2021) (Nikrad, Kerkhof & Haggblom 2016) (Barbato et al., 2022). Επίσης η οριζόντια μεταφορά γονιδίων, και γενετικού υλικού γενικότερα, προκαλεί μεταλλάξεις στους μικροοργανισμούς, όπου σε πολλές περιπτώσεις, αυξάνει τις μεταβολικές δραστηριότητες και την αερόβια αναπνοή των μικροοργανισμών, παράγοντας ακόμα περισσότερο διοξείδιο του άνθρακα (Bellemain et al., 2013).

Τέλος, άξιο αναφοράς είναι ότι κατά τον κύκλο απόψυξης – ψύξης του μόνιμως παγωμένου εδάφους, η αύξηση και η μείωση της κυτταρικής αναπνοής είναι σταθερή σε κάθε αντίστοιχο στάδιο και εξαίρεση αποτελεί η πρώτη απόψυξή του, όπου παρατηρείται μεγαλύτερη ποσότητα παραγωγής άνθρακα (και επομένως εντονότερης κυτταρικής αναπνοής), σε σχέση με τις επακόλουθες αποψύξεις του. Πιο συγκεκριμένα, υπάρχει η υπόθεση ότι αυτό γίνεται καθώς κατά την πρώτη απόψυξη, διενεργείται φυσική επιλογή και επακόλουθη μαζική εξαφάνιση κάποιων μικροοργανισμών, εξ' αιτίας των πιθανών ανταγωνιστικών σχέσεων που μπορεί να

αναπτύξουν μεταξύ τους όταν επαναενεργοποιούνται. Στη συνέχεια, οι μικροοργανισμοί που έχουν επιβιώσει προσπαθούν να προσαρμοστούν στο νέο περιβάλλον, με αποτέλεσμα οι ανάγκες τους σε οξυγόνο να εκτοξεύονται και, επομένως, να αυξάνουν την αερόβια αναπνοή τους και να παράγουν μεγαλύτερες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα (CO₂). Αυτή η αύξηση της αναπνοής είναι τόσο έντονη σε επίπεδο κυττάρου, που οι μετρήσεις του διοξειδίου του άνθρακα ανεβαίνουν, παρ' όλη τη μείωση του αριθμού των κυττάρων που υπάρχουν στα εκάστοτε δείγματα ή στο μονίμως παγωμένο έδαφος (Muller et al., 2018) (Nikrad, Kerkhof & Haggblom 2016).

Άζωτο

Ένα άλλο σημαντικό στοιχείο για τη ζωή, πέρα από τον άνθρακα, είναι το άζωτο (N). Το ίδιο ισχύει και για τους μικροοργανισμούς που συντηρούνται στο μόνιμα παγωμένο έδαφος, και ιδιαίτερα αυτούς που είναι μεταβολικά ενεργοί. Για αυτόν το λόγο, συνήθως μαζί με τον άνθρακα και τον κύκλο του, μελετάται στις έρευνες και το άζωτο και ο κύκλος του αζώτου (Nikrad, Kerkhof & Haggblom 2016). Πιο συγκεκριμένα, ιδιαίτερης σημασίας είναι τα μόνιμως παγωμένα εδάφη, τα οποία βρίσκονται σε σχετικά κοντινή απόσταση με καλλιεργήσιμα κομμάτια γης. Αυτό ισχύει, διότι, συνηθίζεται στην πλειονότητα των γεωργικών πρακτικών να χρησιμοποιούνται λιπάσματα – τα οποία εξ' ορισμού έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε άζωτο – και μάλιστα τα μη οργανικά λιπάσματα. Επομένως, αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας αποτελεί η εισαγωγή επιπρόσθετου αζώτου στο τοπικό περιβάλλον και το υπέδαφος, το οποίο έχει μεγάλες πιθανότητες να καταλήξει στο μόνιμα παγωμένο έδαφος, εμπλουτίζοντάς το με άζωτο και, τελικά, την βοηθάει στην αύξηση της ανάπτυξης των βακτηρίων, αρχαίων και μυκήτων που υπάρχουν στο μόνιμα παγωμένο έδαφος – με το πιο επιρρεπές στρώμα για αυτήν την αλλαγή να είναι το ενεργό στρώμα του μόνιμως παγωμένου εδάφους. Όπως είναι φυσιολογικό, τα κομμάτια του μόνιμως παγωμένου εδάφους που έχουν εκτεθεί στα λιπάσματα θα αποκτήσουν μεγαλύτερη μεταβολική δραστηριότητα, και μάλιστα πολλαπλάσια από εκείνη των αντίστοιχων πληθυσμών σε μόνιμως παγωμένα εδάφη τα οποία δεν έχουν εκτεθεί στα λιπάσματα. Ο πιο σύγχρονος τρόπος μέτρησης της ποσότητας αζώτου που περιέχεται σε ένα σύστημα είναι η μέτρηση του αερίου αζώτου (N₂O – μονοξείδιο του αζώτου) που εκλύεται από τη βιολογική λειτουργία των μικροοργανισμών. (Nikrad, Kerkhof & Haggblom 2016).

Στον κύκλο του αζώτου στο μόνιμα παγωμένο έδαφος, ή αλλιώς νιτροποίηση, σημαντικό ρόλο παίζουν τα βακτήρια του γένους *Actinobacteria* και *Proteobacteria*. Αντιθέτως, η θερμοκρασία δεν παίζει άμεσα σημαντικό ρόλο στον κύκλο του αζώτου, όπως συμβαίνει στον αντίστοιχο κύκλο του άνθρακα. Σε αντίθεση, όμως, η θερμοκρασία – και ιδιαίτερα η εποχικότητα (οι καλοκαιρινοί μήνες στο βόρειο ημισφαίριο και οι χειμερινοί μήνες στο νότιο ημισφαίριο) – παίζει εμμέσως ρόλο, καθώς επηρεάζει την απόψυξη του μόνιμως παγωμένου εδάφους και επομένως τις δεξαμενές του νερού. Αυτό το φαινόμενο παρατηρείται, καθώς το νερό στην υγρή μορφή του παρέχει πιο εύκολα και περισσότερα θρεπτικά συστατικά στους μικροοργανισμούς, αυξάνοντας τις μεταβολικές τους διαδικασίες, και ιδιαίτερα σε

αυτούς στο ενεργό στρώμα του μονίμως παγωμένου εδάφους (Nikrad, Kerkhof & Haggblom 2016).

Λόγω της κλιματικής αλλαγής στα επόμενα χρόνια, αναμένεται μια αύξηση του επιπέδου του άζωτου (και όχι του άνθρακα) σε όλα τα εδάφη. Αυτό θα προκαλέσει την επέκταση της βλάστησης σε όλο και μεγαλύτερα υψόμετρα, με αποτέλεσμα να αυξάνονται οι επαφές μεταξύ των οργανισμών και των μικροοργανισμών που υπάρχουν ελεύθεροι στη φύση και αυτών που βρίσκονται στα μονίμως παγωμένα εδάφη και κυρίως στα ενεργά στρώματά τους, καθώς το άζωτο είναι ένας από τους κυριότερους περιοριστικούς παράγοντες για την ανάπτυξη πολλών μορφών ζωής (Perez-Mon et al., 2022).

ΣΧΕΣΗ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΚΥΤΤΑΡΙΚΗΣ ΑΝΑΠΝΟΗΣ ΣΤΟ ΜΟΝΙΜΑ ΠΑΓΩΜΕΝΟ ΕΔΑΦΟΣ

Σε όλες τις έρευνες όπου μελετήθηκε η δραστηριότητα των μικροοργανισμών του μονίμως παγωμένου εδάφους όταν ήταν ακόμα παγιδευμένοι σε αυτό παρατηρήθηκε ότι, μερικοί από αυτούς, είναι μεταβολικά ενεργοί και είναι ικανοί να διενεργούν τις βασικές δραστηριότητες της ζωής, απλώς σε χαμηλότερους ρυθμούς. Το επίπεδο της βιολογικής δραστηριότητάς τους επηρεάζεται κυρίως από τα θρεπτικά συστατικά που είναι διαθέσιμα σε αυτούς, ή καλύτερα από την έλλειψή τους (Barbato et al., 2022). Συνολικά, παρουσιάζουν και τις δύο μορφές κυτταρικής αναπνοής (αερόβια και αναερόβια αναπνοή). Όσον αφορά την αερόβια αναπνοή, αυτή χαρακτηρίζεται κυρίως από τη διενέργειά της παρουσία οξυγόνου και κατά αυτή εκλύεται κυρίως διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), ενώ ταυτόχρονα οι περισσότεροι μικροοργανισμοί του μονίμως παγωμένου εδάφους παρουσιάζουν αερόβια αναπνοή. Όσον αφορά την αναερόβια αναπνοή, αυτή χαρακτηρίζεται κυρίως από τη διενέργειά της όταν υπάρχει απουσία οξυγόνου και κατά αυτή εκλύεται κυρίως μεθάνιο (CH_4), από τα κύτταρα, διαδικασία αλλιώς γνωστή ως μεθανογένεση (Nikrad, Kerkhof & Haggblom 2016) (Muller et al., 2018).

Σε κάθε περίπτωση, όπως είναι γνωστό, και οι δύο αναπνοές εκλύουν αέρια του θερμοκηπίου (CO_2 η αερόβια και CH_4 η αναερόβια) και έχουν άμεση επίδραση στην απόψυξη του μονίμως παγωμένου εδάφους. Το εκλυόμενο διοξείδιο του άνθρακα έχει την ικανότητα, και συνεισφέρει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, τόσο σε τοπικό, όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο. Σε αντίθεση, παρόλο που το μεθάνιο είναι και αυτό αέριο του θερμοκηπίου, δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικά δεδομένα ως προς την όξυνση του φαινομένου του θερμοκηπίου σε τοπικό επίπεδο εξ' αιτίας του. Συνεπώς, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι τα εκλυόμενα αέρια από την αναπνοή των κυττάρων στο μόνιμα παγωμένο έδαφος έχουν την πιθανότητα να έχουν αντίκτυπο στην απόψυξη του μονίμως παγωμένου εδάφους μόνο σε τοπικό επίπεδο (Nikrad, Kerkhof & Haggblom 2016).

Βέβαια, εκτός από το γεγονός ότι η κυτταρική αναπνοή δεν είναι ομοιόμορφη, επίσης, δεν είναι και ισοκατανεμημένη. Σε έρευνα των Doherty et al., (2020) βρέθηκε ότι

υπάρχει θετική και αντιστρόφως ανάλογη συσχέτιση με το βάθος εξόρυξης. Ειδικότερα, παρατηρήθηκε ότι σε κάθε 30 εκατοστά βάθους η κυτταρική αναπνοή – είτε αερόβια, είτε αναερόβια – μειώνεται κατά 50%. Ταυτόχρονα, άλλες έρευνες έχουν δείξει ότι η κυτταρική αναπνοή, και πιο συγκεκριμένα το απελευθερούμενο διοξείδιο του άνθρακα, έχει άμεση σχέση με το σημείο δειγματοληψίας. Τέλος, να αναφερθεί ότι στα πιο βαθιά στρώματα του μονίμως παγωμένου εδάφους εκλύονται μεγαλύτερες ποσότητες CO₂ σε σχέση με τα υπόλοιπα στρώματα, παρόλο που δεν έχουν αποψυχθεί έστω και μία φορά κατά τη διάρκεια της ολοκαίνου περιόδου. Αυτό το γεγονός μπορεί να υποδεικνύει αυξημένη μεταβολική δραστηριότητα και κυτταρική αναπνοή σε αυτά τα στρώματα (Barbato et al., 2022).

