



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΔΠΜΣ ΑΓΡΟΧΗΜΕΙΑ- ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΗ ΖΩΙΚΗ ΚΑΙ ΦΥΤΙΚΗ  
ΠΑΡΑΓΩΓΗ/ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΑ ΦΥΤΑ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«ΤΑ ΕΙΔΗ ΤΗΣ ΤΡΟΥΦΑΣ ΣΤΗΝ ΗΠΕΙΡΟ  
ΤΡΟΠΟΙ ΕΜΒΟΛΙΑΣΜΟΥ ΣΕ ΦΥΤΑ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΧΛΩΡΙΔΑΣ  
ΚΑΙ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ»

ΓΕΔΕΩΝ ΙΩΑΝΝΑ

ΙΩΑΝΝΙΝΑ, 2022



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΔΠΜΣ ΑΓΡΟΧΗΜΕΙΑ- ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΗ ΖΩΙΚΗ ΚΑΙ ΦΥΤΙΚΗ  
ΠΑΡΑΓΩΓΗ/ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΑ ΦΥΤΑ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«ΤΑ ΕΙΔΗ ΤΗΣ ΤΡΟΥΦΑΣ ΣΤΗΝ ΗΠΕΙΡΟ  
ΤΡΟΠΟΙ ΕΜΒΟΛΙΑΣΜΟΥ ΣΕ ΦΥΤΑ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΧΛΩΡΙΔΑΣ  
ΚΑΙ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ»

ΓΕΔΕΩΝ ΙΩΑΝΝΑ

ΙΩΑΝΝΙΝΑ, 2022

TRUFFLE SPECIES IN EPIRUS.  
INOCULATION OF PLANTS OF GREEK FLORA  
AND CULTIVATION POSSIBILITIES

### ***Εξεταστική Επιτροπή:***

1) Πατακιούτας Γεώργιος, Αναπληρωτής Καθηγητής, Τμήμα Γεωπονίας, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Επιβλέπων Καθηγητής.

2) Καριπίδης Χαράλαμπος, Καθηγητής, Τμήμα Γεωπονίας, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Μέλος Εξεταστικής Επιτροπής.

3) Μιχαλίδης Θεολόγος, Αναπλ.καθηγητής, Τμήμα ΒΕΤ, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Μέλος Εξεταστικής Επιτροπής.

© Γεδεών Ιωάννα, 2022.

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

## **Δήλωση μη λογοκλοπής**

Δηλώνω υπεύθυνα και γνωρίζοντας τις κυρώσεις του Ν. 2121/1993 περί Πνευματικής Ιδιοκτησίας, ότι η παρούσα διπλωματική εργασία είναι εξ' ολοκλήρου αποτέλεσμα δικής μου εργασίας και δεν αποτελεί προϊόν αντιγραφής ούτε προέρχεται από ανάθεση σε τρίτους. Όλες οι πηγές που χρησιμοποιήθηκαν (κάθε είδους, μορφής και προέλευσης) για την συγγραφή της περιλαμβάνονται στη βιβλιογραφία.

Γεδεών Ιωάννα

## ***Αφιέρωση***

Στον μπαμπά μου Κωνσταντίνο Γεδεών που τον έχασα αυτήν την τελευταία δύσκολη διετία απόλυτης κατάληψης της ζωής μας από τον covid-19, που όμως πρόλαβε να με εμπνεύσει να είμαι υπέρ της διαδικασίας μάθησης και εμπλοκής σε σπουδές σε οποιαδήποτε ηλικία, στην μαμά μου Σοφία Γεδεών, στήριγμά μου όλα αυτά τα χρόνια, στον αδερφό μου Χαράλαμπο Γεδεών, που κατάφερε να επιζήσει, στον άντρα μου Δούλη Νίκο, που με εμπνυχώνει σε όλες μου τις προσπάθειες για επαγγελματική ανέλιξη και στην κόρη μου Σοφία, που μου δίνει πάντα μεγάλη χαρά, αλλά και χαίρεται με την χαρά μου και τις επιτυχίες μου.

## ***Ευχαριστίες***

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή εκπονήθηκε κατά τη διάρκεια του διατμηματικού προγράμματος μεταπτυχιακών σπουδών με τίτλο «Αγροχημεία και Περιβάλλον».

Με το παρόν κείμενο θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους με βοήθησαν και με στήριξαν κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της μεταπτυχιακής μου εργασίας.

Η εκπόνηση της συγκεκριμένης εργασίας δε θα ήταν δυνατή χωρίς την καθοδήγηση και το ενδιαφέρον του κου Πατακιούτα Γεώργιου, Καθηγητή του Τμήματος Γεωπονίας του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων και μέλος της εξεταστικής επιτροπής. Τον ευχαριστώ θερμά πρώτον για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε και μου ανέθεσε το συγκεκριμένο θέμα και δεύτερον για την καθοδήγησή του.

Επίσης θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στους κους Μιχαηλίδη Θεολόγο και Καριπίδη Χαράλαμπο καθηγητές του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων και μέλη της εξεταστικής επιτροπής για τον χρόνο που αφιέρωσαν για την αξιολόγηση αυτής της εργασίας.

Θα ήταν παράλειψή μου να μην ευχαριστήσω τον, κο Κύρκα Δημήτριο, για τις πολύτιμες οδηγίες του στο αρχικό στάδιο δημιουργίας αυτής της Μεταπτυχιακής Διατριβής.

Ακόμη, θα ήθελα να ευχαριστήσω την κα Στάρα Καλλιόπη, τους κους Μυλωνά Βασίλειο, Παναγιωτίδη Παναγιώτη, Τεχνικό Καλλιέργειας Τρούφας και Βασδέκη Στάθη που δέχτηκαν να μου παραδώσουν σημαντικά στοιχεία που αφορούσαν το θέμα μου, έτσι ώστε να περατωθεί η διατριβή μου.



## Περίληψη

Η αξιοποίηση αγροτοδοσιακών περιοχών που έχει γίνει σε πολλές περιοχές του κόσμου μπορεί να προταθεί ως λύση σε πρώτη φάση στα προβλήματα που αντιμετωπίζουν πολλές αγροτικές και κτηνοτροφικές κοινωνίες. Ένας αποδοτικός τρόπος αυτής της αξιοποίησης μπορεί να είναι η καλλιέργεια της τρούφας επειδή είναι προϊόν εξαιρετικής ποιότητας και υψηλής προστιθέμενης αξίας, ενώ παράλληλα εμφανίζει πολύ ικανοποιητικά επίπεδα βιωσιμότητας, τόσο οικονομικής όσο και περιβαλλοντικής. Ειδικότερα για την περιοχή της Ηπείρου αποδεικνύεται συνεχώς ότι κρύβει θαμμένους θησαυρούς στα δάση της. Η ύπαρξη σε αυτά ειδών άγριας μαύρης και λευκής τρούφας έχει προκαλέσει το ενδιαφέρον για την καλλιέργειά της. Έτσι είτε έχουν σχηματιστεί ομάδες ανθρώπων και δίκτυα που δραστηριοποιούνται γύρω από την καλλιέργεια της τρούφας είτε έχουν δημιουργηθεί δέντρα ξενιστές εμβολιασμένων με ελληνική τρούφα. Παράλληλα, έχουν εγκατασταθεί φυτείες με τα κατάλληλα είδη τρούφας. Η ανακάλυψη των δύο πιο εμπορικών ειδών τρούφας στην αγορά, του *T.magnatum* και του *T.melanosporum*, έχουν προκαλέσει το ενδιαφέρον για την μελέτη της περιοχής, στο πλαίσιο βοτανικής και παιδαγωγικής προσέγγισης με σκοπό να βοηθηθούν οι μελλοντικοί ενδιαφερόμενοι να καλλιεργήσουν το είδος σε παρόμοιες τοποθεσίες.

Η καλλιέργεια της τρούφας στις ορεινές περιοχές της Ηπείρου προτείνεται από την παρούσα διατριβή ως η εναλλακτική πρόταση καλλιέργειας που θα επιτρέψει αφενός τη διατήρηση των τοπικών κοινωνικών και οικονομικών προτύπων και αφετέρου θα αποτελέσει παραγωγή υψηλής προστιθέμενης αξίας και βιωσιμότητας. Οι τρούφες παρά τις οργανοληπτικές, φαρμακευτικές και γεωργικές τους δυνατότητες δεν έχουν λάβει τη δέουσα αναγνώριση που τους αρμόζει, ώστε να ασχοληθεί κάποιος μαζί τους επαγγελματικά. Λαμβάνοντας υπόψη ότι οι τρούφες έχουν αποκτήσει φήμη στις διεθνείς κουζίνες τα τελευταία χρόνια, προτείνεται να δοθεί βάρος στην εκπαίδευση των νέων επιστημόνων, καλλιεργητών και-γιατί όχι- των εμπόρων και όλων όσων εμπλέκονται με τη διάδοση του σπουδαίου αυτού προϊόντος ώστε να δοθεί περαιτέρω ώθηση στην έρευνα αυτού του αντικειμένου.

Κλείνοντας, θα θέλαμε να υπενθυμίσουμε ότι οι Ιταλοί που πρότειναν στην UNESCO να περιληφθεί η καλλιέργεια της τρούφας στην Άυλη Πολιτιστική Κληρονομιά της Ανθρωπότητας, διατύπωσαν το εξής επιχείρημα: « Πέρα από την ανεκτίμητη αξία της, η τρούφα είναι το σύμβολο

των σχέσεων μεταξύ του ανθρώπου, της φύσης, των ζώων και της παράδοσης». Οι Ιταλοί το υπογράμμισαν και οι Ηπειρώτες το έκαναν πράξη. Γι' αυτό και ελπίζουμε σ' ένα καλύτερο μέλλον.

Λέξεις κλειδιά: Καλλιέργεια της τρούφας, Ήπειρος (περιοχή), δίκτυα για την τρούφα, δέντρα ξενιστές εμβολιασμένων με ελληνική τρούφα, φυτείες με τρούφα, εμπορικά είδη τρούφας.

## ***Abstract***

The utilization of agroforestry areas that has been done in many areas of the world can be proposed as a solution, in the first place, to the problems that are faced by many agricultural and pastoral societies. An efficient way of this exploitation can be the cultivation of the truffle for the following reasons: it is a product of excellent quality and high added value, while at the same time it shows very satisfactory levels of sustainability, both economic as well as environmental.

Specifically, it turns out that Epirus hides buried treasures in its forests. The existence in them of species of wild black truffle as well as white truffle has aroused interest in its cultivation. Thus, either groups of people and networks active around the cultivation of truffles have been formed or host trees inoculated with Greek truffles have been created truffle. In parallel, plantations with the appropriate truffle species have been established. The discovery of the two most commercial truffle species on the market, carpophores of *T.magnatum* and *T.melanosporum*, has caused interest in the study of the area, in a botanical and pedagogical way, in order to help the future stakeholders to cultivate the species in similar locations.

The cultivation of truffles in the mountainous regions of Epirus is proposed by the present thesis as the alternative cultivation proposal that will allow, on the one hand, the maintenance of local social and economic standards and, on the other hand, will be a production of high added value and sustainability.

In conclusion, despite their organoleptic, medicinal and agricultural qualities, truffles have not received the due recognition they deserve, so that one could deal with them professionally.

Considering that truffles have gained fame in international cuisines in recent years, we propose that emphasis should be given to the education of young scientists, artisans, cultivators and - why not - merchants and everyone else who have got involved with the dissemination of this great product and give a boost to the research of this subject.

.

In closing, we would like to point out that the Italians who proposed to UNESCO to include the cultivation of the truffle in the Intangible Cultural Heritage of Humanity, formulated the following argument: "Beyond its inestimable value, the truffle is the symbol of the relationships between man, nature, animals and tradition". The Italians underlined it and the Epirotians did that action. That's why we hope for a better future.

Keywords: Truffle cultivation, Epirus (region), truffle networks, host trees inoculated with Greek truffle, truffle plantations, commercial types of truffles.



## Περιεχόμενα

|                                                                                                                               |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Περιεχόμενα .....                                                                                                             | 2   |
| • 1. Εισαγωγή.....                                                                                                            | 5   |
| • 1.1 Η τρούφα .....                                                                                                          | 9   |
| 2. Τα Είδη της Τρούφας ως προς την φυλλογένεια, Βιογεωγραφία, Φυσικοχημική σύνθεση, Χρήσεις, Καλλιέργεια και απαιτήσεις ..... | 13  |
| 2.1 Η Φυλλογένεια της τρούφας: Η οικογένεια <i>Tuberaceae</i> .....                                                           | 13  |
| 2.1.1 Ποικιλομορφία, Οικολογία και Κατανομή του Γένους <i>Tuber</i> .....                                                     | 14  |
| 2.1.1.1 Ομάδα <i>Aestivum</i> .....                                                                                           | 14  |
| 2.1.1.2 Ομάδα <i>Excavatum</i> .....                                                                                          | 15  |
| 2.1.1.3 Ομάδα <i>Gennadii</i> .....                                                                                           | 15  |
| 2.1.1.4 Ομάδα <i>Gibbosum</i> .....                                                                                           | 166 |
| 2.1.1.5 Ομάδα <i>Japonicum</i> .....                                                                                          | 166 |
| 2.1.1.6 Ομάδα <i>Macrosporum</i> .....                                                                                        | 166 |
| 2.1.1.7 Ομάδα <i>Maculatum</i> .....                                                                                          | 177 |
| 2.1.1.8 Ομάδα <i>Melanosporum</i> .....                                                                                       | 177 |
| 2.1.1.9 Ομάδα <i>Multimaculatum</i> .....                                                                                     | 188 |
| 2.1.1.10 Ομάδα <i>Puberulum</i> .....                                                                                         | 188 |
| 2.1.1.11 Ομάδα <i>Rufum</i> .....                                                                                             | 199 |
| 2.2 Βιογεωγραφία του γένους <i>Tuberaceae</i> .....                                                                           | 20  |
| 2.3 Φυσικοχημική σύνθεση .....                                                                                                | 20  |
| 2.4 Χρήσεις τρούφας .....                                                                                                     | 21  |
| 2.5 Καλλιέργεια και απαιτήσεις ως προς αυτή για επιλεγμένα είδη τρούφας .....                                                 | 22  |
| 2.5.1 <i>Tuber melanosporum</i> .....                                                                                         | 222 |
| 2.5.2 Οι τρούφες Βουργουνδίας <i>Tuber aestivum syn.uncinatum</i> .....                                                       | 255 |
| 2.5.3 Η χειμερινή τρούφα <i>Tuber brumale</i> .....                                                                           | 299 |
| 2.5.4 <i>Tuber magnatum</i> : Η μοναδική.....                                                                                 | 355 |
| • 3. Η περιοχή μελέτης – Μορφολογικά και κλιματολογικά χαρακτηριστικά της Ηπείρου .....                                       | 399 |
| 3.1 Κλιματικά και βιοκλιματικά χαρακτηριστικά της περιοχής μελέτης .....                                                      | 399 |
| 3.2 Μορφολογικά και τοπολογικά χαρακτηριστικά της περιοχής μελέτης .....                                                      | 466 |
| 3.3 Γεωλογικά και εδαφολογικά χαρακτηριστικά .....                                                                            | 477 |

|       |                                                                                                                       |       |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 3.4   | Υδάτινοι πόροι .....                                                                                                  | 533   |
| 3.5   | Χλωρίδα .....                                                                                                         | 60    |
| 3.6   | Χρήσεις γης .....                                                                                                     | 633   |
| 4.    | Διαθέσιμα είδη προς καλλιέργεια στην περιοχή μελέτης και το θεσμικό πλαίσιο .....                                     | 66    |
| 4.1   | Διαθέσιμα είδη προς καλλιέργεια.....                                                                                  | 668   |
| 4.1.1 | Tuber Melanosporum .....                                                                                              | 688   |
| 4.1.2 | Tuber Brumale var brumale .....                                                                                       | 70    |
| 4.1.3 | Tuber Aestivum .....                                                                                                  | 71    |
| 4.1.4 | Tuber Aestivum forma uncinatum .....                                                                                  | 73    |
| 4.1.5 | Tuber Magnatum .....                                                                                                  | 74    |
| 4.1.6 | Tuber Borchii .....                                                                                                   | 75    |
| 4.2   | Θεσμικό πλαίσιο .....                                                                                                 | 75    |
| 4.2.1 | Γενετικοί πόροι .....                                                                                                 | 777   |
| 4.2.2 | Εισβάλλοντα ξενικά είδη .....                                                                                         | 77    |
| 4.2.3 | Οικονομικές ενισχύσεις και ισχύον πλαίσιο για την καλλιέργεια τρούφας και μανιταριών.<br>.....                        | 78    |
| •     | 5. Η καλλιέργεια της τρούφας, Τρόποι Εμβολιασμού, αξιοσημείωτες προσπάθειες και δυνατότητες στην περιοχή μελέτης..... | 85    |
| 5.1   | Επιλογή κατάλληλων περιοχών .....                                                                                     | 85    |
| 5.1.1 | Εδαφικές συνθήκες.....                                                                                                | 85    |
| 5.1.2 | Κλιματικές απαιτήσεις .....                                                                                           | 89    |
| 5.2   | Επιλογή Φυτών-Φορέων της Τρούφας.....                                                                                 | 90    |
| 5.3   | Εγκατάσταση φυτείας.....                                                                                              | 106   |
| 5.3.1 | Προετοιμασία εδάφους.....                                                                                             | 107   |
| 5.3.2 | Η Περίπτωση του επιτυχημένου Εμβολιασμού στην περιοχή μελέτης, Τρόποι Εμβολιασμού και Φύτευση.....                    | 108   |
| 5.4   | Φροντίδα καλλιέργειας .....                                                                                           | 1155  |
| 5.4.1 | Λίπανση.....                                                                                                          | 1155  |
| 5.4.2 | Καταπολέμηση ζιζανίων .....                                                                                           | 1166  |
| 5.4.3 | Κλάδεμα .....                                                                                                         | 1188  |
| 5.4.4 | Άρδευση .....                                                                                                         | 1188  |
| 5.4.5 | Συλλογή φύλλων .....                                                                                                  | 1199  |
| 5.4.6 | Διόρθωση του pH του εδάφους .....                                                                                     | 1199  |
| 5.4.7 | Συστήματα καλλιέργειας .....                                                                                          | 12020 |

|                              |                                               |       |
|------------------------------|-----------------------------------------------|-------|
| 5.5                          | Απόδοση .....                                 | 121   |
| 5.6                          | Ανανέωση καλλιέργειας .....                   | 1222  |
| 5.7                          | Αντιμετώπιση προβλημάτων .....                | 1222  |
| 5.8                          | Συγκομιδή .....                               | 12323 |
| 5.9                          | Διάρκεια παραγωγής .....                      | 1244  |
| 5.10                         | Μετασυλλεκτική μεταχείριση.....               | 1266  |
| 5.11                         | Δυνατότητες καλλιέργειας στην περιοχή μελέτης | 127   |
| Συμπεράσματα-Προτάσεις ..... |                                               | 130   |
| Βιβλιογραφία .....           |                                               | 133   |



- 1. Εισαγωγή

Στην εποχή της εντατικοποίησης της γεωργικής και κτηνοτροφικής δραστηριότητας, παράλληλα με την εν γένει αστικοποίηση των προηγούμενων καθαρά γεωργικών περιοχών, τα ζητήματα που προκύπτουν για τους γεωργικούς πληθυσμούς των περιοχών αυτών είναι σημαντικά και χρήζουν άμεσης λύσης. Στον δυτικό κόσμο κυρίως, όπου οι διαθέσιμες περιοχές για την ανάπτυξη της αγροτικής ή και της κτηνοτροφικής δραστηριότητας είναι πλέον πεπερασμένες και βαίνουν προς μείωση τόσο λόγω της αστικοποίησης όσο και λόγω κείμενων ή και νέων περιβαλλοντικών περιορισμών και κανονισμών οι οποίοι καθίστανται όλο και πιο αυστηροί. Η αυστηροποίηση της περιβαλλοντικής νομοθεσίας σε σχέση με την γεωργική ή και την κτηνοτροφική δραστηριότητα, είναι απόρροια της προσπάθειας ειδικά του ανεπτυγμένου κόσμου να μειώσει και πιθανώς να ελαχιστοποιήσει το περιβαλλοντικό αποτύπωμα αυτών των δραστηριοτήτων που εν γένει θεωρείται ιδιαίτερα σημαντικό, με απώτερο στόχο την αναστροφή της όλης διαδικασίας που συνδέεται με την μεταβολή του πλανητικού κλίματος και του φαινομένου του θερμοκηπίου. Οι δραστηριότητες αυτές στον ανεπτυγμένο κόσμο αντιμετωπίζουν επίσης τον ισχυρό ανταγωνισμό από την αντίστοιχη παραγωγή από αναπτυσσόμενες χώρες, όπου οι εκεί περιβαλλοντικοί κανονισμοί είναι πιο χαλαροί, ενώ παράλληλα το εργατικό κόστος και το κόστος παραγωγής είναι αρκετά μειωμένο με αποτέλεσμα μια μειωμένη και άκρως ανταγωνιστική τιμή προϊόντος.

Ως εκ τούτου, οι αγροτικές/κτηνοτροφικές κοινότητες του ανεπτυγμένου κόσμου, ιδιαίτερα αυτές που έχουν μικρό μέγεθος και οι οποίες οδηγούνται στην εγκατάλειψη των επαγγελματιών από τον νεότερο αγροτικό πληθυσμό, αντιμετωπίζουν δυσκολίες στη συνέχιση των παραπάνω αντίστοιχων δραστηριοτήτων. Είναι προφανές ότι αυτή η διαδικασία δημιουργεί ιδιαίτερες πιέσεις τόσο στην τοπική οικονομία όσο και στην κοινωνική συνοχή των περιοχών αυτών. Αντίστοιχα προβλήματα παρατηρούνται σε πολλά κράτη της ΕΕ, συμπεριλαμβανομένης και της Ελλάδας.

Μια διαφαινόμενη λύση, που έχει αξιοποιηθεί σε αρκετές περιοχές είναι η στροφή προς την παραγωγή προϊόντων, είτε πρωτογενών είτε προερχόμενων από την μεταποίηση πρώτων υλών υψηλής ποιότητας και υψηλής προστιθέμενης αξίας, ενώ παράλληλα η όλη διαδικασία καλλιέργειας ή παραγωγής εμφανίζει υψηλά επίπεδα βιωσιμότητας, τόσο οικονομικής όσο και περιβαλλοντικής. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι η στροφή στην αξιοποίηση αγροτοδοσικών περιοχών, με κατάλληλο μικροκλίμα για την καλλιέργεια τρούφας.

Οι τρούφες είναι συμβιωτικοί μύκητες που αναπτύσσονται υπόγεια κοντά σε ρίζες φυτών. Οι γνώστες των τροφίμων περιγράφουν το άρωμά τους ως αισθησιακό, σαγηνευτικό και μοναδικό. Οι μυστηριώδεις αυτοί μύκητες, όμως, δεν παράγουν το άρωμά τους για την απλή ευχαρίστηση των ανθρώπων. Οι πτητικές ουσίες της τρούφας δρουν ως οσμηροί δείκτες για τα θηλαστικά και τα έντομα που είναι σε θέση να εντοπίσουν τους πολύτιμους μύκητες, υπόγεια και να βοηθήσουν στην εξάπλωση των σπόρων. Διαχέονται επίσης ελεύθερα στο έδαφος και αλληλοεπιδρούν με διάφορους μικροοργανισμούς και με τις ρίζες των φυτών, ρυθμίζοντας με τον τρόπο αυτό έναν πολύπλοκο μοριακό διάλογο μεταξύ της πανίδας και της χλωρίδας του εδάφους.

Οι Λατίνοι αποκαλούν την τρούφα *Tuber*, λέξη που προέρχεται από την λέξη *tumere* (διόγκωση) και δηλώνει το σφαιροειδές σχήμα. Στην επιστημονική ορολογία, οι τρούφες είναι μικροαερόβιοι και ωφέλιμοι μύκητες που σχηματίζουν εκτομυκορριζικές σχέσεις (ECM) με τις ρίζες, τόσο των αγγειόσπερμων όσο και των γυμνόσπερμων ειδών. Γενικά, οι τρούφες επιτυγχάνουν μακροχρόνια ζωή και συμβίωση με την δρυ, τη φτελιά, τη λεύκη, την καστανιά, την ιτιά, τη φουντουκιά, την οξιά, τη σημύδα, τον κρόκο, το έλατο και την πεύκη.

Από την αρχαιότητα οι τρούφες θεωρούνται ως η απόλυτη γαστρονομική απόλαυση ή «το διαμάντι της κουζίνας» (March et al., 2006). Η συγκεκριμένη ομάδα μυκήτων, γενικά, ανήκει στην οικογένεια *Tuberaceae* ή *Pezizaceae* (Gao et al., 2004). Συγκεκριμένα, η *T. melanosporum* Vittad, γνωστή και ως «μαύρο διαμάντι», «Périgord truffle» ή «χειμερινή μαύρη τρούφα», έχει σημαντική εμπορική αξία και μπορεί να φτάσει έως και 1.500 \$ ΗΠΑ / kg. Η *T. melanosporum* απαντάται φυσικώς στο βόρειο τμήμα της λεκάνης της Μεσογείου, όπου σήμερα συγκομίζεται ως επί το πλείστον από «οπωρώνες τρούφας», ήτοι δενδροφυτεύσεις που διαχειρίζονται για την παραγωγή τρούφας (Callot 1999).

Τα τελευταία χρόνια, μέρα με τη μέρα αποδεικνύεται ότι οι περιοχές της Ηπείρου κρύβουν έναν θαμμένο θησαυρό στα δάση τους. Οι άγριες μαύρες τρούφες *Tuber aestivum*, *T. uncinatum*, *T. brumale* και *T. Melanosporum*, η λευκή τρούφα *T. borchii* και πρόσφατα η *T. magnatum* συλλέγονται σε διάφορες περιοχές. Ως αποτέλεσμα έχει ξεκινήσει ένα τοπικής εμβέλειας ενδιαφέρον για την καλλιέργεια τρούφας, το οποίο, μέχρι στιγμής αποτυπώνεται είτε με τη δημιουργία ομάδων ή την συμμετοχή σε δίκτυα είτε με τη δημιουργία ελληνικών δέντρων-ξενιστών, εμβολιασμένων με ελληνική τρούφα και την εγκατάσταση φυτειών με τα κατάλληλα είδη τρούφας. Η ανακάλυψη των *carpophores* του *T. magnatum*, αλλά και του *T. melanosporum*

των δύο πιο εμπορικών τρουφών στην αγορά, προκάλεσε το ενδιαφέρον για την μελέτη των χαρακτηριστικών της περιοχής, βοτανικής και παιδαγωγικής, προκειμένου να βοηθήσει μελλοντικούς ενδιαφερόμενους να καλλιεργήσουν το είδος σε παρόμοιες τοποθεσίες.

Η παρούσα εργασία εξετάζει τα είδη της τρούφας και τα είδη των ξενιστών της που εμφανίζονται στην Ήπειρο, τους τρόπους εμβολιασμού και τη δυνατότητα και τις προοπτικές της καλλιέργειας της τρούφας στην περιοχή της Ηπείρου. Η Ήπειρος αποτελεί μια περιοχή που είναι ιδιαίτερα συνδεδεμένη με τη γεωργική και κτηνοτροφική παραγωγή στην Ελλάδα, ωστόσο, το ορεινό μορφολογικό τοπίο και το δύσκολο κλίμα της, αποτρέπουν την περαιτέρω ανάπτυξη των αγροτικών δραστηριοτήτων σε ορισμένες περιοχές. Είναι συνεπώς αναγκαία η εξεύρεση μιας εναλλακτικής πρότασης καλλιέργειας που θα επιτρέψει αφενός τη διατήρηση των τοπικών κοινωνικών και οικονομικών προτύπων και αφετέρου θα αποτελέσει παραγωγή υψηλής προστιθέμενης αξίας και βιωσιμότητας. Αυτό προτείνεται στην παρούσα διατριβή μέσω της καλλιέργειας της τρούφας, η οποία απαιτεί ειδικά πρωτόκολλα εμβολιασμού και καλλιέργειας για να μπορέσει να γίνει εφικτή και προσοδοφόρα.

Εν τω μεταξύ κατά γενική ομολογία η τρούφα ως θέμα αποτελεί ακόμη ανεξερεύνητο πεδίο, ενώ παράλληλα δεν υπάρχουν στοιχεία ούτε για την χώρα μας γενικότερα, ούτε για την περιοχή μελέτης ειδικότερα. Η παρούσα εργασία επιχειρεί να παρουσιάσει όσα περισσότερα στοιχεία μπορεί για το μυστηριώδες υπόγειο μανιτάρι, όπως πολλάκις έχει χαρακτηριστεί η τρούφα στο παρελθόν και να προσθέσει ένα λιθαράκι στο οικοδόμημα γνώσεων που καταβάλλεται προσπάθεια να οικοδομηθεί για το πολύτιμο αυτό προϊόν.

Η δομή της εργασίας έχει ως κάτωθι:

Στο δεύτερο κεφάλαιο της εργασίας παρουσιάζονται τα βασικά χαρακτηριστικά της τρούφας ως είδος, η κατάταξη των διαφόρων ειδών καθώς και οι βασικές τεχνικές και προϋποθέσεις για την καλλιέργειά της.

Στο τρίτο κεφάλαιο, παρουσιάζεται η εξεταζόμενη περιοχή της Ηπείρου, αναλύονται τα μορφολογικά, κλιματολογικά, γεωλογικά χαρακτηριστικά, η χλωρίδα καθώς και οι χρήσεις γης.

Σε σύνδεση με την περιγραφή της τρούφας και των απαιτήσεων της καλλιέργειάς της, εντοπίζονται τα διαθέσιμα είδη προς καλλιέργεια στην εξεταζόμενη περιοχή στο τέταρτο

κεφάλαιο της εργασίας. Παράλληλα εξετάζονται υπάρχουσες καλλιέργειες ή/και γηγενή είδη τρούφας που υπάρχουν ήδη στην περιοχή.

Στο πέμπτο κεφάλαιο της εργασίας εξετάζονται και παρουσιάζονται οι τεχνικές και οι μέθοδοι και οι απαιτήσεις για την καλλιέργεια της τρούφας στην Ήπειρο, κυρίως ως προς τα εντοπιζόμενα γηγενή είδη. Επίσης αναλύονται οι δυνατότες καλλιέργειας στην περιοχή μελέτης.

Στο τέλος αναφέρονται συμπεράσματα και προτάσεις για την περιοχή μελέτης.

## • 1.1 Η τρούφα

Όταν χρησιμοποιείται η έννοια «τρούφα», αυτό που έρχεται στο μυαλό μπορεί να διαφέρει πολύ μεταξύ των ανθρώπων και των πολιτιστικών ομάδων. Με την ευρύτερη έννοια, οι τρούφες είναι μύκητες που παράγουν τους σπόρους τους σε διαφοροποιημένες καρποφόρες δομές, κάτω από το χώμα ή τα πεσμένα φύλλα. Αυτοί οι μύκητες έχουν επίσης αναφερθεί στο παρελθόν ως μύκητες δέσμευσης ή υπόγειοι μύκητες, ανάλογα με τον συγγραφέα και τη χρήση. Οι υπόγειοι μύκητες που ανήκουν στο φύλλο *Basidiomycota* αναφέρονται μερικές φορές ως «ψεύτικες τρούφες», ένα όνομα που ιστορικά χρησιμοποιείται για να διακρίνει αυτές τις τρούφες από εκείνες του φύλου *Ascomycota*. Οι τρούφες είναι μύκητες που παράγουν αυτά τα υπόγεια καρποφόρα σώματα ανεξάρτητα από τις ταξινομικές ή φυλογενετικές σχέσεις τους. Ωστόσο, συχνά ο όρος τρούφα χρησιμοποιείται σε σχέση με τις «αληθινές τρούφες» που ανήκουν στο γένος *Tuber* (π.χ. *Tuber melanosporum* Vittad., *Tuber magnatum* Pico και τα σχετικά είδη). Οι τρούφες βρίσκονται τυπικά στο (ή υπό το) έδαφος δασικών περιοχών, ακριβώς κάτω από το στρώμα των πεσμένων φύλλων ή μερικές φορές εντός του ορυκτού ορίζοντα.

Η τρούφα έχει μία ξεχωριστή γεύση και ένα ιδιαίτερο άρωμα, χαρακτηριστικά που αποτελούν τις ιδιαιτερότητές της και τα οποία είναι συνέπεια της αλληλεπίδρασης διαφόρων πτητικών ουσιών (Fieocchi, 1988). Στην αγορά κάποιων περιοχών ορισμένα είδη της, όπως για παράδειγμα το *T. melanosporum* και το *T. magnatum*, έχουν μεγάλη ζήτηση, καθώς επικρατεί η άποψη πως ξεχωρίζουν από τα υπόλοιπα είδη τρούφας για την καλύτερη γεύση και άρωμά τους.

Πρόκειται για ένα σπάνιο προϊόν, ευπαθές, το οποίο ζει στα δάση (Ciani, 1988), με μυστηριώδη τρόπο ανάπτυξης (Agrifolio, 2006). Η διάρκεια της ζωής της τρούφας εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, βιοτικούς (δέντρα ξενιστές, βακτήρια, μύκητες του εδάφους) και αβιοτικούς (περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά, με σημαντικότερο το ύψος της βροχής, κατάλληλη θερμοκρασία και ηλιοφάνεια) (Mello et al, 2006). Η ευπαθής αυτή φύση της τρούφας ίσως είναι η αιτία που η τιμή πώλησής της διεθνώς, αγγίζει στις αγορές, πολύ υψηλές τιμές (Vickers, Renand, 2003). Η διαθεσιμότητα και η εξάπλωσή της είναι πολύ περιορισμένη (Mello et al, 2006).

Τα κοινά μανιτάρια είναι ορατά με γυμνό μάτι καθώς μεγαλώνουν πάνω από τη γη, ενώ οι τρούφες αναπτύσσονται υπόγεια σε βάθος μεταξύ 5 και 10 εκατοστών. Οι τρούφες, συνήθως συλλέγονται

από ειδικούς που έχουν ειδικές δεξιότητες και εμπειρία για να διερευνήσουν αυτόν τον τύπο της χλωρίδας. Μερικές φορές, οι συλλέκτες τρούφας χρησιμοποιούν ειδικά εκπαιδευμένους σκύλους για να ανακαλύψουν τον συγκεκριμένο τύπο υπόγειου μύκητα. Οι τρούφες συχνά καρποφορούν εντός της ριζικής ζώνης των δασικών φυτών και εμφανίζουν μια σειρά μεταβλητών μακροσκοπικών χαρακτηριστικών όπως το χρώμα, το σχήμα, το μέγεθος, η υφή και το άρωμα. Οι μικροσκοπικοί, γονιδιωματικοί και αναπτυξιακοί χαρακτήρες ποικίλλουν επίσης πολύ μεταξύ των ειδών τρούφας αλλά και των γενεών τρούφας. Λείπουν ακόμη αρκετές λεπτομέρειες σχετικά με τη φυσική οικολογία της πλειονότητας των ειδών τρούφας στην σχετική βιβλιογραφία. Τα διαθέσιμα στοιχεία δείχνουν ότι οι τρούφες συν-διαφοροποιήθηκαν με το πέρασμα των ετών παράλληλα με τα φυτά και τα ζώα και η εξέλιξη και η κατανομή αυτών των μυκητιακών, φυτικών και ζωικών συμβιωτών σχηματίζει έναν ιστό που αλληλεπικαλύπτεται σε χρόνο και χώρο.

Η ειδίκευση και η λειτουργία της τρούφας εντός των οικοσυστημάτων συνδέονται στενά με την οικολογία της εκτομυκορριζικής (ECM) αποίκησης και την υποτιθέμενη συν-διαφοροποίησή τους με μεγάλες οικογένειες φυτών, συμπεριλαμβανομένων των *Pineaceae* (πεύκα), *Fagaceae* (δρυς / οξιάς), *Myrtaceae* (ευκάλυπτοι) και *Salicaceae* (ιτιές / λεύκες), καθώς επίσης και με τις προσαρμογές για τη διασπορά των ζώων στο Βόρειο και Νότιο Ημισφαίριο. Επειδή οι περισσότερες τρούφες σχηματίζουν ECM αποικισμό και ως εκ τούτου ανταλλάσσουν ενεργά περιοριστικά θρεπτικά συστατικά με φυτά (οι τρούφες συνήθως παρέχουν άζωτο ή / και φωσφόρο ενώ τα φυτά παρέχουν υδατάνθρακες), οι μύκητες της τρούφας διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη λειτουργία των δασικών εδαφών και των οικοσυστημάτων, καθώς και στη διατήρηση του κλίματος της Γης και των τροφικών αλυσίδων. Από την άλλη πλευρά, η κλιματική αλλαγή που προκαλείται από τον άνθρωπο φαίνεται να έχει επιπτώσεις στην γεωγραφική εξάπλωση και καρποφορία τόσο των ειδών τρούφας όσο και άλλων μυκήτων στην Ευρώπη και σε ολόκληρο τον κόσμο (Kauserud et al. 2010).

Με τα έντονα αρώματά τους, το υψηλό γαστρονομικό και οικονομικό ενδιαφέρον, την υψηλή ποικιλομορφία και τη σημασία για τη διατροφή των φυτών και των ζώων, το *Tuber* είναι ένα γένος τρούφας που έχει προσελκύσει μεγάλο ενδιαφέρον. Ωστόσο, εξακολουθούν να υπάρχουν ορισμένα μυστήρια σχετικά με την εξέλιξη, την οικολογία και τη θεμελιώδη βιολογία του. Τα ώριμα καρποφόρα σώματα του *Tuber* είναι ασυνήθιστα στη διακριτική τους μορφολογία των σπορίων, το μεγάλο μέγεθος των σπορίων (σε σχέση με πολλούς άλλους μύκητες τρούφας) και το

μεταβλητό αριθμό σπόρων ανά ασκό. Ο μεταβλητός αριθμός σπόρων ανά άξονα είναι ιδιαίτερα αξιοσημείωτος, δεδομένου ότι αυτό το χαρακτηριστικό είναι άτυπο μεταξύ των Pezizales και ποικίλλει μεταξύ των ειδών *Tuber* ενώ και οι μηχανισμοί για τον σχηματισμό των σπορίων δεν είναι απόλυτα κατανοητοί.

Πρόσφατα, η αναπαραγωγική διαδικασία των *T. melanosporum* και *T. magnatum* αποδείχθηκε χρησιμοποιώντας πολλαπλούς μοριακούς δείκτες και γενετικές προσεγγίσεις πληθυσμού (Riccioni et al. 2008; Paolocci et al. 2006). Η αλληλούχιση του γονιδιώματος και οι επακόλουθες μελέτες υποστηρίζουν την ύπαρξη ενός διπολικού συστήματος εγγενούς αναπαραγωγής στο *Tuber* (Martin et al. 2010). Σε αυτό το σύστημα αναπαραγωγής, υπάρχουν δύο ιδιώματα, που χαρακτηρίζονται από μεγάλες περιοχές μη ομόλογου DNA. Ωστόσο, τουλάχιστον ορισμένα είδη *Tuber* παράγουν επίσης μιτωτικά παραγόμενα (αγενώς) σπόρια που υποτίθεται ότι λειτουργούν στην αναπαραγωγή ή τον αποικισμό των ριζών (Urban et al. 2004; Healy et al. 2013).

Τουλάχιστον ένα είδος *Tuber* που ανήκει στην ομάδα *Puberulum* είναι γνωστό μόνο από το ECM και τις μάζες αυτών των αγενών σπόρων (Healy et al. 2013). Αν και είναι πιθανό αυτά τα αγενώς προερχόμενα σπόρια να λειτουργούν ως κονίδια για να αποικίσουν τις ρίζες και να δημιουργήσουν νέες αποικίες, αυτά τα σπόρια είναι μικρά και άφθονα και έχουν πολύ λεπτά τοιχώματα, υποδηλώνοντας ότι αντ' αυτού μπορούν να λειτουργήσουν ως σπερματοζώαρια για την εγγενή αναπαραγωγή. Η κατανόηση της αγενούς και εγγενούς αναπαραγωγής στο γένος *Tuber*, με τη βοήθεια γονιδιωματικών εργαλείων του πληθυσμού, θα μπορούσαν να επιτρέψουν την ανάπτυξη ελεγχόμενων διαδικασιών γονιμοποίησης και επιλεκτικών προγραμμάτων αναπαραγωγής για τρούφες που μέχρι στιγμής δεν ήταν δυνατές.

Οι τρούφες εξελίχθηκαν από επίγεια (μανιτάρια) προγόνους, αλλά τα συγκεκριμένα περιβάλλοντα και οι επιλεκτικοί μηχανισμοί που οδήγησαν στην εξέλιξη της τρούφας στο γένος *Tuber* δεν είναι σαφείς. Η συνήθεια καρποφορίας κάτω από το έδαφος πιστεύεται ότι είναι προσαρμοστική για μύκητες που συμβιώνουν με τις ρίζες, καθώς τα σπόρια παράγονται σε στενή γειτνίαση με τις ρίζες, αλλά η καρποφορία κάτω από το έδαφος βοηθά στην προστασία από περιβαλλοντικές διακυμάνσεις κατά τη δημιουργία των καρποφόρων σωμάτων. Περαιτέρω, επειδή η πλειονότητα ενός καρποφόρου σώματος τρούφας αποτελείται από μάζα σπορίων, οι μύκητες τρούφας πιθανώς μετατοπίζουν ένα μεγαλύτερο ποσοστό ενέργειας σε εγγενή αναπαραγωγή σπόρων από ό, τι οι μύκητες που παράγουν μανιτάρια, οι οποίοι πρέπει να κατανέμουν πόρους αναπαραγωγής προς

την ανάπτυξη αποστειρωμένων καλυμμάτων και ιστών βλαστών. Αρκετοί συγγραφείς έχουν προτείνει ότι οι τάξεις της τρούφας εξελίσσονται συνεχώς λόγω τυχαίων συμβάντων, καθώς και ότι οι σειρές διαλογής επιλέγονται όταν οι αβιοτικές περιβαλλοντικές συνθήκες (π.χ. ξηρασία, συχνές πυρκαγιές) και οι βιοτικές αλληλεπιδράσεις (π.χ. παρουσία παραγόντων διασποράς) είναι ευνοϊκές (Albee- Scott 2007, Thiers 1984).

Οι προγενέστερες βιογεωγραφικές ανακατασκευές δείχνουν ότι το *Tuber* πιθανότατα είχε καταγωγή στην Ευρασία (Bonito et al. 2013; Jeandroz et al. 2008). Η πληρέστερη φυλογενετική εξέταση αυτής της ομάδας υποδεικνύει ότι το *Tuber* εξελίχθηκε από μια γενεαλογία επίγειων μυκήτων και στη συνέχεια διαφοροποιήθηκε στο Βόρειο Ημισφαίριο καθ' όλη τη διάρκεια της Ιουρασικής και Κρητιδικής περιόδου (Bonito et al. 2013). Αυτό που προκάλεσε το υψηλό επίπεδο ποικιλομορφίας του γένους *Tuber* δεν είναι ακόμη απολύτως σαφές.

Στο παρελθόν, οι περισσότερες διαφορές μεταξύ των τρουφών θεωρήθηκαν συγκεκριμένες μεταξύ των ειδών και διαφοροποιούνταν έντονα σε σχέση με την ωριμότητα της τρούφας. Ενώ η ωριμότητα είναι σίγουρα ένας σημαντικός παράγοντας, υπάρχει μεγάλη δια- και ενδο-ειδική διακύμανση στο σχήμα του σώματος, το μέγεθος και το άρωμα της τρούφας, καθώς και στην κοινότητα των βακτηριδίων που αποτελούν το μικροβίωμα της τρούφας. Τα στοιχεία από πρόσφατες μελέτες δείχνουν ότι η ενδοβιοτική βακτηριακή κοινότητα μπορεί να είναι ένας πολύ σημαντικός και προγενέστερα υποτιμημένος παράγοντας που επηρεάζει την οσμή της τρούφας και συνεπώς τις αλληλεπιδράσεις με άλλους οργανισμούς (Splivallo et al. 2015; Splivallo and Ebeler 2015). Η κατανόηση του τρόπου με τον οποίο τα γονιδιώματα των ενδοβακτηρίων αλληλεπιδρούν με τους μυκητιακούς ξενιστές τους και ανταποκρίνονται στο τοπικό τους περιβάλλον είναι μια από τις μεγάλες προκλήσεις της οικολογίας τρούφας, που ενισχύεται πρόσφατα από τις εξελίξεις στις τεχνολογίες προσδιορισμού αλληλουχίας υψηλής απόδοσης. Αυτές οι γνώσεις σίγουρα θα οδηγήσουν σε βελτιωμένες στρατηγικές για τη διαχείριση των πόρων, τη γεωργική παραγωγή, την αναπαραγωγή τρουφών και την ανάπτυξη καλλιέργειας για είδη *Tuber*.



## 2. Τα είδη της Τρούφας ως προς την Φυλλογένεια, Βιογεωγραφία, Φυσικοχημική σύνθεση, Χρήσεις, Καλλιέργεια και απαιτήσεις

Το έτος 1999 ο Letizi H.C παρουσίασε στοιχεία σε διεθνές συνέδριο για το γένος *Tuber*, στη Γαλλία, που περιέγραφε με αποδείξεις ότι οι γνώσεις μας στο θέμα της οικολογίας της άσπρης τρούφας δεν επαρκούν και για αυτό το λόγο η τεχνική που χρησιμοποιούμε στις φυτείες της δεν αποδίδει ικανοποιητικά, ενώ η ίδια τεχνική χρησιμοποιείται και στη μαύρη που εκεί αποδίδει. (Letizi H. C., 1999).

Ορμώμενοι από αυτή τη παρουσίαση του Letizi, θεωρούμε χρήσιμο και σκόπιμο στο παρόν κεφάλαιο να αναφέρουμε στοιχεία που αφορούν την φυλλογένεια των ειδών Τρούφας και άλλες χρήσιμες και απαραίτητες πληροφορίες που θα μας βοηθήσουν να την γνωρίσουμε καλύτερα.

### 2.1 Η Φυλλογένεια της τρούφας: Η οικογένεια *Tuberaceae*

Η οικογένεια *Tuberaceae* αποτελείται επί του παρόντος από έξι γένη: *Tuber*, *Choiromyces*, *Reddellomyces*, *Labyrinthomyces*, *Dingleya* και τους μύκητες του Νότιου ημισφαιρίου *Nothojafnea*. Τα δύο γένη του Βόρειου Ημισφαιρίου, το *Choiromyces* και το *Tuber*, παράγουν αρκετά και αρωματικά καρποφόρα σώματα που έχουν μεγάλη αξία σε ορισμένες ευρωπαϊκές χώρες. Είναι ενδιαφέρον ότι τα είδη του *Tuber* είναι απίστευτα διαφορετικά στο Βόρειο Ημισφαίριο, και αντίθετα, το γένος *Choiromyces* περιλαμβάνει λίγα, σχετικά σπάνια αλλά γεωγραφικά διαδεδομένα είδη.

Οι μύκητες που ανήκουν στο γένος *Nothojafnea* αν και έχουν περιγραφεί εκτενώς, οι αλληλουχίες DNA είναι διαθέσιμες μόνο για τα είδη της Νότιας Αμερικής, όπως το *Nothojafnea thaxteri* (E. K. Cash) Gamundí. Οι τρούφες *N. thaxteri* καρποφορούν απευθείας στο έδαφος με είδη *Nothofagus* και θεωρείται ότι σχηματίζουν ECMs.

Οι μοριακές αναλύσεις δείχνουν ότι το *N. thaxteri* είναι φυλογενετικώς ανάμεσα σε Αυστραλιανές τρούφες στα γένη *Reddellomyces*, *Labyrinthomyces* και *Dingleya*. Τα είδη σε αυτά τα γένη υποτίθεται ότι αποικίζουν ECM σε Αυστραλιανά είδη *Myrtaceae* όπως *Eucalyptus*, *Corymbia*, *Melaleuca* και *Leptospermum*, καθώς και με είδη *Acacia*, *Nothofagus*, ή ίσως και άλλων ξυλωδών

φυτών. Αυτά τα είδη τρούφας είναι ευρέως κατανεμημένα στην Αυστραλία, αλλά κανένα από αυτά δεν είναι γνωστό ότι έχει οικονομική ή γαστρονομική αξία για τον άνθρωπο. Οι Bonito et al. (2010a) διαπίστωσαν ότι τουλάχιστον 10 είδη *Tuber* υπάρχουν επίσης στην Αυστραλία και τη Νέα Ζηλανδία, αλλά μοριακά στοιχεία δείχνουν ότι αυτά τα γένη εισήχθησαν από ανθρώπους. Οι ίδιοι ερευνητές παρείχαν επίσης μοριακά δεδομένα για να δείξουν ότι το *Tuber clarei* Gilkey είναι ένα άκυρο όνομα που εφαρμόζεται εσφαλμένα στην κοσμοπολίτικη και «πρωτοποριακή» ευρωπαϊκή τρούφα, *Tuber rapaedorum* Tul. and Tul.

#### 2.1.1 Ποικιλομορφία, Οικολογία και Κατανομή του Γένους *Tuber*

Πρόσφατα, οι Bonito et al. (2013) επανεκτίμησαν την ποικιλομορφία, την οικολογία και την ιστορική βιογεωγραφία του γένους *Tuber* χρησιμοποιώντας τέσσερις γενετικούς τόπους για τα συμπεράσματα τους (RPP2, TEF1 και ITS και 28S rDNA). Διέκριναν 11 μεγάλες τάξεις στο γένος *Tuber*. Οι πρόσφατες εκτιμήσεις σχετικά με τον αριθμό των ειδών *Tuber* κυμαίνονται μεταξύ 180 και 220 ειδών, μερικά από τα οποία είναι γνωστά μόνο από «περιβαλλοντικές» αλληλουχίες DNA που προέρχονται από το έδαφος της ριζόσφαιρας. Παρακάτω αναφέρονται τα χαρακτηριστικά κάθε μιας από τις κύριες ομάδες *Tuber* και παραδείγματα.

##### 2.1.1.1 Ομάδα *Aestivum*

Η ομάδα *Aestivum* αποτελείται από μερικά από τα πιο μορφολογικά διαφορετικά είδη *Tuber*. Το *Tuber aestivum* Vittad., το βασικό είδος είδους του γένους *Tuber*, είναι ένα από τα πιο διαδεδομένα και καλλιεργημένα είδη τρούφας και χαρακτηρίζεται από ένα σκοτεινό κονδυλώδες περίδιο και δικτυωτά ασκοσπόρια. Το *Tuber sinoaestivum* Zhang and Liu είναι ένα ασιατικό είδος που είναι μορφολογικά παρόμοιο με το *T. aestivum*, αλλά το *T. sinoaestivum* έχει ασκοσπόρια που είναι πιο σφαιρικά και έχουν μια πιο ρηχή δικτύωση (Zhang et al. 2012). Σε αντίθεση, το *Tuber panniferum* Tul. and Tul. είναι μορφολογικά διακριτό και χαρακτηρίζεται από ένα μάλλινο περίδιο και πολύ ακανθώδη ασκοσπόρια. Το *Tuber mesentericum* Vittad. είναι ένα σύμπλεγμα ειδών που αποτελείται από τουλάχιστον δύο είδη ευρωπαϊκών τρουφών. Είναι ενδιαφέρον ότι το διάσημο και πικάντικο είδος λευκής τρούφας *T. magnatum*, με το ανοιχτόχρωμο και απαλό περίδιο, φαίνεται επίσης να ανήκει στη ομάδα *Aestivum* παρά το γεγονός ότι είναι μορφολογικά αρκετά διακριτό. Είδη σε αυτήν την κατηγορία σχηματίζουν μυκορριζικές συμβιώσεις με διαφορετικούς

ξενιστές περιλαμβάνουν αγγειόσπερμα (π.χ. *Fagaceae*, *Betulaceae*), γυμνόσπερμα (όπως, *Pinaceae*), ακόμη και ορχιδέες. Η εξελικτική ιστορία αυτής της ομάδας μπορεί να είναι βαθιά και περίπλοκη.

#### 2.1.1.2 Ομάδα *Excavatum*

Τα είδη *Tuber* που ανήκουν στην ομάδα *Excavatum* διακρίνονται από μια κοιλότητα στη βάση των καρποφόρων σωμάτων τους. Τα είδη αυτής της ομάδας τείνουν να έχουν ένα παχύ και σκληρό περιδίο και γενικά έχουν 3–5 δικτυωτά ασκοσπόρια ανά ασκό. Συμβιώνουν με αγγειόσπερμα και απαντώνται τόσο στην Ευρώπη όσο και στην Ασία. Η ομάδα αυτή δεν έχει ταυτοποιηθεί ποτέ στη Βόρεια Αμερική. Συχνά βρισκόμενα σε συμβίωση με ξενιστές δέντρων σκληρού ξύλου, πολλά είδη αυτής της ομάδας έχουν επίσης βρεθεί να συμβιώνουν με ορχιδέες (Illye's et al., 2010). Τα περιγραφόμενα είδη που ανήκουν σε αυτή την ομάδα περιλαμβάνουν τα *Tuber excavatum* Vittad., *Tuber fulgens* Que'l από την Ευρώπη και το *Tuber sinoexcavatum* Fan και Lee από την Ασία. Αυτή η ομάδα δεν έχει μελετηθεί τόσο εκτεταμένα όσο κάποιες άλλες ομάδες *Tuber*, ωστόσο ένας αριθμός μοναδικών φυλογενετικών ειδών ανιχνεύθηκαν από τους Bonito et al. (2010a) που δείχνει την παρουσία μορφολογικά κρυπτικών ειδών. Οι τρούφες στην ομάδα *Excavatum* μπορούν να έχουν αρεστά αρώματα, αλλά συνήθως δεν καταναλώνονται από τον άνθρωπο, πιθανώς λόγω του παχιού και του σκληρού τους περιδίου.

#### 2.1.1.3 Ομάδα *Gennadii*

Μια πρώιμη αποκλίνουσα ομάδα των ειδών *Tuber* στην ομάδα *Gennadii* είναι μέχρι σήμερα γνωστή μόνο από την Ευρώπη. Πρόσφατα, οι Alvarado et al. (2012) εντόπισαν δύο είδη σε αυτή την ομάδα [*Tuber gennadii* (Chatin) Pat. και *Tuber lacunosum* Mattir.]. Οι τρούφες σε αυτήν την ομάδα βρέθηκαν μόνο σε συνδυασμό με το γένος *Tuberaria* (*Cistaceae*) που υποδηλώνει ότι αυτά τα είδη μπορεί να έχουν πολύ συγκεκριμένες απαιτήσεις ξενιστή. Λόγω του γεγονότος ότι είναι σχετικά σπάνιες και περιορισμένες στη διανομή, οι τρούφες αυτές γενικά δεν καταναλώνονται από τον άνθρωπο.

#### 2.1.1.4 Ομάδα *Gibbosum*

Ενδημικά στα δάση *Pseudotsuga* του Βορειοδυτικού Ειρηνικού των ΗΠΑ, οι τρούφες στην ομάδα *Gibbosum* έχουν ένα ανοιχτόχρωμο περίδιο που χαρακτηρίζεται από μικροσκοπικές χάντρες που προέρχονται από την επιφάνεια (Bonito et al. 2010b). Τα τέσσερα γνωστά είδη αυτής της ομάδας φαίνεται να συσχετίζονται αποκλειστικά με τους ξενιστές *Pinaceae*, ιδιαίτερα με το γένος *Pseudotsuga* αλλά και περιστασιακά με το γένος *Pinus*. Λόγω της οικονομικής τους αξίας, τα *Tuber gibbosum* Harkn. και *Tuber oregonense* Trappe, Bonito και Rawl. είναι δύο από τα πιο σημαντικά είδη της ομάδας *Gibbosum*. Αυτές οι τρούφες δεν έχουν ακόμη καλλιεργηθεί, αλλά στο Βορειοδυτικό Ειρηνικό των ΗΠΑ συλλέγονται άγριες κατά τη διάρκεια του χειμώνα και της άνοιξης (Lefevre 2013).

#### 2.1.1.5 Ομάδα *Japonicum*

Οι Kinoshita et al. (2011) ανακάλυψαν πρόσφατα μια νέα ομάδα του *Tuber* στην Ιαπωνία. Αν και τα είδη αυτής της ομάδας δεν έχουν ακόμη περιγραφεί επίσημα, οι Kinoshita et al. (2011) σημείωσαν ότι αυτά τα είδη έχουν μερικά μοναδικά μορφολογικά χαρακτηριστικά, συμπεριλαμβανομένων των ωχροκίτρινων σφαιρικών ασκοσπορίων και λιγότερων σπόρων ανά ασκό από ό, τι τα περισσότερα άλλα είδη *Tuber* (συχνά μόνο 1 σπόρο ανά ασκό). Το εσωτερικό σχέδιο εντός της γλύβας των ώριμων τρουφών στην ομάδα *Japonicum* τείνει να είναι πιο αχνό και λιγότερο εμφανές από ό, τι σε άλλες ομάδες *Tuber* δίνοντάς τους την εμφάνιση άγουρων τρουφών. Αυτή η ομάδα υποστηρίζεται καλά ως μονοφυτική γενεαλογία, αλλά εξακολουθεί να υπάρχει αβεβαιότητα σχετικά με τους πλησιέστερους συγγενείς αυτής της ομάδας (Bonito et al. 2013). Δεν βρέθηκαν πληροφορίες για τρούφες της ομάδας *Japonicum* που να καταναλώνονται από ανθρώπους.

#### 2.1.1.6 Ομάδα *Macrosporum*

Οι τρούφες στην ομάδα *Macrosporum* χαρακτηρίζονται από την παρουσία μικρών κονδυλωμάτων στην εξωτερική επιφάνεια του περιδίου και ασκούς με 1, 2, ή 3 κυματοειδή ασκοσπόρια, με σχετικά μεγάλες διαστάσεις (συχνά > 60 μm σε μήκος). Αυτή η ομάδα εμφανίζεται στην Ασία, την Ευρώπη και τη Βόρεια Αμερική. Τα *Tuber glabrum* Fan and Feng and *Tuber sinomonosporum*

Cao and Fan είναι δύο νέα είδη στη ομάδα *Macrosporium* που περιγράφηκαν πρόσφατα από την Κίνα (Fan et al. 2014). Τα είδη σε αυτήν την κατηγορία τείνουν να σχετίζονται είτε με είδη αγγειόσπερμου ή *Pinaceae*. Η γεωγραφική προέλευση και ο προγονικός ξενιστής αυτής της ομάδας δεν αποσαφηνίζονται επαρκώς από τους Bonito et al. (2013). Παραδόξως, οι τρούφες στο γένος *Paradoxa* ανήκουν στην ομάδα *Macrosporium* του *Tuber*. Αυτές οι τρούφες περιέχουν μεμονωμένους μεγάλους ασκούς και στο παρελθόν ήταν δύσκολο να τοποθετηθούν φυλογενετικά χωρίς δεδομένα αλληλουχίας DNA. Δύο είδη στην κατηγορία *Macrosporium* έχουν εμπορική αξία. Το *Tuber macrosporium* Vittad. βρίσκεται σε όλη την Ιταλία και την Ανατολική Ευρώπη και πρόσφατα καλλιεργήθηκε στην Αυστρία και την Ουγγαρία (Benucci et al. 2012, 2014). Το *Tuber canaliculatum* Gilkey είναι ένα από τα μεγαλύτερα και πιο έντονα είδη του βορειοαμερικανικού είδους *Tuber*, και αυτό το είδος έχει ευρεία κατανομή στις ανατολικές ΗΠΑ από τις κεντροδυτικές πολιτείες (π.χ. Βόρεια Καρολίνα, Μέριλαντ, Βιρτζίνια) έως στις βορειοδυτικές πολιτείες (π.χ., Michigan) και στον Καναδά. Οι δοκιμές εμβολιασμού και καλλιέργειας μυκορριζικής με *T. canaliculatum* βρίσκονται σε εξέλιξη (Benucci et al. 2013).

#### 2.1.1.7 Ομάδα *Maculatum*

Η ομάδα *Maculatum* παράγει τρούφες με ανοιχτόχρωμο περίδιο με λεία έως ραγισμένη υφή. Τα ελλειπτικά ασκοσπόρια των ειδών σε αυτήν την ομάδα τείνουν να έχουν διάταξη κυψελίδων. Πολλά είδη στη γενεαλογία *Maculatum* που έχουν περιγραφεί από τη Βόρεια Αμερική και την Ασία τα τελευταία χρόνια και πολλά επιπλέον είδη παραμένουν άγνωστα (Guevara et al., 2013; Su et al., 2013). Οι τρούφες στην ομάδα *Maculatum* γενικά δεν είναι τόσο αρωματικές όσο άλλα είδη *Tuber*. Εκτός από τη Νέα Ζηλανδία, όπου η *Tuber maculatum* Vittad. έχει διατεθεί στο εμπόριο, τα είδη σε αυτή την ομάδα δεν καταναλώνονται συνήθως από τον άνθρωπο, αλλά αντίθετα θεωρούνται ανεπιθύμητα και «μολυσματικά» (Amicucci et al., 2000).

#### 2.1.1.8 Ομάδα *Melanosporum*

Τα περισσότερα είδη που ανήκουν στην ομάδα *Melanosporum* χαρακτηρίζονται από ένα περίτεχνο εξωτερικό περίβλημα και μια αγκαθωτή διακόσμηση των ασκοσπορίων, αν και μερικά είδη έχουν ασκοσπόρια με δικτυωτή σύνθεση και τουλάχιστον ένα είδος (*Tuber pseudoexcavatum* Wang, Moreno, Rioussset, Manj on and Rioussset) έχει σπόρια σε μορφή κυτταρικού δικτύου.

Πολλά από τα είδη τρούφας αυτής της ομάδας έχουν χρωματισμένα ασκοσπόρια, δίνοντας τους ένα σκούρο χρώμα όταν αυτά ωριμάσουν. Υπάρχει ένα άγνωστο είδος στη ομάδα *Melanosporum* που έχει ένα ανοιχτόχρωμο εξωτερικό περίδιο. Η μαύρη τρούφα *T. melanosporum* είναι ίσως το πιο καλλιεργημένο είδος τρούφας διεθνώς και αυτό το είδος είναι οικονομικά σημαντικό σε πολλές ηπείρους. Οι ασιατικές μαύρες τρούφες στο σύμπλεγμα *Tuber indicum* Cooke and Massee συλλέγονται επίσης από δάση σε μαζική κλίμακα για ανθρώπινη κατανάλωση και διεξάγονται δοκιμές καλλιέργειας με αυτό το είδος στην Κίνα (Wang 2013).

#### 2.1.1.9 Ομάδα *Multimaculatum*

Το *Tuber multimaculatum* Parlade', Trappe and Alvarez είναι γνωστό μόνο από λίγες συλλογές στην Ισπανία (Alvarez et al. 1992) και είναι το μοναδικό είδος που ανήκει στην κατηγορία *Multimaculatum*. Ενδεχομένως λόγω του μεγάλου κλάδου της φυλογένειας, η ακριβής τοποθέτησή του στο γένος *Tuber* δεν έχει ακόμη επιλυθεί. Το *Tuber multimaculatum* χαρακτηρίζεται από μεγάλα ελλειψοειδή ασκοσπόρια με λεπτά δικτυωτά κυψελιδικά δικτυωτά. Τα ασκόσπορα παράγονται σε μορφές ενός ή δύο σπορίων που έχουν αξιοσημείωτες κορυφές στα τοιχώματα του ασκού. Λόγω της σπανιότητας αυτού του είδους, η βιολογία και η οικολογία του δεν είναι γνωστά.

#### 2.1.1.10 Ομάδα *Puberulum*

Τα τρέχοντα δεδομένα υποδεικνύουν ότι η ομάδα *Puberulum* έχει την ευρύτερη γεωγραφική κατανομή και τα περισσότερα είδη οποιασδήποτε ομάδας *Tuber*. Τα είδη αυτής της ομάδας κατανέμονται σε όλη την Ευρώπη, την Ασία, τη Βόρεια Αμερική και τη Βόρεια Αφρική σε συνδυασμό με *Pinaceae*, αγγειόσπερμα ή και τα δύο. Ένα είδος στην ομάδα *Puberulum* έχει επίσης βρεθεί στις ρίζες του αυτοφυούς *Salix humboldtiana* Willd. στη Νότια Αμερική, υποδηλώνοντας ότι αυτή μπορεί να είναι η μόνη γενεαλογία του *Tuber* που έχει εξαπλωθεί φυσικώς στη Νότια Αμερική με δέντρα ξενιστές στο Βόρειο Ημισφαίριο (Bonito et al. 2013). Οι τρούφες στη ομάδα *Puberulum* τείνουν να παράγουν ανοιχτόχρωμες τρούφες που έχουν ένα ομαλό έως ραγισμένο περίδιο και ορισμένα είδη σε αυτήν την ομάδα είναι γνωστό ότι παράγουν παραγωγικά στρώματα μιτοσπόρων στο έδαφος (Healy et al. 2013). Τα ασκοσπόρια των τρουφών στο σύμπλεγμα *Puberulum* είναι γενικά σφαιρικά. Ορισμένα είδη σε αυτή την ομάδα φαίνεται να

είναι πρωτοπόρα είδη ECM που έχουν εισαχθεί ακούσια σε τοποθεσίες στο Νότιο Ημισφαίριο όπου δεν υπήρχαν προηγουμένως (Guerin-Laguet et al. 2013). Το *Tuber borchii* Vittad. είναι το πιο σημαντικό είδος βρώσιμης τρούφας στην ομάδα *Puberulum* και έχει αποδειχθεί ότι παράγει τόσο ECM με είδη πεύκου και σκληρού ξύλου όσο και *arbutoid mycorrhizas* με το *Arbutus unedo* L. (Lancellotti et al. 2014). Ο κατάλογος των νέων ειδών στη γενεαλογία *Puberulum* που περιγράφεται από την Ασία συνεχίζει να αυξάνεται, υποδηλώνοντας ότι μπορεί να υπάρχουν πολύ περισσότερα περιγραφόμενα είδη σε αυτήν την ομάδα (Fan et al. 2012a, b, c). Παρόλο που τα περισσότερα είδη στη ομάδα *Puberulum* θεωρούνται ανεπιθύμητα για κατανάλωση, ένα είδος που περιγράφηκε πρόσφατα, το *Tuber panzhihuanense* Deng and Wang, αναφέρεται ότι έχει ευνοϊκά αρωματικά χαρακτηριστικά και εμπορικό δυναμικό (Deng et al. 2013).

#### 2.1.11 Ομάδα *Rufum*

Η ομάδα *Rufum* σχηματίζει μια συγγενική ομάδα στην *Melanosporum* και μοιράζονται κάποια μορφολογικά χαρακτηριστικά. Για παράδειγμα, τα περισσότερα είδη στην ομάδα *Rufum* έχουν επίσης ακανθώδη διακόσμηση. Ορισμένα είδη έχουν μια σειρά από δικτυωτή σπονδυλική κοιλότητα, και το *Tuber melosporum* (Moreno, Díez and Manjón) Alvarado, Moreno, Manjón and Díez στην ομάδα *Rufum* είναι το μόνο είδος *Tuber* που είναι γνωστό ότι έχει ομαλά ασκοσπόρια (Alvarado et al. 2012). Η ομάδα *Rufum* είναι η πιο ποικιλόμορφη ομάδα στο γένος *Tuber*. Το περίδιο των τρουφών που ανήκουν στην ομάδα ποικίλλει ευρέως. Μερικά είδη μπορεί να έχουν ένα εξωτερικό καλυμμένο με μικρά κονδυλώματα, ενώ άλλα μπορεί να έχουν ένα ομαλό ή ραγισμένο περίδιο. Τα περισσότερα είδη έχουν ένα αχνό, δυσάρεστο ή ακόμη και επιβλαβές άρωμα και ως εκ τούτου είναι ανεπιθύμητα για κατανάλωση από τον άνθρωπο (Iotti et al. 2007). Μία εξαίρεση είναι το βορειοαμερικανικό είδος *Tuber lyonii* Butters, το οποίο μερικές φορές αναφέρεται ως «τρούφα πεκάν» επειδή συνήθως αποικίζει σε πεκάν (Bonito et al. 2011). Αυτό το είδος έχει ένα ευχάριστο άρωμα και περιστασιακά συγκομίζεται και πωλείται στις νοτιοανατολικές ΗΠΑ. Καταβάλλονται προσπάθειες για την καλλιέργεια του *T. lyonii* και την καλύτερη κατανόηση της βιολογίας και της οικολογίας του.



## 2.2 Βιογεωγραφία του γένους *Tuberaceae*

Υπάρχει μεγάλο ενδιαφέρον για την αποσαφήνιση της βιογεωγραφικής προέλευσης και της εξελικτικής ιστορίας των *Tuberaceae*. Τα περισσότερα από τα γένη εντός των *Tuberaceae* κατανέμονται είτε στο Νότιο Ημισφαίριο (*Labyrinthomyces*, *Reddellomyces*, *Dingleya*, *Nothojafnea*) ή στο Βόρειο Ημισφαίριο (*Choiromyces*, *Tuber* - με εξαίρεση την ομάδα *Puberulum*), προτείνοντας αρχαία φυλογεωγραφική διάσπαση στην οικογένεια. Με βάση το έργο των Bonito et al. (2013), οι γενεαλογικές γραμμές του Νότιου Ημισφαιρίου αποκλίνουν πιο πρόσφατα από τις ομάδες του Βόρειου Ημισφαιρίου, αν και οι *Tuberaceae* της Αυστραλασίας δεν έχουν μελετηθεί διεξοδικά.

Η γεωγραφική προέλευση του *Tuber* θεωρείται ότι είναι είτε η Ευρώπη είτε η Ασία. Ωστόσο, ερευνητικά δεδομένα που συγκεντρώθηκαν από τους Jeandroz et al. (2008) και από τους Bonito et al. (2013) ήταν ανεπαρκή για την τεκμηρίωση της γεωγραφικής προέλευσης του *Tuber*. Οι εναλλακτικοί τόποι έδωσαν ως επί το πλείστον ασυμβίβαστα αποτελέσματα ή ελάχιστα επιλύθηκαν στη σειρά διακλάδωσης μεταξύ των διαφορετικών γενεών. Αυτό είναι ιδιαίτερα προβληματικό, διότι μέχρι τώρα αρκετές γενεαλογίες περιορίζονται σε μία μόνο περιοχή (π.χ. *Jaronicum* στην Ασία, *Gibbosum* στη Βόρεια Αμερική) και είναι πιθανό ότι ένα σημαντικό μέρος των ειδών παραμένει χωρίς δείγμα, ιδιαίτερα στην Ασία (Bonito et al. 2013).

## 2.3 Φυσικοχημική σύνθεση

Παραδοσιακά, τα μανιτάρια και οι τρούφες θεωρούνται ως ένα πολύτιμο είδος διατροφής και καταναλώνονται, είτε ωμά, είτε μαγειρεμένα. Επιπλέον, έχουν χρησιμοποιηθεί ως κύρια συνιστώσα της λαϊκής ιατρικής. Αυτό βασίστηκε στο γεγονός ότι είναι πλούσια πηγή πρωτεϊνών, αμινοξέων, λιπαρών οξέων, ινών, μεταλλικών στοιχείων, βιταμινών, υδατανθράκων κ.α. (Kala, 2009).

Διάφορες μελέτες αποδεικνύουν ότι ορισμένες τρούφες περιέχουν εργοστερόλη, την πιο διαδεδομένη μυκητιακή στερόλη και brassicasterol που έχει το χαρακτηριστικό θειούχο άρωμα (Zeppa et al., 2004). Η χαρακτηριστική γεύση της τρούφας είναι το αποτέλεσμα ενός μοναδικού



συνδυασμού αρκετών πτητικών ενώσεων, δηλ. αλδεϋδών, αλκοολών, κετονών, οργανικών οξέων και θειούχων ενώσεων (Fратиanni et al., 2007).

Οι τρούφες έχουν ποικίλα αρώματα που κυμαίνονται σε μεγάλο εύρος αρωμάτων όπως: θείο, κρεμμυδιού, μαϊντανού, φρουτώδες πράσινου μήλου, γλυκάνισου, τυριού, φαινολών, μετάλλου, τριαντάφυλλου, γεώδες, σκόνης, βουτύρου, κρεμώδες, φρουτώδες, τηγανητών λιπαρών, σάπιων τροφίμων, καραμέλας και μαγειρεμένης πατάτας. Το άρωμα της μαύρης τρούφας, το οποίο θεωρείται ότι είναι το ωραιότερο είναι αποτέλεσμα της ένωσης: 2, 3-βουτανοδιόνη, διμεθυλο δισουλφίδιο (DMDS), βουτυρικό αιθύλιο, διμεθυλοσουλφίδιο (DMS), 3-μεθυλο-1-βουτανόλη και 3-αιθυλ-5-μεθυλφαινόλη (Cullere et al., 2010).

Οι Κιννοειδείς και πολυφαινολικές ενώσεις είναι τα πιο σημαντικά συστατικά των χρωστικών ουσιών της τρούφας. Οι μαύρες χρωστικές ουσίες βρέθηκαν να είναι αλλομελανίνες πολυκετιδικής προέλευσης (De Angelis et al., 1996).

Οι πτητικές οργανικές ενώσεις της τρούφας προέρχονται από διάφορες μεταβολικές οδούς δηλαδή, είναι μικρομορίων υδρογονανθράκων που περιέχουν αλκοόλη, εστέρες, κετόνες, αρωματικές ομάδες και άτομα θείου (Splivallo et al., 2007).

Οι παράγοντες που χαρακτηρίζουν τις ώριμες τρούφες είναι σχετικά το υψηλό επίπεδο υδατανθράκων και μελανίνης (30% και 15% κατά ξηρό βάρος, αντίστοιχα) και η παρουσία ραμνόζης, ασβεστίου και σιδήρου. Αυτοί οι βιοχημικοί δείκτες θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ως δείκτες του βαθμού επίτευξης της ωριμότητας (Harki et al., 2006).

## 2.4 Χρήσεις τρούφας

Εκτός από την τεράστια ζήτηση στην γαστρονομία, οι τρούφες έχουν επίσης θεραπευτικές ιδιότητες. Ο ρόλος της τρούφας στην εθνο-ιατρική των Βεδουίνων είναι τεκμηριωμένη στην ισλαμική λογοτεχνία. Οι συγκεκριμένοι μύκητες έχουν, επίσης, αντιοξειδωτικές, αντιμικροβιακές, αντιμεταλλακτικές και αφροδισιακές ιδιότητες. Είναι, ακόμα, καλή πηγή στερολών.

Ως τρόφιμο: Το άρωμα που περιέχει και η απολαυστική γεύση κάνει τις τρούφες να καταλαμβάνουν σημαντική θέση στο γαστρονομικό κόσμο. Οι γνώστες απολαμβάνουν τα προϊόντα της τρούφας: σε λάδι, σε μαρμελάδες ή σε μπισκότα (Mandeel, Al-Laith, 2007). Οι

τρούφες, κυρίως η λευκή ποικιλία, μπορούν να σερβιριστούν άψητες στα ζυμαρικά, στην πίτσα, την ομελέτα και τις σαλάτες (March et al., 2006) και να μαγειρεύονται με μυριάδες τρόπους. Ο πιο συχνά χρησιμοποιούμενος τρόπος μαγειρέματος της τρούφας είναι οι καθαρισμένες και βρασμένες σε φέτες, με αλάτι και μπαχαρικά, καθώς και οι τηγανισμένες και οι ψητές. (Al-Laith, 2010).

## 2.5 Καλλιέργεια και απαιτήσεις ως προς αυτή για επιλεγμένα είδη τρούφας

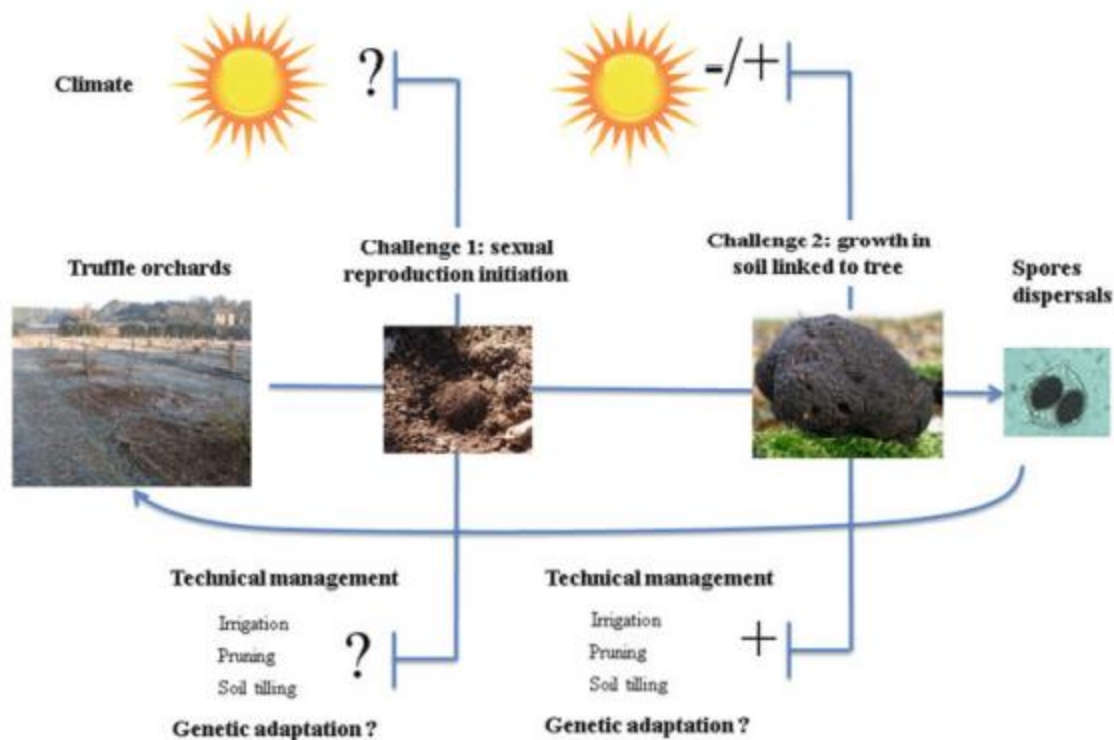
### 2.5.1 *Tuber melanosporum*

Επί του παρόντος, η παραγωγή *T. melanosporum* περιορίζεται κυρίως σε οπωρώνες καλλιέργειας τρούφας. Η καλλιέργεια αυτού του είδους βασίζεται στη φύτευση δενδρυλλίων που είχαν προηγουμένως εμβολιαστεί με τρούφες σε ελεγχόμενες συνθήκες, όπως φυτώρια. Ο εμβολιασμός δενδρυλλίων με *T. melanosporum* πραγματοποιείται χρησιμοποιώντας ασκοκάρπια ως εμβόλιο. Τα ασκοκάρπια περιέχουν μυωτικά σπόρια, τα οποία, μετά τη βλάστηση, σχηματίζουν ECMs σε ρίζες δενδρυλλίων (Paolocci et al. 2006). Τα εμβολιασμένα σπορόφυτα στη συνέχεια καλλιεργούνται σε θερμοκήπια και πωλούνται σύμφωνα με μια διαδικασία ποιοτικού ελέγχου (Murat 2015). Αυτή η τεχνική εμβολιασμού, που αναπτύχθηκε στην Ιταλία και τη Γαλλία, χρησιμοποιείται πλέον παγκοσμίως. Στην Ευρώπη εκτιμάται ότι περισσότερα από 500.000 φυτά που εμβολιάζονται με τρούφες πωλούνται κάθε χρόνο. Αυτό συγκρίνεται με τα περίπου 100.000 εμβολιασμένα φυτά που πωλούνται ετησίως σε άλλες ηπείρους (Murat 2015).

Τον 20<sup>ο</sup> αιώνα, η συντριπτική πλειονότητα της παραγωγής τρούφας μετακινήθηκε από δευτερεύουσες δασικές εκτάσεις σε φυτείες τρούφας. Εκτός από την παραγωγή τρούφας, οι οπωρώνες τρούφας συμβάλλουν στη μετατροπή των γεωργικών τοπίων σε βιώσιμα και παραγωγικά αγροδασικά οικοσυστήματα με υψηλή προστιθέμενη αξία. Αυτή η μετάβαση προωθεί τη διαχείριση του τοπίου σε περιοχές με κίνδυνο πυρκαγιάς και αυξάνει τη βιοποικιλότητα σε σύγκριση με αυτήν της εντατικής γεωργίας (Therville et al. 2013). Ως μορφή αγροδασοκομίας, οι οπωρώνες τρούφας μπορούν επίσης να βοηθήσουν στον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής μέσω της δέσμευσης άνθρακα (Hamon et al. 2009) και άλλων μηχανισμών αειφορικής διαχείρισης οικοσυστημάτων όπως βελτιώσεις στην ποιότητα του νερού και του εδάφους (Alam et al. 2014). Όλες αυτές οι πτυχές πρέπει να επισημανθούν μαζί, με την παραγωγή τρούφας, για να πείσουν

τους αγρότες, τους δασοπόνους και τους τοπικούς φορείς να επενδύσουν στην καλλιέργεια του *T. melanosporum*.

Η παραγωγή *Tuber melanosporum* σε οπωρώνες τρούφας αντιμετωπίζει δύο σημαντικά σημεία δυσκολίας: την έναρξη της εγγενούς αναπαραγωγής και την μεγάλη χρονική περίοδο που απαιτείται για την ανάπτυξη ώριμων ασκοκαρπίων στις ρίζες των ξενιστών (Εικ. 1). Για να ολοκληρώσουν τον κύκλο ζωής τους, οι τρούφες πρέπει να συμβιώσουν με ρίζες κατάλληλων ααλλά και ώριμων δέντρων-ξενιστών. Έχει αποδειχθεί ότι ο απαιτούμενος C που απαιτείτε για την δημιουργία των ασκοκαρπίων του *T. melanosporum* προέρχεται αποκλειστικά από τη φωτοσύνθεση των δέντρων σε μια στενά και συνεχή συμβιωτική σχέση (Le Tacon et al. 2013). Πράγματι, δεν υπάρχει μεταφορά άνθρακα από C<sup>13</sup>-επισημασμένη οργανική ύλη σε καρποφόρα σώματα (Le Tacon et al. 2015). Επομένως, η παραγωγή τρούφας διαφέρει σημαντικά από εκείνη των σαπροτροφικών μυκήτων όπως τα μανιτάρια [*Agaricus bisporus* (J. E. Lange) Imbach] ή το στρείδι [*Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm.]. Οι κλιματολογικές αλλαγές όπως η ξηρασία θα μπορούσαν να επηρεάσουν αυτά τα δύο κρίσιμα σημεία στην παραγωγή τρούφας, και ως εκ τούτου, οι καλλιεργητές τρούφας έχουν δώσει προτεραιότητα στην υπέρβαση των αρνητικών επιπτώσεων της ξηρασίας εφαρμόζοντας νέες πρακτικές διαχείρισης. Οι πρωτογενείς παρεμβάσεις που πραγματοποιούνται από τους καλλιεργητές τρούφας περιλαμβάνουν την καλλιέργεια εδάφους, το κλάδεμα δέντρων, την άρδευση και τον εμβολιασμό (Olivier et al. 2012). Όπως υποδεικνύεται στην εικ. 1, οι ικανότητες προσαρμογής του *T. melanosporum* θα μπορούσαν επίσης να είναι σημαντικές για να ξεπεραστούν οι κλιματολογικές πιέσεις.