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΕΡΕΥΝΩΝ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗΣ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ ΚΑΙ ΙΩΝ ΣΤΟ ΜΟΝΙΜΑ ΠΑΓΩΜΕΝΟ ΕΔΑΦΟΣ

ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΑΠΟΜΟΝΩΣΗ ΓΕΝΕΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ

Οι πιο σύγχρονες οι αναλύσεις και έρευνες αναγνώρισης παρουσίας μικροοργανισμών γίνεται είτε με την εύρεση παγωμένων κυττάρων (μεταβολικά ενεργών ή μη), είτε αλληλουχιών DNA ή RNA (δείχνει ότι πιο βαθιά στο έδαφος/παγετώνες μπορεί να υπάρχει ο αντίστοιχος μικροοργανισμός) (Bellemain et al., 2013) (Nikrad, Kerkhof & Haggblom 2016). Μάλιστα, για ακριβέστερα αποτελέσματα σε αυτές τις έρευνες, προτιμάται η ανάλυση και η αντιστοίχιση των αλληλουχιών του RNA στις αντίστοιχες αλληλουχίες του DNA, και πιο συγκεκριμένα, του ριβοσωμικού RNA (rRNA) (Nikrad, Kerkhof & Haggblom 2016). Αυτό γίνεται, διότι, το ριβοσωμικό RNA παράγεται από μεταβολικά ενεργά κύτταρα, κατά τη διαδικασία της πρωτεϊνοσύνθεσης. Έτσι υπάρχουν μεγαλύτερες πιθανότητες τα γονίδια που απομονώνονται να ανήκουν σε μικροοργανισμούς που είτε είναι, είτε έχουν την πιθανότητα να είναι ενεργοί στο μέλλον – και να μην ανιχνεύονται απλώς τα «απομεινάρια» μικροοργανισμών που έχουν πεθάνει. Φυσικά, αξίζει να τονιστεί ότι αυτή η διαδικασία δεν είναι αποτελεσματική για τα είδη/οικογένειες/κτλ. που παρατηρούνται για πρώτη φορά, επειδή δεν υπάρχει κάποια ήδη γνωστή αλληλουχία νουκλεοτιδίων τους. Να τονιστεί, επίσης, ότι σε όλες τις έρευνες, στις οποίες έχει βασιστεί η παρούσα εργασία, η αναγνώριση των μικροβίων είχε γίνει – τουλάχιστον εν μέρει – με την αλληλούχιση του DNA ή/και του RNA.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ

Όταν πρόκειται για το μόνιμα παγωμένο έδαφος και την έρευνα για τα χαρακτηριστικά του υπάρχουν δύο τεχνικές οι οποίες χρησιμοποιούνται πιο συχνά, αυτή της συλλογής επιφανειακού εδάφους και αυτή της εξόρυξης στηλών μονίμως παγωμένου εδάφους. Κατά την πρώτη τεχνική, λαμβάνεται δείγμα μέσω της αφαίρεσης του ανώτατου στρώματος του εδάφους. Με αυτή τη μέθοδο συλλέγονται συνήθως δείγματα του ενεργού στρώματος του μονίμως παγωμένου εδάφους και πιο συγκεκριμένα το στρώμα του μονίμως παγωμένου εδάφους που βρίσκεται σε επαφή με την ατμόσφαιρα. Με τη δεύτερη τεχνική, γίνεται εξόρυξη στηλών, είτε αυτή πρόκειται για δείγματα

στερεού εδάφους, είτε πρόκειται για δείγματα πάγου από παγετώνες. Αξίζει να τονιστεί ότι ως προς τις στήλες στερεού μονίμως παγωμένου εδάφους, αυτές συνήθως συλλέγονται με υπόγεια εξόρυξη όπως, για παράδειγμα, εκείνη που γίνεται στη Σήραγγα του Μονίμως Παγωμένου Εδάφους (Permafrost Tunnel) στην Αλάσκα. Παρ' όλα αυτά, ασχέτως με ποια από τις δύο μεθόδους χρησιμοποιήθηκε για τη λήψη δειγμάτων, στη συνέχεια, η πλειονότητά τους επεξεργάζεται και αναλύεται σε περιβάλλον εργαστηρίου, για να απαντηθούν τα εκάστοτε ερευνητικά ερωτήματα. Βέβαια, υπάρχει και άλλη μία, τρίτη, τεχνική συλλογής δειγμάτων και επεξεργασίας τους, η οποία είναι πιο σπάνια, έχει εφαρμογές μόνο σε σημεία με υψομετρική διαφορά, όπως βουνά, και κατά τη βιβλιογραφική έρευνα για την παρούσα εργασία, χρησιμοποιήθηκε μόνο σε μία έρευνα. Πιο συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκε στην έρευνα των Perez-Mon et al., (2022) κατά τη διενέργεια πειράματος στις Άλπεις. Ειδικότερα, η ερευνητική ομάδα δημιούργησε την απόψυξη του Μονίμως Παγωμένου Εδάφους *in situ*, μεταφέροντας δείγματα μονίμως παγωμένου εδάφους από υψηλότερο προς χαμηλότερο υψόμετρο και διαφορετικό προσανατολισμό. Η θεωρητική βάση αυτού του πειράματος έγκειται στο γεγονός ότι το σημείο της δειγματοληψίας πληρούσε όλα τα χαρακτηριστικά για να θεωρηθεί ως μόνιμα παγωμένο έδαφος (μόνιμη θερμοκρασία $<2^{\circ}\text{C}$, καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου), ενώ τα χαμηλότερα υψόμετρα δεν τις πληρούσαν. Έτσι, τα δείγματα θα αναγκαζόταν να αποψυχθούν με πιο φυσιολογικό τρόπο, σε σχέση με τα αντίστοιχά τους, που αποψύχονταν σε περιβάλλον εργαστηρίου (Perez-Mon et al., 2022).

Όπως είναι κατανοητό, ασχέτως από τη μέθοδο διαλογής και επεξεργασίας των δειγμάτων, υπάρχει πάντα ένας βαθμός παρεμβατικότητας στο μόνιμα παγωμένο έδαφος και ιδιαίτερα σε εκείνο που είναι έως στιγμής, ανέγγιχτο από τους ανθρώπους. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, όχι μόνο την πιθανή διατάραξη της ισορροπίας της βιοποικιλότητας στο μόνιμα παγωμένο έδαφος και μη, αλλά και τα πιθανά λάθη στη μεθοδολογία της κάθε έρευνας. Αναλυτικότερα, έχει βρεθεί μόνο μία επιστημονική δημοσίευση στην οποία αναφέρονται οι πιθανοί κίνδυνοι, τόσο της κατά λάθος επανεισαγωγής των μικροοργανισμών του μονίμως παγωμένου εδάφους στο περιβάλλον, αλλά και της μόλυνσης των δειγμάτων. Αυτή είναι η δημοσίευση των Bellemain et al., (2013) και αναγνωρίζει τις πιθανές προκαταλήψεις τα οποία μπορεί να είναι υπαρκτά με τις εν λόγω τεχνικές δειγματοληψίας. Για παράδειγμα, αναφέρεται ότι ορισμένες αλληλουχίες νουκλεοτιδίων, γονίδια ή μικροοργανισμοί μπορεί να μην έχουν τα κατάλληλα χαρακτηριστικά, απαραίτητα για να επιβιώσουν τη μεταφορά από τον τόπο δειγματοληψίας προς το εργαστήριο. Επίσης, κατά τη μεταφορά των δειγμάτων από το σημείο δειγματοληψίας προς το σημείο ανάλυσής τους, μπορεί να γίνει μετακίνηση γενετικού υλικού μεταξύ των μικροοργανισμών, ή μικροοργανισμών και περιβάλλοντός τους, όπως για παράδειγμα τις στερεές ουσίες πάνω στις οποίες βρίσκονται ως δείγματα. Τέλος, αναφέρεται ότι υπάρχει η πιθανότητα μέρος των μικροοργανισμών που ανιχνεύονται στα δείγματα να αποτελούν διασταυρούμενη επιμόλυνση από παθογόνα που υπάρχουν ήδη ελεύθερα στο περιβάλλον. Αυτά τα παθογόνα μπορεί να προέρχονται από την ατελή αποστείρωση των εργαλείων δειγματοληψίας, λοιπό εξοπλισμό των αποστολών, όπως για παράδειγμα τον ιματισμό

των ερευνητών, ή ακόμα και τους ίδιους τους ερευνητές (π.χ. τη φυσιολογική χλωρίδα τους).

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Για κάποια στοιχεία που πραγματεύεται αυτή η εργασία δεν υπάρχει αναλυτική βιβλιογραφία, όπως για παράδειγμα η σχέση βιοποικιλότητας-κλιματικής αλλαγής-λοιμωδών νοσημάτων με μία κοινή οπτική, η πιθανή επίδραση των μικροοργανισμών και ιών που βρίσκονται στο μόνιμα παγωμένο έδαφος στις ανθρώπινες κοινότητες, τα παραμελημένα τροπικά νοσήματα.

ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ

Η αυξημένη βιοποικιλότητα βοηθά στη μείωση του αντίκτυπου των ανθρώπων στο φυσικό περιβάλλον. Μέσω του φαινομένου διάλυσης/ αραίωσης (Dilution effect), έχει αποδειχθεί ότι αυξημένη βιοποικιλότητα προσδίδει μεγαλύτερη μεγαλύτερη ανθεκτικότητα στο οικοσύστημα και μειώνει τις πιθανότητες να εγκατασταθούν νέα λοιμώδη νοσήματα.

Όμως η κλιματική αλλαγή, μέσω των ακραίων καιρικών φαινομένων, μπορεί να μειώσει τη βιοποικιλότητα μιας περιοχής καθώς τα οικοσυστήματα μπορεί να γίνουν εχθρικά για κάποια είδη που είναι γηγενή σε αυτά, οδηγώντας είτε στη μείωση των ατόμων των εν λόγω ειδών, είτε ακόμα και στην εξαφάνισή τους. Από την άλλη πλευρά, η κλιματική αλλαγή, και πιο συγκεκριμένα η υπερθέρμανση του πλανήτη, βοηθά στην επέκταση των περιοχών που είναι φιλικές προς ορισμένα είδη, ενώ ταυτόχρονα μειώνει τις αντίστοιχες περιοχές για άλλα είδη.

Όσο η βιοποικιλότητα μειώνεται, τόσο εξασθενεί το Dilution effect και αυξάνει η πιθανότητα ανάδυσης νέων λοιμωδών νοσημάτων. Καινούργια είδη στο οικοσύστημα, είδη χωροκατακτητικά, μπορεί να αποτελέσουν καινούργια υποδόχα σε ήδη υπάρχοντα παθογόνα, μπορούν όμως επίσης να μεταφέρουν και καινούργιους μικροοργανισμούς ή ιούς.

Με αυτό το τρόπο αυξάνουν οι πιθανότητες να υπερκεραστούν κάποιοι βιολογικοί φραγμοί (biological barriers), που δεν είναι άλλοι από τις διαδικασίες με τις οποίες καθίσταται ένας μικροοργανισμός ή ιός ανίκανος να μεταδοθεί από το ένα είδος στο άλλο. Οι πιθανότητες αυξάνονται και επηρεάζονται από την πιθανότητα μετάδοσης, τον τρόπο μετάδοσης, τα χαρακτηριστικά του μικροοργανισμού ή ιού και τη συχνότητα επαφής μεταξύ ενός υποδόχου και ενός άλλου οργανισμού.