Εικόνα 1: Διαδικασία παραγωγής *Tuber melanosporum*. Αναγράφονται τα δύο κρίσιμα σημεία της καλλιέργειας τρούφας καθώς και οι αρνητικές επιπτώσεις της ξηρασίας. Αναφέρεται επίσης η αντιστάθμιση των θετικών επιπτώσεων των καλλιεργητικών πρακτικών, ενώ η ικανότητα γενετικής προσαρμογής της τρούφας είναι επί του παρόντος άγνωστη

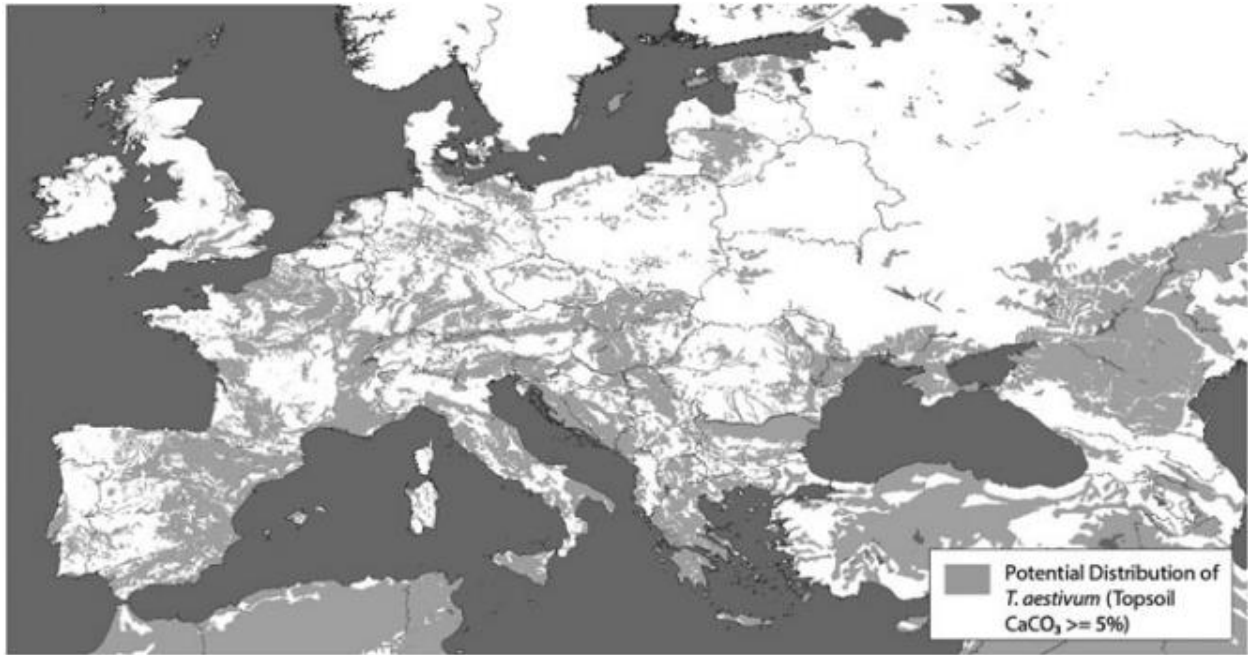
Τα περισσότερα είδη τρούφας εν γένει μπορούν να ανταποκριθούν στην κλιματική αλλαγή μέσω της μετανάστευσης ή / και της προσαρμογής (Davis and Shaw 2001). Στο μέλλον, οι εξελικτικές αντιδράσεις πιθανότατα θα είναι κρίσιμες, καθώς ο κατακερματισμός των ενδιαιτημάτων εμποδίζει τη μετανάστευση ειδών τρούφας ή εάν έχουν ήδη καταληφθεί για άλλες χρήσεις κατάλληλα ενδιαιτήματα για παραγωγή τρούφας (Shigesada and Kawasaki 1997). Η γενετική μεταβλητότητα των χαρακτηριστικών υπό επιλογή, η φθορά του DNA (συσσώρευση μεταλλάξεων στα γονίδια) και οι τρόποι αναπαραγωγής είναι ζωτικής σημασίας για την προσαρμοστική εξέλιξη των ειδών τρούφας ως απόκριση στην κλιματική αλλαγή. Πράγματι, φαίνεται ότι η γενετική διακύμανση μπορεί να ενισχύσει την επιμονή των πληθυσμών σε ένα μεταβαλλόμενο περιβάλλον (Etterson 2004). Η επίδραση της κλιματικής μεταβλητότητας στην παραγωγικότητα των μανιταριών έχει αναφερθεί σε διάφορα είδη μυκήτων, συμπεριλαμβανομένων των τρουφών (Kausarud et al. 2010; Buntgen et al. 2011, 2012a, b). Οι Buntgen et al (2012a) βρήκαν μια σημαντική ενίσχυση των μυκήτων ECM που συγκομίστηκαν

στην 30ετή έρευνά τους, η οποία μπορεί να εξηγηθεί ως αυξήσεις στην ανάπτυξη του μυκηλίου και των φυτών ξενιστών, και τα δύο από τα οποία είναι παράγοντες που προκύπτουν από πρόσφατες κλιματικές αλλαγές. Είναι ενδιαφέρον ότι αυτή η αύξηση έρχεται σε αντίθεση με τη ποσοτική μείωση των καρπών του *T. melanosporum* που συλλέχθηκαν τον εικοστό αιώνα.

Πράγματι, φαίνεται ότι η ξηρασία θα μπορούσε να είναι υπεύθυνη για τη μείωση της μυκηλιακής ανάπτυξης, καθώς και για τη μείωση του σχηματισμού ασκοκαρπιών (Buntgen et al. 2012a, b). Οι Buntgen et al (2012a, b) πρότειναν ότι το *T. melanosporum* θα μεταναστεύσει προς στα βόρεια οικοσυστήματα για να ξεφύγει από το πλέον ολοένα ξηρότερο μεσογειακό κλίμα. Οι συγγραφείς ωστόσο εξέτασαν παράλληλα την πιθανότητα να προσαρμοστεί το *T. melanosporum* σε αυτές τις νέες κλιματολογικές συνθήκες. Η παραγωγή του *T. melanosporum* συνδέεται επομένως άμεσα με τη διαχείριση των οπωρώνων τρούφας (βλέπε παραπάνω) και τις ικανότητες προσαρμογής που προκύπτουν από τη γενετική ποικιλομορφία και τον τρόπο αναπαραγωγής.

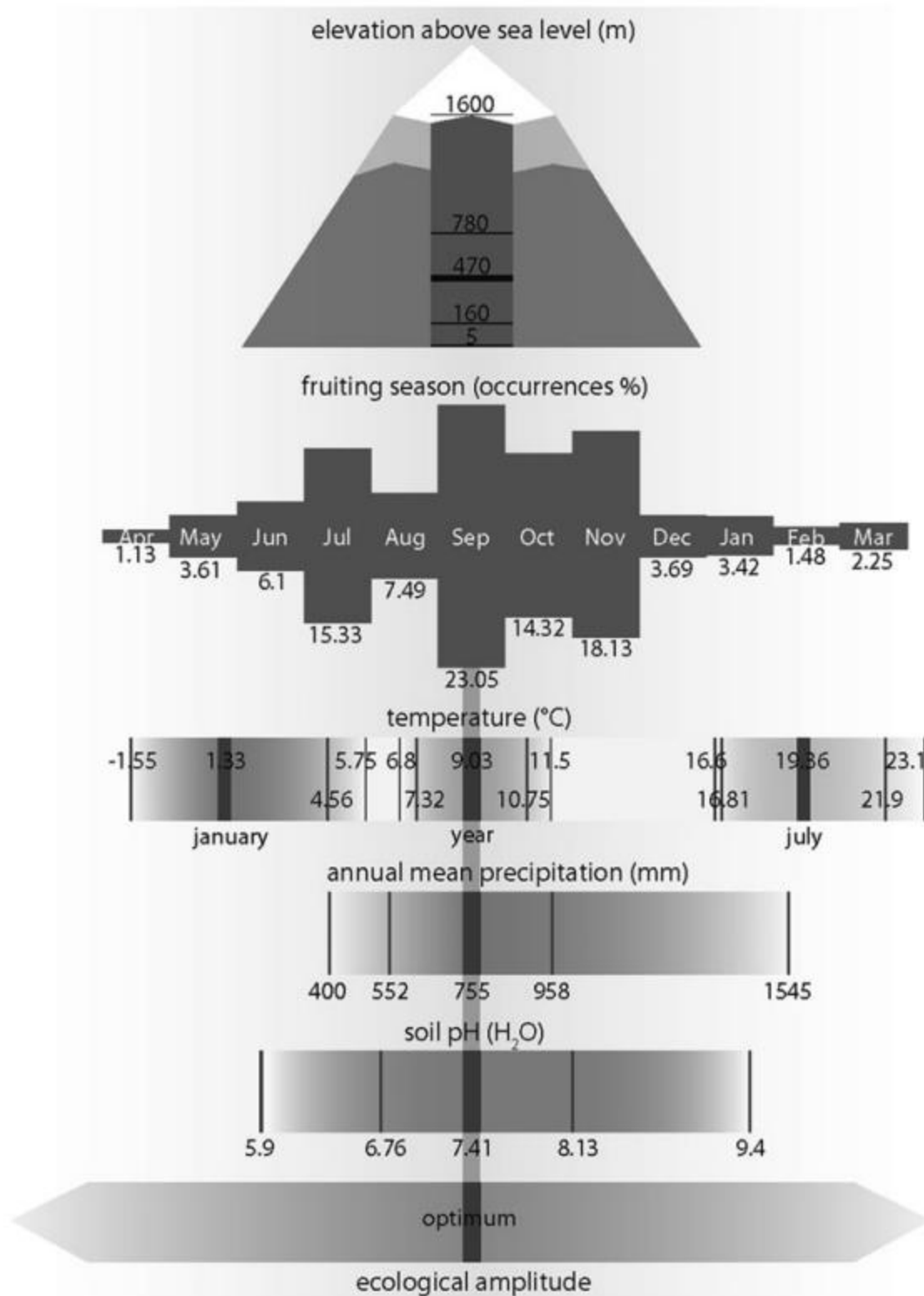
#### 2.5.2 Οι τρούφες Βουργουνδίας *Tuber aestivum* syn.*uncinatum*

Η φυσική κατανομή του *T. aestivum* εκτείνεται από τη Βόρεια Αφρική στη νότια Σουηδία και από την Πορτογαλία στην περιοχή του Καυκάσου, καλύπτοντας ένα ευρύ φάσμα κατάλληλων ενδιαιτημάτων σε ολόκληρη την Ευρασιατική Ήπειρο (Stobbe et al. 2012, 2013a). Το γεωγραφικό κέντρο της κατανομής του είδους, με πολλές καλά εξερευνημένες περιοχές τρούφας, μπορεί να οριστεί ως οι εύκρατες περιοχές της Κεντρικής Ευρώπης (Stobbe et al. 2012, 2013a) (Εικ. 1). Οι νοτιότερες τοποθεσίες βρίσκονται στα όρη Άτλας του Μαρόκου (Khabar 2010) και οι βορειότεροι πληθυσμοί βρίσκονται στο σουηδικό νησί Gotland (Weden et al. 2004a). Οι περιγραφές των οικοτόπων ανατολικά της Ευρώπης είναι αραιές, με περιοχές στην Τουρκία (Riccioni et al. 2014), το Αζερμπαϊτζάν (Bagi και Fekete 2010). Το *Tuber aestivum* αναφέρθηκε επίσης στην Κίνα (Wang και Liu 2009), αλλά οι Zambonelli et al. (2012) το ανέφεραν ως ξεχωριστό συγγενές είδος που σχηματίζει μια ξεχωριστή κλάση σε σχέση με το Ευρωπαϊκό *T. Aestivum* (sensu rig). Πρόσφατα, οι Zhang et al. (2012) ονόμασαν αυτό το κινέζικο είδος *Tuber sinoaestivum* J. P. Zhang and P. G. Liu.



Εικόνα 2: Χάρτης πιθανής εξάπλωσης του *Tuber aestivum* στην Ευρώπη. Οι γκριζες περιοχές υποδηλώνουν πιθανούς οικοτόπους του *T. aestivum* με βάση την εμφάνιση συγκεντρώσεων ανθρακικού ασβεστίου άνω του 5% στο έδαφος (FAO/IIASA/ISRIC/ISSCAS/JRC, 2012. Harmonized World Soil Database (version 1.2); FAO, Rome, Italy and IIASA, Laxenburg, Austria)

Το ευρύ φάσμα ενδιαιτημάτων του *T. aestivum* αποτελείται από μια συγκεκριμένη σύνθεση μοναδικών οικολογικών χαρακτηριστικών (Εικ. 3).



Εικόνα 3: Το οικολογικό πλάτος του *T. aestivum* συμπεριλαμβανομένων όλων των σχετικών βιοτικών και αβιοτικών παραγόντων. Η παχιά γραμμή στο μέσο κάθε γραφικού δείχνει το βέλτιστο παράγοντα, ακολουθούμενο προς τα έξω από την τυπική απόκλιση και την ελάχιστη και μέγιστη, αντίστοιχα τιμή (από τους Stobbe et al. 2013a)

Οι βιότοποι της τρούφας *T. aestivum* φτάνουν σε μεγάλα υψόμετρα (Μαρόκο, ~ 1600 m AMSL) σε νότιες περιοχές με ζεστό κλίμα, ενώ οι βόρειοι βιότοποι βρίσκονται συχνά κοντά στη στάθμη της θάλασσας (Σουηδία, <50 m). Η καρποφόρα σεζόν έχει δύο μέγιστα (Ιούλιος και Νοέμβριος) στους εύκρατους οικοτόπους της Γερμανίας και της Ελβετίας, αν και έχουν αναφερθεί παρατηρήσεις καρποφορίας καθ' όλη τη διάρκεια του έτους (Stobbe et al. 2012). Μια πιο πρόωμη εποχή καρποφορίας έχει παρατηρηθεί σε θερμότερες περιοχές και σε χαμηλότερα υψόμετρα, π.χ., από το Μάιο έως τον Ιούλιο στην Ελλάδα (Diamandis and Perlerou 2008), ενώ μια μετατόπιση αργότερα στο έτος συμβαίνει σε βόρεια ενδιαιτήματα και σε μεγαλύτερα υψόμετρα, π.χ. Αύγουστος έως Νοέμβριος στη Σουηδία (Weden et al. 2004a, b).

Η ετήσια μέση απαιτούμενη θερμοκρασία κυμαίνεται από 6,8 έως 11,5 °C, κάτι που είναι τυπικό για τα μεσογειακά έως εύκρατα κλίματα. Ιδιαίτερης σημασίας είναι οι μέσες θερμοκρασίες του ψυχρότερου και θερμότερου μήνα, οι οποίες μπορεί να προκαλέσουν διακοπή της παραγωγής τρούφας λόγω παγετού ή μείωσης της παραγωγής λόγω ξηρασίας ή και λόγω θερμότητας. Η μέση θερμοκρασία για τον πιο κρύο μήνα πρέπει να είναι γενικά > 0 °C. Σημαντικά χαμηλότερες θερμοκρασίες αέρα συνήθως συνοδεύονται από κάλυψη χιονιού, με τις αντίστοιχες θερμοκρασίες κάτω από το έδαφος να φθάνουν σε λιγότερο διακριτές μειώσεις (Stobbe et al. 2012). Το *T. aestivum* είναι ευρέως διαδεδομένο σε όλη την Ευρώπη και είναι ανεκτικό σε διαφορετικές κλιματικές συνθήκες και έχει ένα εξαιρετικά μεγάλο χρονικό διάστημα κατά το οποίο μπορούν να συλλεχθούν καρποί. Μέχρι τώρα, κανένα επιστημονικό αποτέλεσμα δεν έχει δείξει ποιοτικές ή αρωματικές διαφορές μεταξύ των τρουφών που συλλέγονται το καλοκαίρι και των τρουφών που συλλέγονται το χειμώνα. Τα ετήσια σύνολα βροχοπτώσεων σε ενδιαιτήματα *T. aestivum* κυμαίνονται από ~ 400 έως 1500 mm, καθιστώντας μόνο τις βροχοπτώσεις έναν πολύ μεταβλητό παράγοντα. Το έδαφος των περισσότερων οικοτόπων τρούφας είναι ασβεστολιθικό, με επίπεδα pH > 7 (Chevalier και Frochot 1990), αν και έχουν αναφερθεί μεμονωμένες τοποθεσίες με pH 5,9 και απουσία ενεργού ανθρακικού άλατος (Gogan Csorbaine et al. 2012; βλ. Κεφ. 13).

Εκτός από τους αβιοτικούς κλιματολογικούς ελέγχους και τις απαιτήσεις του ξενιστή, οι βιοτικοί περιβαλλοντικοί παράγοντες είναι εξαιρετικά σημαντικοί για το σχηματισμό ασκοκαρπιών. Οι μικροβιακές κοινότητες του εδάφους, ειδικά τα βακτήρια, που εμπλέκονται στην ανάπτυξη και τη λειτουργία της συμβίωσης ECM, τα λεγόμενα βοηθητικά βακτήρια (Frey-Klett et al. 2007), διευκολύνουν την παραγωγή τρούφας (Mello et al. 2010) και φαίνεται να συμμετέχουν στη



διαδικασία ωρίμανσης (Antony-Babu et al. 2014). Η διαθεσιμότητα των θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος καλλιέργειας των συμβιωτικά συνδεδεμένων δέντρων ξενιστών και η υγιής ανάπτυξή τους πιστεύεται ότι επηρεάζουν την παραγωγή καρποφοριών στους μυκορριζικούς μύκητες. Αυτή η θεωρία βασίζεται σε αναλύσεις συσχέτισης της απόδοσης και της ανάπτυξης των δέντρων (Buntgen et al. 2012; Martinez-Pena et al. 2012) και έχει αποδειχθεί από αναλύσεις διαθεσιμότητας θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος (Hogberg et al. 2001, 2008).

### 2.5.3 Η χειμερινή τρούφα *Tuber brumale*

Γενικά, ο Ławrynowicz (1993) αναφέρει ότι το *T. brumale* s.l. μπορεί να βρεθεί στις περισσότερες ευρωπαϊκές χώρες, μέχρι το βόρειο γεωγραφικό πλάτος 52 και το ανατολικό μήκος 19. Ομοίως, οι Ceruti et al. (2003) αναφέρουν ότι το εύρος στην Ευρώπη κυμαίνεται μεταξύ γεωγραφικού πλάτους 40 και 55. Αυτό επιβεβαιώνεται περαιτέρω από τους Hansen και Knudsen (2000) που αναγνωρίζουν εννέα είδη *Tuber* στις χώρες της Βόρειας Ευρώπης, αλλά όχι το *T. brumale* s.l. Αυτό σημαίνει ότι το *T. brumale* s.l. εξαπλώνεται στο μεγαλύτερο μέρος της Ευρώπης, εκτός από τις βόρειες και αρκτικές περιοχές (Ławrynowicz 1993). Αρχικά, το *T. brumale* Vittadini καταγράφηκε στην Ιταλία το 1831 και έπειτα στη Νότια Αγγλία, τη Γαλλία και τη Γερμανία (Vittadini 1831, Hollos 1911, Hawker 1954, Pegler et al. 1993). Αργότερα θεωρήθηκε ένα είδος συχνό στη Δυτική και τη Νότια Ευρώπη ενώ σπάνια αναφέρεται στη Βόρεια και Κεντρική Ευρώπη (Hollos 1911, Hawker 1954, Michael and Hennig 1960; Cetto 1979). Ανατολικά των Άλπεων, η εμφάνισή του αργότερα βρέθηκε πρώτα στην λεκάνη των Καρπαθίων (Hollos 1911) και στη συνέχεια, την τελευταία δεκαετία, στη Βουλγαρία, την Ελλάδα και την Τουρκία (Dimitrova and Gyosheva 2008; Diamandis and Perlerou 2008; Turkoglu and Castellano 2014). Σήμερα θεωρείται ότι απουσιάζει ή είναι σπάνιο σε συγκεκριμένες χώρες (Αγγλία, Γερμανία, Πολωνία και Σκανδιναβία), ενώ σε άλλες (Γαλλία, Ιταλία, Ουγγαρία, Σερβία, Ρουμανία, Σλοβενία) θεωρείται κοινό είδος (Grebenc 2008; Marjanovic' 2008; Bratek et al. 2013; Merenyi et al. 2014). Επιπλέον, η πιθανή ύπαρξή του έχει αποδειχθεί από περιβαλλοντικές δειγματοληψίες DNA στο Ιράν (Bahram et al. 2012; Mere'nyi et al. 2014). Σύμφωνα με την ανάλυση ανοικοδόμησης της περιοχής με βάση τα δεδομένα σχετικά με τον ήδη γνωστό βιότοπό του, ενδέχεται να βρεθούν εκτεταμένοι πληθυσμοί στην περιοχή του Καυκάσου. (Merenyi 2014).

Ως αποτέλεσμα της εισαγωγής του από τον άνθρωπο, εμφανίστηκε στη Νέα Ζηλανδία (Ho et al. 2008), την Αυστραλία (Linde και Selmes 2012) και τη Βόρεια Αμερική (Berch και Bonito 2014) σε φυτείες *T. melanosporum*. Οι Guerin-Laguet et al. (2012) τονίζουν ότι το *T. brumale*, που υποτίθεται ότι εμφανίστηκε στη Νέα Ζηλανδία το 1995, βρέθηκε μόνο σε αυτές τις φυτείες, που βρέθηκε τυχαία μέσω λαθεμένου εμβολιασμού εμβολίου. Έτσι, ο μη εγγενής *T. brumale* δεν έχει εξαπλωθεί ως μύκητας στο νησί. Ακόμα, εισάγοντας κατά λάθος το *T. brumale* στις προαναφερθείσες περιοχές, αυτό το είδος ανήκει πλέον στα 16 είδη *Tuber* που εμφανίζονται εκτός της φυσικής τους περιοχής (Bonito et al. 2010).

Όπως έχει ήδη καταστεί σαφές, το *T. brumale* agres. είναι ευρέως διαδεδομένο, γεγονός το οποίο αντικατοπτρίζεται από τις περιβαλλοντικές απαιτήσεις του. Σύμφωνα με τη βάση δεδομένων και τις αναφορές, η συγκεκριμένη τρούφα μπορεί να βρεθεί σε περιοχές με εκτιμώμενη ετήσια βροχόπτωση 240–1400 mm (κατά μέσο όρο  $776 \pm 238$  mm) που είναι 70–1000 m AMSL και έχουν μέση θερμοκρασία 3,7–15,8 °C (Gazo et al. 2005; Granetti et al. 2005; Diamandis and Perlerou 2008; Valverde-Asenjo et al. 2009; Merenyi et al. 2010; Stobbe et al. 2012). Στην περίπτωση του *T. brumale* s.s., η μέση απαιτούμενη ετήσια θερμοκρασία και το ετήσιο απαιτούμενο εύρος βροχοπτώσεων είναι τα ίδια, μόνο η μέση απαιτούμενη βροχόπτωση είναι διαφορετική ( $786 \pm 242$  mm). Όσον αφορά το *T. cryptobrumale*, η ετήσια βροχόπτωση πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 519 και 1311 mm ( $677 \pm 166$  mm) και η ετήσια μέση θερμοκρασία πρέπει να είναι 7,3–11,2 °C. Ο χρόνος συγκομιδής για το *T. brumale* s.l. είναι από το Δεκέμβριο έως το Μάρτιο στη Γαλλία, από το Νοέμβριο έως το Μάρτιο στη Γερμανία και την Ιταλία και από τον Οκτώβριο έως τον Ιανουάριο στην Τουρκία (Hall et al. 2007; Stobbe et al. 2012; Turkoglu και Castellano 2014). Ο χρόνος συγκομιδής και για τα δύο είδη στη Λεκάνη των Καρπαθίων μπορεί να διαρκέσει από τον Αύγουστο έως το Μάρτιο, αλλά η μέγιστη ποσότητα του προϊόντος αναμένεται από Νοέμβριο έως Δεκέμβριο.

Ενώ οι Hollos (1911) και Szemere (2005) ανέφεραν ότι αναπτύσσεται σε ασβεστολιθικά εδάφη, οι Chevalier και Frochot (1997) διαπίστωσαν, ότι σε αντίθεση με το *T. melanosporum*, προτιμά λιγότερο ασβεστούχα και υγρά εδάφη που περιέχουν χούμο. Ογδόντα δείγματα εδάφους από βιότοπους στην Καρπάθια λεκάνη επιβεβαίωσαν ότι προτιμά βαριά εδάφη με ουδέτερο pH, δηλαδή προτιμά χώμα πλούσιο σε χούμο και βαριά πηλίνα εδάφη. Η απαίτηση του *T. brumale* για το έδαφος, όσον αφορά το ασβέστιο, το φωσφόρο, το άζωτο και άλλα μικρο- και μακρο-στοιχεία,

ποικίλλει πολύ (Πίνακας 1, Olivier et al. 2012). Στη Βόρεια Ισπανία βρέθηκε σε εδάφη με μέσο όρο  $7,9 \pm 0,2$  pH, όπου η περιεκτικότητα σε ενεργό ανθρακικό άλας ήταν  $124 \pm 14$  g ανά kg, ενώ ο ολικός οργανικός άνθρακας ήταν  $18,4 \pm 2,9$  g ανά kg (Valverde-Asenjo et al. 2009). Με βάση τα δεδομένα, παρά το ευρύ φάσμα των απαιτήσεων εδάφους, το *T. brumale* s.s. και τα ενδιαιτήματα *T. cryptobrumale* έχουν μόνο μικρές διαφορές στις απαιτήσεις από το έδαφος (Πίνακας 1).

Πίνακας : Οι μέσες τιμές των χαρακτηριστικών του εδάφους 49 και 32 δειγμάτων του *T. brumale* s.s. και *T. cryptobrumale*, αντίστοιχα, στην Καρπάθια Λεκάνη

| Χαρακτηριστικό εδάφους                                    | <i>T. brumale</i> s.s | <i>T. cryptobrumale</i> |
|-----------------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------|
| pH                                                        | $6.9 \pm 0.5$         | $6.8 \pm 0.6$           |
| Humus content (%)                                         | $6.2 \pm 1.4$         | $6.9 \pm 2$             |
| CaCO <sub>3</sub> %                                       | $2.6 \pm 4.3$         | $2.6 \pm 6$             |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ; mg kg <sup>-1</sup>       | $199 \pm 136$         | $165 \pm 203$           |
| NO <sub>2</sub> + NO <sub>3</sub> -N; mg kg <sup>-1</sup> | $10.1 \pm 9$          | $14.5 \pm 12.4$         |
| K <sub>2</sub> O; mg kg <sup>-1</sup>                     | $594 \pm 367$         | $306 \pm 190$           |
| SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> -S; mg kg <sup>-1</sup>     | $28.9 \pm 15.3$       | $24.3 \pm 13.6$         |
| Ca; mg kg <sup>-1</sup>                                   | $13630 \pm 11451$     | $12910 \pm 21526$       |
| Mg; mg kg <sup>-1</sup>                                   | $365 \pm 208$         | $401 \pm 154$           |
| Zn; mg kg <sup>-1</sup>                                   | $9.6 \pm 5.3$         | $7.7 \pm 5.6$           |
| Mn; mg kg <sup>-1</sup>                                   | $584 \pm 441$         | $360 \pm 358$           |
| Fe; mg kg <sup>-1</sup>                                   | $180 \pm 115$         | $471 \pm 391$           |

Το *T. brumale* aggr., σύμφωνα με τα δεδομένα που δημοσιεύονται στις αναφορές (Πίνακας 2), προφανώς σχηματίζει μυκόρριζες με εννέα είδη φυτών, αλλά η παρουσία ειδών ECM που απαντώνται συχνά στον βιότοπό του υποδηλώνει ένα ευρύτερο φάσμα ειδών ξενιστή (Πίνακας 2).

Μεταξύ αυτών, το hornbeam (κν. Γαύρος) (*Carpinus betulus* L.) είναι πιθανότατα ένας πιθανός ξενιστής στην Καρπάθια λεκάνη. Το *Tuber brumale* s.l. αναπτύσσεται επίσης κάτω από μεσογειακά είδη δέντρων στη Σερβία και το Μαυροβούνιο, π.χ. Aleppo pine (*Pinus halepensis* Miller), holm oak (*Quercus ilex* L.) ή βελανιδιάς downy (*Quercus pubescens* Willd.). Στην Ελλάδα, βρέθηκε κάτω από συγγρική βελανιδιά (*Quercus frainetto* Ten.) και κάτω από βελανιδιά, ενώ στην Τουρκία, υπό το *Corylus* sp. και τουρκική πεύκη (*Pinus brutia* Ten.). Αξίζει να σημειωθεί ότι, με βάση τα στοιχεία από την Καρπάθια Λεκάνη, οι βιότοποι του *T. brumale* s.l. περιλαμβάνουν το σφένδαμο (*Acer campestre* L.) με συχνότητα 61%, που είναι ένα είδος που δεν παράγει ECM. Τα κοινά *Cornus sanguinea* L. και το άγριο *Ligustrum vulgare* L. είναι επίσης συχνά στο επίπεδο θάμνων του οικοτόπου (συχνότητα > 39%). Τα *Viola sylvestris* Lam., *Geum urbanum* L., *Brachypodium sylvaticum* (Huds.) R. et Sch. και το *Ajuga reptans* L. είναι τα πιο συχνά σε επίπεδο βοτάνων (συχνότητα > 40%). Οι πιο συχνοί και συνυπάρχοντες υπόγειοι μύκητες σε βιότοπους του *T. brumale* agg. στη λεκάνη των Καρπαθίων (> 12%) είναι οι *Tuber aestivum* Vittad., *Tuber excavatum* Vittad., *Tuber fulgens* Que'l. και *Tuber macrosporum* Vittad.

Πίνακας 1: Τα είδη ξενιστές των *T. brumale* s.s. *T. cryptobrumale*

| ΕΙΔΗ ΦΥΤΩΝ                      | <i>T. BRUMALE</i><br>(%) | <i>T.</i><br><i>CRYPTOBRUMALE</i><br>(%) | ΑΝΑΦΟΡΕΣ                                     |
|---------------------------------|--------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------|
| <i>CORYLUS AVELLANA</i> L.      | 30                       | 35                                       | Stobbe et al. (2012)                         |
| <i>CARPINUS BETULUS</i> L.      | 71                       | 91                                       | Gazo et al. (2005), Marjanovic' (2008)       |
| <i>OSTRYA CARPINIFOLIA</i> SCOP |                          |                                          | Bencivenga et al. (2009)                     |
| <i>FAGUS SYLVATICA</i> L.       | 15                       | 14                                       | Szemere (2005), Stobbe et al. (2012)         |
| <i>QUERCUS ROBUR</i> L.         | 32                       | 41                                       | Gazo et al. (2005), Marjanovic' (2008)       |
| <i>QUERCUS CERRIS</i> L         | 38                       | 27                                       | Marjanovic' (2008), Bencivenga et al. (2009) |

|                                                 |    |    |                                                                                        |
|-------------------------------------------------|----|----|----------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>QUERCUS PETRAEA (MATT.) LIEBL.</b>           | 12 | 14 |                                                                                        |
| <b>QUERCUS PUBESCENS WILLD.; QUERCUS ILEX L</b> |    |    | Diamandis and Perlerou (2008), Valverde-Asenjo et al. (2009), Bencivenga et al. (2009) |
| <b>TILIA CORDATA MILL</b>                       | 15 | 9  |                                                                                        |
| <b>TILIA AMERICANA KINNE'</b>                   |    |    | Giomaro et al. (2002)                                                                  |
| <b>PINUS NIGRA ARNOLD</b>                       | 2  | 0  | Fontana and FasoloBonfante (1971), Chevalier and Frochot (1997)                        |
| <b>PINUS PINEA L.</b>                           |    |    | Zambonelli et al. (1995)                                                               |
| <b>CISTUS INCANUS L. CISTUS SALVIFOLIUS L.</b>  |    |    | Chevalier (2012), Giovannetti and Fontana (1982)                                       |
| <b>FUMANA PROCUMBENS (DUN.) GREN. ET GODR.</b>  |    |    | CHEVALIER (2012)                                                                       |
| <b>POPULUS SPP.</b>                             | 0  | 9  | Marjanovic' (2008)                                                                     |

Όπως αναφέρθηκε, το *T. brumale* s.l. κατατάσσεται ως καταστροφικό είδος και ως παράγοντας υψηλού κινδύνου για ανθρωπογενείς φυτείες τρούφας (Martin-Santafe et al. 2014), εκτοπίζοντας το *T. melanosporum* μέσω της επιθετικής του φύσης, καθώς και μειώνοντας την παραγωγικότητά του (Chevalier and Frochot 1997; Callot 1999; Lefevre and Hall 2001; Rioussset et al. 2001; Ricard 2003; Sourzat 2005; Olivier et al. 2012). Επιπλέον, είναι μεταξύ των τριών ή τεσσάρων πιο κοινών ανεπιθύμητων μυκορριζικών ειδών στις φυτείες (De Miguel et al. 2014). Έτσι, αυτό το πολύ λιγότερο πολύτιμο είδος θεωρείται απλώς ως μόλυνση, και μάλλον ένα επιβλαβές είδος για τις τρούφες. Στην πραγματικότητα, κατά τη διάρκεια του ελέγχου ποιότητας των δενδρυλλίων, ένα από τα τρία πιο σημαντικά σημεία καθορισμού είναι ο έλεγχος των ριζών για μυκώριζες μη επιθυμητών ειδών *Tuber* (π.χ. *T. brumale* sl ή *T. indicum*) (Donnini et al. 2014; Murat 2015 ). Με

βάση την εργασία που γράφτηκε από τους De Miguel et al. (2014), το *T. brumale* s.l. εμφανίζεται στο 78% των φυτειών *T. melanosporum*. Επιπλέον, βρέθηκε και στις τρεις ευρωπαϊκές φυτείες *T. aestivum*, αν και αυτό συνέβη μόνο σε δύο από τις επτά φυτείες *T. magnatum*.

Διάφοροι παράγοντες μπορεί να προάγουν την παρουσία του *T. brumale* s.l. σε φυτείες: 1) παρατηρήθηκε ότι το *T. brumale* s.l. είναι πιο πιθανό να αναπτυχθεί σε ταχέως αναπτυσσόμενα φυτά ξενιστές (De Miguel et al. 2014), 2) η ακατάλληλη μεταχείριση κατά την αρχική περίοδο της φυτείας, όπως ο συχνός καθαρισμός του εδάφους ή το υπερβολικό πότισμα, μπορεί να ενθαρρύνει την εμφάνιση του *T. brumale* s.l. (Sourzat 2005, 2011), 3) εάν η βιωσιμότητα και η «μολυσματικότητα» του *T. melanosporum* μειώνεται, προωθεί την εξάπλωση του *T. brumale* s.l. (Sourzat et al. 2001; Sourzat 2011), 4) εάν υπάρχει μόλυνση του εμβολιασμένου φυτού από το *T. brumale* s.l., υπάρχει μεγαλύτερη πιθανότητα να μολυνθεί και η φυτεία (Donnini et al. 2014; Murat 2015), 5) η δημιουργία οπωρώνων *T. melanosporum* σε εδάφη που είναι πιο κατάλληλα για το *T. brumale* s.l. προωθεί την εμφάνισή του, 6) το γεγονός ότι το *T. brumale* s.l. και το *T. melanosporum* μοιράζονται έναν κοινό φορέα διάδοσης (Hochberg et al. 2003), αυξάνει την πιθανότητα ότι ένας φορέας μπορεί να φέρει κατά την χειμερινή περίοδο το *T. brumale* s.l. από τους φυσικούς βιότοπους σε φυτεία *T. melanosporum*. Το ακριβώς αντίθετο συμβαίνει με το είδος *Tuber* κατά την καλοκαιρινή περίοδο έως αρχές του φθινοπώρου.

Η προτίμηση του *T. brumale* s.l. σε ασβέστιο στο έδαφος δεν είναι εντελώς ξεκάθαρη. Οι εστιασμένες και λεπτομερείς αναλύσεις του εδάφους μπόρεσαν να αποκαλύψουν ότι στα φυσικά ενδιαίτηματα και τα φυτά – ξενιστές του *T. brumale* s.l., τα επίπεδα τιμών των ενεργών και ολικών ανθρακικών αλάτων είναι πολύ υψηλότερα από αυτά των οικοτόπων του *T. melanosporum* (Valverde-Asenjo et al. 2009). Το παραπάνω γεγονός δεν επηρεάζει ούτε τις μυκόριζες ούτε την παραγωγή του *T. brumale* s.l. αρνητικά. Η παραγωγή και των δύο ειδών *T. brumale* s.l. και *T. melanosporum* επηρεάζεται θετικά (García-Montero et al. 2008). Τέλος, με βάση τις εδαφικές μελέτες που πραγματοποιήθηκαν στην Καρπάθια Λεκάνη, το *T. brumale* s.l. φαίνεται να υπάρχει σε εδάφη με μεγάλο εύρος περιεχομένου ασβεστίου (Πίνακας 1), ενώ σύμφωνα με τον Sourzat (2011) το *T. brumale* s.l. μπορεί να βρεθεί σε δενδρύλλια, κάτι που επιβεβαιώνεται από τους De Miguel et al. (2014).

Επιστημονικά άρθρα διαπιστώνουν ότι το προφανώς αρνητικό αποτέλεσμα μετατόπισης του *T. brumale* s.l. δεν ισχύει για τη γαλλική τρούφα (Valverde-Asenjo et al. 2009; Belfiori et al. 2012;

Liu et al. 2014; Martin-santafe et al. 2014). Ωστόσο, τα πειράματα των Mamoun και Olivier (1993) παρατηρούν ότι σε ορισμένες περιπτώσεις, π.χ. η υπερβολική υγρασία κατά του *T. brumale* s.l. μπορεί να βοηθήσει το *T. melanosporum* να επιβιώσει και μπορεί να κρατήσει άλλα είδη ECM μακριά. Σε άλλες μελέτες, επισημάνθηκε η ασθενέστερη ανταγωνιστική ικανότητα του *T. brumale* s.l., ο οποίος δημιουργεί μια πολύ μεγαλύτερη ποικιλία ECM στην περιοχή παραγωγής του *T. brumale* s.l. από ό, τι στις αποικίες του *T. melanosporum* ή του *T. aestivum* (Belfiori et al. 2012). Επίσης, μπορεί να θεωρηθεί ότι υφίσταται ανταγωνισμός μεταξύ των *T. brumale* s.l. και *Tuber borchii* Vittad., καθώς βρέθηκε μόλυνση σε οποιαδήποτε φυτά, των φυτειών *T. borchii* (De Miguel et al. 2014). Αξίζει να σημειωθεί ότι αυτό μπορεί να οφείλεται και στη διαφορετική ζήτηση εδάφους. Ο ανταγωνιστικός ρόλος του *T. brumale* s.l. μπορεί να εξαρτηθεί σοβαρά από τους τρέχοντες βιοτικούς και αβιοτικούς παράγοντες του περιβάλλοντος, η ανακάλυψη του ρόλου των οποίων μπορεί να εφαρμοστεί μόνο μέσω μακροπρόθεσμων σειρών πειραμάτων.

Πρόσφατα η ιδέα ότι το *T. brumale* s.l. δεν θα πρέπει μόνο να απομακρύνεται από τις φυτείες, αλλά επιπλέον να υπάρξει μεταφύτευση αυτών των ξενιστών, καθώς θα μπορούσαν να αποφέρουν κάποια οικονομικά οφέλη σε φυτείες *T. brumale* s.l. (Benucci et al. 2012; Liu et al. 2014; Murat 2015). Οι πρώτες δοκιμές θερμοκηπίου που διεξήχθησαν χρησιμοποιώντας συχνά *T. brumale* s.l. (Palenzona 1969, Fontana and Fasolo-Bonfante 1971; Palenzona et al. 1972; Mamoun and Olivier 1993), αλλά δεν έχουν δημοσιευτεί άμεσες δοκιμές σε φυτείες. Στην Ουγγαρία, έχουν δημιουργηθεί τρεις μικροφυτεύσεις (<20 δενδρύλλια) με το *T. brumale* s.l. που υποβάλλονται σε δοκιμή μυκόρριζας στην ηλικία των τεσσάρων και επτά ετών.

#### 2.5.4 *Tuber magnatum*: Η μοναδική

Ο Ιταλός γιατρός Vittorio Pico ήταν ο πρώτος που περιέγραψε το *Tuber magnatum* (1788). Αυτό το είδος τρούφας παράγει λευκά ασκοκάρπια, προικισμένα με διακριτικό άρωμα. Έτσι, μεταξύ των *Tuber* spp. οικονομικής σημασίας, το *T. magnatum* θεωρείται από τους περισσότερους ανθρώπους ως το premium. Οι τρούφες αυτού του είδους, ωστόσο, είναι πολύ δύσκολο να βρεθούν, και για αιώνες, θεωρήθηκαν ως μια εικόνα που κατασκευάστηκε στην Ιταλία, έτσι ώστε αυτό το είδος να είναι παγκοσμίως γνωστό ως «ιταλική λευκή τρούφα» ή ακόμα πιο αυστηρά ως «Piedmont truffle» ή «Tartufo bianco di Alba». Στη δεκαετία του 1700, οι πρίγκιπες της Σαβοΐας χρησιμοποίησαν το *tartufi* ως διαφημιστικό δώρο στις διπλωματικές σχέσεις (Nowak 2015), και

σύμφωνα με τον Rittersma (2011), χρησιμοποιώντας λευκές τρούφες με αυτόν τον τρόπο, δημιούργησαν μια πραγματική «μανία τρούφας» σε όλη την Ευρώπη.

Η ίδρυση της πρώτης αγοράς τρούφας που ιδρύθηκε στην Alba στις αρχές του εικοστού αιώνα (1930), συνέβαλε στην ενίσχυση της σχέσης μεταξύ των λευκών τρουφών και της περιοχής του Πιεμόντε. Ωστόσο, γνωρίζουμε τώρα ότι υπάρχουν άλλες περιοχές και μικρές πόλεις, διάσπαρτες σε πολλές ιταλικές περιοχές από το Βορρά στο Νότο, των οποίων τα ονόματα συνδέονται στενά με την παραγωγή αυτής της λιχουδιάς. Ωστόσο, στα τέλη της δεκαετίας του 1990 έγινε γνωστό ότι το *T. magnatum* μπορεί να βρεθεί επίσης στη Βαλκανική Χερσόνησο και σε κοντινές χώρες (Marjanovic et al. 2010). Πιο οριακά, από το 2011, συγκομίζεται στα νοτιοανατολικά της Γαλλίας (Tabouret 2011) και επίσης σποραδικά στην Ελβετία (Tabouret 2012). Παρόλα αυτά, όσον αφορά στα άλλα είδη *Tube*, το γεωγραφικό εύρος του *T. magnatum* παραμένει πολύ πιο περιορισμένο.

Οι πληροφορίες σχετικά με την ετήσια παραγωγή λευκών τρουφών είναι πολύ περιορισμένες, επειδή ούτε στην Ιταλία ούτε στις βαλκανικές περιοχές υπάρχουν αξιόπιστα ιστορικά αρχεία αυτής της παραγωγής, αν και έχουν γίνει διαφορετικές εκτιμήσεις. Από αυτή την άποψη, οι Hall et al (2003) ανέφεραν ότι η εκτιμώμενη παγκόσμια παραγωγή *T. magnatum* κυμαινόταν μεταξύ 50 και 200 τόνων ετησίως. Οι Brun και Mosso (2010) υπολόγισαν ότι η παραγωγή *T. magnatum* στην Ιταλία ήταν περίπου 12, 19 και 12 τόνους στα έτη 2002, 2006 και 2007, αντίστοιχα, και ανέφεραν ότι οι περιοχές που πιθανότατα συνέβαλαν περισσότερο στην παραγωγή αυτή ήταν αυτές της Umbria και του Abruzzo, με περίπου 29 και 20%, με μόνο μέτρια συνεισφορά από το Πιεμόντε (3%).

Η ετήσια παραγωγή είναι γενικά ανεπαρκής για να καλύψει την αυξανόμενη παγκόσμια ζήτηση για τρούφες, παρά το γεγονός ότι ορισμένες από αυτές, όπως η *Tuber melanosporum* Vittad. και η *Tuber aestivum* Vittad., μπορούν να καλλιεργηθούν επιτυχώς (Hall et al. 2003). Αυτό το χάσμα προσφοράς και ζήτησης γίνεται ακόμη μεγαλύτερο αν κάποιος εστιάσει στον *T. magnatum* επειδή, τα παραδείγματα επιτυχούς καλλιέργειας αυτού του μύκητα είναι πολύ λίγα και η συμβολή ως προς τη συνολική ποσότητα τρουφών που παράγονται από αυτές τις φυτείες παραμένει de facto αμελητέα. Δεδομένης της ανεπαρκούς παροχής αυτού του πολύ εκτιμημένου είδους, δεν αποτελεί λοιπόν έκπληξη το γεγονός ότι το *T. magnatum* είναι η πιο ακριβή τρούφα. Λόγω της ξηρασίας, το 2007, η παραγωγή του μειώθηκε δραματικά και, κατά συνέπεια, η τιμή που καταβλήθηκε στους κυνηγούς τρούφας έφτασε τα 7000 € kg<sup>-1</sup>. Αντίθετα, η περίοδος συγκομιδής φθινόπωρου-χειμώνα



του 2014 ήταν καλή, με τιμές που κυμαίνονταν μεταξύ 300 και 400 € kg<sup>-1</sup>. Ωστόσο, κατά μέσο όρο, οι τιμές των τρουφών *T. magnatum* που καταβλήθηκαν στους κυνηγούς τρούφας κυμάνθηκαν τα τελευταία 10 χρόνια μεταξύ 1000 και 1500 € kg<sup>-1</sup>.

Η καλλιέργεια του *T. magnatum* σε ένα ευρύ φάσμα φυτών ξενιστών έχει γίνει μια διαδικασία ρουτίνας σε πολλά φυτώρια στην Ιταλία από τις αρχές της δεκαετίας του 1980. Στοιχεία από τα δημόσια αρχεία που βρίσκονται στο Sant'Angelo στο Vado (Ιταλία) τεκμηριώνουν ότι περίπου 167.000 φυτά ξενιστές, που παρήχθησαν και πιστοποιήθηκαν βάσει μορφολογικής ανάλυσης από αυτή τη δομή, που είχαν αποικιστεί από τη λευκή τρούφα, έχουν φυτευτεί σε όλη την Ιταλία μεταξύ του 1984 και 2004. Συνολικά, λαμβάνοντας υπόψη τον αριθμό των δημόσιων και ιδιωτικών σταθμών που λειτουργούσαν εκείνη την περίοδο στην Ιταλία, μπορεί να εκτιμηθεί ότι τουλάχιστον 500.000 φυτά εμβολιασμένα φυτά με *T. magnatum* έχουν φυτευτεί σε αυτήν τη χώρα. Αυτή η εκτίμηση μπορεί πιθανότατα να διπλασιαστεί εάν θεωρηθεί ότι η παραγωγή προέρχεται από ιδιωτικά φυτώρια που χρησιμοποιούσαν πωλήσεις φυτών χωρίς καμία πιστοποίηση. Ενόψει αυτής της μαζικής εισαγωγής εμβολιασμένων φυτών ξενιστών σε περιοχές και ενδιαίτηματα όπου αυτός ο μύκητας αναπτύσσεται αυθόρμητα, στα τέλη της δεκαετίας του 1990, οι καλλιεργητές και οι επιστήμονες τρούφας άρχισαν να συνειδητοποιούν ότι η καλλιέργεια αυτού του μύκητα παρουσιάζει συγκεκριμένα μειονεκτήματα που δεν μπορούν να ξεπεραστούν ακολουθώντας τις πρακτικές που αναπτύχθηκαν μέσω της επιτυχούς καλλιέργειας άλλων ειδών *Tuber*.

Στην πραγματικότητα, ο συνολικός αριθμός των εμβολιασμένων φυτών με *T. magnatum* που αποδείχθηκαν παραγωγικά μετά από δύο ή περισσότερες δεκαετίες από την έναρξη τους ήταν και εξακολουθούν να είναι λιγότερα από μερικές δεκάδες. Επίσης, όχι σπάνια, τα φυτά που εμβολιάστηκαν με *T. magnatum* σε οπωρώνες τρούφας, έχουν παράγει απροσδόκητα το *Tuber borchii* Vittad. ή *Tuber maculatum* Vittad. (Gregori 2002; Gregori et al. 2010). Σε αντίθεση με τους οπωρώνες *T. melanosporum* και *T. aestivum*, η μέση παραγωγή των εμβολιασμένων φυτών με *T. magnatum* δεν ξεπέρασε ποτέ, σε καλά χρόνια, τα 10-15 κιλά ανά εκτάριο, ενώ κατά μέσο όρο η συγκομιδή από αυτούς τους οπωρώνες είναι περίπου 4-5 kg ανά εκτάριο. Αυτό το σενάριο γίνεται ακόμη χειρότερο αν κάποιος θεωρήσει ότι η καρποφορία δεν ανιχνεύθηκε ποτέ νωρίτερα από 15-20 χρόνια μετά την εμφύτευση. Αυτή η απόδειξη έχει οδηγήσει στην υποψία ότι τα φυτά ήταν κακής ποιότητας όσον αφορά το επίπεδο μυκορρύθμισης με τα είδη μυκήτων στόχου. Παράλληλα, δεν μπορεί να αποκλειστεί η υπόθεση ότι η καθυστερημένη καρποφορία αυτών των

οπωρώνων οφείλεται στον περιστασιακό αποικισμό των εισαχθέντων φυτών ξενιστών από τα φυσικά στελέχη *T. magnatum*. Επιπλέον πιστεύεται ότι οι πρακτικές διαχείρισης των οπωρώνων τρούφας ήταν λανθασμένες.

Παρά την πληθώρα μελετών που έχουν διεξαχθεί τις τελευταίες δεκαετίες για την αποκρυπτογράφηση των κλιματολογικών συνθηκών που θα πρέπει να ευνοούν τη καρποφορία αυτού του μύκητα, η καλλιέργεια του *T. magnatum* δεν έχει φτάσει ποτέ σε αποδεκτό επίπεδο επιτυχίας.

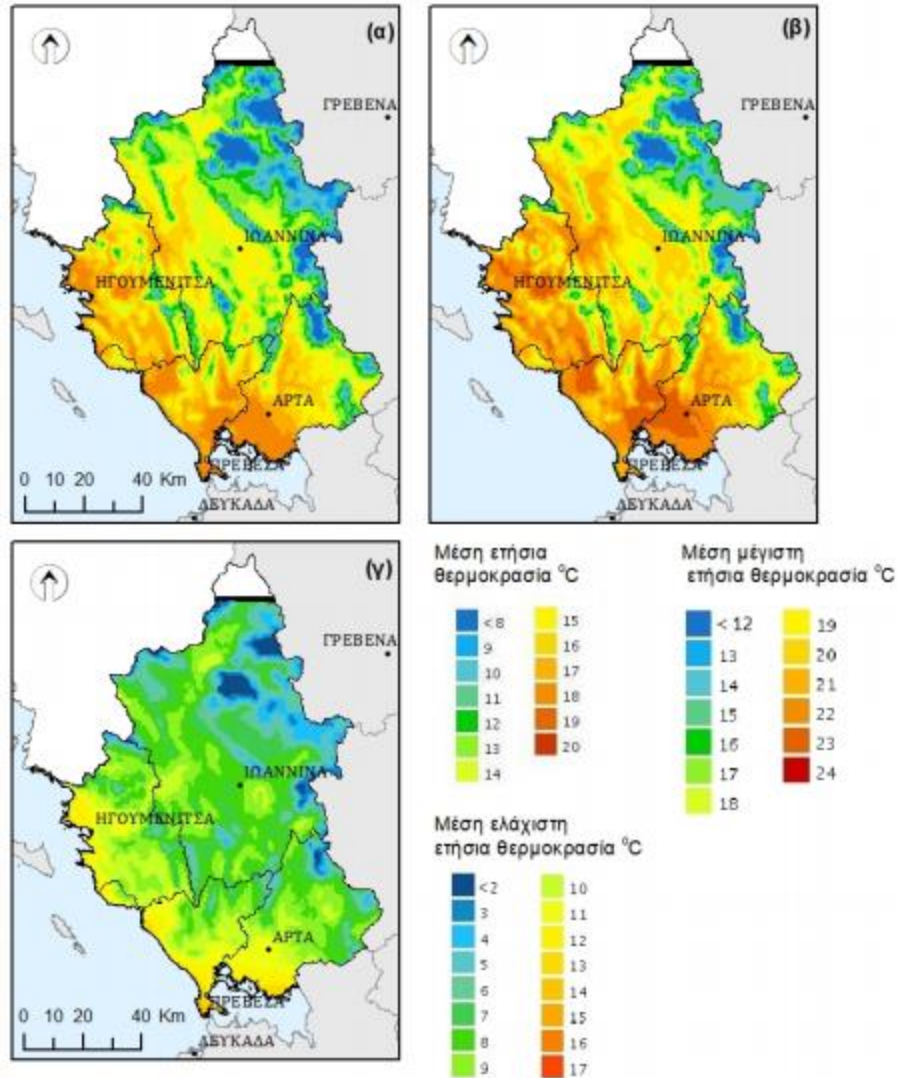
- 3. Η περιοχή μελέτης – Μορφολογικά και κλιματολογικά χαρακτηριστικά της Ηπείρου

Η περιοχή της Περιφέρειας Ηπείρου χαρακτηρίζεται από το ορεινό ανάγλυφο και την αφθονία των επιφανειακών υδάτων. Αποτέλεσμα είναι ένα πλούσιο φυσικό περιβάλλον, με άφθονα δάση, μοναδική χλωρίδα και πανίδα και σπάνια φυσική ομορφιά. Διαθέτει εθνικούς δρυμούς και υδροβιότοπους, ενώ το υπέδαφός της είναι πλούσιο σε μη μεταλλικά ορυκτά (Επιτροπή Διαβούλευσης Περιφέρειας Ηπείρου, 2015).

### 3.1 Κλιματικά και βιοκλιματικά χαρακτηριστικά της περιοχής μελέτης

Σύμφωνα με την Εγκεκριμένη 1<sup>η</sup> Αναθεώρηση του Σχεδίου Διαχείρισης Υδατικού Διαμερίσματος Ηπείρου (2017), στις ακτές της περιοχής μελέτης επικρατεί το θαλάσσιο μεσογειακό κλίμα και όσο προχωρούμε στο εσωτερικό αλλάζει σε ηπειρωτικό. Έτσι στο εσωτερικό το κλίμα είναι ενδιάμεσο του μεσογειακού και του μεσευρωπαϊκού, ενώ στα ορεινά επικρατεί αντίστοιχα το ορεινό κλίμα.

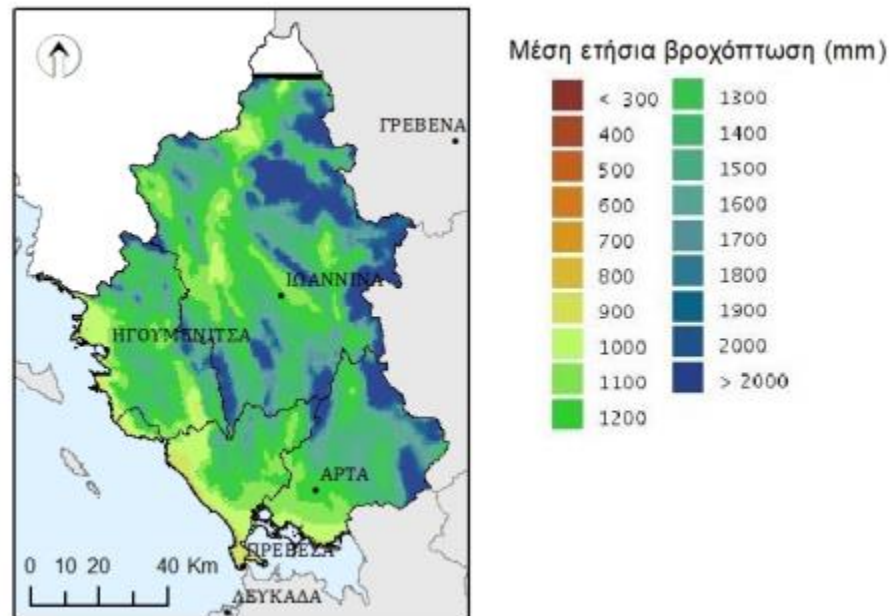
Η μέση ετήσια θερμοκρασία κυμαίνεται από 9°C στα ορεινά τμήματα έως συχνά στους 13° - 14°C στα ηπειρωτικά τμήματα της Περιφέρειας (ΕΜΥ, Κλιματικός Άτλαντας της Ελλάδας 1971-2000, <http://climatlas.hnms.gr/>) και 15° - 17°C στα παράλια τμήματα (ΕΓΥ, 2017), όπως παρουσιάζεται και στην εικόνα 4. Οι πιο θερμοί μήνες της περιοχής είναι ο Ιούλιος και Αύγουστος και οι πιο ψυχροί ο Ιανουάριος και ο Φεβρουάριος (ΕΜΥ).



Εικόνα 4: (α) Μέση ετήσια θερμοκρασία (°C), (β) μέση μέγιστη ετήσια θερμοκρασία (°C) και (γ) μέση ελάχιστη ετήσια θερμοκρασία (°C), ιστορικής περιόδου 1971-2000 για την περιφέρεια Ηπείρου (ΕΜΥ, Κλιματικός Άτλαντας της Ελλάδας 1971-2000)

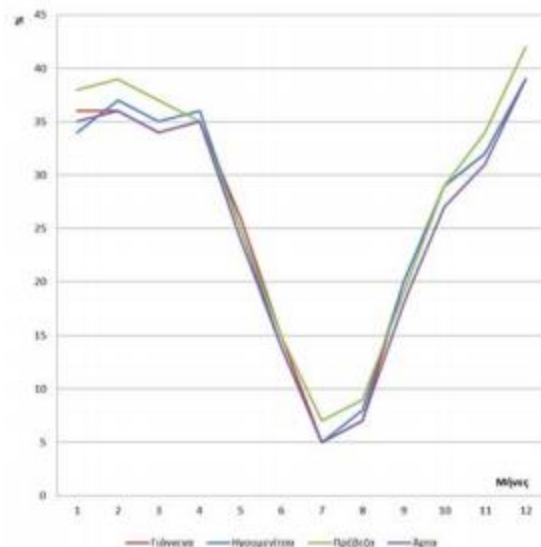
Σύμφωνα με τις σχετικές αναφορές της ΕΜΥ για τα ακραία καιρικά φαινόμενα που έχουν διαδραματιστεί στον ελλαδικό χώρο, αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι στις περιοχές της πόλης των Ιωαννίνων και του Ακτίου Πρεβέζης κατά τη χρονική περίοδο 29.06 ως 3.07.2017 σημειώνονται οι μέγιστες θερμοκρασίες οι οποίες κυμαίνονται από 27,8 °C έως 39 °C για τα Ιωάννινα και 26,2 °C έως 38,4 °C για το Άκτιο Πρεβέζης, με τις θερμοκρασίες να υπερβαίνουν τις μέσες μέγιστες τιμές θερμοκρασίας όπως σημειώθηκαν κατά τις χρονικές περιόδους 1961-1990 και 1971-2000. (Περιφερειακό σχέδιο Π.Η για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή (ΠεΣΠΚΑ, 2018).

Η μέση ετήσια βροχόπτωση κυμαίνεται από 800-900 mm στα παράλια (δυτικά) και με τιμές > 1000 mm στα ηπειρωτικά, με τις μέγιστες τιμές να σημειώνονται στα ορεινά τμήματα και να φτάνουν σε τιμές >2000 mm, όπως παρουσιάζεται στην εικόνα 5. Οι πιο βροχεροί μήνες της περιοχής είναι ο Νοέμβριος και ο Δεκέμβριος. Ο αριθμός των ημερών βροχής του έτους είναι μεγαλύτερος στα παράκτια από ότι στο εσωτερικό του διαμερίσματος (ΕΓΥ, 2017).



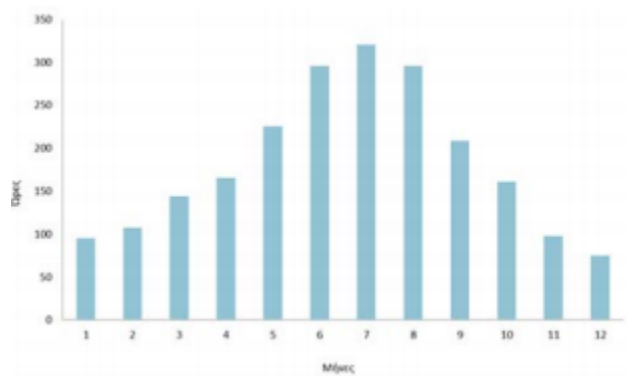
Εικόνα 5: Μέση ετήσια βροχόπτωση, ιστορικής περιόδου 1971-2000 για την περιφέρεια Ηπείρου (ΕΜΥ, Κλιματικός Άτλαντας της Ελλάδας 1971-2000).

Για τη νέφωση δεν δίνονται στοιχεία στον Κλιματικό Άτλαντα. Ωστόσο, αξιοποιώντας δεδομένα από τα κλιματικά μοντέλα του SWICCA (Service for Water Indicators in Climate Change Adaptation - υπηρεσία για τους δείκτες ύδατος στην προσαρμογή της αλλαγής του κλίματος-, <http://swicca.eu/>), μπορούμε να πάρουμε μία εικόνα της μεταβολής της, για θέσεις κοντά σε τέσσερις μεγάλες πόλεις της Περιφέρειας, όπως παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 1.

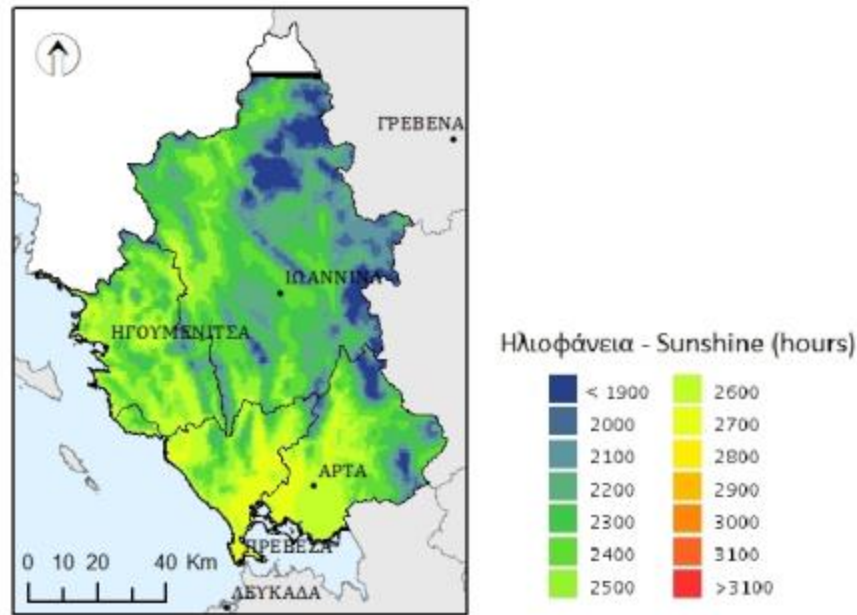


Διάγραμμα 1: Διακύμανση ποσοστιαίας νέφωσης κατά τη χρονική περίοδο 1971-2000 (SWICCA, 2016)

Στο Διάγραμμα 2 παρουσιάζεται η διακύμανση των ωρών της ηλιοφάνειας, όπως καταγράφηκε στο σταθμό Ιωαννίνων κατά τη χρονική περίοδο 1977-2002, η οποία εκτείνεται στο διάστημα των 75,2- 320,7 ωρών (EMY, 2016). Η μέση ετήσια διάρκεια ηλιοφάνειας (εικόνα 8) κυμαίνεται από τιμές της τάξης των 2700 hr στα νότια και πεδινά έως 2200 – 2400 hr στα ηπειρωτικά και τιμές < 2000 στα ορεινά.



Διάγραμμα 2: Διακύμανση μηνιαίων ωρών ηλιοφάνειας κατά τη χρονική περίοδο 1977- 2002 στο μετεωρολογικό σταθμό Ιωαννίνων (EMY, 2016)



Εικόνα 6: Μέση ετήσια ηλιοφάνεια (hours) ιστορικής περιόδου 1971-2000 για την περιφέρεια Ηπείρου

(ΕΜΥ, Κλιματικός Άτλαντας)

Στην περιοχή μελέτης πνέουν ασθενείς άνεμοι έντασης περίπου 4 κόμβων για τους μήνες Νοέμβριο – Δεκέμβριο στην περιοχή γύρω από την Άρτα, ενώ για τον υπόλοιπο χρόνο του έτους στην εν λόγω περιοχή, οι άνεμοι χαρακτηρίζονται ως πολύ ασθενείς και έως σχεδόν άπνοια. Οι άνεμοι εξασθενούν σημαντικά τους μήνες Φεβρουάριο έως Αύγουστο στους οποίους καταγράφονται και οι χαμηλότερες εντάσεις (1,9 knots στα Ιωάννινα τον Αύγουστο).

Η μέθοδος των βιοκλιματικών ορόφων κατά Emberger ενδείκνυται για τον προσδιορισμό του βιοκλίματος σε μεσογειακές περιοχές.

Ο κατά Emberger βιοκλιματικός δείκτης  $Q_2$  εκφράζεται με τον τύπο:

$$Q_2 = 2.000 P/M^2 - m^2$$

όπου:

$P$ = Η ετήσια βροχόπτωση σε χιλιοστά (mm)

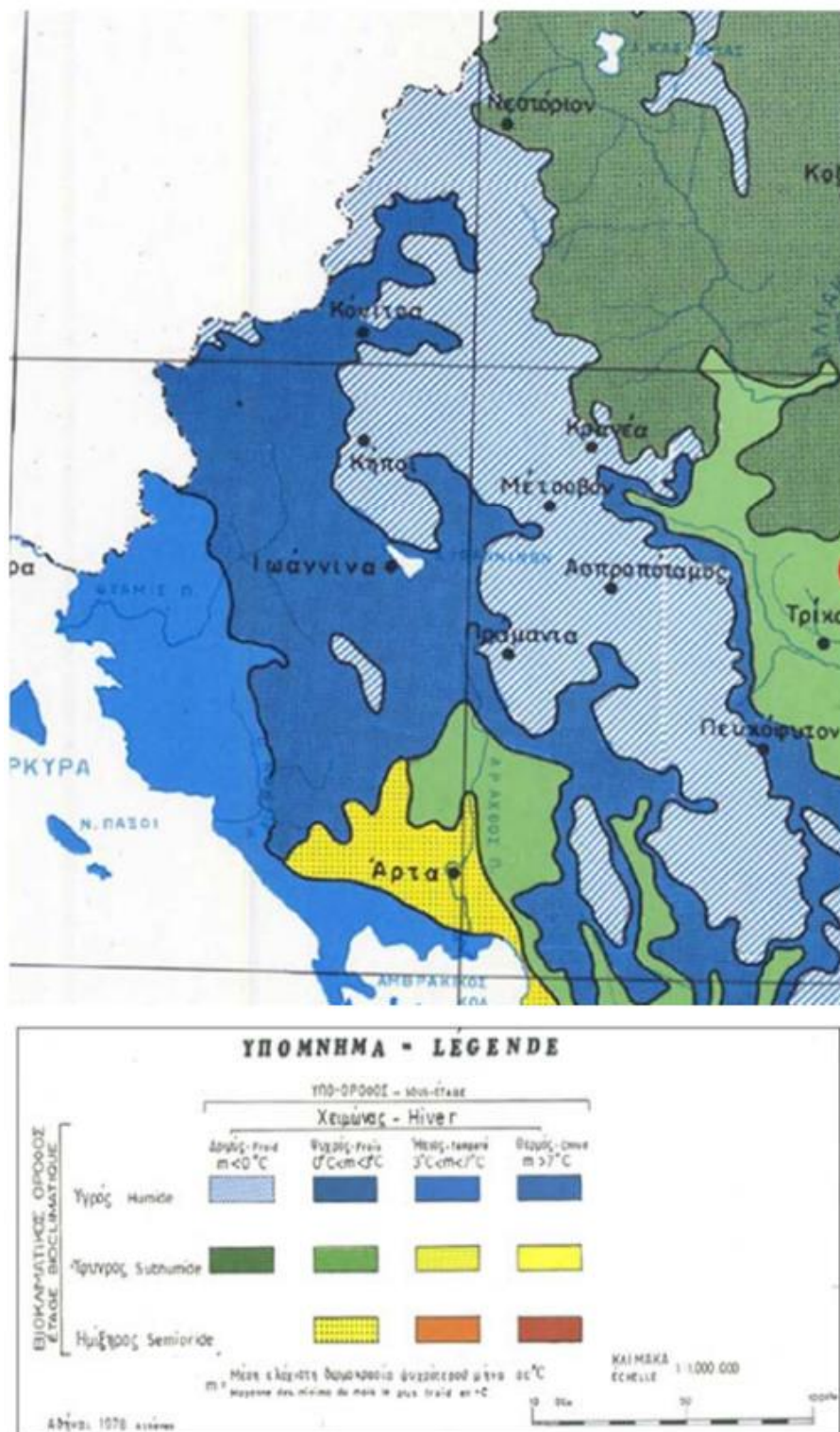
$M$ = Η μέση τιμή των μέγιστων θερμοκρασιών του θερμότερου μήνα σε απόλυτους βαθμούς ( $-273,2^{\circ}\text{C} = 0^{\circ}\text{K}$ )

m= Η μέση τιμή των μέγιστων θερμοκρασιών του θερμότερου μήνα σε απόλυτους βαθμούς (-273,2°C= 0°K)

Όσο μικρότερος είναι ο δείκτης ( $Q_2$ ) τόσο ξηρότερο είναι το βιοκλίμα ενός τόπου. Σύμφωνα με το βιοκλιματικό διάγραμμα κατά Emburger, διακρίνονται τρεις βιοκλιματικοί όροφοι: ημίξηρος, ύφυγρος και υγρός και πέντε υποόροφοι. Η περιοχή της Περιφέρειας της Ηπείρου εμπίπτει σε βιοκλιματικό όροφο που είναι υγρός με χειμώνα ψυχρό.

Πιο συγκεκριμένα, όπως φαίνεται στην εικόνα 7, η περιοχή της Άρτας ανήκει στον ημίξηρο όροφο με ψυχρό χειμώνα, η δυτική πλευρά της Περιφέρειας ανήκει στον υγρό όροφο με ψυχρό χειμώνα ενώ στην ορεινή περιοχή της Περιφέρειας στον υγρό όροφο με δριμύ χειμώνα.



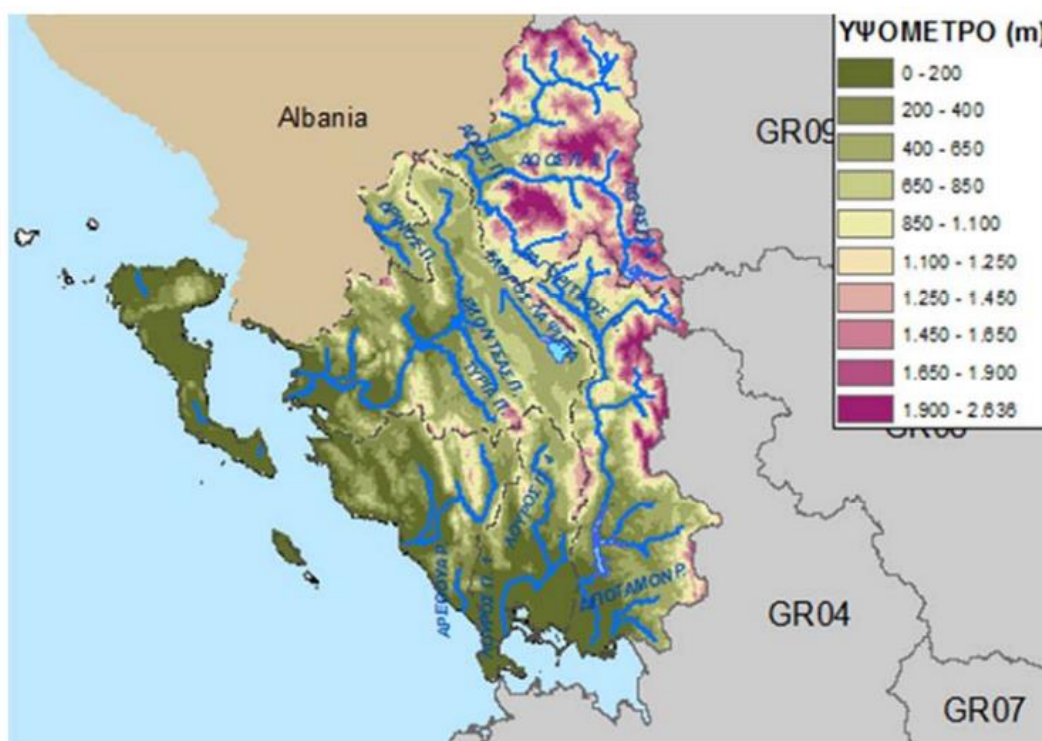


Εικόνα 7: Απόσπασμα Χάρτη βιοκλιματικών ορόφων (Πηγή: Ίδρυμα Δασικών Ερευνών Αθηνών του Υπ. Γεωργίας)

### 3.2 Μορφολογικά και τοπολογικά χαρακτηριστικά της περιοχής μελέτης

Η Περιφέρεια της Ηπείρου είναι κατεξοχήν ορεινή περιοχή (εικόνα 8). Το 74,27% της έκτασής της αντιπροσωπεύει ορεινές περιοχές, ενώ μόλις το 10,66% πεδινές και το 15,07% ημιορεινές. Χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη μεγάλου αριθμού βουνών που σταδιακά καθώς κινούμαστε από το νότο προς το βορρά είναι όλο και μεγαλύτερα τόσο σε ύψος όσο και σε έκταση (Π.Η., 2015). Έχει έντονο ανάγλυφο με μεγάλες κλίσεις πρανών και βαθιές χαράδρες (π.χ. Βίκος, Άραχθος, Αχέροντας). Τα υψηλότερα βουνά του είναι ο Σμόλικας (2.617 m), τα Τζουμέρκα (2.500 m), ο Γράμμος (2.500 m), η Τύμφη (2.540 m), η Νεμέρτσκα (2.200 m), ο Τόμαρος (2.100 m), η Μουργκάνα (1.900 m) κ.ά. (ΕΓΥ, 2017).

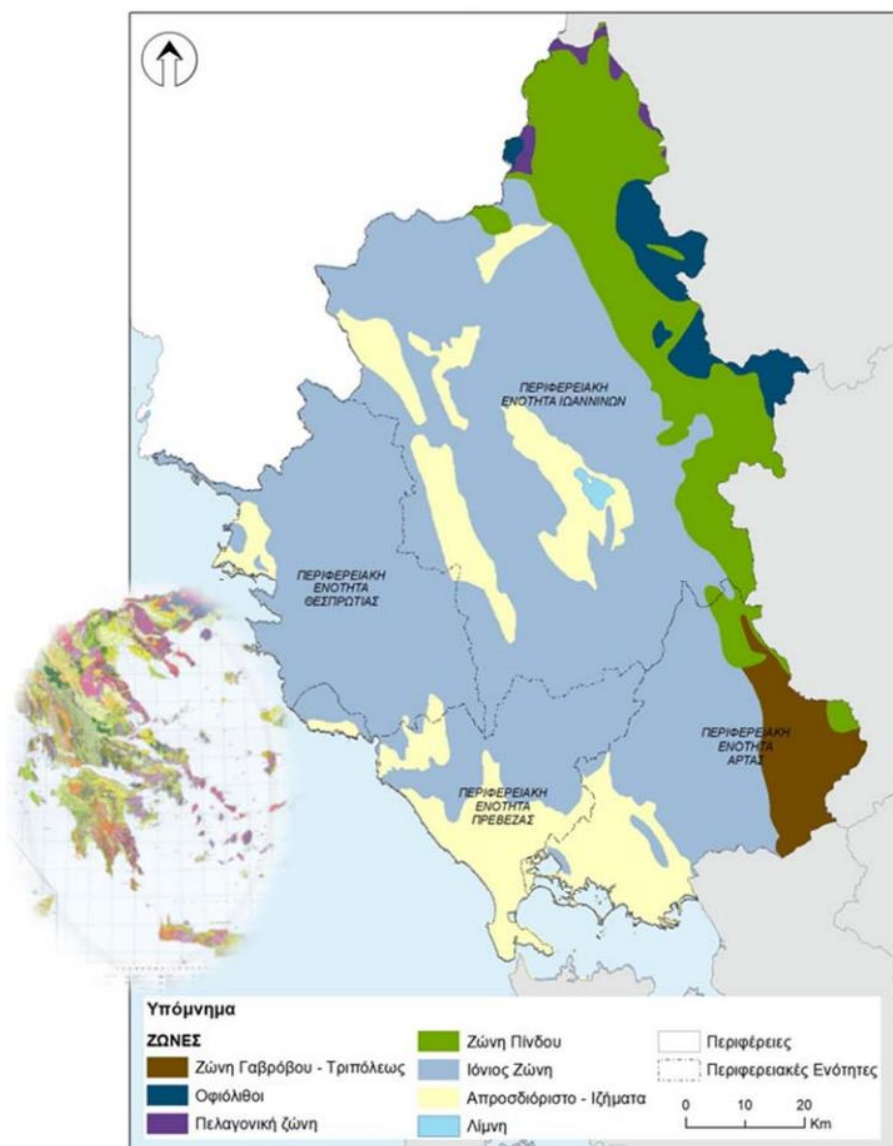
Πεδινές περιοχές εντοπίζονται εντός των Περιφερειακών Ενοτήτων της Άρτας και της Πρέβεζας καθώς επίσης και οι κοιλάδες των ποταμών Αχέροντα και Καλαμά. Οι κυριότεροι ποταμοί της Περιφέρειας είναι: ο Αώος, ο Καλαμάς, ο Αχέροντας, ο Λούρος και ο Άραχθος, ενώ η σημαντικότερη λίμνη είναι αυτή των Ιωαννίνων (Λ.Παμβώτις).



Εικόνα 8: Μορφολογικός Χάρτης Υδατικού Διαμερίσματος Ηπείρου (ΕΓΥ, 2017 ΣΜΠΕ)

### 3.3 Γεωλογικά και εδαφολογικά χαρακτηριστικά

Στα γεωγραφικά όρια της Περιφέρειας της Ηπείρου εντοπίζονται κατά κύριο λόγο οι γεωλογικοί σχηματισμοί της Ιονίου Ζώνης (εικόνα 9).



Εικόνα 96: Γεωλογικός Χάρτης Περιφέρειας Ηπείρου (Μπορνόβας & Ροντογιάννη-Τσιαμπάου, 1983)

Όπως παρουσιάζεται και στον παραπάνω Χάρτη, οι σχηματισμοί της Ιονίου Ζώνης καταλαμβάνουν το μεγαλύτερο μέρος της Περιφέρειας ενώ εναποτίθενται νεογενείς σχηματισμοί (μάργες, μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι, κροκαλοπαγή κ.λπ.) και τεταρτογενείς αποθέσεις (αλλουβιακές αποθέσεις, υλικά αναβαθμίδων, κώνοι κορημάτων (πλευρικά κορήματα και παράκτιοι

σχηματισμοί). Κατά μήκος της ανατολικής πλευράς της Περιφέρειας Ηπείρου απαντώνται οι σχηματισμοί της Ζώνης Πίνδου και πιο συγκεκριμένα, βορειανατολικά της Περιφερειακής Ενότητας Ιωαννίνων απαντώνται οφιόλιθοι και σχηματισμοί της Πελαγονικής Ζώνης, ενώ το ανατολικό τμήμα της Περιφερειακής Ενότητας Άρτας καταλαμβάνεται από σχηματισμούς της Ζώνης Γαβρόβου- Τριπόλεως.

Σύμφωνα με βιβλιογραφικά δεδομένα, στα γεωγραφικά όρια της Περιφέρειας Ηπείρου έχουν εντοπιστεί:

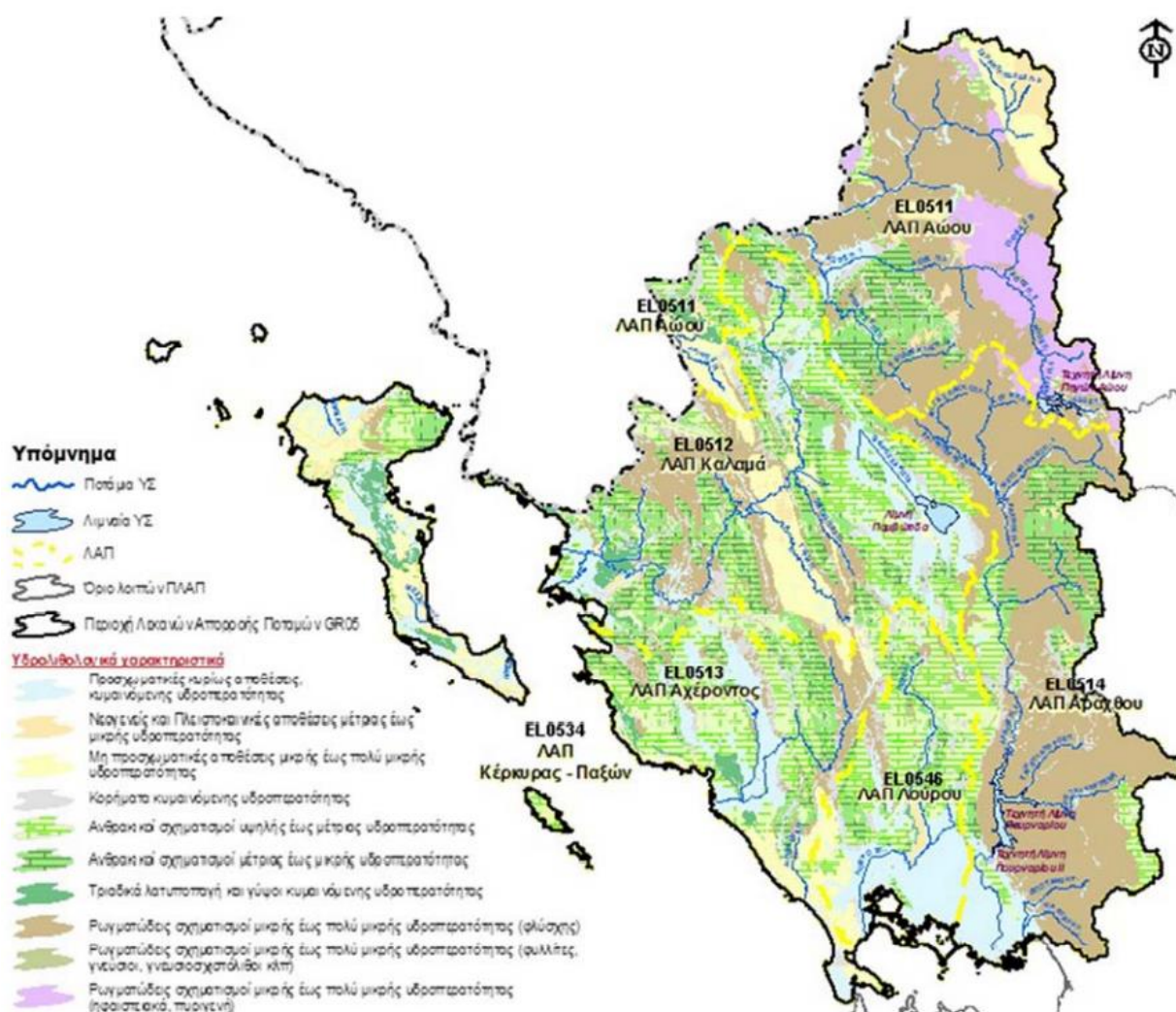
- Γύψοι, στις περιοχές Φιλιπιάδα, Βρυσέλα, Ηγουμενίτσα, Παρακαλάμος, Ανω ρου Καλαμά, Λεκανοπέδιο Ιωαννίνων, Λεκάνη Αχέροντα.
- Τα κοιτάσματα του ανυδρίτη στο αντίκλινο του Ξηροβουνίου σε γεωτρήσεις.
- Δολομίτες και δολομιτιωμένους ασβεστολίθους
- Ασβεστόλιθους ανωτ. Σενωνίου οι οποίοι έχουν μεγάλη εξάπλωση στο Ξηροβούνι, στο λεκανοπέδιο Ιωαννίνων και στον άνω ρου του Καλαμά.
- Σχιστόλιθοι πλούσιοι σε οργανικές ενώσεις οι οποίοι δημιουργήθηκαν στον ωκεανό της Πίνδου στο περιθώριο της ζώνης της Απουλίας.
- Ανθρακικά πετρώματα τα οποία δημιουργήθηκαν από το Μεσοζωικό έως το Παλαιογενές, ανήκουν στην Ιόνιο ζώνη και σχηματίζουν αντίκλινα τα οποία είναι πιθανόν να αποτελούν παγίδες κοιτασμάτων πετρελαίου.
- Μεσοζωικά ιζήματα αλλά και ψαμμίτες μέσα στους οποίους ενδέχεται να έχουν παγιδευτεί αέριοι υδρογονάνθρακες (ΜΕΚΔΕ, 2018)

Σύμφωνα με τον υδρολιθολογικό χάρτη του Υδατικού Διαμερίσματος Ηπείρου (Εικόνα 10) και την Εγκεκριμένη 1η Αναθεώρηση Σχεδίου Διαχείρισης Υδατικού Διαμερίσματος Ηπείρου, ακολουθεί συνοπτικά η περιγραφή των υδρογεωλογικών χαρακτηριστικών που απαντώνται ανά ΛΑΠ του Υδατικού Διαμερίσματος Ηπείρου.

Περιγράφοντας τις κύριες υδροφορίες του Υδατικού Διαμερίσματος που εμπίπτουν στην περιοχή της Περιφέρειας Ηπείρου ανά ΛΑΠ (Λεκάνη Απορροής Ποταμών), αναφέρονται ότι οι κύριες υδροφορίες της ΛΑΠ Αώου αναπτύσσονται στους ανθρακικούς σχηματισμούς της Ιονίου ζώνης αλλά και στις εμφανίσεις των ανθρακικών της Πίνδου και Γαβρόβου - Τρίπολης. Στους ανθρακικούς σχηματισμούς της ζώνης Πίνδου λόγω των πυριτικών – κερατολιθικών παρεμβολών



αναπτύσσονται επιμέρους διαφορετικής κάθε φορά έκτασης, υδρογεωλογικές λεκάνες και κατ' επέκταση και ανάλογης δυναμικότητας υδροφορίες. Η έντονη τεκτονική καταπόνησή τους έχει ως αποτέλεσμα τον κερματισμό των πετρωμάτων και την ενιαιοποίηση κατά θέσεις των επιμέρους λεπιώσεων με αποτέλεσμα τη δημιουργία κατά θέσεις πλέον αξιόλογων υδροφοριών. Σημαντικές υδροφορίες αναπτύσσονται στους κοκκώδεις σχηματισμούς των νεογενών και τεταρτογενών αποθέσεων, το δυναμικό των οποίων εξαρτάται από την κοκκομετρία τους και τις συνθήκες τροφοδοσίας. Στις εμφανίσεις του φλύσχη και των οφιολίθων αναπτύσσονται τοπικής σημασίας υδροφορίες, μικρής δυναμικότητας που καλύπτουν τοπικές υδρευτικές, αρδευτικές και κτηνοτροφικές ανάγκες.