Οι μελέτες που ασχολήθηκαν με το θέμα έδειξαν ότι το φαινόμενο της διάλυσης (dilution effect) προστατεύει το κάθε οικοσύστημα από επιδημίες και επομένως η υψηλή βιοποικιλότητα δεν είναι μόνο χρήσιμη, αλλά και αναγκαία. Η υψηλή βιοποικιλότητα δεν πρέπει να έχει προτεραιότητα σε σχέση με τα γηγενή είδη, γιατί έτσι μπορεί να γίνει εισαγωγή χωροκατακτητικών ειδών. Βέβαια, οι βιολογικοί φραγμοί είναι ένα δεύτερο κομμάτι που προστατεύει από τη μετάδοση μικροοργανισμών ή ιών σε νέους ξενιστές. Από όλα τα στοιχεία που τους επηρεάζουν, το μοναδικό που μπορούμε να ελέγχουμε είναι η συχνότητα επαφής μεταξύ ενός είδους

που είναι ήδη ξενιστής και των ανθρώπων ή άλλων ζώων που ζουν κοντά στους ανθρώπους (π.χ. κατοικίδια, ζώα φάρμας, κοκ)

ΑΛΛΑΓΕΣ ΣΤΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΓΗΣ

Ο σύγχρονος τρόπος παραγωγής τροφίμων χαρακτηρίζεται από εντατική παραγωγή ζωικών και φυτικών τροφίμων, σε κτηνοτροφικές μονάδες και καλλιέργειες μεγάλης κλίμακας.

Την κτηνοτροφία μεγάλης κλίμακας εκπροσωπούν οι «μεγαφάρμες», όπου ο μεγάλος αριθμός συγχρωτιζομένων ζώων συνδράμει στην αύξηση μετάδοσης λοιμωδών νοσημάτων μεταξύ των εκτρεφόμενων ζώων. Οι μεγάλες ποσότητες περιττωμάτων και πτωμάτων αποτελούν δεξαμενές παθογόνων μικροοργανισμών και ιών, ενώ η εγγύτητα βοηθά στη προσέλκυση άγριων ζώων και τη δευτερογενή μεταφορά παθογόνων.

Στη γεωργική παραγωγή κυριαρχούν οι μονοκαλλιέργειες, που απαιτούν μεγάλες ποσότητες γεωργικών φαρμάκων, λιπασμάτων αλλά και βιοκτόνων, δεδομένου ότι τα καλλιεργούμενα είδη έχουν μειωμένες αντοχές εναντίων των ασθενειών. Η αλλαγή στη χρήση γης με την αλματώδη αύξηση της καλλιεργήσιμης γης έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση βιοτόπων, την αύξηση των επαφών άγριων ζώων με δεσποζόμενα και ανθρώπους με επακόλουθη την αύξηση των ανθρωποζωονόσων ή και την ανάδυση νέων.

Αλλαγή στη χρήση γης έχουμε και με την αυξημένη αστικοποίηση. Η μείωση των οικοσυστημάτων και των βιοτόπων είναι απόρροια της αύξησης των γεωργικών και κτηνοτροφικών δραστηριοτήτων των ανθρώπων ή/και λόγω της αστικής επέκτασης. Η μείωση του φυσικού περιβάλλοντος των ζώων τα αναγκάζει να μεταναστεύσουν σε περιοχές κοντά σε ή και σε περιοχές με ανθρώπινο πληθυσμό. Στενότερη επαφή ζώων και ανθρώπων συνεπάγεται μεγαλύτερη πιθανότητα μετάδοσης ζωονόσων και προσπέρας βιολογικών φραγμών. Το φαινόμενο αυτό οξύνεται στις πόλεις χωρίς πράσινο καθώς τα ζώα που ζουν μέσα στις πόλεις αναγκάζονται να έρχονται ακόμα πιο κοντά στους ανθρώπους (εξανεμίζεται το dilution effect), Αλλά και ο μεγάλος συγχρωτισμός ανθρώπων σε ένα αστικό περιβάλλον αυξάνει το ρυθμό μετάδοσης των παθογόνων μεταξύ των ανθρώπων λόγω του αυξημένου φορτίου του.

Σε ό, τι αφορά την αλλαγή χρήσης γης και την απορρέουσα εγγύτητα με άγρια ζώα, βρήκαμε αρκετές μελέτες που ασχολήθηκαν με τα προβλήματα από τις «μεγαφάρμες» και τη μεγάλης κλίμακας κτηνοτροφία, όπως και τις μονοκαλλιέργειες. Για να μειωθούν οι επιπτώσεις, προτείνουν αύξηση και υποστήριξη των βιώσιμων πρακτικών καλλιέργειας και κτηνοτροφίας, καθώς και αποφυγή των μονοκαλλιεργειών (και κρατική υποστήριξη εάν είναι αναγκαίο)

Πολλές μελέτες ασχολήθηκαν και με την αυξανόμενη αστικοποίηση και την επέκταση των αστικού ιστού σε περιοχές που καλύπτονταν από καλλιεργήσιμη γη ή δάση. Η απορρέουσα παρουσία αυξημένου αριθμού άγριων ζώων σε περιοχές όλο και πιο κοντά στους ανθρώπους αυξάνει τη συχνότητα επαφής των δύο ειδών, αυξάνοντας την

πιθανότητα μικροοργανισμοί και ιοί, που δεν έχουν τον άνθρωπο ως ξενιστή, να περάσουν το βιολογικό φραγμό τους. Χαρακτηριστικό παράδειγμα δίνεται με τα πουλιά, ποντίκια και αρουραίοι – ζώα που διαμένουν συχνά στις πόλεις, έχουν την ικανότητα να διανύσουν μεγάλες αποστάσεις και μεταδίδουν πληθώρα ασθενειών στους ανθρώπους. Από την άλλη, ο ανθρώπινος συγχρωτισμός στις πόλεις βοηθάει στη μετάδοση λοιμωδών νοσημάτων καθώς η στενή επαφή των ανθρώπων μεταξύ τους σε συνδυασμό με μέτριες έως και κακές συνθήκες υγιεινής, αυξάνει το φορτίο των παθογόνων. Μια από τις λύσεις που προτείνονται είναι η προστασία των αστικών δασών, γιατί είναι ένας τρόπος για να αποφευχθεί η συνεχής επαφή των ανθρώπων με τα άγρια ζώα στις πόλεις, ενώ ταυτόχρονα έχουν και άλλα θετικά που μπορούν να επηρεάσουν τα αποτελέσματα της κλιματικής αλλαγής (π.χ. αυξημένη θερμοκρασία στα αστικά κέντρα), αλλά και αυξάνουν την ποιότητα ζωής των κατοίκων.

Εντύπωση έκανε και ο αριθμός των μελετών που βρήκαμε να ασχολούνται με το θέμα των εξωτικών κατοικιδίων και των καφέ (εξωτικών) ζώων. Τονίζουν ότι τα εξωτικά κατοικίδια αποτελούν δυνητικό κίνδυνο για τη Δημόσια Υγεία εξ' αιτίας των παθογόνων από τα οποία μπορεί να είναι προσβεβλημένα ή να είναι φορείς τους, την ανεπάρκεια ενημέρωσης και επιτήρησης των αναγκών τους (βιολογικοί φραγμοί) και της τάσης τους να είναι χωροκατακτητικά (βιοποικιλότητα). Προτείνουν αυστηρότερη νομοθεσία, κυρώσεις και επιτήρηση.

ΔΙΕΘΝΕΣ ΕΜΠΟΡΙΟ

Το διεθνές εμπόριο, εκτός από εμπορεύματα, μπορεί να βοηθήσει στη μεταφορά μικροοργανισμών ή/και διαβιβαστών τους. Η μεταφορά μπορεί να είναι τυχαία, μαζί με εμπορεύματα, π.χ. το χωροκατακτητικό κουνούπι *Aedes albopictus* που μεταφέρθηκε στην Ευρώπη μαζί και ελαστικά αυτοκινήτου. Μπορεί όμως να γίνει και με ζωικά προϊόντα, διακίνηση ζωντανών ζώων ή κομμάτια τους, και συνήθως οφείλεται σε ελλιπή ή απουσία υγειονομικού ελέγχου ζώων από τις αρχές κατά τη διακρατική μετακίνησή τους.

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται και μια και η στροφή των τελευταίων χρόνων σε εξωτικά κατοικίδια και η εμφάνιση καφέ (εξωτικών) ζώων. Υπάρχει με αυτό το τρόπο μια αύξηση των επαφών των ανθρώπων με ζώα, άρα αυξάνεται η πιθανότητα εκδήλωσης ζωνοσόων, δεδομένου ότι τα εξωτικά ζώα μεταφέρουν δυνητικά παθογόνους οργανισμούς και δεν υπάρχει η αντίστοιχη πληροφόρηση των ιδιοκτητών για τη φροντίδα τους. Κάποια είδη τείνουν να γίνουν χωροκατακτητικά (Π.χ. πύθωνες Βιρμανίας στον Εθνικό Δρυμό Everglades). Στα καφέ εξωτικών και μη ζώων, τα ζώα τείνουν να έχουν κακές συνθήκες διαβίωσης, με μεταδόσεις ζωνοσόων, και συχνά υπάρχουν κενά στη νομοθεσία ως προς τη διασφάλιση των αναγκών τους.

Ειδική μνεία θα πρέπει να γίνει στο λαθρεμπόριο άγριας ζωής. Όλα τα είδη των διακινούμενων ζώων δεν μπορούν να προέλθουν από εκτροφές ή και για κάποια απαγορεύεται το εμπόριό τους γιατί είναι προστατευόμενα είδη. Είναι μια πρακτική που απειλεί τη βιοποικιλότητα παγκοσμίως, γιατί οδηγεί σε μείωση βιοποικιλότητας

των οικοσυστημάτων προέλευσης ζώων, φυτών & εντόμων (μείωση/απειλή προς εξαφάνιση είδους, μείωση αριθμού άλλων ειδών επειδή πιάστηκαν κατά λάθος στις παγίδες), αλλά είναι και απειλή εισαγωγής χωροκατακτητικών ειδών. Διευκολύνει επίσης τη μετάδοση λοιμωδών νοσημάτων, δεδομένου ότι η παράνομη φύση του δεν το καθιστά υπόχρεο σε υγειονομικούς ελέγχους, εκπαίδευση των ιδιοκτητών ή/και δεν υπάρχει εύκολη πρόσβαση σε ειδικευμένους κτηνιάτρους και είναι δύσκολη έως ανύπαρκτη πρόσβαση σε κατάλληλη ταφή των σωρών των ζώων που καταλήγουν.