Εικόνα 10: Υδρολιθολογικός χάρτης της Υδατικού Διαμερίσματος Ηπείρου (ΕΓΥ, 2017)

Οι κύριες υδροφορίες της λεκάνης του π. Καλαμά αναπτύσσονται στους ανθρακικούς σχηματισμούς της Ιονίου ζώνης οι οποίες εκφορτίζονται μέσω σημειακών πηγών. Σημαντικό ρόλο στην τροφοδοσία των καρστικών συστημάτων διαδραματίζουν οι καταβόθρες που αποστραγγίζουν τις κλειστές υδρολογικές λεκάνες. Μικρότερης σημασίας υδροφορίες αναπτύσσονται στους κοκκώδεις σχηματισμούς των τεταρτογενών αποθέσεων, το δυναμικό των οποίων εξαρτάται από την κοκκομετρία τους και τις συνθήκες τροφοδοσίας. Στις εμφανίσεις του φλύσχη αναπτύσσονται τοπικής σημασίας υδροφορίες, μικρής δυναμικότητας που καλύπτουν τοπικές υδρευτικές, αρδευτικές και κτηνοτροφικές ανάγκες.

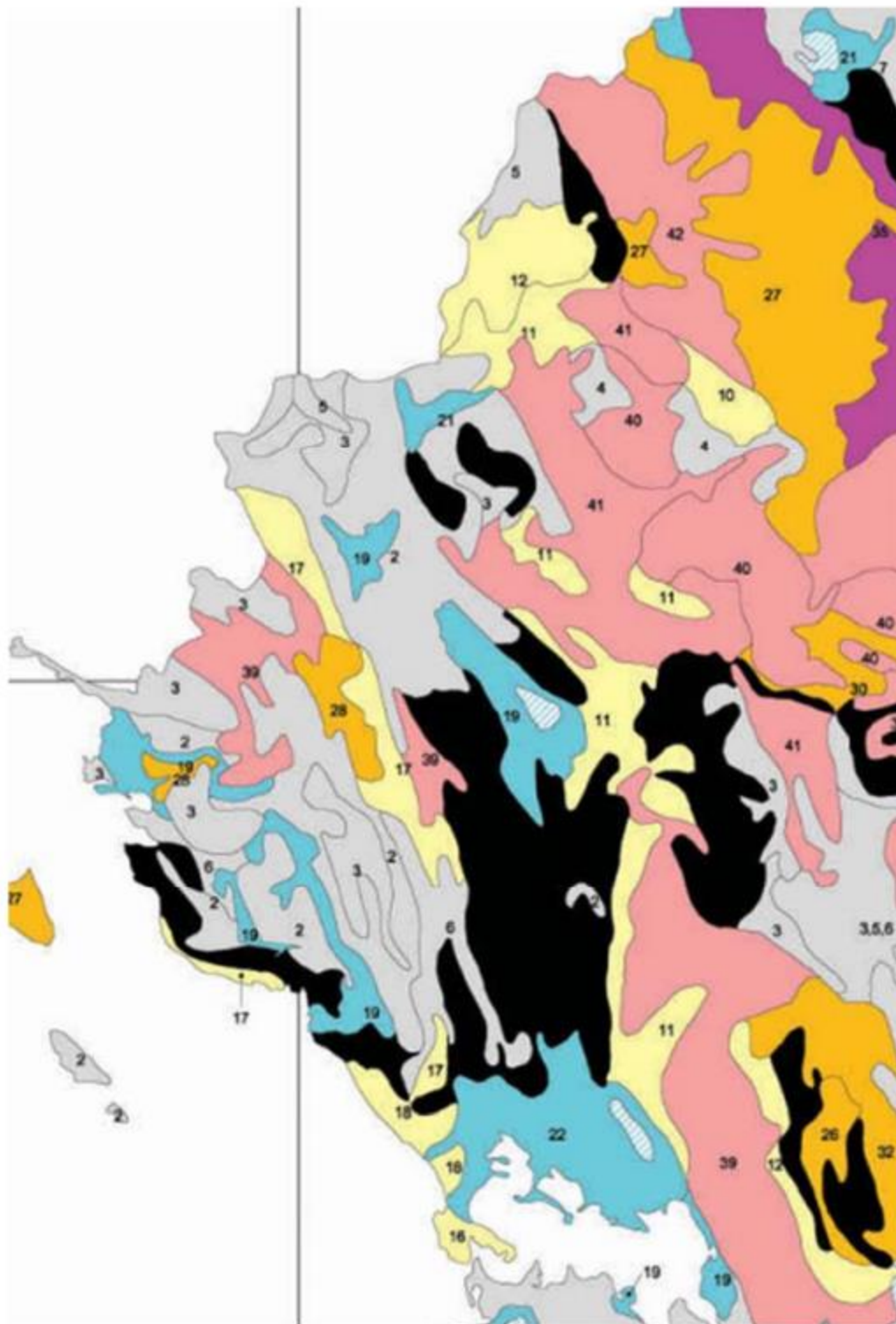
Οι κύριες υδροφορίες της λεκάνης του Αχέροντα αναπτύσσονται στους ανθρακικούς σχηματισμούς της Ιονίου ζώνης. Σημαντικές υδροφορίες αναπτύσσονται στους κοκκώδεις σχηματισμούς των τεταρτογενών αποθέσεων το δυναμικό των οποίων εξαρτάται από την κοκκομετρία τους και τις συνθήκες τροφοδοσίας (π.χ. πεδιάδα Παραμυθιάς, περιοχή Αχερουσίας λίμνης, περιοχή Πρέβεζας). Στις εμφανίσεις του φλύσχη αναπτύσσονται τοπικής σημασίας υδροφορίες, μικρής δυναμικότητας που καλύπτουν τοπικές υδρευτικές, αρδευτικές και κτηνοτροφικές ανάγκες.

Οι κύριες υδροφορίες της ΛΑΠ Αράχθου αναπτύσσονται στους ανθρακικούς σχηματισμούς της Ιονίου ζώνης αλλά και στις εμφανίσεις των ανθρακικών της Πίνδου και Γαβρόβου - Τρίπολης. Στους ανθρακικούς σχηματισμούς της ζώνης Πίνδου λόγω των πυριτικών – κερατολιθικών παρεμβολών αναπτύσσονται επιμέρους διαφορετικής κάθε φορά έκτασης, υδρογεωλογικές λεκάνες και κατ' επέκταση και ανάλογης δυναμικότητας υδροφορίες. Η έντονη τεκτονική καταπόνησή τους έχει ως αποτέλεσμα τον κερματισμό των πετρωμάτων και την ενιαιοποίηση κατά θέσεις των επιμέρους λεπιώσεων με αποτέλεσμα τη δημιουργία κατά θέσεις πλέον αξιόλογων υδροφοριών. Σημαντικές υδροφορίες αναπτύσσονται στους κοκκώδεις σχηματισμούς των τεταρτογενών αποθέσεων το δυναμικό των οποίων εξαρτάται από την κοκκομετρία τους και τις συνθήκες τροφοδοσίας. Η περιοχή της Άρτας έχει πληρωθεί από προσχώσεις των ποταμών Λούρου και Αράχθου. Το πάχος των αποθέσεων εκτιμάται ότι υπερβαίνει τα 200 m εξαιτίας της διαρκούς βύθισης που παρουσιάζει η περιοχή και αποτελούνται από ορίζοντες ασύνδετων αμμοκροκαλών σε εναλλαγές με ορίζοντες αργίλων. Στις εμφανίσεις του φλύσχη αναπτύσσονται τοπικής σημασίας υδροφορίες, μικρής δυναμικότητας που καλύπτουν τοπικές υδρευτικές, αρδευτικές και κτηνοτροφικές ανάγκες.

Οι κύριες υδροφορίες της ΛΑΠ Λούρου αναπτύσσονται στους ανθρακικούς σχηματισμούς της Ιονίου ζώνης. Σημαντικές υδροφορίες αναπτύσσονται στους κοκκώδεις σχηματισμούς των τεταρτογενών αποθέσεων το δυναμικό των οποίων εξαρτάται από την κοκκομετρία τους και τις συνθήκες τροφοδοσίας. Η περιοχή της Άρτας έχει πληρωθεί από προσχώσεις των ποταμών Λούρου και Αράχθου. Το πάχος των αποθέσεων εκτιμάται ότι υπερβαίνει τα 200 m εξαιτίας της διαρκούς βύθισης που παρουσιάζει η περιοχή και αποτελούνται από ορίζοντες ασύνδετων αμμοκροκαλών σε εναλλαγές με ορίζοντες αργίλων.

Στις εμφανίσεις του φλύσχη αναπτύσσονται τοπικής σημασίας υδροφορίες, μικρής δυναμικότητας που καλύπτουν τοπικές υδρευτικές, αρδευτικές και κτηνοτροφικές ανάγκες.

Όπως παρουσιάζεται στον χάρτη των εδαφικών ενώσεων (Εικόνα 13), οι τύποι εδάφους που απαντώνται κυρίως στην περιοχή της Περιφέρειας Ηπείρου, είναι βράχοι (Calcaric Leptosol (LPca)), ασβεστολιθικά πετρώματα (Leptosols (LP)) και αλλουβιακά πετρώματα (Fluvisols (FL)), όπως ο φλύσχης.



Εικόνα 7: Χάρτης Εδαφικών ενώσεων (Πηγή: Χάρτης Εδαφικών Ενώσεων της Ελλάδος, Εθνική Επιτροπή κατά της ερημοποίησης, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, 2004) μαύρο - βράχοι (Calcaric Leptosol (LPca)), γκρι - ασβεστολιθικά πετρώματα (Leptosols (LP)), γαλάζιο - αλλουβιακά πετρώματα (Fluvisols (FL))



### 3.4 Υδάτινοι πόροι

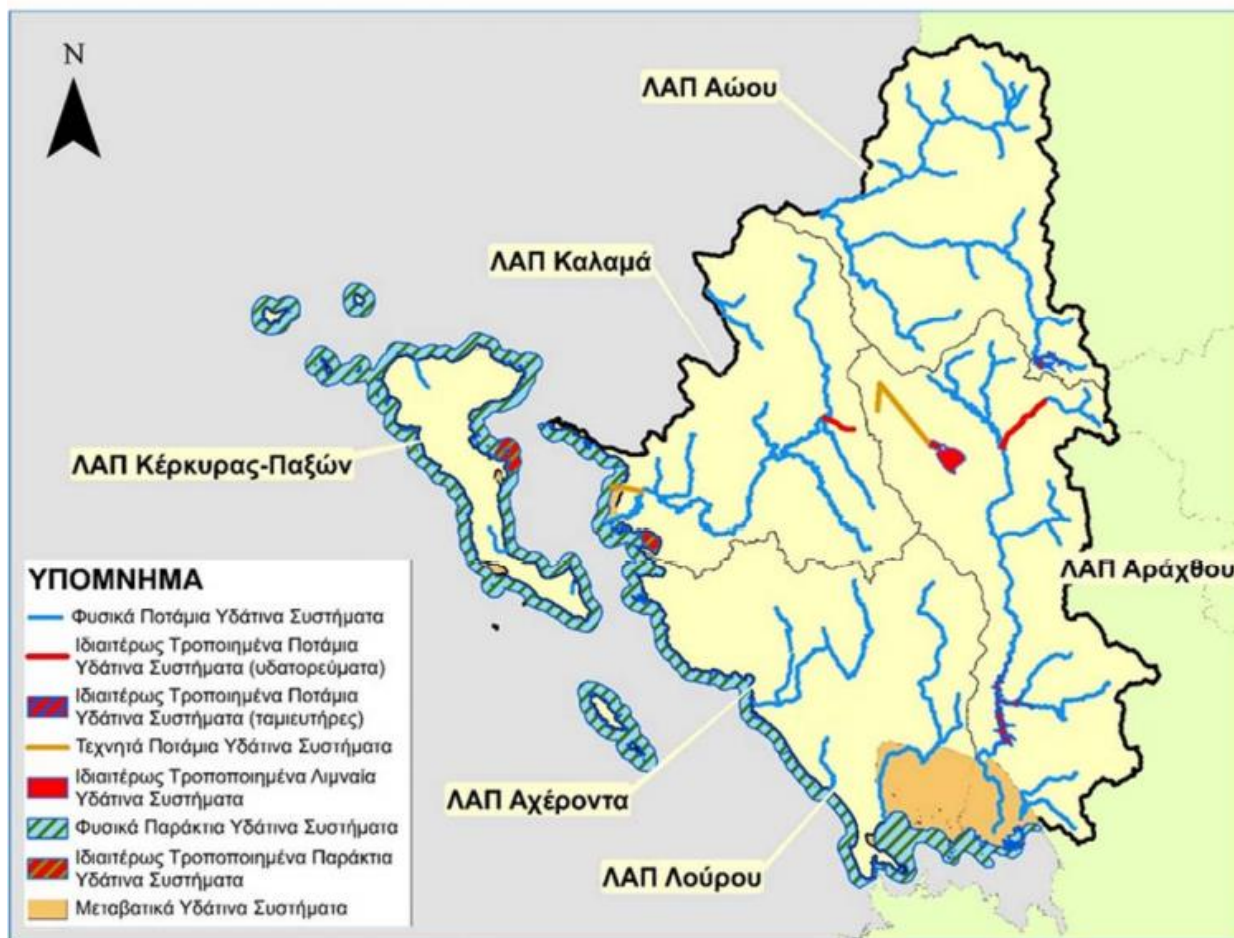
Σύμφωνα με την 1<sup>η</sup> Αναθεώρηση ΣΔΛΑΠ Ηπείρου, στην περιοχή της Περιφέρειας Ηπείρου διακρίνονται συνολικά ενενήντα τέσσερα (94) επιφανειακά υδάτινα σώματα (Εικόνα 12) και ειδικότερα:

- 79 ποτάμια υδάτινα συστήματα με μέσο μήκος 13,7 Km. Το συνολικό μήκος του υδρογραφικού δικτύου ανέρχεται σε περίπου 1,083 Km.
- 1 λιμνιαίο υδάτινο σύστημα με επιφάνεια 19,2 Km<sup>2</sup> και 3 ταμιευτήρες (Ταμιευτήρας των Πηγών του Αώου και ταμιευτήρες Πουρνάρι Ι και ΙΙ) συνολικής έκτασης 30,92 Km<sup>2</sup>.
- 7 μεταβατικά υδάτινα συστήματα με συνολική επιφάνεια 403 Km<sup>2</sup>. Σε αυτά περιλαμβάνονται οι εκβολές του Άραχθου και η λιμνοθάλασσα Ροδιά, οι Εκβολές Λούρου και η λιμνοθάλασσα Λογαρού, οι εκβολές του Καλαμά, η λιμνοθάλασσα Μάζωμα)
- 7 παράκτια υδάτινα συστήματα με συνολική επιφάνεια 455 km<sup>2</sup>

Δεδομένων των έργων που έχουν προκαλέσει υδρομορφολογικές αλλοιώσεις στην περιοχή, προσδιορίζονται ως Ιδιαιτέρως Τροποποιημένα (ΙΤΥΣ) ή Τεχνητά (ΤΥΣ) ΥΣ 5 ποτάμια ΥΣ, το 1 λιμναίο ΥΣ, 3 ποτάμια ΙΤΥΣ λιμνιαίου χαρακτήρα (ταμιευτήρες) και 1 παράκτιο ΥΣ. Τα εν λόγω ΥΣ παρουσιάζονται στην εικόνα 13 που ακολουθεί.



Εικόνα 12: Χάρτης Επιφανειακών Υδατικών Συστημάτων (ΕΓΥ, 2017)



Εικόνα 13: Χάρτης ιδιαίτερος τροποποιημένων και τεχνητών επιφανειακών συστημάτων στο Υδατικό

Διαμέρισμα Ηπείρου (ΕΛ05), (ΕΓΥ, 2017)

Όσον αφορά στην οικολογική κατάσταση 57 υδάτινα έχουν καλή οικολογική κατάσταση, 18 μέτρια οικολογική κατάσταση, 1 έχει ελλιπή οικολογική κατάσταση, 1 έχει κακή οικολογική κατάσταση και τέλος για 2 υδατικά σώματα δεν υπάρχουν αρκετά στοιχεία για την ταξινόμηση της οικολογικής κατάστασης και παραμένει άγνωστη (Εικόνα 14).



Εικόνα 14: Χάρτης ταξινόμησης της οικολογικής κατάστασης των υδάτινων σωμάτων του Υδατικού Διαμερίσματος Ηπείρου (ΕΛ05)

Όσον αφορά στη χημική τους κατάσταση (Εικόνα 15), 74 ΥΣ έχουν καλή χημική κατάσταση, 1 έχει κατώτερη της καλής χημική κατάσταση και τέλος για 4 υδατικά σώματα δεν υπάρχουν αρκετά στοιχεία για την ταξινόμηση της χημικής κατάστασης και παραμένει άγνωστη.



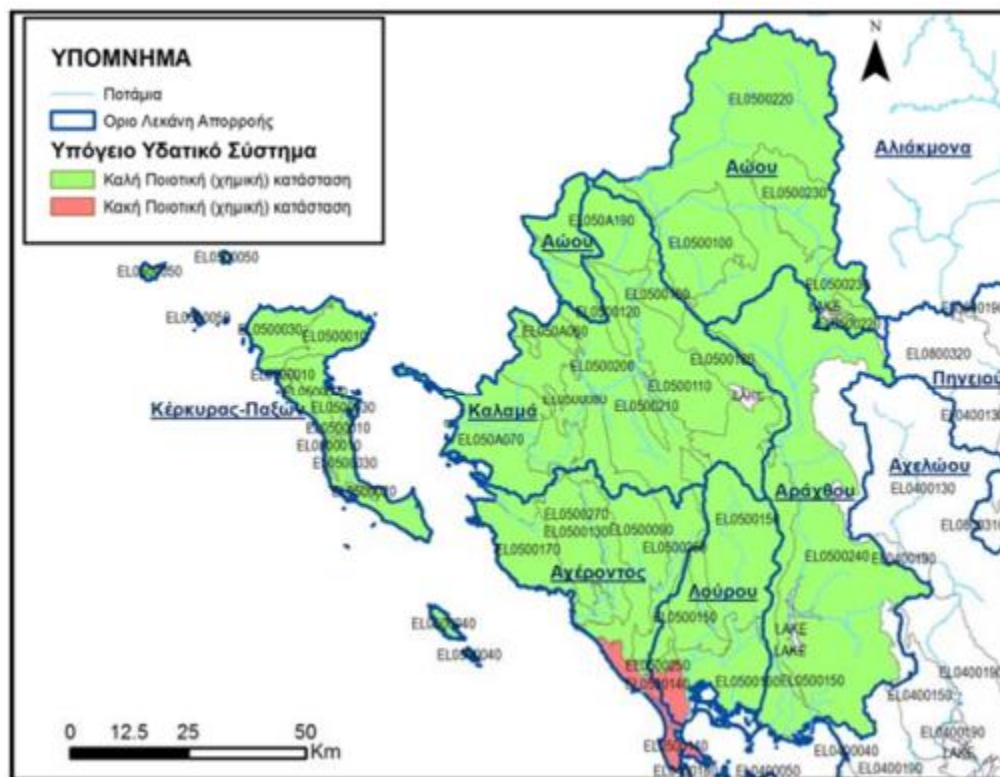
Εικόνα 15: Χάρτης ταξινόμησης της χημικής κατάστασης των υδάτινων σωμάτων του Υδατικού Διαμερίσματος Ηπείρου (EL05)

Σύμφωνα με την 1<sup>η</sup> Αναθεώρηση ΣΔΛΑΠ Ηπείρου, στην περιοχή της Περιφέρειας Ηπείρου διακρίνονται συνολικά είκοσι δύο (22) υπόγεια υδάτινα συστήματα, η θέση των οποίων παρουσιάζεται στην εικόνα 16.



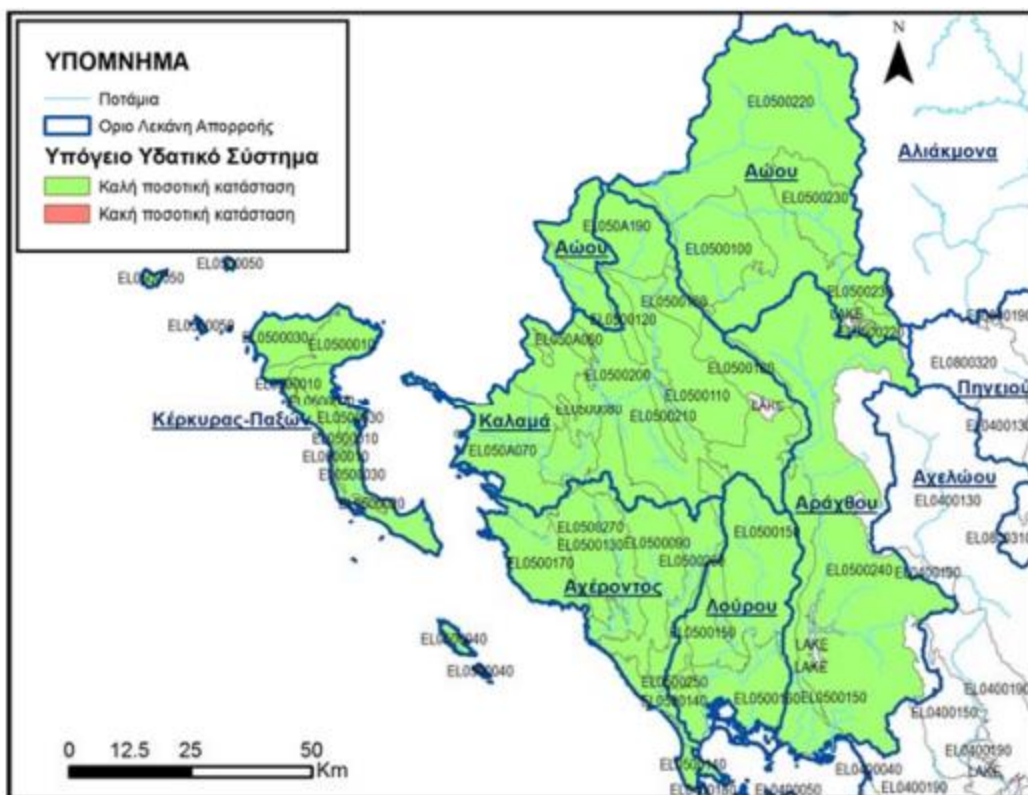


Όσον αφορά στη χημική κατάσταση, 21 έχουν καλή κατάσταση και 1 έχει κακή (Σύστημα Χερσονήσου Πρέβεζας), όπως παρουσιάζεται και στην εικόνα 17.



Εικόνα 17: Χάρτης ταξινόμησης της χημικής κατάστασης των υπόγειων υδάτινων σωμάτων του Υδατικού Διαμερίσματος Ηπείρου (EL05) (ΕΓΥ, 2017)

Ενώ, όσον αφορά στην ποσοτική κατάσταση, όλα τα ΥΥΣ που εμπίπτουν στην Περιφέρεια Ηπείρου έχουν όλα καλή κατάσταση, όπως παρουσιάζεται και στην εικόνα 18.



Εικόνα 18: Χάρτης ταξινόμησης της ποσοτικής κατάστασης των υπόγειων υδάτινων σωμάτων του Υδατικού Διαμερίσματος Ηπείρου (EL05) (ΕΓΥ, 2017)

### 3.5 Χλωρίδα

Στην Περιοχή της Περιφέρειας Ηπείρου απαντώνται περισσότερα από 1.100 είδη φυτών, τα οποία κατανέμονται στα ακόλουθα οικοσυστήματα:

#### Οικοσυστήματα της ευμεσογειακής ζώνης

Στις ασβεστολιθικές πλαγιές του Βίκου απαντώνται νησίδες των ευμεσογειακών οικοσυστημάτων, με συμμετέχοντα είδη την αριά (*Quercus ilex*), την κουμαριά (*Arbutus adrache* *A. unedo*) και με παρουσία φράξου (*Fraxinus ornus*).

#### Υπομεσογειακά οικοσυστήματα πρίνου και γαύρου

Τα οικοσυστήματα πρίνου και γαύρου απαντώνται από περιοχές μεγάλου υψόμετρου π.χ. Μετσόβου μέχρι τα παράλια της Περιφέρειας π.χ. Ηγουμενίτσα. Αποτελούνται από συστάδες



πρίνου (*Quercus coccifera*), μίξη πρίνου με γαύρο (*Coccifera carpinetum*) ή από συστάδες γαύρου (*Carpinetum orientalis*). Στα οικοσυστήματα του πρίνου μετέχουν επίσης τα είδη φράξος (*Fraxinus omus*), γαύρος (*Carpinus orientalis*), φιλύρα (*Philyrea media*), κοκκορεβυθιά (*Pistacia terebinthus*), παλιούρι (*Paliurus Spina cristi*), *Osryta carpinifolia*, *Colutea arborescens*, *Pyrus amygdalifonnis*.

### **Οικοσυστήματα θερμόβιων φυλλοβόλων πλατύφυλλων (*quercetalia pubescentis sessiliflora*)**

Περιλαμβάνονται τα εξής είδη:

- Χνοώδης (*Q. pubescens*): σποραδικά οικοσυστήματα του πρίνου και του γαύρου τα οποία απαντώνται σποραδικά σε ασβεστολιθικά πετρώματα και νότιες πλαγιές στα κατώτερα υψόμετρα της εν λόγω ζώνης.
- Μακεδονική (*Q. macedonica*): Εμφανίζονται κυρίως στο Δυτικό Ζαγόρι με συνοδά τα είδη *Q. pubescens*, *Acer campestre*, *Cercis illiquastrum*, *Fraxinus Ornus*, *Ostrya carpinifolia*, *Clematis vitalba*, *Clematis flamula*, *Cornus mas*.
- Πλατύφυλλη (*Q. frainetto*): Εμφανίζονται κυρίως σε βαριά αργιλώδη εδάφη και κοκκινοπηλούς.
- Ευθύφλοιος (*Q. cerris*): Εμφανίζεται κυρίως σε ασβεστολιθικά πετρώματα ή δολομιτικούς ασβεστόλιθους και οφιόλιθους, στην υψηλότερη ζώνη των δρυοδασών (*Quercetum montanum*) με υπόροφο γαύρο (*Carpinus orientalis*) ή οστρυά (*Ostrya carpinifolia*).

### **Οικοσυστήματα ψυχροβιότερων φυλλοβόλων πλατύφυλλων**

Δάση της οξυάς (*Fagetum moesiaca*) εμφανίζονται σε μέσης σύστασης εδάφη που εδράζονται σε σχιστοφυείς ψαμμόλιθους και σε Β, ΒΔ και ΒΑ πλαγιές, κυρίως στην περιοχή του Εθνικού Δρυμού της Βάλια Κάλντα, αλλά και στο χώρο μεταξύ των δύο δρυμών (Λάιστα). Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα μικτά δάση οξυάς σφενδάμου με *Fagus moesiaca*, *Acer platanoides*, *Acer pseudoplatanus*, *Carpinus betulus*.

### **Οικοσυστήματα ορεινών μεσογειακών κωνοφόρων**

Στην περιοχή μελέτης εμφανίζεται η υβριδογενής ελάτη και η μαύρη πεύκη, η οποία είναι και το κυρίαρχο είδος της περιοχής. Τα οικοσυστήματα των δύο αυτών ειδών δεν αποτελούν κλιματικές ζώνες, αλλά εντάσσονται εν μέρει τόσο στην ανώτερη ζώνη της δρυός, όσο και στη ζώνη της

οξυάς. Η μαύρη πεύκη αποτελεί το κυρίαρχο είδος της περιοχής και αυτό συνδέεται με την εμφάνιση των οφιολιθικών πετρωμάτων. Απαντάται είτε αμιγής, είτε σε μίξη με οξυά ή ελάτη. Δημιουργεί έντονη μωσαϊκότητα με:

-*Erica carnea*, *Brachypodium pinnatum*, *Polygala nicaeensis*, *Pyrola media*, *Pyrola uliflora*,

-*Stachelina uniflosculosa*, *Orobus hirsutus*, *Euphorbia myrsinites* και, -πυξάρι, *Buxus sempervirens*, *Brachypodium pinnatum*.

### **Οικοσυστήματα ψυχρόβιων κωνοφόρων**

Στην ευρύτερη περιοχή, απαντάται αυτή η ζώνη ψυχρόβιων κωνοφόρων (*Vaccinio Picetalia*), με την εμφάνιση της δασικής πεύκης (*Pinus sylvestris*) σε μεμονωμένες συστάδες στη Βάλια Κάλντα και της λευκόδερμης πεύκης ή ρόμπολο (*Pinus heldreichii*), σε συστάδες σε ασβεστολιθικά πετρώματα, είτε μικτές με μαύρη πεύκη, είτε αμιγείς, είτε μικτές με ελάτη ή οξυά.

### **Παρόχθια οικοσυστήματα:**

Στις όχθες των ποταμών και λιμνών εμφανίζεται η παρόχθια βλάστηση, η οποία περιλαμβάνει κυρίως πλατάνια (*Platanus orientalis*), σκλήθρα (*Alnus glutinosa*) και ιτιές (*Salix Sp.*).

### **Σποραδικά είδη:**

Αυτά τα είδη συναντώνται σε δάση οξυάς, μαύρης πεύκης και ελάτης, με σημαντικότερα αυτά του σφενδάμου (*Acer monspesulanum* τρίλοβος σφ., *A.campestre* πενδινή σφ., *A. platanoides* πλατανοειδής, *A. Obtusatum* αμβλεία σφ., *A. pseudoplatanus* ορεινή σφ.), της αγριοκερασιάς (*Prunus avium*), της ορεινής φτελιάς (*Ulmus glabra*), της αργυρόφυλλης και της πλατύφυλλης φιλύρας (*Tilia tomentosa*, *platyphyllos*), ενώ σε ορισμένες παρόχθιες περιοχές απαντάται και η ιπποκαστανιά (*Aesculus hippocastanum*).

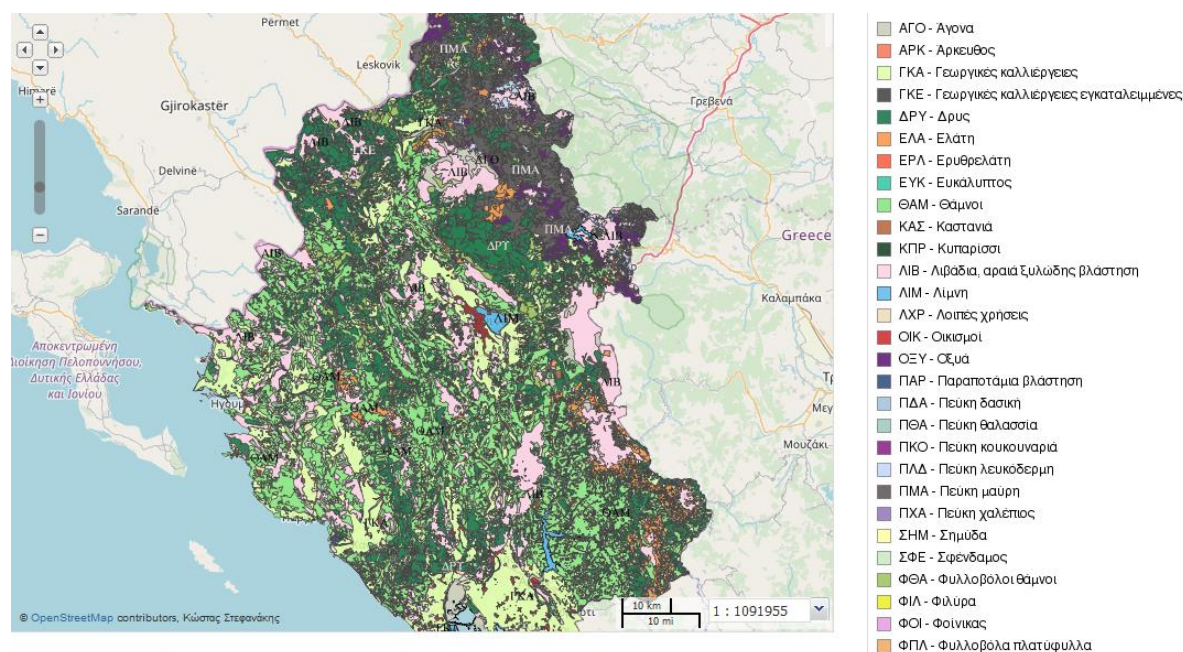
### **Λιμνιαία οικοσυστήματα:**

Μερικά από τα επικρατέστερα φυτικά είδη της λίμνης Παμβώτιδας είναι: Καλάμι (*Phragmites communis*), Ψαθί (*Typha augustifolia*), Καρίτσα (*Potamogeton perfolialis*), Παπύρι (*Alistma Plantago-aquatica*), Νούφαρο (*Nyphar luteum*).

Τα οικοσυστήματα όπως απαντώνται στην ευρύτερη περιοχή αποτελούν και ενδιαίτημα για την ανάπτυξη ποικίλων ειδών πανίδας.

### 3.6 Χρήσεις γης

Η Περιφέρεια της Ηπείρου χαρακτηρίζεται από ένα πολυποίκιλο ορεινό ανάγλυφο, αλλά και την αφθονία εσωτερικών υδάτων. Όπως παρουσιάζεται στην εικόνα 19, η Περιφέρεια της Ηπείρου αποτελείται κυρίως από δάση και ημι-φυσικές εκτάσεις (72% της συνολικής έκτασης της Περιφέρειας), και παρουσιάζει κυρίως ποώδη και θαμνώδη βλάστηση.



Εικόνα 19: Χάρτης βλάστησης και χρήσεων γης (Περιφέρεια Ηπείρου) (πηγή [http://mapsportal.yopen.gr/layers/geonode:ipeiros\\_tel](http://mapsportal.yopen.gr/layers/geonode:ipeiros_tel))

### Κύριες Καλλιέργειες

Τα κτηνοτροφικά φυτά αποτελούν την επικρατέστερη καλλιέργεια της Περιφέρειας Ηπείρου σε όλες τις Περιφερειακές Ενότητες. Τα κυριότερα είδη που καλλιεργούνται σ' αυτές είναι ο αραβόσιτος για καρπό και η μηδική για σανό. Σε ξηρικές εκτάσεις καλλιεργούνται μηδική και κυρίως διάφορα χειμερινά σιτηρά (ακόμη και μέσα σε ελαιώνες), που βοσκούνται ως γρασίδια το χειμώνα, στο τέλος δε της άνοιξης αρκετά από αυτά χρησιμοποιούνται επιπρόσθετα για σανό, ενώ πολύ λίγα αφήνονται να θεριστούν για παραγωγή καρπού. Σύμφωνα με το Επιχειρησιακό Σχέδιο

Αγροτικής Ανάπτυξης «Καλάθι Αγροτικών Προϊόντων της Περιφέρειας Ηπείρου» (2010), το σύνολο παραγωγής τους υπολογίζεται περίπου σε 330.000 τόνους.

Η καλλιέργεια κτηνοτροφικών φυτών είναι μια καλλιέργεια με υψηλές απαιτήσεις σε νερό άρδευσης που κατά κανόνα γίνεται με συστήματα τεχνητής βροχής υπό πίεση. Η ούτως ή άλλως όμως υψηλή ενεργειακή απαίτηση για την άρδευση επιτείνεται ακόμη περισσότερο από την αλόγιστη χρήση νερού και ιδίως στις περιοχές όπου οι αποστάσεις και το ύψος άντλησης είναι μεγάλα.

Οι ελαιώνες αποτελούν την δεύτερη επικρατέστερη καλλιέργεια στο σύνολο της Περιφέρειας Ηπείρου. Σύμφωνα με το Επιχειρησιακό Σχέδιο Αγροτικής Ανάπτυξης «Καλάθι Αγροτικών Προϊόντων της Περιφέρειας Ηπείρου» (2010), το σύνολο παραγωγής της ελαιοκαλλιέργειας υπολογίζεται περίπου σε 5.330 τόνους ενώ σε βρώσιμες ελιές σε 7.250 τόνους. Οι ελαιοκαλλιέργειες εκτείνονται κυρίως στις Περιφερειακές Ενότητες Θεσπρωτίας, Πρέβεζας και Άρτας.

Η καλλιέργεια εσπεριδοειδών (πορτοκάλια, μανταρίνια, λεμόνια) αποτελεί την τρίτη επικρατέστερη καλλιέργεια στο σύνολο της Περιφέρειας Ηπείρου. Σύμφωνα με το Επιχειρησιακό Σχέδιο Αγροτικής Ανάπτυξης «Καλάθι Αγροτικών Προϊόντων της Περιφέρειας Ηπείρου» (2010), η παραγωγή των εσπεριδοειδών φτάνει περίπου σε 270.000 τόνους ενώ η παραγωγή ακτινιδίων σε 30.300 τόνους.

Το μεγαλύτερο μέρος της αμπελοκαλλιέργειας στην Περιφέρεια Ηπείρου συγκεντρώνεται στις ασβεστολιθικής προέλευσης, πλαγιές της αμπελουργικής ζώνης της Ζίτσας, σε υψόμετρο 700μ. από την επιφάνεια της θάλασσας. Η αμπελουργική ζώνη περιλαμβάνει έξι (6) τοπικές κοινότητες (Ζίτσας, Πρωτόπαππα, Καρίτσας, Λιγοψάς, Κληματιάς και Γαβρισίων). Αμπελώνες υπάρχουν επίσης και στο Μέτσοβο, στα Γραμμενοχώρια, στις κοιλάδες των ποταμών Καλαμά και Αωού καθώς και στο λεκανοπέδιο των Ιωαννίνων.

### **Δασοκομία**

Σύμφωνα με τα στοιχεία (Corine, 2012) η περιοχή των δασών στην Περιφέρεια της Ηπείρου καταλαμβάνει περίπου έκταση 2.370 km<sup>2</sup>, και διακρίνεται σε: Δάσος Πλατύφυλλων 1 (1370 km<sup>2</sup>), Δάσος Κωνοφόρων 2 (557 km<sup>2</sup>) και Δάσος Μικτό (442,3 km<sup>2</sup>).

Οι μεγαλύτερες εκμεταλλεύσιμες δασικές εκτάσεις βρίσκονται στις Π.Ε. Άρτας (B&BΔ τμήματα) και Ιωαννίνων (B&BA τμήματα της Π.Ε. - Κόνιτσα, Μέτσοβο και Ζαγόρια).

Σύμφωνα με το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα 2015-2019, οι μεγαλύτερες ποσότητες παραγωγής ξύλου παράγονται από τα δάση της Π.Ε. Ιωαννίνων. Η παραγωγή προέρχεται από υλοτομίες σε δάση Μαύρης Πεύκης (*Pinus nigra*), Ελάτης (*Abies cephalonica*), Οξυάς (*Fagus sylvatica*), Δρυός (*Quercus frainetto*), Αειφύλλων Πλατύφυλλων και λοιπών Πλατύφυλλων και άλλα προϊόντα όπως κάστανα, δαφνόφυλλα κ.α. Ωστόσο, οι μονάδες επεξεργασίας είναι μικρού μεγέθους και περιορισμένης παραγωγικής δραστηριότητας.

Σύμφωνα με στοιχεία που αναφέρονται στο ΠΑΑ (Πρόγραμμα Αγροτικής ανάπτυξης) 2015-2020, η πυκνότητα του δασικού οδικού δικτύου της Περιφέρειας Ηπείρου είναι 7 m<sup>3</sup>/ha.

Η θερμοκρασία του αέρα και η υγρασία αποτελεί έναν από τους σπουδαιότερους παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η οριζόντια και η κατακόρυφη εξάπλωση των δασοπονικών ειδών.

Κατατάσσοντας τα δασοπονικά είδη ανάλογα με τις απαιτήσεις τους σε θερμοκρασία, τα κωνοφόρα δέντρα που απαντώνται στην Περιφέρεια της Ηπείρου (Μαύρη Πεύκη και Κεφαλληνιακή Ελάτη) συγκαταλέγονται στα λιγότερα ψυχρόβια, ενώ τα πλατύφυλλα (Δρυς, Οξυά, Καστανιά) στα λιγότερο θερμόβια. Ως προς την επίδραση της θερμοκρασίας στην αφομοίωση και την αύξηση των δέντρων, διευκρινίζεται ότι η ελάχιστη θερμοκρασία, κάτω από την οποία δεν είναι δυνατή η αφομοίωση, είναι μεταξύ 0-5 °C. Η άριστη είναι μεταξύ 20-30 °C και η μέγιστη μεταξύ 40-50 °C. Τα αείφυλλα πλατύφυλλα είναι περισσότερο ευαίσθητα στους πρώιμους χειμέριους παγετούς (-5-0 °C), ενώ θερμοκρασίες 40 °C-54 °C ευθύνονται για την σταδιακή καταστροφή του φυτού (διαταραχές του μεταβολισμού, κροκίδωση του πρωτοπλάσματος και νέκρωση) (Ντάφης, 1986).

Τα δάση που είναι περισσότερο επισφαλή ως προς τις πυρκαγιές είναι τα κωνοφόρα, με δεύτερα κατά σειρά τα δάση από αείφυλλα πλατύφυλλα, ενώ τα δάση από φυλλοβόλα πλατύφυλλα είναι μάλλον πυρασφαλής. Επίσης, η διαμόρφωση ομήλικων συστάδων κωνοφόρων (κυρίως χαλεπίου, τραχείας και κυπαρισσιού), δημιουργεί δάση εξαιρετικά εύφλεκτα (Ταμπάκης & Καρανικόλα, 2015).

#### 4. Διαθέσιμα είδη τρούφας προς καλλιέργεια στην περιοχή μελέτης και το θεσμικό πλαίσιο

Στην περιοχή της Ηπείρου είναι γνωστό πως τα τελευταία χρόνια γίνεται ευρεία συλλογή πλέον διαφόρων τύπων τρουφών προς εμπορία, αλλά τα όποια στοιχεία είναι διαθέσιμα, προέρχονται από συνεντεύξεις με άτομα που ασχολούνται με την τρούφα μόλις την τελευταία δεκαετία, αρχικά σε ερασιτεχνικό μόνο επίπεδο με κίνητρο την αγάπη για τη φύση, ενώ τα τελευταία χρόνια αυτή τους η ενασχόληση τους αποφέρει και κάποιο οικονομικό όφελος .

Στο πλαίσιο συνεντεύξεων με ασχολούμενους τα τελευταία χρόνια με την καλλιέργεια και τη διαχείριση της τρούφας, ήτοι: με τους κους Μυλωνά Βασίλειο (μέλος του Trufaclub), Παναγιώτη Παναγιωτίδη (Τεχνικός Καλλιέργειας Τρούφας) και Κρομμύδα Θωμά (Τρουφοπαραγωγό), συγκεντρώσαμε και παραθέτουμε τα ακόλουθα στοιχεία:

- Στην περιοχή μελέτης βρέθηκαν και συλλέχθηκαν στο φυσικό τους περιβάλλον από τα είδη του γένους *Tuber*, η μελανόσπορη, η *T. brumale*, η *Tuber aestivum*, η *Tuber aestivum forma uncinatum* και η *T. borchii*, κάτω από ή πολύ κοντά σε συστάδες Δρυός. Το γεγονός αυτό μας οδηγεί σε αρκετά ασφαλές συμπέρασμα ότι τα συγκεκριμένα είδη μπορούν να αναπτυχθούν στην Ήπειρο.

Με τον ίδιο τρόπο συλλέξαμε στοιχεία και για την ύπαρξη φυτειών με τρούφες στην Ήπειρο.

- Στην περιοχή μελέτης υπάρχουν διακόσια στρέμματα (220) περίπου καλλιεργειών Τρούφας. Καμμία από τις φυτείες αυτές δεν είναι ενταγμένες σε κάποιο επιδοτούμενο πρόγραμμα για τον απλούστατο λόγο ότι δεν υπάρχουν προγράμματα ειδικά για την Τρούφα, παρά μόνο αυτή μπορεί να υπαχθεί σε προγράμματα βελτίωσης καλλιέργειας.
- Τις φυτείες με τρούφα τις διατηρούν και ασχολούνται και μη αγρότες.
- Τα παραγόμενα προϊόντα διατίθενται σε αγορές της Ιταλίας ή σε εμπόρους.
- Στην περιφερειακή ενότητα Ιωαννίνων υπάρχουν τουλάχιστον εικοσιτρείς (23) φυτείες συνολικής έκτασης 145 στεμμάτων κυρίως με μελανόσπορη, συμβιώνοντας κυρίως με δρυ και μάλιστα ο κος Μυλωνάς Βασίλειος μας δήλωσε ότι η μία από αυτές έδωσε ικανοποιητική σοδειά το 2020.

- Μετά από επικοινωνία με το τμήμα αγροτικής ανάπτυξης Ιωαννίνων κανένας δεν έχει αιτηθεί ένταξη σε πρόγραμμα βελτίωσης καλλιέργειας με τρούφα.
- Στην περιφερειακή ενότητα Άρτας υπάρχουν πέντε (5) καλλιέργειες συνολικής έκτασης γύρω στα πενήντα (50) στρέμματα. Τα είδη Τρούφας που καλλιεργούνται είναι η *T. borchii*, η *Tuber aestivum* και η *T. brumale*, οι οποίες συμβιώνουν ως επί τω πλείστον με είδη δρυός. Οι περισσότεροι από τους ιδιοκτήτες των φυτειών επίσης δεν είναι αγρότες.
- Στην περιφερειακή ενότητα Θεσπρωτίας ερευνώντας το 5% της έκτασής της, διαπιστώσαμε ότι υπάρχει τουλάχιστον μία (1) φυτεία με *Tuber aestivum* και *T. brumale* συνολικής έκτασης πέντε (5) στρεμμάτων, σε 150 μέτρα υψόμετρο με 120 δέντρα, δύο ειδών δρυός (*Quercus cerris* και *Quercus pubescens*) αγορασμένα από Ιταλία και εμβολιασμένα με *T.aestivum* και *T.aestivum* forma *uncinatum* πριν 8 έτη χωρίς μερική συλλογή ακόμη. Στη ευρύτερη περιοχή από την φυτεία, τρουφοκυνηγοί έχουν βρει *T.aestivum* και *T.borchii*.

Αν στο μέλλον υπάρξουν αρκετές φυτείες με τρούφα στην συγκεκριμένη περιφερειακή ενότητα, οι Θεσπρωτοί θα έχουν καταφέρει να πουλούν τα δύο πιο ακριβά εδέσματα στην Ευρώπη, το χαβιάρι αμβρακικού και την Τρούφα. Άλλωστε η σύνδεση μέσω θάλασσας με την γειτονική Ιταλία η οποία δραστηριοποιείται από το 1930 στην τρουφοκαλλιέργεια ήδη υπάρχει.

Για την περιφερειακή ενότητα Πρέβεζας μας δόθηκε η πληροφορία ότι υπάρχουν καλλιέργειες τρούφας συνολικής έκτασης περίπου είκοσι (20) στρεμμάτων, φυτεμένες με δρυ και φουντουκίες εμβολιασμένες με *T.borchii*.

Τα παραπάνω στοιχεία συλλέχθηκαν με μεγάλη δυσκολία, γιατί οι τρουφοπαραγωγοί αντιμετωπίζουν το πρόβλημα κλοπής των προϊόντων τους μιας και πρόκειται για τόσο ακριβό προϊόν και ήταν επιφυλακτικοί να μας δώσουν τις πληροφορίες που χρειαζόμαστε.

Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι αν και οι τιμές της Τρούφας ανά κιλό δεν είναι σταθερές κάθε έτος και εξαρτώνται από το είδος, την ποιότητα και το μέγεθος, αυτές ξεκινούν από εκατοντάδες ευρώ και φτάνουν σε χιλιάδες ευρώ το κιλό, ενώ η χρηματική απόδοση ανά στρέμμα είναι 1000-1500 ευρώ, αλλά μπορεί να φτάσει και 3000-6000 ευρώ ανάλογα πάντα με το είδος, την ποιότητα και το μέγεθος της Τρούφας που συλλέγεται.

#### 4.1 Διαθέσιμα είδη τρούφας προς καλλιέργεια

Εν γένει, στην Ελλάδα, και εστιάζοντας στην περιφέρεια της Ηπείρου, τα είδη τρούφας που προσφέρονται προς καλλιέργεια είναι τα ακόλουθα:

- *Tuber melanosporum* (Μαύρη Τρούφα, η πολύτιμη)
- *Tuber brumale* var *brumale* (Χειμωνιάτικη Μαύρη Τρούφα)
- *Tuber aestivum* (Μαύρη Καλοκαιρινή Τρούφα)
- *Tuber aestivum* forma *uncinatum* (Φθινοπωπορινή Μαύρη Τρούφα)
- *Tuber magnatum* (Λευκή Τρούφα η πολύτιμη)
- *Tuber borchii* (Λευκή Τρούφα του Μπόρχ)

##### 4.1.1 *Tuber melanosporum* (Μαύρη Τρούφα, η πολύτιμη)



Εικόνα 20: *Tuber melanosporum*

Συνήθως έχει διάμετρο 5-8 εκ., όμως μπορεί να γίνει και μεγαλύτερη. Βάρος, από μερικά γραμμάρια έως 40- 150 γρ. Καμιά φορά 200- 300 γρ, σπάνια μπορεί να φτάσει τα 600. Τον Ιανουάριο του 1984 στο Furlo της Acqualagna συλλέχθηκε μία με βάρος 1380γρ.. Το άρωμα είναι ευχάριστο και ντελικάτο, καμιά φορά έντονο και το διατηρεί ακόμα και μετά το μαγείρεμα, με



γεύση χαρακτηριστική και εξαιρετική. Ωριμάζει από μέσα Νοεμβρίου έως τέλος Μαρτίου και σχηματίζεται σε βάθος από 5-35 εκ. περίπου (Γιδαράκου, 2008; Γάτσιος, 2007).

Αναπτύσσεται και σε άγονα, απρόσιτα εδάφη στα οποία δεν αποδίδουν άλλες καλλιέργειες. Θέλει εδάφη αλκαλικά ( $pH = 7,2-8,2$ ), αυξημένου πορώδους, με καλή στράγγιση και αρκετά σκελετικά υλικά. Ιδανικός θεωρείται ο ασβεστολιθικός πηλός, τα ελαφριά αμμώδη εδάφη και τα άσπρα ελαφριά αργιλοασβεστώδη. Προτιμά έκθεση Βόρειο-Ανατολική και Βόρειο-Δυτική στις περιοχές με χαμηλό υψόμετρο και Νότιο σε περιοχές υψηλού υψομέτρου, με ετήσια βροχόπτωση μεταξύ 600- 900 χιλιοστά και με υψόμετρο 300-1200 μέτρα.

Η μελανόσπορη απαιτεί τους μήνες Απρίλιο-Μάιο πολλές βροχές και θερμοκρασία εδάφους 5-10 °C σε βάθος 10-15εκ. Αυτές οι συνθήκες καθορίζουν την καλύτερη αύξηση του μυκηλίου της τρούφας και προωθούν την καρποφορία τους.

Το καλοκαίρι οι συχνές βροχές δεν είναι ευνοϊκές, γιατί μειώνουν πολύ τη θερμοκρασία του εδάφους, η οποία πρέπει να είναι 25 °C για να συνεχίσει η ανάπτυξη της καρποφορίας. Η υγρασία του χώματος πρέπει να διατηρείται με βροχές κάθε 20 ημέρες. Τους μήνες Σεπτέμβριο-Οκτώβριο για την αύξηση του βάρους της τρούφας, είναι απαραίτητο το έδαφος να είναι υγρό, χωρίς όμως η υγρασία που περιέχει να είναι υπερβολική. Η μείωση της θερμοκρασίας τέλος φθινοπώρου είναι βασική για την ωρίμανση της τρούφας (Γιδαράκου, 2008; Γάτσιος, 2007).

Η ποικιλία μελανόσπορη δεν είναι πολύ αποδοτική σε περιοχές με πολύ έντονο κρύο το χειμώνα και έντονη ζέστη το καλοκαίρι. Υπερβολική ζέστη και ξηρασία το καλοκαίρι μπορεί να ζημιώσει τις τρούφες στο ξεκίνημά τους. Θερμοκρασίες εδάφους μεγαλύτερες από 30 °C που συνδυάζονται από ελάχιστη υγρασία υποβαθμίζουν σημαντικά τους μύκητες. Η πτώση της θερμοκρασίας του εδάφους το φθινόπωρο και το χειμώνα στο επίπεδο των 5-10 °C θεωρείται ευνοϊκή για την καλύτερη ωρίμανση της τρούφας. Κατά τη διάρκεια του χειμώνα οι υπερβολικά χαμηλές θερμοκρασίες (- 10 °C ) είναι βλαβερές όταν διαρκούν περισσότερο από 10 ημέρες. Αρνητικές θερμοκρασίες της τάξεως των -10 και -12 °C δεν είναι επικίνδυνες, ιδιαίτερα όταν η θερμοκρασία ανεβαίνει αισθητά κατά τη διάρκεια της ημέρας. Όμως, οι μεγάλες ανοιξιάτικες παγωνιές μπορούν να υποβαθμίσουν το προϊόν ακόμα και τα φυτά που συμβιώνουν μαζί τους και τις μυκόρριζες που βρίσκονται σε έντονη βλάστηση.

Η τρούφα αυτή αναπτύσσεται σε περιοχές του Βορείου ημισφαιρίου από γεωγραφικό πλάτος 40° έως 46° . Στη φύση βρίσκεται στην Ιταλία, Γαλλία, Ισπανία, Πορτογαλία, Δαλματία, Σερβία, Ελλάδα, Βουλγαρία, Τουρκία αλλά και στη Σαρδηνία. Υπάρχουν αξιόλογες φυτείες στη Γιουγκοσλαβία, Νέα Ζηλανδία, Ταϊβανία, Ισραήλ και στο Όρεγκον των ΗΠΑ. Το καλύτερο φυτό για συμβίωση είναι η *Quercus pubescens* (χνοώδης δρυς). Άλλα φυτά που συμβιώνουν πολύ καλά είναι: *Quercus ilex* (αριά), *Quercus cerris* (ρουπάκι), *Corylus anellana* (φουντουκιά), *Carpinus nigra* (κάρπινος). Φυτά που συμβιώνουν καλά είναι: *Quercus robur*, *Carpinus alba*, *Tilia cordata* (φλαμουριά), *Pinus* sp. (πεύκα), *Cistus incanus* (λαδανιά). Στην περίπτωση της λαδανιάς οι αρχικές αντιλήψεις την θεωρούσαν ως άριστο φυτό για την παραγωγή τρούφας λόγω του μικρού χρόνου έναρξης παραγωγής, αλλά μετά από την επιμελή καλλιέργειά του διαπιστώθηκε ότι οι αποδόσεις που έδινε το κάθε φυτό ήταν απογοητευτικές (Γιδαράκου, 2008; Γάτσιος, 2007).

#### 4.1.2 *Tuber brumale* var *brumale* (Χειμωνιάτικη Μαύρη Τρούφα)



Εικόνα 8 *Tuber brumale* var *brumale*

Το μέγεθος των καρποφοριών κυμαίνονται από 1εκ. έως 4-7 εκ. μέγιστο και το βάρος τους από 30- 100 γρ. Έχει πολύ λεπτό άρωμα, ευχάριστο, που θυμίζει ξύλο από αγριοκρανιά (*Cornus sanguinea*). Μοιάζει με τη μελανόσπορη, αλλά επειδή το άρωμά της δεν είναι τόσο έντονο, η εμπορική της αξία είναι πιο μικρή. Ωριμάζει μέσα Νοεμβρίου έως τέλος Μαρτίου. Ζει στα ίδια

εδάφη με το *T.melanosporum* αλλά αναπτύσσεται ικανοποιητικά και σε περιοχές με λίγο ασβέστιο, πιο συνεκτικά, με λιγότερο χαλίκι και πλούσια σε άργιλο, πιο ξηρά κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, πιο πλούσια σε οργανική ουσία ή που βρέχει πιο συχνά.

Οι καρποφορίες εμφανίζονται σε βάθος 5- 30εκ.. Ζει σε εδάφη παρόμοια με αυτά που απαιτεί η μελανόσπορη, αλλά και πιο πλούσια σε οργανική ουσία. Μπορεί να αναπτυχθεί και σε χώματα πιο αργιλώδη και λιγότερο υδατοπερατά, πιο ξηρά κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, σε περιοχές που ενδημεί ακόμα και η *T.aestivum*. Αναπτύσσεται σε υψόμετρο 200- 1000 μέτρων και προτιμάει ζεστές εκθέσεις. Στη φύση απαντάται κυρίως σε Ιταλία, Γαλλία, Ισπανία, Γερμανία, Πολωνία, Ουγγαρία και Αγγλία.

Καλύτερη συμβίωση έχει με τη φουντουκιά και τη χνοώδη δρυ, αλλά επίσης με τα *Quercus cerris* (ρουπάκι), *Quercus ilex* (αριά), *Carpino nigra* (κάρπινο), *Fagus sylvatica* (οξυά). Συνήθως εμβολιάζεται σε διπλό εμβολιασμό μαζί με τη μελανόσπορη (Γιδαράκου, 2008; Γάτσιος, 2007).

#### 4.1.3 *Tuber aestivum* (Μαύρη Καλοκαιρινή Τρούφα)



Εικόνα 22: *Tuber Aestivum*

Έχει διάμετρο από 1-14 εκ., βάρος έως 500 γρ.. Σε μερικές περιπτώσεις μπορεί να φτάσει και το 1 κιλό. Το 1995 συλλέχθηκε τρούφα η οποία ζύγιζε 1.680 γραμμάρια. Το άρωμά της είναι ελαφρύ και ντελικάτο όταν είναι φρέσκια, αλλά γενικά χαρακτηρίζεται άτονη και θυμίζει βραστό καλαμπόκι ή τη ζύμη της μύρας. Οι τρούφες όμως που συλλέγονται πριν από το καλοκαίρι δεν είναι ώριμες και είναι υποβαθμισμένης ποιότητας (Γιδαράκου, 2008; Γάτσιος, 2007).

Οι καλύτερες τρούφες του είδους αυτού είναι αυτές που συλλέγονται το Σεπτέμβριο-Οκτώβριο, όταν η θερμοκρασία αρχίζει να πέφτει. Θέλει ασβεστώδη εδάφη με αρκετό χαλίκι, μα αντέχει και σε αργιλώδη εδάφη. Είναι πιο ευπροσάρμοστη από ότι η μελανόσπορη και εμφανίζεται σε διάφορους τύπους εδαφών. Η *T. aestivum* (καλοκαιρινή μαύρη) είναι η πιο ανθεκτική ποικιλία, προτείνεται να φυτευτεί στις περιοχές ή στα σημεία του χωραφιού που είναι πιο άγονες, ξηροθερμικές ή όπου το pH και τα άλλα στοιχεία δεν είναι στις άριστες αναλογίες. Μπορεί να καλλιεργηθεί ακόμα και σε ξερικά χωράφια, όμως στην περίπτωση έντονης ξηρασίας το ασκοκάρπιο σταματά την ανάπτυξή του, δεν ωριμάζει, η σάρκα του γίνεται υπόλευκη και το άρωμα χάνεται.

Οι τρούφες *T.aestivum* εμφανίζονται στα λίγα εκατοστά κάτω από την επιφάνεια του εδάφους και καμιά φορά τελείως επιφανειακά ανάμεσα από τις σχισμές της γης. Αναπτύσσεται από 0 υψόμετρο έως 800-900 μέτρα. Μπορεί, να βρεθεί κάτω από μεμονωμένα δένδρα, στα ξέφωτα, κάτω από πλατύφυλλα ή κωνοφόρα που δεν έχουν μεγάλη πυκνότητα φύλλων. Προτιμάει ηλιαζόμενες εκθέσεις. Είναι λιγότερο απαιτητική όσον αφορά στην υγρασία.

Συμβιώνει καλά με: *Pinus halepensis* (πεύκη χαλέπιος), *Quercus pubescens* (χνοώδης δρυς), *Quercus ilex* (αριά). Τα *Carpinus nigra* (κάρπινος), *Corylus avellana* (φουντουκιά), *Quercus cerris* (ρουπάκι), *Tilia cordata* (φλαμουριά) είναι μέτριοι φορείς. Στη φύση υπάρχει στην Ιταλία, Σικελία, Σαρδηνία, Ισπανία. Νότια Αγγλία και νοτιοανατολική Γαλλία, Γερμανία, Σερβία, Ελλάδα, Ουγγαρία και Τουρκία (Γιδαράκου, 2008; Γάτσιος, 2007).

#### 4.1.4 *Tuber aestivum* forma *uncinatum* (Φθινοπωπορινή Μαύρη Τρούφα)



Εικόνα 23: *Tuber aestivum* forma *uncinatum*

Άρωμα ευχάριστο και σχετικά έντονο. Γεύση που θυμίζει φουντούκι. Είναι ανώτερης ποιότητας τρούφα σε σχέση με την *T. aestivum*. Η ωρίμανση των καρποφοριών αρχίζει μέσα Ιουνίου και στην περίπτωση που οι βροχές του Ιουλίου είναι ανεπαρκείς, οι τρούφες αφυδατώνονται και δεν ωριμάζουν. Οι καλύτερες τρούφες είναι αυτές που ωριμάζουν τον Οκτώβριο, Νοέμβριο και Δεκέμβριο.

Μπορεί να συγκομιστεί μέχρι και τον Φεβρουάριο. Εμφανίζονται στα λίγα εκατοστά από την επιφάνεια του εδάφους, σπάνια ακόμα και κάτω από στρώματα πεσμένων φύλλων, με αποτέλεσμα να είναι πολύ εύκολο να εντοπιστούν. Θέλει εδάφη πιο ασβεστώδη και πλούσια σε οργανική ουσία, με pH 7-7,8 και υψόμετρο έως 1200-1300 μέτρα. Αντιδρά καλά σε κλίμα ημι-ηπειρωτικό, υψηλή βροχόπτωση 700-800 χιλ, καλά κατανομημένη κατά τη διάρκεια του έτους, μέση ετήσια θερμοκρασία 9 °C και περίοδο με θερμοκρασία υπό του μηδενός περίπου 80 ημέρες.

Χρειάζεται αυξημένη υγρασία εδάφους και σκιερά εδάφη, για το λόγο αυτό προτείνεται και η βόρεια έκθεση, χωρίς πολύ ξηρά και θερμά καλοκαίρια και με αυξημένη υγρασία τον Απρίλιο-Μάιο. Απαντάται από τη μεσόγειο έως τη Σκανδιναβία, από τον ατλαντικό έως τη Ρωσία. Στην Ιταλία εμφανίζεται κυρίως σε υψίπεδα και βουνά της κεντρικής Ιταλίας αλλά και σε άλλες ζώνες (Γιδαράκου, 2008; Γάτσιος, 2007)

#### 4.1.5 *Tuber magnatum* (Λευκή Τρούφα η πολύτιμη)



Εικόνα 24: *Tuber magnatum*

Εμφανίζονται στη φύση σε εδάφη που προέρχονται από μάργες της εποχής του Πλειόκαινου ή του Μειόκαινου, σε πετρώματα που διαβρώθηκαν γρήγορα και παρουσιάζουν διάθρωση σε στρώματα συνήθως οριζόντια και πιο σπάνια κεκλιμένα. Απαιτεί γόνιμα χώματα, με επαρκή μακροστοιχεία και μικροστοιχεία και με pH= 7,2-8,0. Επίσης χρειάζεται εδάφη που δέχονται αρκετή βροχόπτωση και έχουν υψηλή εδαφική υγρασία ακόμα και το καλοκαίρι, μέτρια υδατοπερατά με υψόμετρο 0-1000 μέτρα.

Κατά γενική παραδοχή η ποικιλία αυτή απαιτεί ανοιξιάτικες βροχοπτώσεις της τάξεως των 110 mm το μήνα, που συντελεί στη δημιουργία των αρχέγονων κυττάρων των καρποφοριών.. Κατά τη διάρκεια του Ιουλίου και Αυγούστου η βροχόπτωση μπορεί να μειωθεί σε 40-55 mm το μήνα, ενώ το φθινόπωρο να αυξηθεί σε 80-100 mm. Η μέση θερμοκρασία του αέρα μπορεί να κατέβει λίγους βαθμούς υπό το μηδέν, ενώ τον Ιούλιο να φτάσει το μέγιστο στους 23-24 ° C.

Η ποικιλία αυτή είναι η πιο εκλεκτή και ακριβή, όμως οι παραγωγοί δε θα πρέπει να ενθαρρύνονται να φυτεύουν μεγάλες εκτάσεις από τη συγκεκριμένη τρούφα, παρά μόνο δοκιμαστικά. Είναι η πιο ευαίσθητη ποικιλία τρούφας τόσο στον ανταγωνισμό με άλλες μυκόρριζες όσο και στην αναγκαιότητα να υπάρχουν άριστες συνθήκες για την ανάπτυξή της.

Σε πολλές φυτείες της έχει διαπιστωθεί, ότι με τον καιρό μειώνεται σημαντικά η παραγωγή της και σε πολλές περιπτώσεις εγκαθίσταται η *T. borchii*, η οποία είναι μεν άσπρη τρούφα, όμως πολύ κατώτερης ποιότητας και χαμηλότερης εμπορικής αξίας (Γιδαράκου, 2008; Γάτσιος, 2007).

#### 4.1.6 *Tuber borchii* (Λευκή Τρούφα του Μπόρχ)



Εικόνα 25: Καρποφορίες της *Tuber borchii*

Προσαρμόζεται σε πάρα πολλά εδάφη, όμως προτιμάει εδάφη που στραγγίζουν καλά ακόμη και αυτά που είναι αρκετά ξερά κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. Εμφανίζεται συχνά σε καλλιέργειες άλλων ποικιλιών τρούφας, ειδικά της *T. magnatum*, και δρα ανταγωνιστικά προς αυτές. Προτιμάει pH 7,5-8,0, αντέχει σε εδάφη ηφαιστειογενή, πολύ αμμώδη, φτωχά σε άργιλο, υψηλής υδατοπερατότητας και αντιδρά πολύ καλύτερα από τις άλλες τρούφες όταν εδάφη χαμηλότερου pH βελτιώνονται τεχνητά με την προσθήκη γύψου (Γιδαράκου, 2008; Γάτσιος, 2007).

## 4.2 Θεσμικό πλαίσιο

Σε παγκόσμιο επίπεδο οι ωφέλιμοι και οι συμβιωτικοί μύκητες δεν λαμβάνουν προσοχής σε προγράμματα προστασίας και διατήρησης της φύσης, σε αντίθεση με τους οργανισμούς που ανήκουν στα Βασίλεια των Ζώων και των Φυτών. Ενδεικτικό είναι ότι οι μύκητες δεν εμπεριέχονται σε καμία από τις διεθνείς συνθήκες για την προστασία της βιοποικιλότητας. Το γεγονός αυτό οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στο ότι οι μύκητες είναι οργανισμοί των οποίων η παρουσία δεν είναι ευχερώς αντιληπτή και ως εκ τούτου δεν είναι εύκολο να διαπιστωθεί ούτε η τεράστια ποικιλότητά τους, ούτε οι βασικοί ρόλοι που επιτελούν στα οικοσυστήματα. Επιπλέον,

οι ιδιαιτερότητες των μυκήτων ως οργανισμών, όπως κυρίως η ύπαρξη αφανών δικτύων υφών (μυκηλιακών συστημάτων) αντί μεμονωμένων ατόμων, καθιστούν δύσκολη τη χρήση αντικειμενικών κριτηρίων, παρόμοιων με εκείνα των άλλων οργανισμών για τη μελέτη τους σε πληθυσμιακό επίπεδο. Παράλληλα, η εξάρτηση του σχηματισμού των μακρομυκήτων από τις κλιματολογικές και περιβαλλοντικές συνθήκες, προκαλεί προβλήματα στη μελέτη τους, αφού αυτά δεν εμφανίζονται κάθε χρόνο, όπως προαναφέρθηκε, απαιτώντας συνεπώς μακροχρόνια παρακολούθηση.

Στην Ευρώπη, γίνονται προσπάθειες τα τελευταία χρόνια καταγραφής των κινδύνων που απειλούν τους μακρομύκητες, καθώς και της εξάπλωσης και αφθονίας επιλεγμένων ειδών. Μέχρι στιγμής δεν υπάρχει ενιαίος ευρωπαϊκός Κατάλογος Ερυθρών Δεδομένων για τους μακρομύκητες, παρόλα αυτά είναι διαθέσιμοι εθνικοί κατάλογοι από αρκετές χώρες της Ευρώπης. Στο πλαίσιο της προσπάθειας για τη δημιουργία ενός ενιαίου ευρωπαϊκού Καταλόγου Ερυθρών Δεδομένων με σκοπό να συμπεριληφθούν στη Σύμβαση της Βέρνης, εκδόθηκε από τους Dahlberg και Cronebor το έτος 2003, μετά από συνεργασία πολλών ευρωπαίων μυκητολόγων, κατάλογος ο οποίος περιλαμβάνει 33 είδη μακρομυκήτων που χαρακτηρίζονται ως απειλούμενα.

Στην Ελλάδα οι μύκητες έχουν αγνοηθεί πλήρως από κάθε νομοθεσία σχετική με την προστασία και τη διατήρηση της φύσης. Στην «Εθνική Στρατηγική για τη Βιοποικιλότητα», που συντάχθηκε τον Ιανουάριο του 2014 από το ΥΠΕΚΑ και όπου για πρώτη φορά γίνεται μνεία των μυκήτων, δίνεται ο ορισμός τους ως οργανισμοί και αναφέρεται ότι κυριότερες απειλές αποτελούν η ρύπανση του εδάφους, η μείωση ή και εξαφάνιση ορισμένων βιοτόπων, καθώς και η χωρίς κανόνες εμπορική συλλογή καρποσωμάτων Α.Ε.Μ. (Ανώτατα Επιτρεπόμενα Μισθώματα).

Δυστυχώς στην Ελλάδα δεν υπάρχει Εθνικός Κατάλογος Ερυθρών Δεδομένων για τους μακρομύκητες. Αν και οι αναφορές και οι καταγραφές τα τελευταία χρόνια έχουν αυξηθεί, η έλλειψη δεδομένων σε βάθος παρελθόντος χρόνου καθιστά δύσκολη τη δημιουργία ενός τέτοιου καταλόγου με βάση τα κριτήρια της IUCN. Μοναδική εξαίρεση αποτελεί το είδος *Pleurotus nebrodensis* το οποίο παράγει εξαιρετικά Α.Ε.Μ. και λόγω της σπανιότητας του (η παρουσία του έχει καταγραφεί μόνο στη Σικελία και στην ηπειρωτική Ελλάδα) έχει ενταχθεί στον κατάλογο των “IUCN’s Top 50 Mediterranean Island Plants”, <http://top50.iucn-mpsg.org/species/39>).



Το κύριο εργαλείο με το οποίο καλύπτονται τα θέματα της βιοποικιλότητας είναι ο νόμος 3937/2011 («Διατήρηση της Βιοποικιλότητας και άλλες διατάξεις») ο οποίος τροποποίησε ευρέως τον 1650/1986. Είναι δόκιμο επομένως να ληφθούν υπόψη οι πρόνοιες του εν λόγω Νόμου πριν θεσμοθετηθεί το πλαίσιο για τη διαχείριση των Α.Ε.Μ. ειδικότερα σε ότι αφορά στην διατήρηση και προστασία της βιοποικιλότητας όλων των αυτοφυών μακρομυκήτων. Επιπροσθέτως και σύμφωνα και με τον παραπάνω νόμο, είναι σκόπιμο να εξεταστεί το θέμα των μυκήτων και από την οπτική των γενετικών πόρων, αλλά και της αντιμετώπισης εισβολής ξενικών ειδών, κάποια από τα οποία είναι μύκητες.

#### 4.2.1 Γενετικοί πόροι

Το σύνολο των γενετικών πόρων της Ελλάδας λογίζεται ως προστατευόμενο εθνικό κεφάλαιο. Η χρήση του υπόκειται στους όρους και περιορισμούς, για την πρόσβαση στους γενετικούς πόρους, καθώς και το δίκαιο και ισότιμο καταμερισμό των ωφελειών που προκύπτουν από τη χρήση τους, σύμφωνα με τις κατευθύνσεις του σχετικού πρωτοκόλλου που ψηφίστηκε στη Ναγκόγια της Ιαπωνίας τον Οκτώβριο του 2010.

Το τελευταίο κυρώθηκε από την Ελλάδα στο πλαίσιο της Σύμβασης για τη Βιοποικιλότητα και της Συνθήκης του Οργανισμού Τροφίμων και Γεωργίας (FAO) για τους φυτογενετικούς πόρους για τη διατροφή και τη γεωργία, (όπως η προτελευταία κυρώθηκε με το ν. 2014/1992, ΦΕΚ 29 Α'). Η χρήση των γενετικών πόρων ρυθμίζεται με κοινή απόφαση των Υπουργών Αγροτικής Ανάπτυξης και Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής. Σε μια τέτοια περίπτωση θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι οι μύκητες αποτελούν ένα από τα πολυπληθέστερα Βασίλεια.

#### 4.2.2 Εισβάλλοντα ξενικά είδη

Τα εισβάλλοντα ξενικά είδη ορίζονται (βλέπε Άρθρο 2 Ν. 3937/2011) ως «είδη φυτών, ζώων ή άλλων οργανισμών που εισάγονται, εκούσια ή ακούσια από τον άνθρωπο σε περιοχές εκτός του ιστορικά γνωστού εύρους εξάπλωσής τους και τα οποία, επεκτεινόμενα μέσω της διασποράς, εγκαθιστούν πληθυσμούς, εκτός του σημείου πρώτης εισαγωγής τους σε φυσικά ή ημιφυσικά οικοσυστήματα, επηρεάζοντας αρνητικά τη δομή και λειτουργία τους».

Υπό το πρίσμα αυτού του ορισμού περιλαμβάνονται στον νόμο και μύκητες που έχουν εισβάλει σε διάφορες χώρες προκαλώντας συχνά μεγάλα προβλήματα στους αυτόχθονες οργανισμούς. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν τα ξενικά είδη τρούφας που έχουν εισαχθεί από την Ασία σε φυτείες στην Ιταλία και μπορεί να αποτελέσουν πιθανή απειλή και στην Ελλάδα με την αθρόα και χωρίς φυτοπαθολογικό έλεγχο εισαγωγή στην χώρα μας εμβολιασμένων δέντρων από την γείτονα χώρα.

Ο ν.3937/2011 στο άρθρο 12 προβλέπει ειδικές ρυθμίσεις για τα ξενικά είδη. Ειδικότερα στο παρ.1, ορίζει τη σύνταξη καταλόγων ξενικών ειδών, ενώ στη συνέχεια στις παρ. 2, 3 & 4, ρυθμίζει την υποδιαίρεσή τους σε κατηγορίες ανάλογα με τον κίνδυνο εξάπλωσής τους και τα σχέδια διαχείρισης για την πρόληψη, έγκαιρο εντοπισμό, εξάπλωση, πρόληψη διασποράς, παρακολούθηση, έλεγχο και μακροπρόθεσμο περιορισμό της εξάπλωσής τους αλλά και την αποκατάσταση της βιοποικιλότητας των οικοσυστημάτων που επηρεάστηκαν από την εγκατάσταση πληθυσμών εισβαλλόντων ξενικών ειδών.

Στην περίπτωση των μυκήτων δεν έχει υπάρξει κάποια πρόοδος και θα ήταν σκόπιμο στο γενικότερο πλαίσιο καταγραφής της βιοποικιλότητας των Α.Ε.Μ. να καταβληθεί προσπάθεια και για κατάρτιση καταλόγου ξενικών ειδών και μέτρων πρόληψης-αντιμετώπισης των επιπτώσεων τους ή στην κατάρτιση καταλόγου ξενικών ειδών (συνολικά) να ενταχθούν και ξενικά είδη μυκήτων εφόσον υπάρχουν. Θα πρέπει να τονιστεί εδώ ότι κάποιοι μύκητες αποτελούν εισβάλλοντα φυτοπαθογόνα παραγωγικών οπωροφόρων δέντρων ή δασικών ειδών τα οποία περιλαμβάνονται στην σχετική φυτοπαθολογική νομοθεσία.

#### 4.2.3 Οικονομικές ενισχύσεις και ισχύον πλαίσιο για την καλλιέργεια τρούφας και μανιταριών

Οικονομικές ενισχύσεις υπάρχουν μόνο για την καλλιέργεια των μανιταριών. Για τα υπόγεια μανιτάρια όπως είναι η τρούφα δεν υπάρχει κάτι ειδικό και ιδιαίτερο, πάντως η τρούφα είναι μανιτάρι.

Παρακάτω παραθέτουμε τον ΕΕ Κανονισμό που όμως οι οικονομικές ενισχύσεις που αυτός προβλέπει για τα μανιτάρια χορηγούνται μέσω των Οργανώσεων Παραγωγών που καλλιεργούν μανιτάρια.

Ο Κανονισμός είναι ο Καν. ΕΕ 1234/2007 και 543/11 και προβλέπει ότι:

Οι Προϋποθέσεις ενίσχυσης περιλαμβάνουν:

- οι Οργανώσεις Παραγωγών (ΟρΠ) να δραστηριοποιούνται στην καλλιέργεια μανιταριών
- ο αριθμός των μελών της οργάνωσης να είναι κατ' ελάχιστο 7 άτομα,
- η ετήσια αξία της εμπορευθείσας παραγωγής της οργάνωσης να είναι κατ' ελάχιστο 100.000€,
- να υποβάλλουν Επιχειρησιακό Πρόγραμμα (ΕΠ), στο οποίο να παρουσιάζουν τις δράσεις για τις οποίες επιθυμούν να επιδοτηθούν.

Επιδοτούνται δράσεις που αφορούν:

- στον προγραμματισμό της παραγωγής (προμήθεια πολλαπλασιαστικού υλικού, προμήθεια μηχανολογικού εξοπλισμού κ.λ.π.)
- στη διατήρηση και βελτίωση της ποιότητας του προϊόντος: (πιστοποίηση ολοκληρωμένης διαχείρισης, πιστοποίηση βιολογικής παραγωγής, ιχνηλασιμότητα κ.λ.π)
- στη βελτίωση της εμπορίας (διαλογή τυποποίηση, συσκευασία, προώθηση κ.λ.π)
- στην προστασία του περιβάλλοντος (διαχείριση υπολειμμάτων κ.λπ)

Το ύψος της επιδοτούμενης δαπάνης ανέρχεται στο 8,2 % της αξίας της εμπορευθείσας παραγωγής κατά έτος. Αντίστοιχα το ποσοστό επιχορήγησης φτάνει μέχρι το 60 % της επιδοτούμενης δαπάνης. Οι αιτήσεις υποβάλλονται στις Διευθύνσεις Αγροτικής Οικονομίας και Κτηνιατρικής μέχρι τις 15 Δεκεμβρίου κάθε έτους.

- Μέσω της κατάθεσης σχεδίων βελτίωσης (επενδυτικών σχεδίων):

Το μέτρο αφορά για επενδύσεις γεωργικών εκμεταλλεύσεων παραγωγής μανιταριών. Δικαιούχοι του μέτρου είναι φυσικά ή νομικά πρόσωπα που μπορούν να κριθούν ως γεωργοί εφόσον είναι νόμιμοι κάτοχοι και αρχηγοί γεωργικής εκμετάλλευσης ηλικίας από 18-60 ετών.

Επιλέξιμες δαπάνες:

- δαπάνες ανέγερσης, επέκτασης, εκσυγχρονισμού γεωργικών κτιρίων και κατασκευών,
- δαπάνες αγοράς, μεταφοράς και εγκατάστασης καινούργιου μηχανολογικού και λοιπού εξοπλισμού, συμπεριλαμβανομένου του λογισμικού ηλεκτρονικών υπολογιστών,
- δαπάνες αγοράς, μεταφοράς και εγκατάστασης καινούργιου εξοπλισμού για την αξιοποίηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας [ΑΠΕ] με σκοπό την κάλυψη των αναγκών της εκμετάλλευσης, συμπεριλαμβανομένων των σχετικών κατασκευών,
- δαπάνες εγγείων βελτιώσεων,
- γενικές δαπάνες όπως αμοιβές συντακτών αιτήσεων ενίσχυσης και πληρωμής, αρχιτεκτόνων, μηχανικών κλπ, δαπάνες για μελέτες σκοπιμότητας, συμβολαιογραφικά έξοδα κ.λπ.

Ο ανώτατος επιλέξιμος προϋπολογισμός ανέρχεται ανά γεωργική εκμετάλλευση έως τα 500.000 €.

- Επενδύσεις στην μεταποίηση και εμπορία

Το μέτρο αφορά την ενίσχυση ατομικών επιχειρήσεων, Νομικά Πρόσωπα Ιδιωτικού Δικαίου (Ο.Ε., Ε.Ε., Α.Ε., ΕΠΕ, προσωπικές εταιρίες του εμπορικού νόμου, αγροτικές Συνεταιριστικές Οργανώσεις κάθε βαθμίδας, συνεταιριστικές επιχειρήσεις, Δημοτικές επιχειρήσεις οι οποίες λειτουργούν με τις διατάξεις της εμπορικής και φορολογικής νομοθεσίας) για τις εξής δράσεις:

- Ίδρυση μονάδων συσκευασίας, τυποποίησης, διαλογής, συντήρησης, ψύξης, αποθήκευσης μανιταριών.
- Ίδρυση εγκαταστάσεων στατικών ψυγείων και κατασκευή μικρής δυναμικότητας συσκευαστηρίων με δυνατότητα προμήθειας κινητών (αυτοκινήτων) ψυγείων μόνο στις νησιωτικές περιοχές (πλην Κρήτης και Ευβοίας).
- Εκσυγχρονισμοί ή/και επέκταση με ή χωρίς μετεγκατάσταση υφιστάμενων μονάδων συσκευασίας, τυποποίησης διαλογής, συντήρησης, ψύξης, αποθήκευσης μανιταριών.

Σ' αυτό το σημείο της εργασίας να αναφέρουμε ότι η Τρούφα χρησιμοποιείται από συγκεκριμένη και επιτυχημένη στο είδος της επιχείρηση, που δραστηριοποιείται στον τομέα των τυροκομικών

προϊόντων και συγκεκριμένα τη χρησιμοποιεί για να παράγει τυρί με τρούφα. Για να έχει την παραγωγή που θέλει, χρησιμοποιεί τρούφα σε κονσέρβα τεμαχισμένη και αποστειρωμένη.

Δεδομένου ότι η Ήπειρος σαν περιοχή παράγει γαλακτοκομικά προϊόντα θα μπορούσε να υπάρξει στο μέλλον συσκευαστήριο τρούφας χρησιμοποιώντας κάποιο ανάλογο πρόγραμμα.

Είναι ίσως σκόπιμο να αναφέρουμε και τα Σχέδια Βελτίωσης 2022, καθώς σ' αυτά μπορεί να υπαχθεί και η Τρούφα.

Σύμφωνα με τους γενικούς κανόνες της πρόσκλησης που δημοσίευσαν οι Διαχειριστικές Αρχές με τον κωδικό 4.1.5 «Υλοποίηση επενδύσεων με στόχο την ανθεκτικότητα, τη βιωσιμότητα και τη ψηφιακή οικονομική ανάκαμψη των γεωργικών εκμεταλλεύσεων» φέτος το 2022 υπάρχουν αλλαγές του προγράμματος στις οποίες περιλαμβάνονται η μείωση της μέγιστης επιδοτούμενης δαπάνης ανά φάκελο, η αλλαγή στη μοριοδότηση με ενισχυμένη την προτεραιότητα στη γεωργία ακριβείας και ο αποκλεισμός των συλλογικών σχημάτων. Αναλυτικότερα, σχετικά με το Μέτρο 4.1.5 αναφέρονται τα εξής στην 9η Τροποποίηση των Προγραμμάτων Αγροτικής Ανάπτυξης.

Δικαιούχοι είναι φυσικά ή νομικά πρόσωπα, κάτοχοι γεωργικών εκμεταλλεύσεων που έχουν την ιδιότητα του γεωργού (σύμφωνα με τον Καν.1307/2013) και έχουν υποβάλλει Ενιαία Δήλωση Εκμετάλλευσης, στο Ολοκληρωμένο Σύστημα Διαχείρισης και Ελέγχου (ΟΣΔΕ), κατά το έτος αναφοράς της αίτησης στήριξης προς ένταξη. Επιπλέον, θα πρέπει να είναι επαγγελματίες αγρότες σύμφωνα με την ισχύουσα Εθνική Νομοθεσία (φυσικά πρόσωπα) ή να έχουν κύρια δραστηριότητα την άσκηση της γεωργίας (νομικά πρόσωπα) ή να είναι Νέοι Γεωργοί του υπομέτρου 6.1 του ΠΑΑ 2014-2022, ενώ οι όροι επιλεξιμότητας είναι οι εξής:

A. Οι γεωργικές εκμεταλλεύσεις των δικαιούχων για να κριθούν επιλέξιμες για στήριξη πρέπει τουλάχιστον την ημερομηνία υποβολής της αίτησης στήριξης, να κατέχουν γεωργική εκμετάλλευση, της οποίας το οικονομικό μέγεθος σε όρους τυπικής απόδοσης είναι μεγαλύτερο από 8.000 ευρώ (standard output).