Σε ότι αφορά το διεθνές εμπόριο, οι μελέτες που ασχολήθηκαν με το ζήτημα αυτό κατέληξαν στο ό,τι η μετάδοση λοιμωδών νοσημάτων και των μεταβιβαστών τους είναι ένα παγκόσμιο πρόβλημα, και επομένως η προσέγγιση κάθε χώρας ξεχωριστά δεν αρκεί. Χρειάζεται διακρατική συνεργασία και έλεγχοι με τα ίδια πρωτόκολλα, πχ σε ό,τι αφορά τη διακίνηση εμπορευμάτων μεταξύ χωρών της ΕΕ. Όσον αφορά το λαθρεμπόριο άγριας ζωής, τονίζουν ότι η έλλειψη πρόσβασης σε κατάλληλες δομές ταφής κυρίως ζώων, αποκτημένων μέσω του λαθρεμπορίου μπορεί να δημιουργήσει δεξαμενή μετάδοση παθογόνων, πιθανώς πρωτοεμφανιζόμενων στην εκάστοτε περιοχή. Προτείνουν αυστηρότερη επιτήρηση του λαθρεμπορίου, αυστηρότερες κυρώσεις από τις αρχές και χρήση ήδη υφιστάμενων εργαλείων και τεχνικών χρησιμοποιούμενα για άλλα εγκλήματα (π.χ. διακίνηση ναρκωτικών & όπλων)

ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ ΠΛΗΘΥΣΜΩΝ

Οι μετακινούμενοι πληθυσμοί, οι μετανάστες και οι πρόσφυγες αποτελούν μια κοινωνική ομάδα η οποία παίζει σημαντικό ρόλο στη μετάδοση των λοιμωδών νοσημάτων, δεδομένου ότι μπορεί να μεταφέρουν παθογόνα, τα οποία μπορεί να είναι είτε ενδημικά στην περιοχή καταγωγής τους, είτε ενδημικά σε άλλες περιοχές που είχαν ταξιδέψει πρόσφατα.

Ως προς τους πρόσφυγες συγκεκριμένα ο συγχρωτισμός και η κακή ποιότητα διαβίωσης που έχουν, κυρίως στους προσφυγικούς καταυλισμούς θέτουν τη βάση για τη μετάδοση λοιμωδών νοσημάτων τόσο μεταξύ των προσφύγων, αλλά και μεταξύ των προσφύγων και των εργαζομένων σε αυτά. Οι κλιματικοί πρόσφυγες είναι μια υποκατηγορία προσφύγων οι οποίοι παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στη μετάδοση των λοιμωδών νοσημάτων, καθώς συνήθως αυτοί προέρχονται από τροπικές περιοχές, και υπάρχει η πιθανότητα να εισάγουν τροπικά νοσήματα σε καινούργιες περιοχές.

Από τη άλλη πλευρά ο τουρισμός αφορά άτομα που επισκέπτονται για μικρό διάστημα μια χώρα για λόγους που είναι τις περισσότερες φορές οι διακοπές, αν και μπορεί να μετακινούνται και για λόγους επαγγελματικών, σπουδών, υγείας, θρησκευτικών, κα. Προέρχονται κυρίως από οικονομικά και υγειονομικά προηγμένα κράτη και επισκέπτονται συχνά περιοχές με χαμηλό εισόδημα και φτωχές συνθήκες υγείας. Τα τελευταία χρόνια οι φθηνές πτήσεις, ιδιαίτερα των αερογραμμών χαμηλού κόστους έχουν αυξήσει τις πτήσεις παγκοσμίως, και ιδιαίτερα από /στην ΕΕ. Οι αεροπορικές πτήσεις, εκτός του ότι είναι υπεύθυνες για αύξηση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου,

έπαιξαν σημαντικό ρόλο στη μετάδοση και παγκοσμιοποίηση ασθενειών, όπως φάνηκε με τον SARS-CoV το 2003 και τη COVID-19 πρόσφατα.

Η αύξηση του τουρισμού, ο υπερτουρισμός, καταλήγει στην προτίμηση όχι και τόσο δημοφιλών, παλαιότερα, άρα και πιο οργανωμένων για υποδοχή τουριστών προορισμών. Αυτή η αύξηση τουρισμού σε απομακρυσμένες περιοχές χαμηλού τουρισμού και κινητικότητας μπορεί να επιφέρει αλλοίωση οικοσυστημάτων μέσω της δημιουργίας δομών τουριστικού ενδιαφέροντος (π.χ. ξενοδοχεία, κέντρα αναψυχής, κτλ). Αυτό οδηγεί σε αύξηση επαφών μεταξύ της άγριας ζωής και των ανθρώπων είτε είναι τουρίστες, είτε πρόκειται για επαγγελματίες τουρισμού, μείωση βιοτόπων στις περιοχές αυτές και μετάδοση λοιμωδών νοσημάτων μεταξύ των προορισμών και του υπόλοιπου κόσμου.

Οι μελέτες δέχονται ότι ροές μεταναστών και προσφύγων, όπου μπαίνουν και οι κλιματικοί πρόσφυγες, οδηγούν σε αύξηση της πιθανότητας εισαγωγής λοιμωδών νοσημάτων. Η λύση που προτείνεται είναι μια πιο οργανωμένη και υψηλότερης ποιότητας επιτήρηση και βεβαίως όχι κοινωνικός αποκλεισμός.

Αρκετές μελέτες αναλύουν το φαινόμενο του υπερτουρισμού, τονίζοντας ότι ο υπερτουρισμός, που προβάλλεται σαν τουρισμός που έχει να κάνει με τη απομακρυσμένη φύση και παρθένες περιοχές, τείνει να αυξάνει τις επαφές των ανθρώπων με τα ζώα. Αυτή η αύξηση συχνότητας επαφών με ζώα αυξάνει και τις πιθανότητες των παθογόνων να προσπεράσουν τους βιολογικούς φραγμούς που έχουν και να γίνουν ζωνοόσοι, καθώς και της λοίμωξης και μετάδοσης ήδη υπαρχουσών ζωνοόσων σε περιοχές μη ενδημικές για αυτές. Σαν αντιπρόταση δίνονται ήπιες μορφές τουρισμού, και λένε ότι ο οικοτουρισμός φαίνεται να είναι μία βιώσιμη λύση.

Η Ελλάδα είναι τουριστικός προορισμός και υπάρχουν μελέτες που αναφέρουν ότι η αύξηση τουριστών οδηγεί σε αύξηση της πιθανότητας εισόδου τουριστών από χώρες με ενδημικά λοιμώδη νοσήματα τα οποία δεν υπάρχουν στην Ελλάδα, άρα και αύξηση εισαγωγής λοιμωδών νοσημάτων στη χώρα.

ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ ΚΑΙ ΜΕΣΑ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗΣ ΔΙΚΤΥΩΣΗΣ

Το διαδίκτυο και τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως μέσα για την πληροφόρηση του ευρέως κοινού και επιστημόνων, κάνοντας εύκολη την εύρεση έγκυρων πληροφοριών, μπορεί όμως να είναι και πηγή παραπληροφόρησης ή στοχευμένων πληροφοριών.

Έτσι σε ότι αφορά εξωτικά κατοικίδια και φυτά, φαίνεται να υπάρχει μια θετική συσχέτιση μεταξύ τάσεων (trends), δημοφιλών αναρτήσεων (viral posts) και αύξησης στη ζήτηση και κατοχής κατοικίδιων ή φυτών, ιδιαίτερα από δημιουργούς περιεχομένου και διαδικτυακές προσωπικότητες. Υπάρχουν βέβαια και αναρτήσεις για την ευαισθητοποίηση του κοινού, που ναι μεν ευαισθητοποιούν, αλλά ταυτόχρονα δίνουν αναγκαίες πληροφορίες στους λαθροθήρες & λαθρέμπορες άγριας ζωής.

Το λαθρεμπόριο άγριας ζωής πλέον κάνει χρήση ηλεκτρονικών καταστημάτων (π.χ. Amazon, eBay), αλλά και κοινωνικών δικτύων (π.χ. Facebook, Instagram, TikTok) ως σημείο πώλησης. Γιατί είναι ευνοϊκό: ανωνυμία, κενά στη νομοθεσία λόγω καινούργιων τεχνολογιών, κενά στη νομοθεσία για το εμπόριο άγριας ζωής μεταξύ των χωρών, ευκολία, αμεσότητα, μεγαλύτερο εύρος αγοραστικού κοινού, γρήγορη ταχύτητα πώλησης

Ο τουρισμός ακολουθεί παρόμοιες τάσεις με αυτές των εξωτικών κατοικίδιων και φυτών. Δημοφιλείς αναρτήσεις αναδεικνύουν νέους δημοφιλείς προορισμούς κάτι που μπορεί να δημιουργήσει υπερτουρισμό και αυτός με τη σειρά του να μειώσει τη βιοποικιλότητα του τουριστικού μέρους αλλά και αυξάνει τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου.

Οι έρευνες δείχνουν ότι η αύξηση της διαδικτυακής δημοτικότητας κατοικίδιων και φυτών και η αύξηση της ζήτησής τους έχουν θετική συσχέτιση. Παλαιότερες έρευνες σχετικά με τη δημοτικότητα κατοικίδιων και φυτών σε σχέση με ταινίες, σειρές και βιβλία δεν δείχνουν συσχέτιση

ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ ΚΑΙ ΛΟΙΜΩΔΗ ΝΟΣΗΜΑΤΑ

Η αύξηση της θερμοκρασίας προκαλεί αύξηση βιολογικών διαδικασιών τόσο των παθογόνων όσο και των διαβιβαστών τους, με αποτέλεσμα να γίνεται γρηγορότερη μετάδοση ασθενειών. Η αύξηση της υγρασίας επίσης βοηθά σε αυτό, δεδομένου ότι τα μεγαλύτερα σταγονίδια αποτελούν καλύτερους μηχανικούς διαβιβαστές παθογόνων, άρα ευνοείται η ευκολότερη μετάδοση και η αύξηση των λοιμώξεων. Απότοκο της κλιματικής αλλαγής είναι και η επέκταση των βιοτόπων των διαβιβαστών παθογόνων μικροοργανισμών και ιών (π.χ. *Aedes aegypti*, *Aedes albopictus*, *Anopheles sp.*)

Η επέκταση των τροπικών και υποτροπικών περιοχών έχει ως αποτέλεσμα και την ενδυνάμει επέκταση της γεωγραφικής κατανομής των λεγόμενων «τροπικών νοσημάτων», που λέγονται έτσι γιατί ενδημούν ή έχουν περισσότερα κρούσματα στις τροπικές περιοχές του πλανήτη, με χαρακτηριστικό παράδειγμα τους «μεγάλους τρεις», Ελονοσία, HIV/AIDS και Φυματίωση.

Στα τροπικά νοσήματα ανήκουν και αυτά που ο ΠΟΥ αναφέρει ως «παραμελημένα» τροπικά νοσήματα, Φιλαρίαση (*Wuchereria bancrofti*, *Brugia malayi*, *Brugia timori*), Τρυπανοσωμίαση (Chagas - *Trypanosoma cruzi*), Χολέρα, Τύφος, Λέπρα (*Mycobacterium leprae*), πανώλη, αιμορραγικοί πυρετοί, αρμποϊώσεις Δάγκειος πυρετός. Τα Παραμελημένα Τροπικά Νοσήματα, παρ' όλο που δεν αποτελούν αναδυόμενα λοιμώδη νοσήματα, απειλούν όλο και περισσότερες περιοχές μέσω της υπερθέρμανσης του πλανήτη και τη μετανάστευση των διαβιβαστών τους.

Όλες οι μελέτες τονίζουν ότι κοινός παρανομαστής πολλών Παραμελημένων Τροπικών Νοσημάτων είναι το χαμηλό κοινωνικοοικονομικό επίπεδο και ότι υπάρχει ανάγκη περαιτέρω έρευνας για τα Παραμελημένα Τροπικά Νοσήματα τόσο για την αντιμετώπισή τους σήμερα, όσο και για την αντιμετώπισή τους στο μέλλον. Αυτό

αφορά πλέον τη παγκόσμια κοινότητα, δεδομένου ότι με την κλιματική αλλαγή και την επέκταση των τροπικών οι διαβιβαστές τους μπορούν να μεταναστεύσουν και να παρατηρηθούν κρούσματα από παραμελημένα τροπικά νοσήματα σε καινούργιες περιοχές του πλανήτη.

ΚΡΥΟΣΦΑΙΡΑ ΚΑΙ ΜΟΝΙΜΑ ΠΑΓΩΜΕΝΟ ΕΔΑΦΟΣ (ΜΠΕ)

Η κρύοσφαιρα περιλαμβάνει όλες τις περιοχές του πλανήτη όπου το νερό βρίσκεται σε στερεή μορφή πάγου. Ένα από τα πιο γνωστά αποτελέσματα της κλιματικής αλλαγής είναι η υπερθέρμανση του πλανήτη, η οποία προκαλεί με τη σειρά της το λιώσιμο των παγετώνων και την απόψυξη του μονίμως παγωμένου εδάφους παγκοσμίως, και επομένως την απελευθέρωση των βιοτικών παραγόντων που περιέχονται σε αυτά. Το ΜΠΕ μπορεί να υπάρχει είτε λόγω εγγύτητας στους πόλους, είτε λόγω υψομέτρου, είτε συνδυασμός και των δύο. Ιοί, βακτήρια, μύκητες και αρχαία βρίσκονται παγιδευμένα στο ΜΠΕ και αποψύχονται μαζί του. Αυτά μπορεί να είναι καινούργιοι μικροοργανισμοί και ιοί (π.χ. *Mollivirus*), ήδη γνωστοί μικροοργανισμοί και ιοί, με πρωτοφανή στελέχη (π.χ. ιός του μωσαϊκού της τομάτας), ήδη γνωστοί μικροοργανισμοί και ιοί, με γνωστά στελέχη (π.χ. *Rhododorus mucilaginosus*, *Aspergillus thermomutatus*, *Aspergillus hiratsukae*) ή «νέα» γονίδια ανθεκτικά σε φάρμακα. Οι μικροοργανισμοί & ιοί έχουν την ικανότητα να συνεχίσουν τη βιολογική τους δραστηριότητα μετά την απόψυξή τους, ακόμα και μετά από τόσα χρόνια

Το Ενεργό Στρώμα του ΜΠΕ (ΕΣΜΠΕ) έρχεται, περιοδικά, σε επαφή με την τοπική χλωρίδα & πανίδα. Η ανθρώπινη δραστηριότητα κοντά στο ΜΠΕ το επηρεάζει (θερμοκρασία, βιοποικιλότητα, κυτταρική αναπνοή). Π.χ. μετακίνηση εδάφους, εμπλουτισμός εδάφους με C/N, αύξηση θερμοκρασίας. Μικροοργανισμοί και ιοί επιβιώνουν για πολύ καιρό ελεύθεροι στο περιβάλλον (π.χ. νερό, χώμα, κτλ) μπορούν να έχουν εύκολη μετάδοση σε ζώα που έρχονται σε επαφή με αυτά και από εκεί να μεταδοθούν στους ανθρώπους. Ιδιαίτερα επικίνδυνο το ΕΣΜΠΕ σε περιοχές κοντά στον πολιτισμό π.χ. Θιβέτ, σκανδιναβικές χώρες και Νορβηγία, Καναδάς, ΗΠΑ, Ρωσία, ιδιαίτερα Άλπεις (υπερτουρισμός, χειμερινά αθλήματα/σκι)

Η κλιματική αλλαγή και η αύξηση της θερμοκρασίας αέρα & εδάφους οδηγεί στο να βρίσκεται χλωρίδα όλο και σε μεγαλύτερα υψόμετρα, να υπάρχει επαφή ΜΠΕ και των στρωμάτων του με τα φυτά και τα παράγωγά τους, οπότε προκύπτουν νέα θρεπτικά συστατικά και ξενιστές για τους μικροοργανισμούς του ΜΠΕ. Η αύξηση της θερμοκρασίας & μείωση χιονόπτωσης στις ορεινές περιοχές και περιοχές κοντά στους πόλους μέσα από ένα συνεχή κύκλο ψύξης και απόψυξης, οδηγεί σε ξεπάγωμα του ΜΠΕ, περισσότερο νερό (υγρό) στο ΕΣΜΠΕ και απελευθέρωση μικροοργανισμών και οργανικής ύλης στο περιβάλλον

Οι αλλαγές στο κλίμα επηρεάζουν συνολικά τη βιοποικιλότητα, επιφέροντας αλλαγές στη συχνότητα, τις διαδρομές, την υγεία κτλ. μετανάστευσης πτηνών που βρίσκονται στους πόλους (πιθανά υποδόχα παθογόνων) με πιθανή τη μεταφορά παθογόνων από τους πόλους στον υπόλοιπο κόσμο.

Είναι ένα από τα θέματα που απασχολούν τη διεθνή επιστημονική κοινότητα και αρκετές μελέτες ασχολήθηκαν με αυτό. Τονίζουν ότι μερικοί μικροοργανισμοί και ιοί του ΜΠΕ έχουν ήδη διαβιβαστές και ξενιστές παθογόνων και ότι με μια πιθανή & εύκολη ένταξή τους στο τοπικό οικοσύστημα μετά την απόψυξή τους μπορεί να οδηγήσει σε νέες δεξαμενές παθογόνων. Η περιοδική επαφή τους με τη χλωρίδα & πανίδα μπορεί να βοηθήσει τη μετάδοση και πιθανή προσπέραση βιολογικών φραγμών, ενώ τα πουλιά- μέλη του οικοσυστήματος, μπορούν να τους μεταφέρουν παντού καλύπτοντας, στη πτήση τους, μεγάλες αποστάσεις. Το ΕΣΜΠΕ σε περιοχές κοντά στον πολιτισμό αποτελεί πολύ καλή δεξαμενή, μάλιστα είναι πιο επικίνδυνο σε περιοχές που υπάρχει ΜΠΕ λόγω υψομέτρου κι αυτό θα γίνεται χειρότερο με την κλιματική αλλαγή, καθώς χλωρίδα & πανίδα θα βρίσκονται σε όλο και μεγαλύτερα υψόμετρα. Η βιοποικιλότητα του ΜΠΕ διαφέρει από γεωγραφική περιοχή σε γεωγραφική περιοχή, συνεπώς υπάρχει ανάγκη εξατομικευμένων πρακτικών για τη μεταχείριση των μικροοργανισμών και ιών. Γνωστή συνύπαρξη μικροοργανισμών και ιών στο ΜΠΕ → κρούση κώδωνα κινδύνου για επιδημία παθογόνου Δ όταν αυτό συνυπάρχει με Α, Β, Γ τα οποία παρουσιάζουν αυξημένα κρούσματα.

Προς το παρόν οι έρευνες είναι ικανές μόνο για την παρατήρηση βραχυπρόθεσμων προβλημάτων της απόψυξης του ΜΠΕ, υπάρχει συνεπώς ανάγκη μιας ευρύτερης διεπιστημονικής οπτικής και αντιμετώπισης. Εκείνο όμως που προτείνεται είναι, επειδή είναι ακόμα παγωμένοι - αλλά δεν θα είναι για πολύ ακόμα- και έχουμε δείγματα από μικροοργανισμούς, να προετοιμαστούμε και να είμαστε έτοιμοι, για πρώτη φορά, ένα βήμα μπροστά από τις επιδημίες.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Σε έναν κόσμο που αλλάζει με ραγδαίες ταχύτητες, νέες προκλήσεις αντιμετωπίζονται καθημερινώς από πολλές επιστήμες – συμπεριλαμβανομένου και της Δημόσιας Υγείας.
- Οι αλλαγές στο Περιβάλλον που οφείλονται τόσο στη κλιματική αλλαγή όσο και στην αλλαγή στον τρόπο χρήσης της γης επιδρούν στη βιοποικιλότητα και ανάδυση νέων λοιμωδών νοσημάτων
- Η αλλαγή χρήσης γης εκφράζεται με μεγάλης κλίμακας γεωργία και κτηνοτροφία και αυξημένη αστικοποίηση με αποτέλεσμα τη μείωση της βιοποικιλότητας και του προστατευτικού dilution effect
- Η κλιματική αλλαγή, με την επέκταση των τροπικών και υποτροπικών ζωνών δίνει τη δυνατότητα σε παθογόνα να διευρύνουν τη γεωγραφική κατανομή τους και τροπικά και παραμελημένα νοσήματα που μέχρι πρότινος αφορούσαν συγκεκριμένες περιοχές με χαμηλούς οικονομικούς πόρους να μπορούν ευκολότερα να επεκταθούν σε παγκόσμιο επίπεδο και σε αυτό βοηθούν το παγκόσμιο εμπόριο και οι αυξημένες μετακινήσεις ατόμων- πιθανώς φορέων- και διαβιβαστών.
- Η κλιματική αλλαγή φέρνει και την η απόψυξη του μονίμως παγωμένου εδάφους και τη πιθανή ανάδυση καινοφανών παθογόνων

- Η επίδραση των αλλαγών στο Περιβάλλον πάνω στη Δημόσια Υγεία δεν είναι μόνο σε τοπικό επίπεδο αλλά και σε παγκόσμιο.
- Για την προάσπιση της Δημόσιας Υγείας είναι αναγκαίο να δημιουργηθεί μια διεπιστημονική οπτική, η οποία θα είναι ικανή να αναλύει κάθε συνιστώσα του προβλήματος από πολλαπλές οπτικές γωνίες, για την καταπολέμηση των λοιμωδών νοσημάτων στο μέλλον.
- Τα άτομα, οι κυβερνήσεις, οι οργανώσεις και οι κοινότητες θα πρέπει να αντιμετωπίσουν τα περιβαλλοντικά ζητήματα σε όλα τα επίπεδα, με διεθνείς συνεργασίες, συλλογική ευθύνη και ατομικές πρωτοβουλίες
- Οι επαγγελματίες υγείας καλούνται να διαδραματίσουν ζωτικό ρόλο στην πρόληψη και τη μείωση των επιπτώσεων στην υγεία της παγκόσμιας περιβαλλοντικής αλλαγής

Abdulai, A, Owusu-Asenso, CM, Haizel, C, Mensah, SKE, Sraku, IK, Halou, D, Doe, RT, Mohammed, AR, Akuamoah-Boateng, Y, Forson, AO & Afrane, YA 2024, 'The role of car tyres in the ecology of *Aedes aegypti* mosquitoes in Ghana', *Current Research in Parasitology & Vector-Borne Diseases*, vol. 5

Agenbroad, D. L & Fairbridge, W. R 2024, *Holocene Epoch*, Encyclopedia Britannica, <<https://www.britannica.com/science/Holocene-Epoch>>

Andriopoulos, P, Economopoulou, A, Spanakos, G & Assimakopoulos, G 2013, 'A local outbreak of autochthonous *Plasmodium vivax* malaria in Laconia, Greece—a re-emerging infection in the southern borders of Europe?', *International Journal of Infectious Diseases*, vol. 17, pp. 125-128

Astorga, F, Groom, Q, Fernandes Shimabukuro, PH, Manguin, S, Noesgaard, D, Orrell, T, Sinka, M, Hirsch, T & Schigel, D 2023, 'Biodiversity data supports research on human infectious diseases: Global trends, challenges, and opportunities', *One Health*, vol. 16