B. Οι εν δυνάμει δικαιούχοι φυσικά πρόσωπα για να κριθούν επιλέξιμοι για στήριξη πρέπει τουλάχιστον την ημερομηνία υποβολής της αίτησης στήριξης, να έχουν συμπληρώσει το 18ο έτος της ηλικίας τους και να μην είναι άμεσα συνταξιούχοι ή συνταξιούχοι γήρατος.

Οι επιλέξιμες δαπάνες έχουν ως εξής:

Βαρύτητα θα δοθεί στις επενδύσεις που θα περιλαμβάνουν επενδυτικές δαπάνες, που αφορούν στην εφαρμογή της γεωργίας ακριβείας και της έξυπνης γεωργίας, της καινοτομίας, της ψηφιοποίησης και του εκσυγχρονισμού των μηχανημάτων και του εξοπλισμού παραγωγής.

Θα ενισχυθούν επενδυτικές δαπάνες που θα αφορούν την παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, αποκλειστικά για τις ανάγκες της εκμετάλλευσης (net metering). Δεν είναι επιλέξιμη στην παρούσα δράση η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα καθώς και η εξοικονόμηση ενέργειας. Πέρα από τα παραπάνω στο κείμενο των αρχών δεν αναφέρεται σαφής λίστα σχετικά με τις επιλέξιμες δαπάνες παρά μόνο ότι «Στο πλαίσιο της εν λόγω δράσης οι επιλέξιμες δαπάνες πρέπει να είναι σύμφωνες με το άρθρο 45 του καν. 1305/2013 καθώς και των άρθρων 65-71 και 69§3 του καν. 1303/2013.». Εν, ολίγοις μπορεί να επιδοτηθούν όλα όσα προέβλεπε η περασμένη πρόσκληση Σχεδίων Βελτίωσης, αλλά μένει να φανεί αν θα εξαιρεθούν ορισμένες δαπάνες.

Και τα ποσά στήριξης είναι τα παρακάτω:

Το συνολικό κόστος των επενδυτικών σχεδίων ανέρχεται έως 130.000 ευρώ για επενδύσεις στη φυτική παραγωγή και στη μελισσοκομία και στα 200.000 ευρώ για επενδύσεις στην υπόλοιπη ζωική παραγωγή.

Ενώ τα ποσά ενίσχυσης ανά κατηγορία είναι τα παρακάτω:

Η ένταση ενίσχυσης κυμαίνεται από 40-80% ανάλογα την Περιφέρεια και τα χαρακτηριστικά του υποψήφιου γεωργού. Αναλυτικά τα σχετικά ποσοστά έχουν ως εξής:

Γεωργοί ηλικίας έως 41 ετών με επαγγελματικά προσόντα ή δικαιούχοι μέτρου Νέων Γεωργών κατά την τελευταία πενταετία: Μικρά Νησιά Αιγαίου 80%, Ανατολική Μακεδονία-Θράκη & Ήπειρος 70%, Αττική 50%, υπόλοιπες περιφέρειες 60%.

Γεωργοί σε ορεινές περιοχές: Μικρά Νησιά Αιγαίου 75%, Αττική 50%, υπόλοιπες περιφέρειες 60%.

Γεωργοί σε περιοχές που αντιμετωπίζουν φυσικά ή άλλα ειδικά μειονεκτήματα: Μικρά Νησιά Αιγαίου 75%, Αττική 40%, υπόλοιπες περιφέρειες 50%.

Λοιποί Γεωργοί σε κανονικές περιοχές: Μικρά Νησιά Αιγαίου 75%, Αττική, Στερεά Ελλάδα, Δυτική Μακεδονία 40%, υπόλοιπες περιφέρειες 50%.

Στο παρόν πρόγραμμα ενίσχυσης δίνεται προτεραιότητα σε δαπάνες με εξοπλισμό ακριβείας.

Στο γενικό πλαίσιο των νέων Σχεδίων Βελτίωσης του 2022 περιγράφονται οι αρχές που θα διέπουν τα κριτήρια μοριοδότησης. Όπως φαίνεται και παρακάτω οι επενδύσεις σε γεωργία ακριβείας, ψηφιακά συστήματα και ΑΠΕ θα έχουν προτεραιότητα ένταξης. Δεδομένου ότι τα διαθέσιμα χρήματα είναι στα 180 εκατ. ευρώ και οι ενδιαφερόμενοι πολλοί, γίνεται φανερό ότι τα κριτήρια μοριοδότησης θα παίξουν αρκετά σημαντικό ρόλο.

Οι αρχές σχετικά με τον καθορισμό των κριτηρίων επιλογής είναι:

Πιο συγκεκριμένα, στο γενικό πλαίσιο του Μέτρου 4.1.5 σχετικά με τα κριτήρια μοριοδότησης αναφέρονται τα εξής:

Οι βασικές αρχές που διέπουν τις προτεραιότητες επιλογής αφορούν σε χαρακτηριστικά, που συνδέονται με τη γεωργική εκμετάλλευση (για φυσικά και νομικά πρόσωπα), όπως :

ο παραγωγικός προσανατολισμός της εκμετάλλευσης (προτεραιότητα θα δίνεται στην αιγοπροβατοτροφία, στα οπωροκηπευτικά, στην ελαιοκαλλιέργεια, στη μελισσοκομία, στο βαμβάκι, στην αμπελοκαλλιέργεια και σε καλλιέργειες ανθεκτικές στην κλιματική αλλαγή ή με συμβολή στην άμβλυνση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής), το οικονομικό μέγεθος, η υλοποίηση επενδυτικών δαπανών που αφορούν σε ΑΠΕ ή σε δαπάνες για την ορθολογική χρήση του ύδατος ή την ορθολογική διαχείριση της κοπριάς, η δυναμική της εκμετάλλευσης, η αύξηση της προστιθέμενης αξίας των προϊόντων, η εισαγωγή / χρήση καινοτομίας, ιδίως αυτών που καθιστούν ανθεκτική την εκμετάλλευση σε εξωγενείς κινδύνους, αλλά και αυτών που προάγουν την ορθολογική χρήση του ύδατος ή την ορθολογική διαχείριση της κοπριάς, το είδος επενδυτικής δαπάνης με προτεραιότητα σε αυτές που αφορούν τη γεωργία ακριβείας και την έξυπνη γεωργία,

η συμμετοχή σε κλάδους που αναδεικνύονται στο πλαίσιο των ιδιαιτεροτήτων και αναγκών της κάθε Περιφέρειας λαμβάνοντας υπόψη τα συγκριτικά τους πλεονεκτήματα αλλά και τις RIS3 οι επενδύσεις σε γεωργικές εκμεταλλεύσεις πυρόπληκτων περιοχών.

Μη επιλέξιμες δαπάνες (από τα Σχέδια Βελτίωσης δεν θα μπορούν να επιδοτηθούν):

Ο μεταχειρισμένος εξοπλισμός.

Η αγορά γης.

Ο Φ.Π.Α. που ανακτάται.

Οι δαπάνες για αγορά ζώων.

Οι δαπάνες για αγορά ετήσιων φυτών ή φυτών που εγκαθίστανται με σπορά.

Οι δαπάνες για απλή αντικατάσταση.

Η αγορά δικαιωμάτων γεωργικής παραγωγής και δικαιωμάτων ενίσχυσης.

Οι δαπάνες κάθε επέμβασης στο γεωργικό προϊόν από την οποία προκύπτει επίσης γεωργικό προϊόν με εξαίρεση τις εργασίες εντός της γεωργικής εκμετάλλευσης που είναι αναγκαίες για την προετοιμασία του προϊόντος (ζωικής ή φυτικής προέλευσης) για την πρώτη πώληση.

Τέλος προτείνουμε την ένταξη των τρουφοκαλλιεργειών στα προγράμματα για την βιολογική γεωργία, καθώς στις τρουφοκαλλιεργείες δεν χρησιμοποιούνται λιπάσματα ή φυτοφάρμακα. Εξάλλου και τα μελίσσια πρώτη φορά φέτος το 2022, εντάχθηκαν στο νέο πρόγραμμα βιολογικής γεωργίας μέτρο 11 του ΠΑΑ.



## 5. Η καλλιέργεια της τρούφας, τρόποι εμβολιασμού, αξιοσημείωτες προσπάθειες και προοπτικές στην περιοχή μελέτης

### 5.1 Επιλογή κατάλληλων περιοχών

#### 5.1.1 Εδαφικές συνθήκες

Σε προηγούμενο κεφάλαιο γίνεται αναφορά για τις κατάλληλες εδαφοκλιματολογικές συνθήκες που απαιτούνται ανά είδος και ποικιλία τρούφας για τον επιτυχή εμβολιασμό σε κατάλληλους ξενιστές και την επιτυχή καλλιέργειά της. Ο χαρακτηρισμός επομένως ενός εδάφους, ως κατάλληλο για καλλιέργεια τρούφας εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ποικιλία τρούφας, που πρόκειται, να καλλιεργηθεί. Γενικά για την καλλιέργεια τρούφας χρειάζονται εδάφη που να στραγγίζουν και να αερίζονται επαρκώς.

Τα εδάφη που αποδίδουν περισσότερο είναι βαθιά, με καλή στράγγιση και με ορίζοντα που προέρχεται από ανθρακικό ασβέστιο. Εδάφη που δεν είναι βαθιά, είναι ευαίσθητα στην ξηρασία και αποδίδουν λιγότερο. Η ύπαρξη στο υπέδαφος αργιλώδους συμπιεσμένου στρώματος είναι πάντοτε αρνητικός παράγοντας. Δε συστήνεται η καλλιέργεια τρούφας σε εδάφη που παρουσιάζουν πολύ υψηλό υδροφόρο ορίζοντα. Για την καλλιέργεια της τρούφας απαιτούνται ασβεστολιθικά εδάφη με καλή αποστράγγιση, ελαφριά κλίση και καλή έκθεση στον ήλιο, απαλλαγμένα από υπολείμματα αζώτου ή φυτοφαρμάκων. Το πιο απαραίτητο όμως χαρακτηριστικό για τη βιωσιμότητα της τρούφας είναι η οξύτητα του εδάφους (pH), που πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 7,0 και 8,5. Πρέπει επίσης να υπάρχει η δυνατότητα ποτίσματος (Γιδαράκου, 2008; Γάτσιος, 2007).

Υπάρχουν διάφοροι τύποι εδαφών κατάλληλων για τρούφες (Γιδαράκου, 2008; Γάτσιος, 2007):

- ασβεστολιθικός πηλός (αποθέσεις σκόνης ασβεστολιθικών πετρωμάτων)
- ελαφριά αμμώδη εδάφη
- άσπρα ελαφριά αργιλοασβεστώδη
- κρητιδικά εδάφη (σαν κιμωλία)

Ιδανικός θεωρείται ο ασβεστολιθικός πηλός, ενώ τα κρητιδικά εδάφη μπορούν να προταθούν (μόνο για *Tuber melanosporum*) σε πολύ ειδικές περιπτώσεις. Σε κάθε περίπτωση η καταλληλότητα του χωραφιού πρέπει να επιβεβαιώνεται με ανάλυση του εδάφους. Για το σκοπό αυτό θα χρειαστεί δειγματοληψία χώματος, επιφανειακού (ως 30 cm) και υπεδάφους (30 - 60 cm), από διάφορα σημεία του χωραφιού.

Η ποιότητα του υπεδάφους είναι σημαντική για τη δραστηριότητα των ριζών των δένδρων ενώ του επιφανειακού εδάφους για τη βιωσιμότητα της τρούφας. Το άριστο pH για την καλλιέργεια της τρούφας είναι 7,9 με 8,0. Σε περίπτωση που έχουμε χαμηλότερο pH μπορούμε να το ανεβάσουμε με εφαρμογή ασβέστη. Αν η ανύψωση του pH δεν φτάσει στο επιθυμητό επίπεδο με μια μόνο εφαρμογή θα χρειαστούν διαδοχικές εφαρμογές (Γιδαράκου, 2008; Γάτσιος, 2007).

Σωστότερο είναι αυτή η εργασία να γίνεται πριν την εγκατάσταση της φυτείας. Τα επόμενα χρόνια επειδή το ασβέστιο τείνει να ξεπλένεται με το νερό της βροχής ή του ποτίσματος, καλό είναι να ελέγχουμε το pH και να προσθέτουμε ασβέστη όποτε χρειάζεται. Σε συνθήκες χαμηλού pH οι ενδημικοί συμβιωτικοί μύκητες του ενδιαιτήματος καλλιέργειας που είναι καλύτερα προσαρμοσμένοι θα έχουν ανταγωνιστικό πλεονέκτημα και ίσως ζημιώσουν την παραγωγή ή αντικαταστήσουν την τρούφα στις ρίζες των δένδρων.

Τα άριστα επίπεδα τιμών σε θρεπτικά μακρο και ιχνο-στοιχεία για παραγωγή τρούφας διαφέρουν από έδαφος σε έδαφος καθώς εξαρτάται από πολλούς διαφορετικούς παράγοντες όπως η σύσταση του εδάφους, η δομή του, η περιεκτικότητα του σε οργανική ύλη κ.λπ. Εδάφη με μεγάλη περιεκτικότητα σε βαριά μέταλλα είναι ακατάλληλα, ενώ εκτάσεις που χρησιμοποιούνταν για εντατική γεωργία πρέπει να αποφεύγονται καθώς συνήθως παρουσιάζουν υψηλά επίπεδα αζώτου ή υπολείμματα φυτοφαρμάκων. Σε μερικές περιπτώσεις υπάρχουν στο χώμα νηματώδεις, εδαφοπαθογόνοι μύκητες, κ.λπ. που μπορεί να ζημιώσουν τη φυτεία (Γιδαράκου, 2008; Γάτσιος, 2007).

Οι παράμετροι αξιολόγησης ενός χωραφιού για δυνατότητα παραγωγής τρούφας είναι (Γιδαράκου, 2008; Γάτσιος, 2007):

- Τοποθεσία
- Υψόμετρο
- Κλίση εδάφους

- Έκθεση χωραφιού
- Ανάλυση της μηχανικής σύστασης (αναλογία άμμου, ιλύος, αργίλου, ποσοστό χονδρής-μέσης-ψιλής άμμου, ποσοστό σκελετικών υλικών- πέτρας στο χωράφι)
- Ηλεκτρική αγωγιμότητα
- pH
- Ανθρακικό ασβέστιο ( ολικό και ενεργό)
- Μαγνήσιο, Κάλιο, Φώσφορος, Οργανική ουσία, Μαγγάνιο
- Παρουσία βαρέων μετάλλων στην περιοχή
- Τρέχουσα κατάσταση χωραφιού
- Δυνατότητα άρδευσης και ποιότητα νερού
- Τι καλλιεργείται στο χωράφι τα τελευταία τρία χρόνια, αν υπάρχει δασώδης βλάστηση στο χωράφι (πουρνάρια, πεύκα κτλ)
- Είδος καλλιέργειας ή φυσικής βλάστησης στα διπλανά χωράφια
- Η φυσική χλωρίδα της περιοχής (ποώδη βλάστηση, θάμνοι και δέντρα)
- Κλιματολογικές συνθήκες στη διάρκεια του έτους (ελάχιστες, μέγιστες και μέσες θερμοκρασίες που επικρατούν, αν η περιοχή έχει παγετούς και τότε, αν επικρατούν έντονοι άνεμοι και τότε, τι βροχοπτώσεις υπάρχουν στην περιοχή και σε ποιά εποχή, αν υπάρχει έντονη χιονόπτωση) (Γιδαράκου, 2008; Γάτσιος, 2007).

Πριν από την εγκατάσταση μιας νέας τροφοκαλλιέργειας, πρέπει να γίνεται ανάλυση του εδάφους τουλάχιστον σε δύο επίπεδα βάθους: 15- 30cm και στα 30-50cm. Προκειμένου να γίνει η δειγματοληψία, ανοίγονται τουλάχιστον πέντε λακκούβες ανά 10 στρέμματα, στην περίπτωση που η σύνθεση του εδάφους είναι ομοιόμορφη. Οι λακκούβες γίνονται στο μέσον και στα τέσσερα άκρα του αγρού. Από κάθε λακκούβα του ίδιου βάθους λαμβάνεται ποσότητα χώματος ενός κιλού το οποίο αναμιγνύεται και από το μείγμα παίρνουμε ένα κιλό. Στα δείγματα αυτά πρέπει να γίνει χημική ανάλυση του εδάφους, ώστε να γίνει γνωστή η μέση σύνθεση του σε ανόργανα στοιχεία και κυρίως σε ασβέστιο και σε φώσφορο.

Ο χαρακτηρισμός ενός εδάφους ως κατάλληλο για καλλιέργεια τρούφας εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το είδος της τρούφας, που πρόκειται να καλλιεργηθεί. Σε γενικές γραμμές οι μαύρες τρούφες προτιμούν φτωχά, αλκαλικά, ασβεστολιθικά εδάφη.

Η οργανική ουσία πρέπει να είναι σε χαμηλά επίπεδα έως μέτρια όπως και η παρουσία καλίου, αζώτου, φωσφόρου. Σε πολύ πλούσια εδάφη σε N, P και οργανική ουσία, οι τρούφες αντιμετωπίζουν έντονο ανταγωνισμό από άλλες μυκόρριζες. Επιπλέον, προσοχή πρέπει να δοθεί στην περίπτωση κεκλιμένων εδαφών να μην εισέρχεται νερό απορροής το οποίο μπορεί να περιέχει φυτοφάρμακα και υψηλές ποσότητες λιπασμάτων.

Το βάθος ανάπτυξης των διαφόρων ειδών της τρούφας εξαρτάται από το βαθμό αερισμού του εδάφους. Όταν το έδαφος είναι συνεκτικό οι τρούφες δημιουργούνται σε λίγα εκατοστά από την επιφάνεια ή ακόμη και εντελώς επιφανειακά. Το έδαφος, σε συνάρτηση με την ποικιλία της τρούφας, ανυψώνεται και παρουσιάζει σχισμές που δείχνουν την ακριβή θέση τους.

Οι επιφανειακές τρούφες εντοπίζονται εύκολα από τα ζώα, τα έντομα και μπορούν πιο εύκολα να επηρεαστούν από την ξηρασία και τον παγετό, δεν ωριμάζουν ομοιόμορφα και είναι υποβαθμισμένης ποιότητας. Σε περιοχές επαρκώς αεριζόμενες οι τρούφες αναπτύσσονται σε βάθος 15-30 εκ., έχουν πιο ομοιογενές σχήμα και ωρίμανση (Γιδαράκου, 2008; Γάτσιος, 2007).

Όταν υπάρχει έλλειψη μαγνησίου, μπορεί να προστεθεί σκόνη δολομίτη, που περιέχει ανθρακικό ασβέστιο και μαγνήσιο. Εδάφη που έχουν υψηλές περιεκτικότητες σε βαρέα μέταλλα δεν είναι κατάλληλα για την καλλιέργεια της τρούφας επειδή ο μύκητας αυτός, έχει την ιδιότητα να τα απορροφά και να γίνεται επικίνδυνη για τον άνθρωπο, όπως άλλωστε όλα τα είδη των μυκήτων που αναπτύσσουν μυκόρριζα (Γιδαράκου, 2008; Γάτσιος, 2007).

Επίσης, τα εδάφη που είχαν καλλιεργηθεί τα προηγούμενα χρόνια με εντατικές καλλιέργειες, δεν είναι κατάλληλα για την καλλιέργεια της τρούφας, επειδή έχουν πολλά υπολείμματα από ανόργανα στοιχεία και από υπολείμματα φυτοφαρμάκων, ζιζανιοκτόνων κλπ. Ένα έδαφος που θεωρείται κατάλληλο στην τρουφοκαλλιέργεια δεν έχει πάντα τις ίδιες φυσικές και χημικές ιδιότητες για όλα τα είδη της τρούφας.

Θεωρούνται επίσης, σαν κατάλληλα τα εδάφη εκείνα τα οποία καλλιεργήθηκαν το προηγούμενο χρόνο με σιτηρά ή ψυχανθή. Επίσης καλό προηγούμενο της τρουφοκαλλιέργειας θεωρείται η άμπελος και τα καρποφόρα δένδρα και γενικά φυτά που αναπτύσσουν μυκόρριζα. Σε περίπτωση που η προηγούμενη καλλιέργεια αφορούσε ξυλώδη φυτά, θα πρέπει να εξετάζεται η περίπτωση της ύπαρξης στα υπολείμματα των ριζών που παραμένουν στο έδαφος, του παθογόνου μύκητα *Armillaria* sp. (προκαλεί σηψιρριζίες στα φυτά), επειδή αποτελεί παράγοντα που θα βλάψει

σοβαρά τη φυτεία που θα εγκατασταθεί στη συνέχεια και κυρίως τα μυκόρριζα της τρούφας (Γιδαράκου, 2008; Γάτσιος, 2007).

Αν υφίσταται η περίπτωση αυτή, θα πρέπει να γίνεται επιμελημένος καθαρισμός του εδάφους από τα υπολείμματα των ριζών της προηγούμενης καλλιέργειας μετά από βαθύ όργωμα και στη συνέχεια να εφαρμοστεί ηλιαπολύμανση ή αλλιώς «βιολογική απολύμανση» του εδάφους. Οι εργασίες της «βιολογικής απολύμανσης» του εδάφους που πρέπει να γίνουν πριν από την εγκατάσταση των τροφοφόρων δένδρων αναλυτικά έχουν ως εξής (Γιδαράκου, 2008; Γάτσιος, 2007):

- Βαθύ όργωμα το θέρος.
- Απαλλαγή του εδάφους από τα υπολείμματα των ριζών.
- Εφαρμογή άρδευσης στο 50% της υδατοικανότητας του εδάφους.
- Κάλυψη του εδάφους με πλαστικό, ώστε να γίνει «ήλιο- απολύμανση» του εδάφους για μια διάρκεια 1.5-2 μηνών κατά την διάρκεια του Αυγούστου.

Μετά τη βιολογική απολύμανση του εδάφους, ακολουθεί η καλλιέργεια του αγρού που έχει απολυμανθεί για ένα ή περισσότερα χρόνια με σιτηρά και στη συνέχεια γίνεται η φύτευση των δένδρων που έχουν εμβολιαστεί με τον μύκητα της τρούφας.

#### 5.1.2 Κλιματικές απαιτήσεις

Οι εν γένει κλιματικές απαιτήσεις στο αντίστοιχο χωράφι-περιοχή καλλιέργειας συνοψίζονται στον πίνακα 3:.

Πίνακας 2: Κλιματολογικές απαιτήσεις περιοχής καλλιέργειας (Γιδαράκου, 2008; Γάτσιος, 2007)

|                           |                                                              |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Μέση ημερήσια θερμοκρασία | Καλοκαίρι από 17 °C έως 40 °C<br>Χειμώνας από -5 °C έως 8 °C |
| Ετήσιο ύψος βροχόπτωσης   | 300 mm ως 1500 mm                                            |

|                       |                                                                                                                                                              |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Περίοδος βροχοπτώσεων | Σύντομη δυνατή βροχή την άνοιξη θα προκαλέσει την έναρξη της ανάπτυξης της τρούφας. Δυνατές μπόρες το καλοκαίρι και το φθινόπωρο εξασφαλίσουν υψηλή παραγωγή |
| Περίοδοι ξηρασίας     | Σε μεγάλες περιόδους ξηρασίας (> 20 μέρες) η άρδευση είναι απαραίτητη                                                                                        |

## 5.2 Επιλογή Φυτών-Φορέων Της Τρούφας

Η καλλιέργεια αρχίζει με την προμήθεια δενδρυλλίων, των οποίων το ριζικό σύστημα έχει μολυνθεί (εμβολιαστεί) με το μυκήλιο μυκήτων του γένους *Tuber*. Το μυκήλιο, όπως είναι γνωστό σχηματίζει από εξειδικευμένες υφές τα αναπαραγωγικά όργανα όπου παράγονται τα σπόρια. Ο εμβολιασμός της μυκόρριζας πραγματοποιείται κυρίως σε ειδικευμένο εργαστήριο της Ιταλίας, με ειδικές τεχνικές από ενημερωμένους επιστήμονες (Γιδαράκου, 2008; Γάτσιος, 2007).

Χρησιμοποιούνται ως μητρικό υλικό ώριμες τρούφες (εμβολιασμός από σπόρια) από ελεγμένες καλλιέργειες. Σε κάθε φάση του εμβολιασμού και κατά τη διάρκεια της παραμονής του φυτού στο φυτώριο, διατηρείται ένα αυξημένο επίπεδο ασηψίας, για να διασφαλιστεί η μη μόλυνση του φυτού από ανταγωνιστικούς μύκητες. Περιοδικοί έλεγχοι σε ηλεκτρονικό μικροσκόπιο χρησιμοποιούνται για να ελεγχθεί η ποιοτική και ποσοτική ανάπτυξη του μύκητα (Γιδαράκου, 2008; Γάτσιος, 2007).

Κάθε χρόνο κατά τους μήνες Αύγουστο και Φεβρουάριο σε όλα τα φυτά πραγματοποιούνται αυστηροί έλεγχοι και μόνον τα φυτά τα οποία περνούν αυτούς τους ελέγχους διατίθενται προς πώληση. Το κάθε φυτό ελέγχεται χωριστά για την ύπαρξη συμβίωσης με τον συγκεκριμένο μύκητα στις ρίζες του και για τη μη ύπαρξη άλλων μυκόρριζων σε αυτό. Τα φυτά διατίθενται σε γλαστράκια 0,9X0,9 εκατοστών και το ύψος αυτών φτάνει τα 20-30 εκατοστά.

Η επιλογή του φυτού-φορέα γίνεται βάση της καλής συμβίωσης αυτού με το μύκητα, καλής αποδόσεως σε προϊόν, αλλά και βάση του χρόνου έναρξης και τέλους απόδοσης της καλλιέργειας. Μπορεί, να χρησιμοποιηθεί ένα μόνο είδος φυτού ή να γίνει συνδυασμός δύο ή τριών ειδών. Ενδείκνυται, να χρησιμοποιηθούν περισσότερα από ένα δενδρώδη είδη, μολυσμένα με

περισσότερα από ένα είδη τρούφας και με διαφορετικό παραγωγικό κύκλο έτσι, ώστε η συλλογή να γίνεται σε διαφορετικές εποχές, αλλά και να μειωθεί το ρίσκο (Γιδαράκου, 2008; Γάτσιος, 2007).

Επιπλέον, το φυτό-φορέας θα πρέπει να μπορεί, να προσαρμοστεί καλά στο περιβάλλον. Η τριγύρω φυσική βλάστηση μπορεί, να μας δώσει σημαντικές πληροφορίες ως προς τα πλησιέστερα καλύτερα είδη φυτού, που πρέπει να χρησιμοποιηθούν. Η φουντουκιά παράγει τη μισή παραγωγή στα 5-6 χρόνια και δίνει την κανονική παραγωγή στα 10 έως τα 25. Η βελανιδιά και το φλαμούρι ξεκινούν παραγωγή στα 7- 9 χρόνια και παράγουν κανονικά μετά τα 11 (Γιδαράκου, 2008; Γάτσιος, 2007).

Η ποσότητα παραγωγής, καθώς και η ποιότητα της τρούφας εξαρτώνται κυρίως από τις σωστές εδαφολογικές και μικροκλιματικές συνθήκες. Με βάση τα δεδομένα καλλιεργειών στην Ιταλία, μια μέση απόδοση ενός φυτού βελανιδιάς είναι στην ποικιλία *T.melanosporum* 150-300γρ και στην *T.aestivum* 200-400γρ, ενώ στην *magnatum* συνήθως 30 γρ.. Η φουντουκιά συνήθως αποδίδει στα πρώτα έξι χρόνια της παραγωγής 50-100 γρ. και τα επόμενα 80- 200 γρ.. Το τέλος της καλλιέργειας επέρχεται με τη σταδιακή πτώση των αποδόσεων αυτής και την ελάττωση της οικονομικής ευρωστίας της (Γιδαράκου, 2008; Γάτσιος, 2007).

Συνήθως η φθίνουσα πορεία διαρκεί πέντε με επτά χρόνια. Στο στάδιο αυτό μπορεί, να επιλεγθεί η προσθήκη επιπλέον εμβολιασμένων φυτών, είτε η φύτευση υγιών μη εμβολιασμένων δενδρυλλίων, τα οποία θα αποτελέσουν τους μετέπειτα φορείς της τρούφας. Η δεύτερη λύση είναι πιο οικονομική, έχει όμως αβέβαιο αποτέλεσμα. Παρακάτω παραθέτουμε δύο πίνακες όπου παρατίθενται για τις συνθήκες της χώρας μας, τα εμπορικά είδη τρούφας και τα φυτά-ξενιστές με τα οποία μπορεί να επιτευχθεί η καλύτερη συμβίωση.

Τα διαθέσιμα φυτά ξενιστές στην Ελλάδα περιλαμβάνουν:

Από Πλατύφυλλα Δασικά είδη:

A. Δρυς (Γένος *Quercus*)

- *Quercus robur* L. subsp. *pedunculiflora* (K. Koch) Menitsky
- *Quercus pubescens* Willd

- *Quercus cerris* L.
- *Quercus ilex* L.
- *Quercus coccifera* L.

Από λοιπά Πλατύφυλλα:

- *Corylus avellana* L.
- Γένος *Tilia* L.
- *Carpinus orientalis* Miller
- *Ostrya carpinifolia* Scop.
- *Fagus sylvatica* L.
- *Populus alba* L.
- *Populus alba* L.

Από Κωνοφόρα

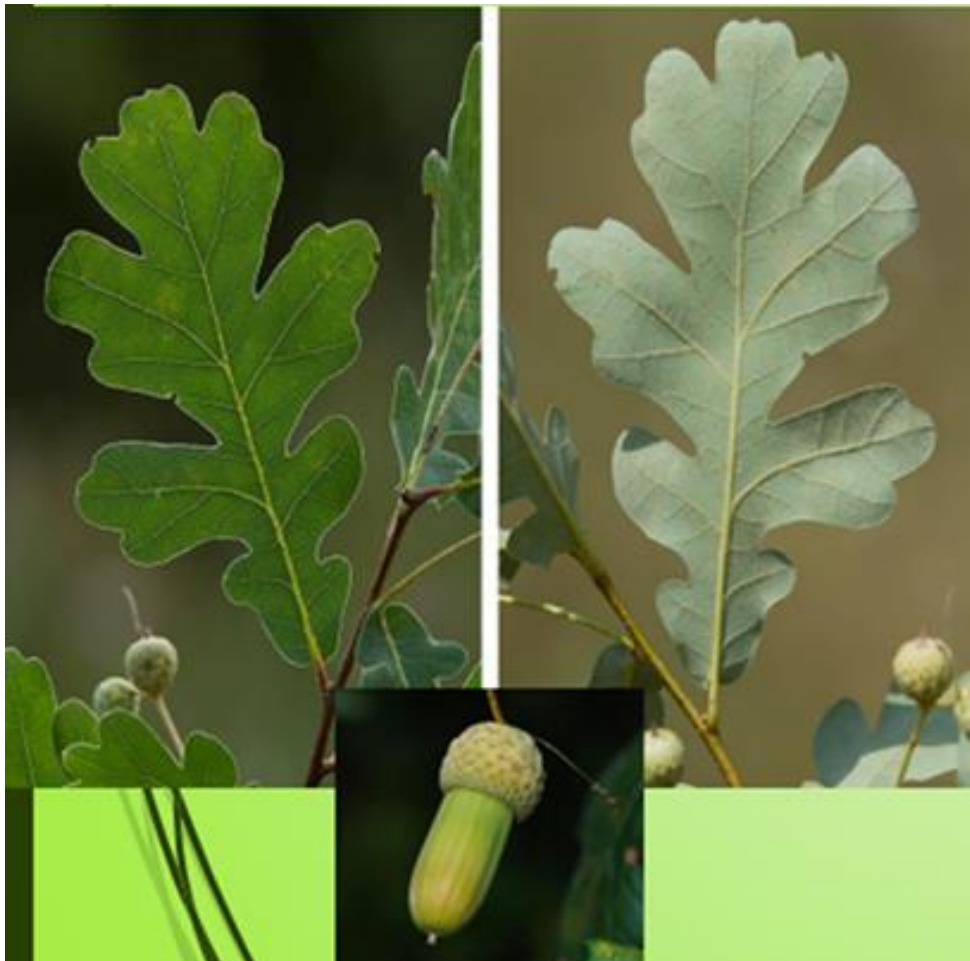
- *Pinus pinea* L.
- *Pinus halepensis* Miller

Τα περισσότερα από τα παραπάνω είδη είτε φύονται είτε ευδοκιμούν στην Ήπειρο, όπως ήδη έχει αναφερθεί στο κεφάλαιο 3. Μπορούμε λοιπόν να συμπεράνουμε ότι τα περισσότερα από τα παραπάνω δασοπονικά είδη μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως φυτά ξενιστές για τρούφες αρκεί να ταιριάζουν μ' αυτήν όπως δείχνει ο πίνακας 4 παρακάτω. Επίσης παρακάτω αναφέρονται τα πιθανά φυτά ξενιστές για την Ήπειρο με τα χαρακτηριστικά τους, τις απαιτήσεις τους, καθώς και άλλες πληροφορίες.



- *Quercus robur* L. subsp. *pedunculiflora* (K. Koch) Menitsky

Στα ελληνικά απαντάται με τις ακόλουθες ονομασίες: Χνοώδης ποδισκοφόρος δρυς, ρουπάκι, ρένια, ροτσόκι, δέντρο, common oak. Στην Ελλάδα εμφανίζεται σποραδικά, κυρίως στα κεντρικά και βόρεια, από το επίπεδο της θάλασσας μέχρι τα 1.100 m. Απαιτεί βαθιά και πλούσια σε θρεπτικά συστατικά εδάφη, τα οποία βρίσκονται συνήθως σε παραποτάμια ή παραλίμνια δάση, υγρές επίπεδες θέσεις και δελταϊκά πεδία.



Εικόνα 26: *Quercus robur* L. subsp. *pedunculiflora* (K. Koch) Menitsky

- *Quercus pubescens* Willd

Στην Ελλάδα απαντάται επίσης με τα ονόματα: Χνοώδης δρυς, μεράδι, ασπροβελανιδιά, white oak, downy oak. Στην Ελλάδα είναι ιδιαίτερα κοινό είδος στα ηπειρωτικά, ενώ εμφανίζεται σε αρκετά μεγάλα νησιά.



Εικόνα27: *Quercus pubescens* Willd

- *Quercus cerris* L.

Στην Ελλάδα απαντάται επίσης με τα ονόματα: Ευθύφλοιος δρυς, τσέρο, τσερνόκι, Turkey oak. Στην Ελλάδα εμφανίζεται στην ημιορεινή και ορεινή ζώνη βλάστησης, κυρίως στη βόρεια Ελλάδα, σε υψόμετρα 200-1.400 m. Σχηματίζει μερικές φορές αμιγείς συστάδες, αλλά, συνήθως, απαντά σε μικτά δάση με άλλες φυλλοβόλες δρύες, την καστανιά, τον γαύρο και τη μαύρη πεύκη.

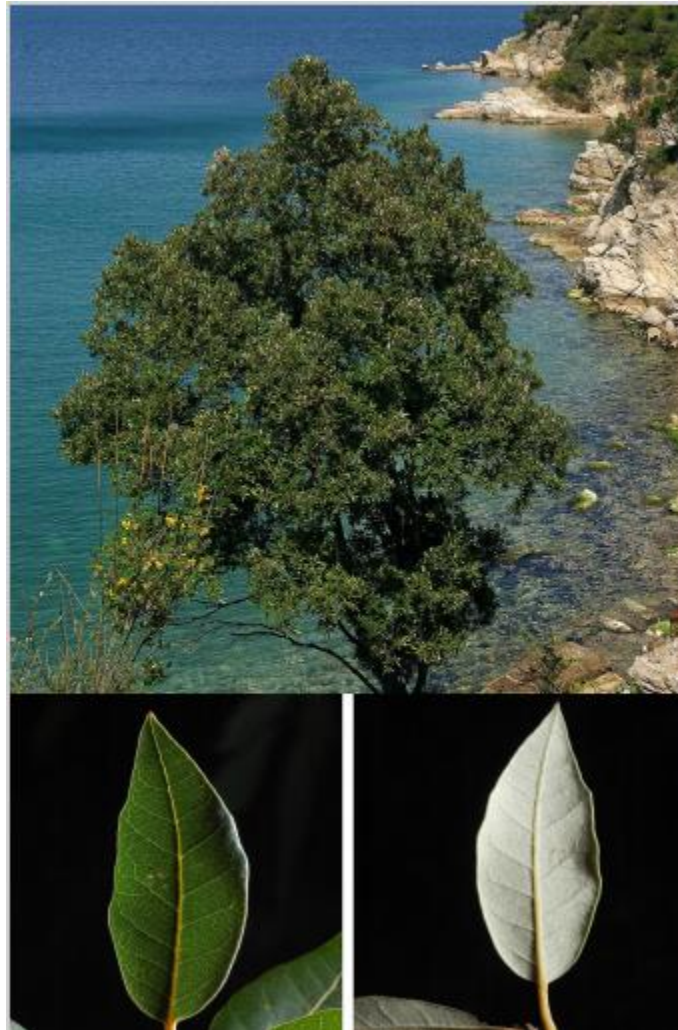


Εικόνα 28: *Quercus cerris* L.

- *Quercus ilex* L



Στην Ελλάδα απαντάται επίσης με τα ονόματα: Αριά, holm oak. Είναι αρκετά συχνή η παρουσία του είδους στις παράκτιες περιοχές της ηπειρωτικής χώρας, καθώς και στα Ιόνια νησιά, ενώ είναι λιγότερο κοινή στα νησιά του Αιγαίου. Αναπτύσσεται από το επίπεδο της θάλασσας, συνήθως, μέχρι τα 600 m, αλλά στην Κρήτη ανέρχεται στα 1.400 m (Λευκά Όρη).



Εικόνα29: *Quercus ilex* L.

- *Quercus coccifera* L.

Στην Ελλάδα απαντάται επίσης με τα ονόματα: Πουρνάρι, πρίνος, kermes oak. Είναι το πιο κοινό είδος του γένους *Quercus* στην Ελλάδα, με ιδιαίτερα μεγάλο υψομετρικό και οικολογικό εύρος εξάπλωσης. Φύεται από το επίπεδο της θάλασσας μέχρι τα 800 -900 m. Είναι είδος ολιγαρκές, θερμόφιλο, φωτόφιλο και ανθεκτικό στην ξηρασία.



Εικόνα 30: *Quercus coccifera* L.

- *Corylus avellana* L

Η γνωστή φουντουκιά. Εμφανίζεται στην ηπειρωτική Ελλάδα, με παρουσία που αυξάνει από τον Νότο προς τον Βορρά, ενώ σε ορισμένες περιοχές είναι αρκετά κοινό είδος. Αναπτύσσεται σε ορεινές και ημιορεινές περιοχές μεταξύ 400 και 1.800 m, συχνά στον υπόροφο φυλλοβόλων ή μικτών δασών, αλλά βρίσκεται και σε κράσπεδα, δασικά διάκενα και δίπλα σε δρόμους. Είναι είδος ανθεκτικό στη σκίαση.



Εικόνα 31: *Corylus avellana* L.

- Γένος *Tilia* L.

Στην Ελλάδα απαντάται επίσης με τα ονόματα: Φιλύρα, φλαμουριά, φλαμούρι, λίπα, large-leaved lime. Στην Ελλάδα εμφανίζεται, κυρίως, στα βόρεια ηπειρωτικά στην παραμεσογειακή και ορεινή ζώνη βλάστησης. Είναι ημισκιάφυτο είδος, ευαίσθητο στους παγετούς και απαιτητικό στη γονιμότητα και υγρασία του εδάφους.



Εικόνα 32: Γένος *Tilia* L.

- *Carpinus orientalis* Miller



Στην Ελλάδα απαντάται επίσης με τα ονόματα: Ανατολικός γαύρος, σκυλόγαυρος, oriental hornbeam. Είναι είδος ιδιαίτερα κοινό στην Ελλάδα, ειδικά στο κεντρικό και βόρειο τμήμα της χώρας.



Εικόνα 33: *Carpinus orientalis* Miller

- *Ostrya carpinifolia* Scop.



Στην Ελλάδα απαντάται επίσης με τα ονόματα: Οστρυά, hop hornbeam. Είναι κοινό είδος στην ορεινή και ημιορεινή παραμεσογειακή ζώνη βλάστησης σε υψόμετρα 200- 1.800 m. Η οστρυά αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα συστατικά είδη των θερμόφιλων φυλλοβόλων δασών.



Εικόνα 34: *Ostrya carpinifolia* Scop.

- *Pinus pinea* L

Στην Ελλάδα απαντάται επίσης με τα ονόματα: Κουκουναριά, στροφιλιά, stone pine, umbrella pine. Απαντάτε διάσπαρτο σε παραλίες της ηπειρωτικής χώρας και σε ορισμένα νησιά σε υψόμετρο 0 - 200 m. Είναι ιδιαίτερα φωτόφιλο είδος, το οποίο αποικίζει ελαφριά αμμώδη εδάφη και είναι ανθεκτικό στον θαλάσσιο άνεμο. Τα μεγαλύτερα δάση κουκουναριάς στην Ελλάδα βρίσκονται στη Στροφιλιά (ΒΔ Πελοπόννησος), στον Σχοινιά (Αττική) και στη Σκιάθο.



Εικόνα 35: *Pinus pinea* L.

- *Pinus halepensis* Miller

Στην Ελλάδα απαντάται επίσης με τα ονόματα: Χαλέπιος πεύκη, Aleppo pine. Κυρίως στην παράκτια ζώνη στη δυτική Ελλάδα, την Πελοπόννησο, τη Στερεά Ελλάδα, τη Χαλκιδική, τα νησιά του Ιονίου Πελάγους, την Εύβοια και τις Βόρειες Σποράδες..



Εικόνα 36: *Pinus halepensis* Miller

- *Fagus sylvatica* L.



Στην Ελλάδα απαντάται επίσης με τα ονόματα: Οξιά, European beech. Στην Ελλάδα η οξιά βρίσκεται το θερμοόριο της εξάπλωσής της και περιορίζεται σε γόνιμους σταθμούς στους ορεινούς όγκους στο κεντρικό και βόρειο τμήμα της χώρας. Η νοτιότερη θέση εξάπλωσής της βρίσκεται στο όρος “Γραμμένη Οξιά” στην Ευρυτανία.



Εικόνα 37: *Fagus sylvatica* L.

- *Populus alba* L.

Στην Ελλάδα απαντάται επίσης με τα ονόματα: Ασημόλευκα, white poplar. Η φυσική της εξάπλωση στην Ελλάδα δεν είναι επακριβώς γνωστή. Εμφανίζεται συχνά στην ηπειρωτική χώρα και σε ορισμένα από τα μεγαλύτερα νησιά. Είναι είδος της ευμεσογειακής και παραμεσογειακής ζώνης βλάστησης



Εικόνα 38: *Populus alba* L.