Barbato, RA, Jones, RM, Douglas, TA, Doherty, SJ, Messan, K, Foley, KL, Perkins, EJ, Thurston, AK & Garcia-Reyero, N 2022, 'Not all permafrost microbiomes are created equal: Influence of permafrost thaw on the soil microbiome in a laboratory incubation study', *Soil Biology and Biochemistry*, vol. 167

Bellemain, E, Davey, ML, Kauserud, H, Epp, LS, Boessenkool, S, Coissac, E, Geml, J, Edwards, M, Willerslev, E, Gussarova, G, Taberlet, P & Brochmann, C 2013, 'Fungal palaeodiversity revealed using high-throughput metabarcoding of ancient DNA from arctic permafrost', *Environmental Microbiology*, vol. 15, no. 4, pp. 1176–1189

Bozorgmehr, K, Samuilova, M, Petrova-Benedict, R, Girardi, E, Piselli, P & Kentikelenis, A 2019, 'Infectious disease health services for refugees and asylum seekers during a time of crisis: A scoping study of six European Union countries', *Health Policy*, vol. 123, pp. 882-887

Burki, T 2020, 'The origin of SARS-CoV-2', *The Lancet: Infectious Diseases*, vol. 20, no 9 , pp. 1018-1019

Cambridge dictionary (2024).
<https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/environment>

Carvalho, A F, de Moraes, I O B & Souza, T, 2023, 'Profiting from cruelty; Digital content creators abuse animals worldwide to incur profit', *Biological Conservation*, vol. 287

- Castello, JD, Rogers, SO, Starmer, WT, Catranis, CM, Ma, L, Bachand, GD, Zao, Y & Smith, JE 1999, 'Detection of tomato mosaic tobamovirus RNA in ancient glacial ice', *Polar Biology*, vol. 22, pp. 207 – 212
- Civitello, D J, Cohen, J, Fatima, H, Halstead, N T, Liriano, J, McMahon, T A, Ortega, C N, Sauer, E L, Sehgal, T, Young, S & Rohr, J S 2015, 'Biodiversity inhibits parasites: Broad evidence for the dilution effect', *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 112, no. 28, pp. 8667-8671
- da Silva, TH, Queres Gomes, EC, Gonçalves, VN, da Costa, MC, Dias Valério, A, de Assis Santos, D, Johann, S, Convey, P, Rosa, CA & Rosa, LH 2022, 'Does maritime Antarctic permafrost harbor environmental fungi with pathogenic potential?', *Fungal Biology*, vol. 126, no. 8, pp. 488 – 497.
- de Sousa, JRP, Gonçalves, VN, de Holanda, RA, Santos, DA, Bueloni, CFLG, Costa, A, Petry, MV, Rosa, CA & Rosa, LH 2017, 'Pathogenic potential of environmental resident fungi from ornithogenic soils of Antarctica', *British Mycological Society*, vol. 121, no. 12, pp. 991 – 1000
- Dialynas, M, Karakosta, P, Haniotis, V, Fanouriakis, A, Panagiotaki, E & Maraki, S 2009, 'Imported human tungiasis in Greece', *Travel Medicine and Infectious Disease*, vol. 7, no.6, pp. 375-377
- Dickinson, D C & Ramalho, C E 2022, 'A balancing act: Biodiversity and human wellbeing considerations in the management of urban forest in a global biodiversity hotspot', *Urban Forestry & Urban Greening*, vol. 74
- Doherty, SJ, Barbato, RA, Grandy, AS, Thomas, WK, Monteux, S, Dorrepaal, E, Johansson, M & Ernakovich, JG 2020, 'The Transition From Stochastic to Deterministic Bacterial Community Assembly During Permafrost Thaw Succession', *Frontiers in Microbiology*, vol. 11
- Ewart, K M, Lightson, A L, Sitam, F T, Rovie-Ryan, J J, Mather, N & McEwing, R 2020, 'Expediting the sampling, decalcification, and forensic DNA analysis of large elephant ivory seizures to aid investigations and prosecutions', *Forensic Science International: Genetics*, vol. 44
- Global Invasive Species Database 2023, *Species Profile: Psittacula Krameri*, Global Invasive Species Database, viewed 17 September 2023, <<http://www.iucngisd.org/gisd/speciesname/Psittacula+krameri>>
- Hickman, C P Jr, Roberts, L S, Keen, S L, Larson, A, Eisenhour, D J & Kats, L B 2020, 'Ζωική Ποικιλότητα', 7^η έκδοση, Μετ.: Παπαδούλης, Γ & Παφίλης, Π, *Broken Hill Publishers*, Νικοσία, pp. 52-92
- Hugelius, G, Strauss, J, Zubrzycki, S, Harden, JW, Schuur, EAG, Ping, CL, Schirmermeister, L, Grosse, G, Michaelson, GJ, Koven, CD, O'Donnell, JA, Elberling,

- B, Mishra, U, Camill, P, Yu, Z, Palmtag, J & Kuhry, P 2014, 'Estimated stocks of circumpolar permafrost carbon with quantified uncertainty ranges and identified data gaps', *Biogeosciences*, vol. 11, no. 1, pp. 6573 – 6593 (Hugelius et al. 2014)
- Hunt, J & Truong, D 2019 , 'Low-fare flights across the Atlantic: Impact of low-cost, long-haul trans-Atlantic flights on passenger choice of Carrier', *Journal of Air Transport Management*, vol. 75, pp. 170-184
- Isaac, J & Turton, S 2014, 'Expansion of the Tropics – Evidence and implications', in State of the Tropics 2014 Report, *State of the Tropics*, pp. 435 - 447
- Johnson, W. H 2024, *Pleistocene Epoch*, Encyclopedia Britannica, <<https://www.britannica.com/science/Pleistocene-Epoch>>
- Kim, H, Kim, M, Kim, S, Lee, YM & Shin, SC 2022, 'Characterization of antimicrobial resistance genes and virulence factor genes in an Arctic permafrost region revealed by metagenomics', *Environmental Pollution*, vol. 294
- Kokolaki, E, Daskalaki, E, Psaroudaki, K, Christodoulaki, M & Fragopoulou, P 2020, 'Investigating the dynamics of illegal online activity: The power of reporting, dark web, and related legislation', *Computer Law & Security Review*, vol. 38
- Legendre, M, Lartigue, A, Bertaux, L, Jeudy, S, Bartoli, J, Lescot, M, Alempic, JM, Ramus, C, Bruley, C, Labadie, K, Shmakova, L, Rivkina, E, Couté, Y, Abergel, C & Claverie, JM 2015, 'In-depth study of *Mollivirus sibericum*, a new 30,000-y-old giant virus infecting *Acanthamoeba*', *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 112, no. 38, pp. 5327 – 5335
- Legendre, M, Bartoli, J, Shmakova, L, Jeudy, S, Labadie, K, Adrait, A, Lescot, M, Poirot, O, Bertaux, L, Bruley, C, Couté, Y, Rivkina, E, Abergel, C & Claverie, JM 2014, 'Thirty-thousand-year-old distant relative of giant icosahedral DNA viruses with a pandoravirus morphology', *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 111, no. 11, pp. 4274 – 42379
- Makam P, Matsa R. "Big Three" Infectious Diseases: Tuberculosis, Malaria and HIV/AIDS. 2021. *Curr Top Med Chem*. Vol 21, no 31, pp. 2779-2799.
- McGrath & Jonker, 2023, What are environmental issues? <https://www.ibm.com/think/topics/environmental-issues>
- McMichael, A. J., Friel, S., Nyong, A., & Corvalan, C. 2008. Global environmental change and health: impacts, inequalities, and the health sector. *BMJ*, vol. 336, no 7637. Pp. 191–194.
- Mohammadi, A, Mostafavi, E, Zaim, M, Enayati, A, Basseri, HR, Miroylaei, A, Poormozafari, J & Gouya, MM 2022, 'Importes tires; a potential source for the entry of *Aedes* invasive mosquitoes to Iran', *Travel Medicine and Infectious Disease*, vol. 49

Mozer, A & Prost, S 2023, 'An introduction to illegal wildlife trade and its effects on biodiversity and society', *Forensic Science International: Animals and Environments*, vol. 3

Muller, O, Bang-Andreasen, T, White III, RA, Elberling, B, Tas, N, Kneafsey, T, Jansson, JK & Ovreas, L 2018, 'Disentangling the complexity of permafrost soil by using high resolution profiling of microbial community composition, key functions and respiration rates', *Environmental Microbiology*, vol. 20, no. 12, pp. 4328 – 4342

Niederberger, T 2024, *archaea*, Encyclopedia Britannica, <<https://www.britannica.com/science/archaea>>

Nikrad, MP, Kerkhof, LJ Haggblom, MM 2016, 'The subzero microbiome: microbial activity in frozen and thawing soils', *FEMS Microbiology Ecology*, vol. 92, no. 6

Perez-Mon, C, Stierli, B, Plotze, M & Frey, B 2022, 'Fast and persistent responses of alpine permafrost microbial communities to in situ warming', *Science of the Total Environment*, vol. 807, no. 1

Plaka, V., Sardi, C., Psomadaki, I.D., Kouleri, O. and Skanavis C. 2021, "Skyros Island in the Front Line of Sustainable Development Promotion", in W L Filho, E V Krasnov and D V Gaeva (eds), *Innovations and Traditions for Sustainable Development*, Springer, pp. 417-428

Sannino, C, Borruso, L, Mezzasoma, A, Battistel, D, Ponti, S, Turchetti, B, Buzzini, P & Guglielmin, M 2021, 'Abiotic factors affecting the bacterial and fungal diversity of permafrost in a rock glacier in the Stelvio Pass (Italian Central Alps)', *Applied Soil Ecology*, vol. 166

Sigaud, M, Kitade, T & Sarabian, C 2023, 'Exotic animal cafes in Japan: A new fashion with potential implications for biodiversity, global health, and animal welfare', *Conservation Science and Practise*, vol. 5, no. 2

Siriwat, P & Nijman, V 2018, 'Illegal pet trade on social media as an emerging impediment to the conservation of Asian otter species', *Journal of Asia-Pacific Biodiversity*, vol. 11, pp. 169-475

Siriwat, P, Nekaris, K A I & Nijman, V 2019, 'The role of the anthropogenic Allee effect in the exotic pet trade on Facebook in Thailand', *Journal for Nature Conservation*, vol. 51

Thomson, P, Lopez-Fernandez, L, Guarro, J & Capilla, J 2017, 'Virulence and antifungal therapy of murine disseminated infection by *Rhodotorula mucilaginosa*', *Diagnostic Microbiology and Infectious Disease*, vol. 89, no.6, pp. 47 – 51

Tortora, G, Funke, B & Case, C 2017, 'Εισαγωγή στη Μικροβιολογία', 2^η έκδοση, Μετ.: Τσακρής, Α, *Broken Hill Publishers*, Νικοσία, pp. 343 – 344

Tsagkaris, C, Moysidis, D V, Papazoglou, A S, Louka, A M, Kalaitzidis, K, Ahmad, S & Essar, M Y 2021, 'Detection of SARS-CoV-2 in wastewater raises public awareness of the effects of climate change on human health: The experience from Thessaloniki, Greece', *The Journal of Climate Change and Health*, vol. 2: 100018, Epub 2021 May 14

Turton, S. M. (2017). *Expansion of the tropics: revisiting frontiers of geographical knowledge*. *Geographical Research*, vol. 55, no.1, pp. 3-12

World Health Organization 2021, *Echinococcosis*, World Health Organization, <<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/echinococcosis>>

World Health Organization 2023, *Leishmaniasis*, World Health Organization, <<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/leishmaniasis>>

World Health Organization 2024a, *Chagas disease (also known as American trypanosomiasis)*, World Health Organization, <[https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/chagas-disease-\(american-trypanosomiasis\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/chagas-disease-(american-trypanosomiasis))>

World Health Organization 2024b, *Neglected tropical diseases*, World Health Organization, <<https://www.who.int/news-room/questions-and-answers/item/neglected-tropical-diseases>>

World Meteorological Organization 2023, *Cryosphere*, World Meteorological Organization, <<https://wmo.int/topics/cryosphere>>

Yepez, C & Leimgruber, W 2024, 'The evolving landscape of tourism, travel, and global trade since the Covid-19 pandemic', *Research in Globalization*, vol. 8

Yoon, TK, Myeong, JY, Lee, Y, Choi, YE, Lee, S, Lee, S & Byun Chaeho 2024, 'Are you okay with overtourism in forests? Path between crowding perception, satisfaction, and management action of trail visitors in South Korea', *Forest Policy and Economics*, vol. 161

Zhang, D, Yang, Y, Li, M, Lu, Y, Jiang, J, Liu, R, Liu, J, Huang, Z, Li, G & Qu, J 2022, 'Ecological Barrier Deterioration Driven by Human Activities Poses Fatal Threats to Public Health due to Emerging Infectious Diseases', *Engineering*, vol. 10, pp. 155-166

Βασσάλου Ε. Σημειώσεις μαθήματος *Τροπικά Νοσήματα- Υγεία των Ταξιδιωτών* <https://eclass.uniwa.gr/courses/PCH254/>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Συγκεντρωτική λίστα μικροοργανισμών και ιών που έχουν βρεθεί σε παγετώνες, σε ενεργά στρώματα παγετώνων, σε μόνιμα παγωμένα εδάφη ή σε ενεργά στρώματα μόνιμως παγωμένων εδαφών (Da Silva et al. 2022) (Barbato et al. 2022) (Sannino et al. 2021) (Bellemain et al. 2013) (Muller et al. 2018) (Perez-Mon et al. 2022) (Legendre et al. 2014) (Legendre et al. 2015).

ΙΟΙ

- Βασίλειο:
 - Συνομοταξία: n/a
 - Ομοταξία: n/a
 - Τάξη: n/a
 - Οικογένεια: n/a
 - Γένος: *Mollivirus*
 - Είδος: *Mollivirus sibericum*³

- Βασίλειο: *Bamfordvirae*
 - Συνομοταξία: *Nycleocytoviricota*
 - Ομοταξία: *Megaviricetes*
 - Τάξη: n/a
 - Οικογένεια: *Pandoravirus*
 - Γένος: *Pandoravirus*
 - Είδος: *Pandoravirus salinus*
 - Είδος: *Pandoravirus dulcis*³
 - Τάξη: *Pimascovirales*
 - Οικογένεια: *Pithoviridae*
 - Γένος: *Pithovirus*
 - Είδος: *Pithovirus sibericum*³

- Βασίλειο: *Orthornavirae*
 - Συνομοταξία: *Kitrinoviricota*
 - Ομοταξία: *Alsuviricetes*
 - Τάξη: *Martellivirales*
 - Οικογένεια: *Virgaviridae*
 - Γένος: *Tobamovirus*
 - Είδος: *Tomato mosaic virus*

ΕΠΙΚΡΑΤΕΙΑ: ΑΡΧΑΙΑ

- Βασίλειο: *Euryarchaeota*

- Συνομοταξία: *Thermoplasmata*⁴
 - Ομοταξία: -
 - Τάξη: -
 - Οικογένεια: -
 - Γένος: -
 - Είδος: -
- Βασίλειο: *Proteoarchaeota*
 - Συνομοταξία: *Thermoproteota(Crenarchaeota)*^{2,4}
 - Ομοταξία: -
 - Τάξη: -
 - Οικογένεια: -
 - Γένος: -
 - Είδος: -
 - Συνομοταξία: *Nitrososphaerota (Thaumarchaeota)*
 - Ομοταξία: -
 - Τάξη: -
 - Οικογένεια: -
 - Γένος: -
 - Είδος: -

ΕΠΙΚΡΑΤΕΙΑ: ΒΑΚΤΗΡΙΑ

- Συνομοταξία: *Abditibacteriota*²
 - Ομοταξία: -
 - Τάξη: -
 - Οικογένεια: -
 - Γένος: -
 - Είδος: -
- Συνομοταξία: *Acidobacteria*
 - Ομοταξία: Acidobacteriae
 - Τάξη: Solibacterales
 - Οικογένεια: Solibacteraceae
 - Γένος: *Ca. solibacter*²
 - Είδος: -
 - Ομοταξία: Blastocatella²
 - Τάξη: -
 - Οικογένεια:

- Γένος: -
 - Είδος: -
 - Ομοταξία: *Granulicella*²
 - Τάξη: -
 - Οικογένεια: -
 - Γένος: -
 - Είδος: -
- Συνομοταξία: *Acidobacteriota*
 - Ομοταξία: *Vicinamibacteria*
 - Τάξη: -
 - Οικογένεια: -
 - Γένος: -
 - Είδος: -
- Συνομοταξία: *Actinobacteria*²
 - Ομοταξία: *Actinomycetia*
 - Τάξη: *Mycobacteriales*
 - Οικογένεια: *Nocardiaceae*
 - Γένος: *Rhodococcus*
 - Είδος: -
 - Τάξη: *Micrococcales*
 - Οικογένεια: *Intrasporangiaceae*⁴
 - Γένος: -
 - Είδος: -
 - Τάξη: *Pseudonocardiales*
 - Οικογένεια: *Pseudonocardiaceae*
 - Γένος: *Crosiella*²
 - Είδος: -
- Συνομοταξία: *Actinomycetota*
 - Ομοταξία: *Acidimicrobiia*
 - Τάξη: *Acidimicrobiales*
 - Οικογένεια: *Iamiaceae*
 - Γένος: *Iamia*
 - Είδος: *Iamia majanohamensis*
 - Οικογένεια: *Ilumatobacteraceae*
 - Γένος: -
 - Είδος: -

- Ομοταξία: *Actinomycetia*
 - Τάξη: *Actinomycetales*
 - Οικογένεια: *Actinomycetaceae*
 - Γένος: *Actinomyces*
 - Είδος: -
 - Τάξη: *Mycobacteriales*
 - Οικογένεια: *Lawsonellaceae*
 - Γένος: *Lawsonella*
 - Είδος: *Lawsonella clevelandensis*
 - Τάξη: *Micrococcales*
 - Οικογένεια: *Cellulomonadaceae*
 - Γένος: *Actinotalea*
 - Είδος: -
 - Οικογένεια: *Micrococcaceae*
 - Γένος: *Arthrobacter*
 - Είδος: -
 - Γένος: *Rothia*
 - Είδος: -
 - Τάξη: *Propionibacteriales*
 - Οικογένεια: *Nocardioideaceae*
 - Γένος: *Nocardioides*
 - Είδος: -
 - Ομοταξία: *Rubrobacteria*
 - Τάξη: -
 - Οικογένεια: -
 - Γένος: -
 - Είδος: -
 - Ομοταξία: *Thermoleophilia*
 - Τάξη: *Solirubrobacterales*
 - Οικογένεια: *Conexibacteraceae*
 - Γένος: *Conexibacter*
 - Είδος: -
- Συνομοταξία: *Bacillota*²
 - Ομοταξία: *Bacilli*
 - Τάξη: *Caryophanales*
 - Οικογένεια: *Caryophanaceae*
 - Γένος: *Planococcus*
 - Είδος: *Planococcus halocryophilus*
 - Τάξη: *Bacillales*
 - Οικογένεια: *Bacillaceae*
 - Γένος: *Bacillus*

- Τάξη: -
 - Οικογένεια: -
 - Γένος: -
 - Είδος: -
 - Ομοταξία: *Tepidiformia*
 - Τάξη: *Tepidiformales*
 - Οικογένεια: *Tepidiformaceae*
 - Γένος: *Tepidiforma*
 - Είδος: -
 - Ομοταξία: *Anaerolineae*
 - Τάξη: *Anaerolineales*
 - Οικογένεια: *Anaerolineaceae*
 - Γένος: *Anaerolinea*
 - Είδος: -
- Συνομοταξία: *Cyanobacteria*²
 - Ομοταξία: -
 - Τάξη: -
 - Οικογένεια: -
 - Γένος: -
 - Είδος: -
- Συνομοταξία: *Deinococcota*²
 - Ομοταξία: *Deinococci*
 - Τάξη: *Deinococcales*
 - Οικογένεια: *Deinococcaceae*
 - Γένος: *Deinococcus*
 - Είδος: -
- Συνομοταξία: *Gemmatimonadota*
 - Ομοταξία: *Gemmatimonadetes*⁴
 - Τάξη: *Gemmatimonadales*
 - Οικογένεια: *Gemmatimonadaceae*
 - Γένος: *Gemmatimonas*
 - Είδος: -
- Συνομοταξία: *Mycoplasmata*
 - Ομοταξία: *Mollicutes*

- Τάξη: -
 - Οικογένεια: -
 - Γένος: -
 - Είδος: -
 - Συνομοταξία: *Nitrospirota*
 - Ομοταξία: *Nitrospiria*
 - Τάξη: *Nitrospirales*
 - Οικογένεια: *Nitrospiraceae*
 - Γένος: *Nitrospira*
 - Είδος: -
- Συνομοταξία: *Proteobacteria*²
 - Ομοταξία: -
 - Τάξη: -
 - Οικογένεια: -
 - Γένος: -
 - Είδος: -
- Συνομοταξία: *Pseudomonadota*
 - Ομοταξία : *Alphaproteobacteria*⁴
 - Τάξη: -
 - Οικογένεια: -
 - Γένος: -
 - Είδος: -
 - Ομοταξία : *Betaproteobacteria*
 - Τάξη: *Burkholderiales*
 - Οικογένεια: *Alcaligenaceae*
 - Γένος: *Achromobacter*
 - Είδος: -
 - Οικογένεια: *Comamonadaceae*
 - Γένος: *Rhodoferrax*
 - Είδος: -
 -
 - Οικογένεια: *Oxalobacteraceae*
 - Γένος: *Massilia*²
 - Είδος: -
 - Γένος: *Noviherbaspirillum*²
 - Είδος: -

- Τάξη: *Gallionellales*⁴
 - Οικογένεια: -
 - Γένος: -
 - Είδος: -
- Ομοταξία : *Gammaproteobacteria*²
 - Τάξη: *Pseudomonadales*
 - Οικογένεια: *Moraxellaceae*
 - Γένος: *Psychrobacter*
 - Είδος: *Psychrobacter articus*³
 - Είδος: *Psychrobacter cryohalolentis*³
 - Γένος: *Enhydrobacter*
 - Είδος: -
 - Τάξη: *Enterobacterales*
 - Οικογένεια: *Enterobacteriaceae*
 - Γένος: *Aerococcus*²
 - Είδος: -
 - Γένος: *Acinetobacter*²
 - Είδος: -
 - Γένος: *Afipia*²
 - Είδος: -
 - Γένος: *Candidatus Nitrotoga*²
 - Είδος: -
 - Γένος: *Corynebacterium*²
 - Είδος: -
 - Γένος: *Cutibacterium*²
 - Είδος: -
 - Γένος: *Escherichia-Shigella*²
 - Είδος: -
 - Γένος: *Gaiella*²
 - Είδος: -
 - Γένος: *Haenophilus*²
 - Είδος: -
 - Γένος: *Massilia*²
 - Είδος: -
 - Γένος: *Oryzihumus*²
 - Είδος: -
 - Γένος: *Serratia*²
 - Είδος: -
 - Γένος: *Sphingomonas*²
 - Είδος: -
 - Γένος: *Staphylococcus*²
 - Είδος: -

- Γένος: *Streptococcus*²
 - Είδος: -
 - Τάξη: *Xanthomonadales*
 - Οικογένεια: *Xanthomonadaceae*
 - Γένος: *Arenimonas*
 - Είδος: -
 - Γένος: *Stenotrophomonas*
 - Είδος: -
- Συνομοταξία: *Verrucomicrobiota*
 - Ομοταξία: *Verrucomicrobiia*⁴
 - Τάξη: -
 - Οικογένεια: -
 - Γένος: -
 - Είδος: -
 - Ομοταξία: *Opitutae*
 - Τάξη: *Opitiales*
 - Οικογένεια: -
 - Γένος: -
 - Είδος: -

Χωρίς κατάταξη:

- Συνομοταξία: *Candidatus collierbacteria*²
- Συνομοταξία: *Candidatus Woesebacteria*²
- Γένος: *Candidatus Nitrotoga*

ΕΠΙΚΡΑΤΕΙΑ: ΜΥΚΗΤΕΣ

- Συνομοταξία: *Aphelidiomycota*
 - Ομοταξία: *Aphelidiomycetes*
 - Τάξη: *Aphelidiales*
 - Οικογένεια: *Aphelidiaceae*¹
 - Γένος: -
 - Είδος: -
- Συνομοταξία: *Ascomycota*
 - Ομοταξία: *Dothideomycetes*
 - Τάξη: *Capnodiales*
 - Οικογένεια: *Davidiellaceae*

- Γένος: *Cladosporium*²
 - Είδος: -
 - Οικογένεια: *Extremaceae*
 - Γένος: *Extremus*²
 - Είδος: -
- Τάξη: *Pleosporales*
 - Οικογένεια: *Didymellaceae*
 - Γένος: *Ascochyta*³
 - Είδος: -
 - Γένος: *Epicoccum*³
 - Είδος: -
 - Γένος: *Phoma*³
 - Είδος: -
 - Οικογένεια: *Melanommataceae*
 - Γένος: *Herpotrichia*²
 - Είδος: -
 - Οικογένεια: *Phaeosphaeriaceae*
 - Γένος: *Phaeosphaeria*³
 - Είδος: -
 - Οικογένεια: *Pleosporaceae*
 - Γένος: *Alternaria*²
 - Είδος: -
 - Γένος: *Curvularia*
 - Είδος: -
 - Οικογένεια: *Sporormiaceae*
 - Γένος: *Preussia*³
 - Είδος: -
 - Γένος: *Sporormiella*³
 - Είδος: -
- Ομοταξία: *Eurotiomycetes*
 - Τάξη: *Eurotiales*
 - Οικογένεια: *Aspergillaceae*
 - Γένος: *Aspergillus*²
 - Είδος: *Aspergillus hiratsukae*
 - Είδος: *Aspergillus thermomutatus*
 - Είδος: *Aspergillus fumigatus*
 - Είδος: *Aspergillus calidostus*
 - Γένος: *Penicillium*
 - Είδος: *Penicillium cf. chrysogenum*
 - Είδος: *Penicillium cf. tardochrysogenum*
 - Είδος: *Penicillium rubens*
 - Οικογένεια: *Thermoascaceae*
 - Γένος: *Paecilomyces*³

- Είδος: -
 - Οικογένεια: *Trichocomaceae*
 - Γένος: *Talaromyces*
 - Είδος: -
 - Τάξη: *Arachnomycetales*
 - Οικογένεια: *Arachnomycetaceae*
 - Γένος: *Arachnomycetes*³
 - Είδος: -
- Ομοταξία: *Leotiomycetes*
 - Τάξη: *Helotiales*
 - Οικογένεια: *Dermateaceae*
 - Γένος: *Cryptosporiopsis*³
 - Είδος: -
 - Οικογένεια: *Helotiaceae*
 - Γένος: *Tetracladium*²
 - Είδος: -
- Ομοταξία: *Pichiomyces*
 - Τάξη: *Serinales*
 - Οικογένεια: *Debaryomycetaceae*
 - Γένος: *Candida*
 - Είδος: -
- Ομοταξία: *Saccharomycetes*
 - Τάξη: *Saccharomycetales*
 - Οικογένεια: *Saccharomycetaceae*
 - Γένος: *Debaryomyces*²
 - Είδος: -
 - Γένος: *Meyerozyma*
 - Είδος: *Meyerozyma guilliermondii*²
- Ομοταξία: *Sordariomycetes*
 - Τάξη: *Amphisphaeriales*
 - Οικογένεια: *Amphisphaeriaceae*
 - Γένος: *Microdochium*³
 - Είδος: -
 - Τάξη: *Hypocreales*
 - Οικογένεια: *Cordycipitaceae*
 - Γένος: *Cordyceps*³
 - Είδος: -
 - Οικογένεια: *Nectriaceae*
 - Γένος: *Fusarium*³
 - Είδος: -
 - Τάξη: *Magnaporthales*
 - Οικογένεια: *Magnaporthaceae*
 - Γένος: *Gaeumannomyces*³

- Είδος: -
 - Τάξη: *Microascales*
 - Οικογένεια: -
 - Γένος: -
 - Είδος: -
 - Τάξη: *Sordariales*
 - Οικογένεια: *Lasiosphaeriaceae*
 - Γένος: *Schizothecium*³
 - Είδος: -
 - Ομοταξία: *Taphrinomycetes*
 - Τάξη: *Taphrinales*
 - Οικογένεια: *Protomycetaceae*
 - Γένος: *Protomyces*²
 - Είδος: -
- Συνομοταξία: *Basidiomycota*^{1,2,3}
 - Ομοταξία: *Agaricomycetes*
 - Τάξη: *Auriculariales*
 - Οικογένεια: *Auriculariaceae*
 - Γένος: *Exidia*²
 - Είδος: -
 - Τάξη: *Russulales*
 - Οικογένεια: *Stereaceae*
 - Γένος: *Stereum*²
 - Είδος: -
 - Ομοταξία: *Basidiobolomycetes*
 - Τάξη: *Basidiobolales*¹
 - Οικογένεια: -
 - Γένος: -
 - Είδος: -
 - Ομοταξία: *Cystobasidiomycetes*
 - Τάξη: *Cystobasidiales*
 - Οικογένεια: *Cystobasidiaceae*
 - Γένος: *Cystobasidium*²
 - Είδος: -
 - Ομοταξία: *Exobasidiomycetes*
 - Τάξη: *Entylomatales*
 - Οικογένεια: *Entylomataceae*
 - Γένος: *Entyloma*³
 - Είδος: -
 - Ομοταξία: *Microbotryomycetes*
 - Τάξη: *Kriegeriales*

- Οικογένεια: *Camptobasidiaceae*
 - Γένος: *Glaciozyma*²
 - Είδος: -
 - Τάξη: *Sporidiobolales*
 - Οικογένεια: *Sporidiobolaceae*
 - Γένος: *Rhodotorula*²
 - Είδος: *Rhodotorula* cf. *mucilaginos*
 - Γένος: *Sporobolomyces*²
 - Είδος: -
- Ομοταξία: *Malasseziomycetes*
 - Τάξη: *Malasseziales*
 - Οικογένεια: *Malasseziaceae*
 - Γένος: *Malassezia*³
 - Είδος: -
- Ομοταξία: *Tremellomycetes*
 - Τάξη: *Cystofilobasidiales*
 - Οικογένεια: *Cystofilobasidium*
 - Γένος: *Cystofilobasidium*²
 - Είδος: -
 - Οικογένεια: *Mrakiaceae*
 - Γένος: *Tausonia*²
 - Είδος: -
 - Γένος: *Mrakia*²
 - Είδος: -
 - Τάξη: *Filobasidiales*
 - Οικογένεια: *Filobasidiaceae*
 - Γένος: *Filobasidium*²
 - Είδος: -
 - Γένος: *Naganishia*²
 - Είδος: *Naganishia globosa*
 - Οικογένεια: *Piskurozymaceae*
 - Γένος: *Solicoccozyma*²
 - Είδος: -
 - Τάξη: *Tremellales*
 - Οικογένεια: *Bulleribasidiaceae*
 - Γένος: *Vishniacozyma*²
 - Είδος: -
 - Οικογένεια: *Cryptococcaceae*
 - Γένος: *Cryptococcus*²
 - Είδος: -
 - Τάξη: *Trichosporonales*
 - Οικογένεια: *Trichosporonaceae*
 - Γένος: *Apotrichum*²

- Είδος: -

- Συνομοταξία: *Blastocladiomycota*¹
 - Ομοταξία: -
 - Τάξη: -
 - Οικογένεια: -
 - Γένος: -
 - Είδος: -

- Συνομοταξία: *Chytridiomycota*^{1,2}
 - Ομοταξία: -
 - Τάξη: -
 - Οικογένεια: -
 - Γένος: -
 - Είδος: -

- Συνομοταξία: *Glomeromycota*
 - Ομοταξία: *Glomeromycetes*
 - Τάξη: -
 - Οικογένεια: -
 - Γένος: -
 - Είδος: -

- Συνομοταξία: *Monoblepharomycota*^{1,2}
 - Ομοταξία: *Monoblepharidomycetes*
 - Τάξη: *Monoblepharidomycetes*²
 - Οικογένεια: -
 - Γένος: -
 - Είδος: -

- Συνομοταξία: *Mucoromycota*
 - Ομοταξία: *Mortierellomycetes*^{1,2,3}
 - Τάξη: *Mortierellales*
 - Οικογένεια: *Mortierellaceae*^{2,3}
 - Γένος: *Mortierella*³
 - Είδος: -
 - Ομοταξία: *Malasseziomycetes*

- Τάξη: *Malasseziales*
 - Οικογένεια: *Malasseziaceae*
 - Γένος: *Malassezia*²
 - Είδος: -
 - Ομοταξία: *Ustilaginomycetes*
 - Τάξη: *Ustilaginales*
 - Οικογένεια: *Ustilaginaceae*
 - Γένος: *Schizonella*²
 - Είδος: -
- Συνομοταξία: *Planctomycetota*^{2,4}
 - Ομοταξία: *Planctomycetes*⁴
 - Τάξη: -
 - Οικογένεια: -
 - Γένος: -
 - Είδος: -
 - Ομοταξία: *Planctomycetia*
 - Τάξη: *Isosphaerales*
 - Οικογένεια: *Isosphaeraceae*
 - Γένος: *Tundrisphaera*²
 - Είδος:
- Συνομοταξία: *Rozellomycota*
 - Ομοταξία: *Rozellidea*
 - Τάξη: *Rozellida*
 - Οικογένεια: *Rozellidae*¹
 - Γένος: -
 - Είδος: -

Χωρίς κατάταξη:

- Γένος: *Mrakiella*³
- Γένος: *Candidatus Nostocoida*²

¹: Αρκτική ²: Άλπεις ³: Σιβηρία ⁴: Σβάλμπαρντ