Σύμφωνα με τον ακόλουθο πίνακα 4, διαπιστώνεται ότι η Λευκή πολύτιμη τρούφα συμβιώνει καλύτερα με τη φουντουκιά ή τη φλαμουριά, ενώ δεν συμβιώνει με την κουκουναριά. Παρόμοια συμπεράσματα μπορούμε να βγάλουμε και για τις σχέσεις των υπόλοιπων ειδών τρούφας με τα δέντρα.

Πίνακας 3: Εμπορικά είδη τρούφας και φυτά ξενιστές (Γιδαράκου, 2008; Γάτσιος, 2007)

| ΤΡΟΥΦΕΣ                                                                               | ΧΝΟΥΔΑ<br>ΤΗ ΔΡΥΣ<br>( <i>Quercus<br/>pubescen<br/>s</i> ) | ΠΟΔΙΣΚΟΦΟΡ<br>ΟΣ ΔΡΥΣ<br>( <i>Quercus<br/>robur</i> ) | ΕΥΘΥΦΛΟΙ<br>ΟΣ ΔΡΥΣ<br>( <i>Quercus<br/>cerris</i> ) | ΑΡΙΑ<br>( <i>Querc<br/>us ilex</i> ) | ΦΟΥΝΤΟΥ<br>ΚΙΑ<br>( <i>Corylus<br/>avellana</i> ) | ΟΣΤΡΥΑ<br>( <i>Ostrya<br/>carpinifoli<br/>a</i> ) | ΚΟΥΚΟΥΝΑ<br>ΡΙΑ ( <i>Pinus<br/>pineae</i> ) | ΦΛΑΜΟΥ<br>ΡΙΑ<br>( <i>Tilia<br/>cordata</i> ) |
|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| ΛΕΥΚΗ<br>ΠΟΛΥΤΙΜΗ<br>ΤΡΟΥΦΑ<br>( <i>Tuber<br/>magnatum<br/>Pico</i> )                 | Ναι                                                        | Ναι                                                   | Ναι                                                  |                                      | Ναι                                               | Ναι                                               |                                             | Ναι                                           |
| ΜΑΥΡΗ<br>ΠΟΛΥΤΙΜΗ<br>ΧΕΙΜΕΡ.ΤΡΟΥ<br>ΦΑ ( <i>Tuber<br/>melanosporu<br/>m Vittad.</i> ) | Ναι                                                        | Ναι                                                   | Ναι                                                  | Ναι                                  | Ναι                                               | Ναι                                               |                                             |                                               |
| ΜΑΥΡΗ<br>ΘΕΡΙΝΗ<br>ΤΡΟΥΦΑ<br>( <i>Tuber<br/>aestivum<br/>Vittad.</i> )                | Ναι                                                        | Ναι                                                   | Ναι                                                  | Ναι                                  | Ναι                                               | Ναι                                               |                                             | Ναι                                           |
| ΛΕΥΚΗ<br>ΤΡΟΥΦΑ<br>(ΜΠΟΡΚΕΙΟΣ)<br>( <i>Tuber borchii<br/>Vittad.</i> )                | Ναι                                                        | Ναι                                                   | Ναι                                                  |                                      | Ναι                                               |                                                   | Ναι                                         |                                               |
| ΜΑΥΡΗ<br>ΦΘΙΝΟΠΩΡΙΝ<br>Η ΤΡΟΥΦΑ<br>( <i>Tuber<br/>uncinatum<br/>Chat.</i> )           | Ναι                                                        | Ναι                                                   | Ναι                                                  | Ναι                                  | Ναι                                               | Ναι                                               |                                             | Ναι                                           |
| ΜΑΥΡΗ<br>ΧΕΙΜΕΡΙΝΗ<br>ΤΡΟΥΦΑ<br>( <i>Tuber<br/>brumale<br/>Vittad.</i> )              | Ναι                                                        |                                                       |                                                      |                                      | Ναι                                               |                                                   |                                             |                                               |

### 5.3 Εγκατάσταση φυτείας

Στις επόμενες παραγράφους δίνονται χρήσιμες πληροφορίες, οδηγίες και ορθές πρακτικές για την επιτυχή εμβολιασμό και καλλιέργεια τρούφας στην περιοχή μελέτης.

### 5.3.1 Προετοιμασία εδάφους

Κατά την προετοιμασία του εδάφους πριν από την φύτευση των εμβολιασμένων φυτών με τον μύκητα της τρούφας, συνιστάται (Γιδαράκου, 2008; Γάτσιος, 2007):

- Καθάρισμα του εδάφους από την αυτοφυή βλάστηση και τις πέτρες που υπάρχουν και την απομάκρυνσή τους, έτσι ώστε το έδαφος να είναι προετοιμασμένο για τις καλλιεργητικές εργασίες που θα πραγματοποιηθούν μετέπειτα.
- Διασπορά ενός βελτιωτικού του pH το φθινόπωρο, αν απαιτείται, ανάλογα με το έδαφος. Συνήθως, αν το pH είναι χαμηλό, χρησιμοποιείται η μαρμαρόσκονη σε ποσότητες 200 έως 300 κιλά το στρέμμα.
- Καλό όργωμα σε βάθος 30 εκ., ώστε να επιτευχθεί καλός αερισμός, ενσωμάτωση του ασβεστούχου βελτιωτικού, αλλά και καταστροφή των ζιζανίων. (Το όργωμα αυτό γίνεται το φθινόπωρο όταν το έδαφος είναι στον «ρώγο» του).

Στην συνέχεια δεν κάνουμε καμία άλλη κατεργασία στο έδαφος, έτσι ώστε με τη βοήθεια των επερχόμενων βροχών να διαλυθούν οι σβώλοι του χώματος και αυτό να παραμείνει αφράτο.

Την επόμενη άνοιξη, ακολουθούν οι κάτωθι καλλιεργητικές εργασίες (Γιδαράκου, 2008; Γάτσιος, 2007):

- Φρεζάρισμα
- Σβάρνισμα
- Ψιλοχωματισμός του εδάφους

Οι εργασίες αυτές πρέπει να γίνονται λίγο πριν από την ημερομηνία φύτευσης, ώστε να αποφύγουμε την απώλεια νερού από το έδαφος. Οι εργασίες που προηγούνται της φύτευσης, έχουν σαν στόχο τη δημιουργία των κατάλληλων συνθηκών για την καλύτερη ανάπτυξη των τρουφών.

Με τις εργασίες αυτές γενικά, επιδιώκονται τα κάτωθι (Γιδαράκου, 2008; Γάτσιος, 2007):

- Η αύξηση της μικροπανίδας του εδάφους (γαιοσκώληκες, μικροοργανισμοί, κλπ). Με τους γαιοσκώληκες επιτυγχάνεται η φυσική αναμόχλευση του εδάφους γύρω από τις ρίζες των



φυτών, ενώ οι μικροοργανισμοί με τα υπολείμματα της πέψης τους που εναποθέτουν γύρω από τις τρούφες συντελούν στην αύξηση, του μεγέθους, της τρούφας.

- Η μείωση της ανταγωνιστικής μικροβιακής δραστηριότητας του εδάφους και η μείωση της χλωρής οργανικής ουσίας του.

### 5.3.2 Η περίπτωση επιτυχημένου εμβολιασμού στην περιοχή μελέτης, τρόποι εμβολιασμού και Φύτευση

#### **Η περίπτωση επιτυχημένου εμβολιασμού στην περιοχή μελέτης κατά την καλλ.περίοδο 2014**

Η καλλιέργεια συνήθως αρχίζει με την προμήθεια δενδρυλλίων των οποίων το ριζικό σύστημα έχει μολυνθεί με το μυκήλιο μυκήτων του γένους *Tuber*. Στις περισσότερες των περιπτώσεων ο εμβολιασμός της μυκόρριζας πραγματοποιείται σε ειδικευμένο εργαστήριο της Ιταλίας, με ειδικές τεχνικές από ενημερωμένους επιστήμονες.

Κατά το 2014, πραγματοποιήθηκε επιτυχής εμβολιασμός και παραγωγή ελληνικών τροφόδενδρων, στην Ήπειρο. Δύο (2) μέλη της ομάδας για την τρούφα (*Trufaclub*) της Ηπείρου, οι κ.οι Μυλωνάς Βασίλειος και Λάμπρου Γ. με την πολύτιμη πρακτική εμπειρία τους, με την υποστήριξη (3) καθηγητών του Τμήματος Γεωπονίας του Παν.Ιωαννίνων, εφάρμοσαν πρωτόκολλο εμβολιασμού τρούφας σε ξενιστές του ενδιαφέροντος της ορεινής Ηπείρου για την δημιουργία ελληνικών τροφόδενδρων. Με επιμονή συνέλλεξαν, απολύμαναν, παστερίωσαν και πραγματοποίησαν δοκιμές εμβολιασμού τρούφας σε ελληνικά δασοπονικά είδη όπως δρυς, φουντουκίες κ.ά., από ενδιαφέροντα της ορεινής περιοχής της Ηπείρου. Τα είδη τρούφας που χρησιμοποιήθηκαν για τον εμβολιασμό των παραπάνω ειδών συλλέχθηκαν επίσης από την περιοχή της Ηπείρου, και ήταν τα *Tuber aestivum* και *T. melanosporum*.

Ο επιτυχής εμβολιασμός επιβεβαιώθηκε με μικροσκοπική παρατήρηση αλλά και με μοριακή γενετική ανάλυση, με χρήση PCR, στο εργαστήριο Παραγωγικής Γεωργίας και Φυτοϋγείας του Τμήματος Γεωπονίας, του Παν. Ιωαννίνων. Ο απαιτούμενος χρόνος για τον εμβολιασμό ήταν ένας (1) περίπου χρόνος.

Από την παραπάνω πιλοτική πειραματική προσπάθεια, αποδείχθηκε ότι η δημιουργία ελληνικών τροφόδενδρων όχι μόνο είναι εφικτή, αλλά λύνει προβλήματα όπως η δυσκολία να



προσαρμοστούν τα φυτά από το εξωτερικό, η εξεύρεση τρόπου προστασίας της ελληνικής βιοποικιλότητας και η αποφυγή του κινδύνου εισαγωγής ανεπιθύμητων και επιζήμιων ειδών τρούφας στην χώρα μας. Είναι πολύ σημαντικό για την περιοχή της Ηπείρου να συνεχιστεί η παραπάνω προσπάθεια, με στόχο την ανάπτυξη αναλυτικών πρωτοκόλλων τόσο για τον επιτυχή εμβολιασμό ελληνικών τρουφών όσο και για την πιστοποιημένη μοριακή ταυτοποίηση των παραγόμενων τρουφοδενδρων.

### **Τρόποι εμβολιασμού και φύτευση**

Σύμφωνα με τον Κύρκα Δ., (2019), ο εμβολιασμός των τρουφοδεντρων, γίνεται με δύο τρόπους:

A. Εμβολιασμός σπορόφυτων ή νεαρών δενδρυλλίων πριν την εγκατάσταση της καλλιέργειας

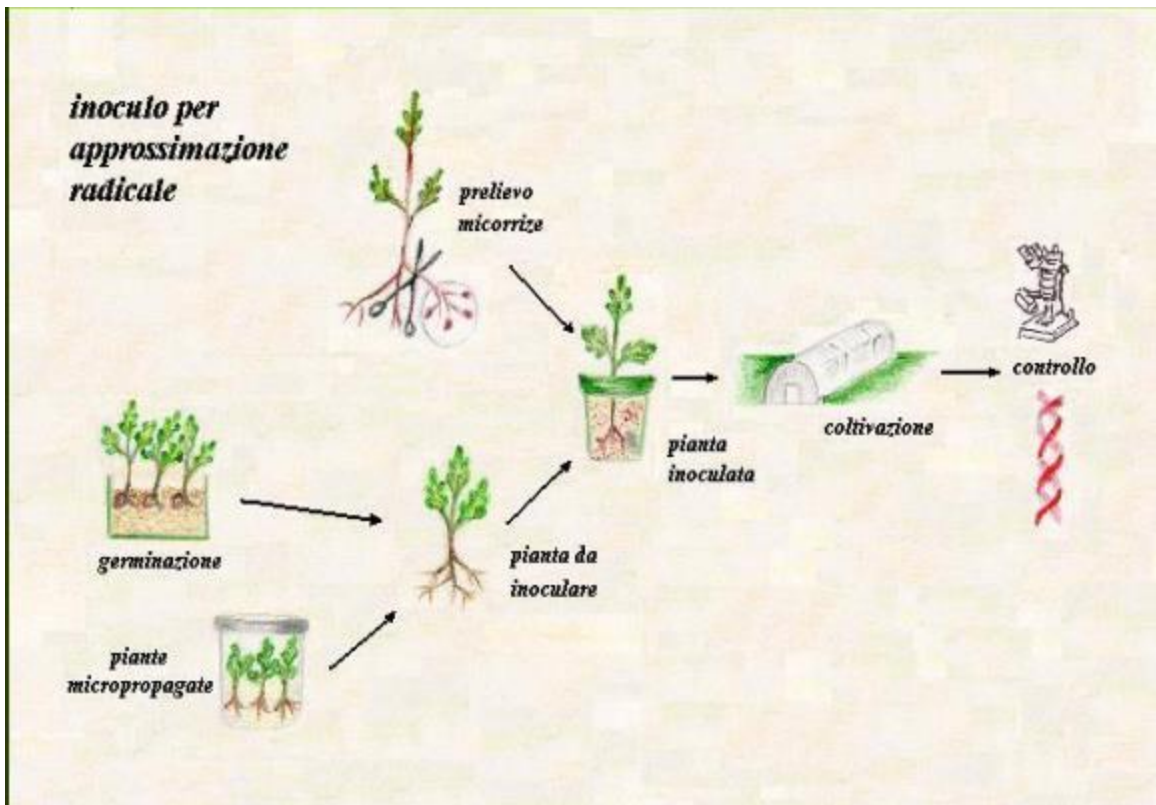
B. Εμβολιασμός μεγάλων δέντρων μετά την εγκατάσταση της καλλιέργειας

Στην Α' περίπτωση του εμβολιασμού σπορόφυτων ή νεαρών δενδρυλλίων πριν την εγκατάσταση της καλλιέργειας, ακολουθούνται τρεις βασικές τεχνικές εμβολιασμού:

- Εμβολιασμός με αποικισμένες ρίζες (Root Inoculum)
- Εμβολιασμός με σπόρια (Spore Inoculum)
- Εμβολιασμός με μυκήλιο (Inoculating with Mycelium)

Αναλυτικότερα:

- Εμβολιασμός με αποικισμένες ρίζες (Root Inoculum)



Εικόνα 9: Root Inoculum

Η τεχνική αυτή επιτρέπει τη δημιουργία αποικισμένων φυτών ανεξάρτητα από το είδος, ενώ παράλληλα εκμεταλλεύεται την υψηλή μολυσματικότητα των υφών που προέρχονται από ενεργούς συμβιωτικούς ιστούς.

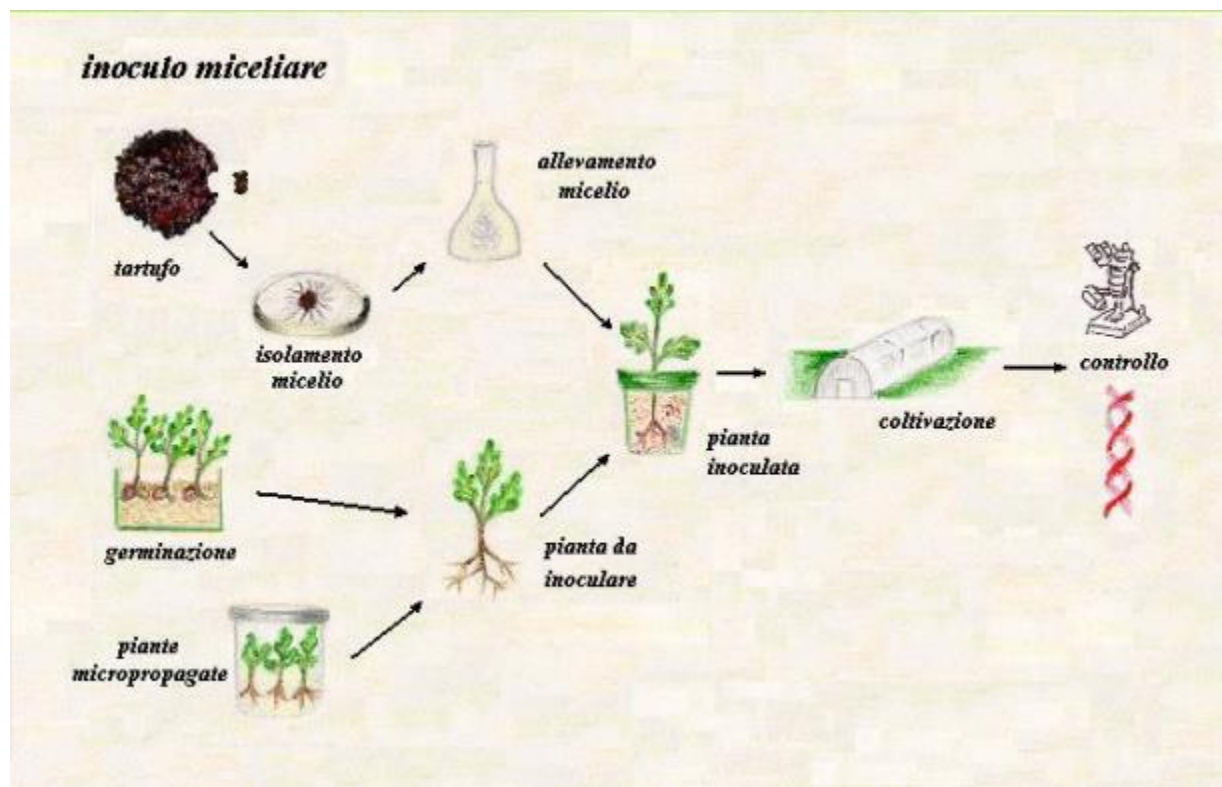
- Εμβολιασμός με σπόρια (Spore Inoculum)



Εικόνα 10: Spore Inoculum

Είναι σχετικά φθηνή μέθοδος, γενικά εύκολη στην προετοιμασία, λιγότερο χρονοβόρα, ενώ δεν απαιτεί εξειδικευμένες υπηρεσίες και εξοπλισμό. Τα σπόρια ήταν το προτιμώμενο εμβόλιο για την παραγωγή μολυσμένων φυτών με *T. melanosporum*, *T. aestivum* και *T. borchii*. (Hall et al. 2007; Karwa et al. 2011).

- Εμβολιασμός με μυκήλιο (Inoculating with Mycelium)



Εικόνα 11: Inoculating with Mycelium

Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιεί ως μητρικό υλικό ώριμες τρούφες (εμβολιασμός από σπόρια) από ελεγμένες καλλιέργειες. Σε κάθε φάση του εμβολιασμού και κατά τη διάρκεια της παραμονής του φυτού στο φυτώριο, διατηρείται ένα αυξημένο επίπεδο ασηψίας, για να διασφαλιστεί η μη μόλυνση του φυτού από ανταγωνιστικούς μύκητες. Περιοδικοί έλεγχοι σε ηλεκτρονικό μικροσκόπιο χρησιμοποιούνται για να ελεγχθεί η ποιοτική και ποσοτική ανάπτυξη του μύκητα (Γιδαράκου, 2008; Γάτσιος, 2007).

Κάθε χρόνο κατά τους μήνες Αύγουστο και Φεβρουάριο σε όλα τα φυτά πραγματοποιούνται αυστηροί έλεγχοι και μόνο τα φυτά τα οποία περνούν αυτούς τους ελέγχους διατίθενται προς πώληση. Το κάθε φυτό ελέγχεται χωριστά για την ύπαρξη συμβίωσης με τον συγκεκριμένο

μύκητα στις ρίζες του και για τη μη ύπαρξη άλλων μυκόρριζων σε αυτό (Γιδαράκου, 2008; Γάτσιος, 2007).

Τα φυτά διατίθενται σε γλαστράκια 9x9 εκατοστών και το ύψος αυτών φτάνει τα 20-30 εκατοστά. Η φύτευση των δένδρων γίνεται σε φυτευτικό σύνδεσμο 4mX4m έως 5mX5m, δηλαδή 50 έως 60 φυτά ανά στρέμμα. Απόσταση φύτευσης ανάμεσα σε φυτά που φέρουν διαφορετική ποικιλία τρούφας είναι 10 μέτρα. Την ίδια απόσταση ασφαλείας πρέπει να έχει το κάθε ένα φυτό από γειτνιάζοντα υπάρχοντα δένδρα, καθώς η φύτευση φυτών με τρούφα σε εδάφη που υπάρχουν εγκατεστημένα φυτά δρυός, πεύκου ή ελάτης (καθώς και κάποιοι θάμνοι, ειδικά η μανζανίτα (*Arctostaphylos* Sp.) μπορεί, να παρουσιάσει προβλήματα λόγω της ύπαρξης άλλων ανταγωνιστικών μυκόρριζων (Γιδαράκου, 2008; Γάτσιος, 2007).

Επιβάλλεται η διατήρηση απόστασης ασφαλείας από την περίφραξη ειδικά στην περίπτωση γειτνίασης με άλλα χωράφια τα οποία ψεκάζονται με φυτοφάρμακα (Γιδαράκου, 2008; Γάτσιος, 2007).

Η καλύτερη περίοδος για φύτευση είναι είτε το φθινόπωρο, πριν από τους παγετούς του Νοεμβρίου - Δεκεμβρίου, είτε την άνοιξη (εάν υπάρχουν παγετοί τότε είναι προτιμότερο να φυτευτούν τα φυτά μετά από αυτούς), σε έδαφος το οποίο δεν είναι παγωμένο ή πολύ υγρό. Για καλύτερη εγκατάσταση των φυτών η προετοιμασία του χωραφιού ξεκινάει δύο μήνες πριν από τη φύτευση.

Για τον έλεγχο των ζιζανίων, πριν την εγκατάσταση ψεκάζεται το έδαφος με την δραστική ουσία glyphosate (πχ. Round-up), το οποίο είναι καθολικό ζιζανιοκτόνο φυλλώματος, που αμέσως μετά την εφαρμογή του δεσμεύεται ισχυρά από το έδαφος και απενεργοποιείται. Απαιτούνται δύο εφαρμογές μέσα σε διάστημα δεκαπέντε ημερών, τουλάχιστον τοπικά σε φάρδος επί τις γραμμής φύτευσης 1,5 μέτρου. Ο ψεκασμός είναι απόλυτα απαραίτητο στην περίπτωση ύπαρξης πολυετών ζιζανίων που πολλαπλασιάζονται μέσω ριζωμάτων, κονδύλων κτλ (Γιδαράκου, 2008; Γάτσιος, 2007).

Μετά ακολουθεί φρεζάρισμα του εδάφους σε βάθος 15 εκατοστών. Η διαδικασία της φύτευσης είναι απλή: το χώμα του χωραφιού θα πρέπει, να είναι ψιλοθρυμματισμένο. Σκάβεται λάκκος 30εκ., αφαιρείται η γλάστρα με προσοχή να μην σπάσει το ριζικό σύστημα του φυτού (προσοχή το φυτό να μην είναι φρεσκοποτισμένο). Ο λαιμός του φυτού δε θα πρέπει να σκεπαστεί με χώμα

και η επιφάνεια φύτευσης στο έδαφος του τρουφόδενδρου θα πρέπει να είναι ίδια με την επιφάνεια του χώματος στην γλάστρα. Έπειτα ο λάκκος σκεπάζεται με κοσκινισμένο φρέσκο χώμα, πατιέται ελαφριά για να δέσει το καινούριο χώμα στη ρίζα και μετά ποτίζεται (Γιδαράκου, 2008; Γάτσιος, 2007).

Απαραίτητη είναι η περίφραξη της φυτείας με τσιμεντένια βάση βάθους 20 περίπου εκατοστών, σιδηροπασσάλους και δικτυωτό σύρμα, για την προφύλαξη αρχικά των πολύτιμων δένδρων και αργότερα της τρούφας τόσο από τα ζώα (αγριογούρουνα, ασβούς κτλ.) όσο και από τους ανθρώπους (Γιδαράκου, 2008; Γάτσιος, 2007).

Είναι δυνατή είτε η μονοκαλλιέργεια είτε η μικτή καλλιέργεια. Για δασικά είδη προτείνεται η εναλλασσόμενη φύτευση ειδών βελανιδιάς με φουντουκιές.

Η μικτή φύτευση έχει το πλεονέκτημα της πρωιμότητας της παραγωγής της φουντουκιάς και τη διάρκεια της παραγωγής της βελανιδιάς. Ωστόσο η καλλιέργεια της φουντουκιάς συνεπάγεται περισσότερη δουλειά καθώς το φύλλωμά της έχει μια οξυνιστική επίδραση στο έδαφος και γι αυτό πρέπει να απομακρύνονται τα πεσμένα φύλλα από το χωράφι κατά τους φθινοπωρινούς μήνες (Γιδαράκου, 2008; Γάτσιος, 2007).

Στη Γαλλία εκτός από τα κλασικά σχήματα φύτευσης, τετράγωνα, ή ρόμβους, χρησιμοποιούν συστήματα με αποστάσεις φύτευσης 4m πάνω στη γραμμή και 8 - 12m μεταξύ των γραμμών. Διευκολύνεται έτσι η αραίωση των δένδρων όταν αυτά μεγαλώσουν. Δοκιμάζονται επίσης συστήματα διπλής φύτευσης (δύο δένδρα στην ίδια θέση με απόσταση 60cm μεταξύ τους) για να αυξηθεί η πυκνότητα των δένδρων, καταλαμβάνοντας όμως τον ίδιο χώρο.

Ενδιαφέρον παρουσιάζει μια άλλη προσέγγιση στη Νέα Ζηλανδία, όπου σε εναλλασσόμενες σειρές φυτεύονται δύο φουντουκιές για κάθε βελανιδιά.

Στην Β' περίπτωση του εμβολιασμού μεγάλων δέντρων, μετά την εγκατάσταση της καλλιέργειας, ο εμβολιασμός είναι περισσότερο επιτυχής κυρίως με:

- Διασπορά σπορίων του μύκητα
- Ενέσεις με αιώρημα σπορίων του μύκητα
- Δημιουργία εμβολιασμένων ζωνών στην καλλιέργεια και αναμονή των ριζών.

- Δημιουργία παγίδων για τις ρίζες (root traps) με πότισμα και εμβολιασμό.
- Μυκηλιακές υφές

Η Β' περίπτωση εμβολιασμού μεγάλων δέντρων μετά την εγκατάσταση της καλλιέργειας, ενδεχομένως να ταιριάζει να γίνει σε ήδη υφιστάμενες και εγκατεστημένες καλλιέργειες δασικών δέντρων που επιδοτούνται από την Ευρωπαϊκή ένωση, λαμβάνοντας όμως όλα τα απαιτούμενα μέτρα π.χ. καλύτερη περίφραξη κλπ.

## 5.4 Φροντίδα καλλιέργειας

### 5.4.1 Λίπανση

Με βάση την ανάλυση του εδάφους που διενεργείται πριν από την εγκατάσταση της τρουφοκαλλιέργειας, γίνεται η κατάλληλη λίπανση του εδάφους ώστε να προλαμβάνονται πιθανές ελλείψεις του σε μακροστοιχεία και ιχνοστοιχεία (Γάτσιος, 2007).

Προτιμότερο είναι να χρησιμοποιούνται οργανικά λιπάσματα, για να αυξάνεται η περιεκτικότητα του εδάφους σε οργανική ουσία και να βελτιώνονται οι φυσικές του ιδιότητες, όπως είναι:

- Η αύξηση του πορώδους του εδάφους.
- Η αύξηση συγκράτησης ύδατος.
- Ο καλύτερος αερισμός κλπ.

Μπορεί να χρησιμοποιείται μίγμα από οργανικές ύλες φυτικής προέλευσης (κομπόστ), το οποίο θα έχει pH μεγαλύτερο του 8 και σχέση O/N μεγαλύτερη του 10. Το μίγμα αυτό που διασπείρεται στο έδαφος, μπορεί να φθάνει τους δύο (2) τόνους ανά στρέμμα και πρέπει να αναμειγνύεται με το χώμα κατά την κατεργασία του εδάφους πριν από τη φύτευση.

#### 5.4.2 Καταπολέμηση ζιζανίων

Μετά την εγκατάσταση της φυτείας ο έλεγχος για ζιζάνια γύρω από τα νεαρά φυτά είναι σημαντικός γιατί τα ζιζάνια ξηραίνουν τα δενδρύλλια. Η καταστροφή τους επιβάλλεται να πραγματοποιηθεί με μηχανικό τρόπο και σε συνιστώμενο βάθος μόλις τρία (3) με πέντε (5) εκατοστά. Ένα σκάλισμα εμποδίζει τόσο την εξάπλωση των ζιζανίων όσο και αερίζει το έδαφος σε επιθυμητό βαθμό. Για αυτό το λόγο προτείνονται τουλάχιστον δύο σκαλίσματα, ένα τον Απρίλιο και ένα τον Ιούνιο (Γιδαράκου, 2008; Γάτσιος, 2007).

Επεμβάσεις εναντίον των ζιζανίων είναι καλύτερο να γίνονται και τα επόμενα χρόνια και ειδικά την πρώτη τετραετία της ζωής των τρουφόδενδρων. Εναλλακτικά, αυτή την περίοδο (4 πρώτα χρόνια) μπορούμε να καλύψουμε το έδαφος 50cm γύρω από τα φυτά με πολυπροπυλένιο, συνθετικό ύφασμα, πέτρες, ξύλινες ίνες, ή άχυρα. Περιορίζεται έτσι ο ανταγωνισμός από τα ζιζάνια και διευκολύνεται ο αερισμός του εδάφους. (Γιδαράκου, 2008; Γάτσιος, 2007).

Στα επόμενα χρόνια η καλλιέργεια ή μη του εδάφους θα αξιολογηθεί ανάλογα με την κάθε περίπτωση, λαμβάνοντας υπόψιν ότι τα συμπιεσμένα εδάφη δίνουν επιφανειακές τρούφες που είναι πιο ευαίσθητες σε ακραίες καιρικές συνθήκες και σε εχθρούς.

Υπάρχουν πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα από την ύπαρξη ή μη «ανεπιθύμητης» βλάστησης στο χωράφι. Στα πλεονεκτήματα, η επιβράδυνση της ανάπτυξης του φυτού-ξενιστή, ενώ παράλληλα οι τρούφες αποικίζουν ευκολότερα τα ριζικά τριχίδια. Επίσης, η «ανεπιθύμητη» βλάστηση προστατεύει από τη διάβρωση και από τον παγετό τα χωράφια με κάποια κλίση.

Μειονεκτήματα της ύπαρξης ζιζανίων είναι ότι τα ζιζάνια μπορούν να πνίξουν τα μικρά δενδρύλλια και να μειώσουν την ανάπτυξή τους. Η υπερβολική ανάπτυξη ζιζανίων στην επιφάνεια του εδάφους μπορεί να μειώσει την προσφερόμενη επιφάνεια έκθεσης στον ήλιο και την θερμοκρασία του εδάφους, με αποτέλεσμα τη μείωση της παραγωγής (ειδικά για την *T. melanosporum* και *T. aestivum*). Λόγω των χόρτων, το έδαφος μπορεί να συγκρατήσει μεγάλο ποσοστό υγρασίας και να δημιουργηθούν αναερόβιες συνθήκες με αποτέλεσμα οι τρούφες να αναπτύσσονται στα επιφανειακά στρώματα (με συνέπεια τη μείωση της ποιότητας, καταστροφή από ζώα, ανομοιόμορφη ωρίμανση και σχήμα) (Γιδαράκου, 2008; Γάτσιος, 2007).



Επιπλέον, σε καλλιέργεια τρουφόδενδρων απαλλαγμένων από χόρτα, αυξάνεται ο αερισμός κοντά στη ρίζα του ξενιστή και η τρούφα δημιουργείται σε βαθύτερα στρώματα. Με το σκάλισμα του εδάφους το φυτό δημιουργεί πιο μικρές ρίζες και αυξάνεται η ποσότητα εποικισμού αυτών από τα μυκήλια και συνεπώς και η ποσότητα παραγωγής.

Τις περισσότερες φορές πάντως ο καθαρισμός των χόρτων γίνεται κοντά στο φυτό. Εάν υπάρχει εδαφοκάλυψη γύρω από αυτό, τότε θα υπάρχουν λίγα χόρτα κοντά στο λαιμό, που μπορούν να αφαιρεθούν με το χέρι. Ενδείκνυται ο έλεγχος των ζιζανίων με ελαφρύ χορτοκοπτικό μηχάνημα και σκάλισμα τριγύρω από τα δένδρα, μέχρι βάθους 5 εκ. με πολύ προσοχή, ώστε να μην καταστραφούν τα επιφανειακά ριζικά τριχίδια που συμβιώνουν με τους μύκητες.

Για να μειωθούν τα ζιζάνια και για να αυξηθεί ο αριθμός των οργανισμών της μικροπανίδας στην περιοχή που αναπτύσσονται οι ρίζες των φυτών, υπάρχουν οι εξής μέθοδοι (Γιδαράκου, 2008; Γάτσιος, 2007):

- Με κάλυψη του εδάφους με χαλίκια: Η επιφάνεια του εδάφους πέριξ των φυτών, καλύπτεται με χαλίκια μικρού μεγέθους, σε σχήμα τετράγωνο, διαστάσεων 1x1m. Με την τεχνική αυτή επιτυγχάνονται ταυτόχρονα οι κάτωθι στόχοι:
  - Να συγκρατείται η υγρασία στο έδαφος.
  - Να εμποδίζονται τα ζιζάνια να φυτρώσουν.
  - Να θερμαίνεται γρηγορότερα το έδαφος και να συγκρατείται η θερμότητα στο έδαφος.
- Με κάλυψη του εδάφους με μονωτικά υλικά:

Η κάλυψη της επιφάνειας του εδάφους στα σημεία που θα φυτευτούν τα δέντρα, με μοριόπλακες τεμαχιδίων ξύλου, διαστάσεων 0.5mX0.5m. Η μέθοδος έχει τα ίδια αποτελέσματα με την προηγούμενη μέθοδο των χαλικιών και μάλιστα είναι πιο αποτελεσματική επειδή εμποδίζεται κάθε βλάστηση ζιζανίου κάτω από τις μοριοσανίδες (Γιδαράκου, 2008; Γάτσιος, 2007).

- Με ζιζανιοκτονία: Η ζιζανιοκτονία πρέπει να γίνεται με προσοχή. Γενικά καλό είναι να αποφεύγεται η χρησιμοποίηση ζιζανιοκτόνων λόγω πιθανών βλαβερών επιπτώσεων από τη χρήση τους και να αντιμετωπίζονται τα ζιζάνια με ήπιες προς το περιβάλλον μεθόδους.
- Με κοπή των ζιζανίων: Με τη χρησιμοποίηση του χορτοκοπτικού για το κόψιμο των ζιζανίων και τον έλεγχο της αυτοφυούς βλαστήσεως. Μετά το κόψιμο των ζιζανίων ακολουθεί η

απομάκρυνσή τους από την επιφάνεια του εδάφους. Το κόψιμο των ζιζανίων πρέπει να γίνεται έγκαιρα πριν από την άνθησή τους.

#### 5.4.3 Κλάδεμα

Από τα πειραματικά δεδομένα που έχουν δημοσιευτεί μέχρι σήμερα, δεν είναι δυνατόν να τεκμηριωθεί ότι υπάρχει μία πραγματική σχέση μεταξύ κλαδεύματος του φυτού-ξενιστού και της παραγωγής τρούφας. Βέβαια έχει διαπιστωθεί ότι, δένδρα που έχουν ικανοποιητική παραγωγή τρούφας είναι τα περιποιημένα και κλαδεμένα, τα οποία είναι εγκατεστημένα σε εδάφη με μικρό βάθος και έχουν μέτρια γονιμότητα.

Το κλάδεμα θεωρείται απαραίτητο επίσης, επειδή αυτό ρυθμίζει το ποσοστό κάλυψης του εδάφους με σκιά ή με έκθεση στον ήλιο αλλά και με την ισορροπία των επίγειων και υπόγειων τμημάτων του φυτού, δηλαδή τον ανταγωνισμό σε θρεπτικά στοιχεία που δέχεται ο μύκητας από το περιβάλλον του (Γιδαράκου, 2008; Γάτσιος, 2007).

Τα πρώτα χρόνια εφαρμόζεται μόνο κλάδεμα σχηματισμού. Αργότερα ανάλογα και με το είδος του δένδρου φροντίζουμε να υποστηρίξουμε τους δευτερεύοντες κλάδους ώστε να διαμορφωθεί ένα κοντόχοντρο δένδρο. Την φουντουκιά μπορούμε να τη διαμορφώσουμε σ' έναν κεντρικό κορμό, προκειμένου να περιοριστεί η εργασία αφαίρεσης των παραφυάδων.

Στην περίπτωση της καλλιέργειας *T. melanosporum* και *T. aestivum* δεν πρέπει τα δένδρα, να σκιάζουν την περιοχή κοντά στον κορμό και για το λόγο αυτό δε προτείνονται ενθέρμως τα κωνοφόρα, ενώ η *T. magnatum* και η *T. uncinatum* μπορούν να καλλιεργηθούν σε φυτά, που έχουν ευρεία κόμη και δεν κλαδεύονται υπερβολικά (Γιδαράκου, 2008; Γάτσιος, 2007).

#### 5.4.4 Άρδευση

Η συγκεκριμένη καλλιέργεια δεν είναι χρειάζεται υπερβολικές ποσότητες νερού. Ένα απλό σύστημα άρδευσης όμως είναι απαραίτητο για να εξασφαλίσει τη βιωσιμότητα της φυτείας τα πρώτα χρόνια και για να αυξήσει την παραγωγή κατά τα επόμενα (Γιδαράκου, 2008; Γάτσιος, 2007).

Προτείνεται ένα σύστημα με πλαστικούς σωλήνες άρδευσης με σταλάκτες, κατά μήκος των γραμμών φύτευσης και σε ύψος 80 cm ως 1 m για την αποφυγή ζημιών από ζώα και πουλιά και μπέκ που να καταβρέχουν περιμετρικά τα δένδρα. Η ποσότητα και η συχνότητα των ποτισμάτων διαφέρει πολύ ανάλογα με τον τύπο του εδάφους και τις κλιματικές συνθήκες. Μεγάλη προσοχή

πρέπει να δοθεί στην ποιότητα του νερού. Η παρουσία υπολειμμάτων φυτοφαρμάκων και ειδικά μυκητοκτόνων θα πρέπει να αποκλεισθεί. Ανεπιθύμητα υψηλά επίπεδα νιτρικών ή ρύπανσης πρέπει να απομακρύνονται (για παράδειγμα με τη χρήση ενός φίλτρου).

Το πότισμα των δένδρων πρέπει να γίνεται κατά το πρώτο έτος απαραίτητως μετά τη φύτευση, επειδή υπάρχει ο κίνδυνος να καταστραφούν τα μυκόρριζα του δενδρυλλίου από την ξηρασία. Το πότισμα της τρουφοκαλλιέργειας είναι μία δύσκολη πρακτική η οποία δεν θεωρείται απαραίτητη από μερικούς καλλιεργητές και δεν εφαρμόζεται από όλους τους τρουφοκαλλιεργητές.

Όμως είναι γνωστό, η τρούφα, κάτω από ένα όριο περιεκτικότητας του εδάφους σε υγρασία, καταστρέφεται.

Για να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα αυτό υπάρχουν δύο εναλλακτικές λύσεις (Γιδαράκου, 2008; Γάτσιος, 2007):

- Να γίνει κάλυψη του εδάφους με άχυρα ή κομμένα αγριόχορτα κλπ, ώστε να μειωθεί η εξάτμιση του εδαφικού νερού.
- Με αύξηση της εδαφικής υγρασίας με πότισμα των φυτών την κατάλληλη εποχή (Απρίλιο έως Σεπτέμβριο), ανάλογα βέβαια με το ύψος των βροχοπτώσεων και το είδος του εδάφους.

#### 5.4.5 Συλλογή φύλλων

Σε πολλά φυτά, όπως για παράδειγμα πεύκα, φουντουκιά, κτλ, παρατηρείται όξυνση των ανώτερων στρωμάτων του εδάφους λόγω της αποσύνθεσης των φύλλων τους. Στην περίπτωση επομένως που το έδαφος είναι υποαλκαλικό, προτείνεται η απομάκρυνση των φύλλων από το χωράφι. Ειδικά στην περίπτωση των πεύκων, ο βαθμός οξίνισης του εδάφους μπορεί να είναι πολύ μεγάλος και η συλλογή των πευκοβελόνων δύσκολη, οπότε μπορεί να δημιουργηθεί έντονο πρόβλημα στην μετέπειτα παραγωγικότητα (Γιδαράκου, 2008; Γάτσιος, 2007).

#### 5.4.6 Διόρθωση του pH του εδάφους

Εάν είναι αναγκαίο διορθώνουμε το pH του εδάφους με προσθήκη ασβεστούχων βελτιωτικών. Η προσθήκη ασβεστίου (μαρμαρόσκονη) γίνεται το φθινόπωρο, σε ποσότητα ανάλογη με την περιεκτικότητα του εδάφους σε ασβέστιο, το υφιστάμενο pH του εδάφους και το ύψος του pH του εδάφους που επιθυμούμε να επιτύχουμε με τη διόρθωση. Η διόρθωση γίνεται συνήθως με ανθρακικό ασβέστιο που προέρχεται από τη μαρμαρόσκονη επιχειρήσεων κοπής μαρμάρων (Γιδαράκου, 2008; Γάτσιος, 2007).

#### 5.4.7 Συστήματα καλλιέργειας

- Το Σύστημα Pallier (Γιδαράκου, 2008; Γάτσιος, 2007)

Αντιμετωπίζει την καλλιέργεια τρούφας με τις ίδιες καλλιεργητικές φροντίδες ενός οπωρώνα. Επιλογή κατάλληλου εδάφους, όργωμα, φύτευση, συστηματική άρδευση, καταστροφή των χόρτων κάθε χρόνο, ψεκασμοί και κλάδεμα. Από τη στιγμή που θα εμφανιστούν οι τρούφες, η μηχανική καλλιέργεια του χώματος περιορίζεται μία φορά το χρόνο. Η μέθοδος αυτή έχει αυξημένη εργασία, αυξημένα έξοδα αλλά γρήγορα και αποδοτικά αποτελέσματα.

- Το Σύστημα Tanguy (Γιδαράκου, 2008; Γάτσιος, 2007)

Αφήνουμε το έδαφος να έχει χόρτα εκτός από ένα κομμάτι γύρω από το δένδρο το οποίο συνήθως ψεκάζεται. Δεν αρδεύουμε και δεν κλαδεύουμε τα φυτά. Η μέθοδος αυτή δεν απαιτεί την ύπαρξη μηχανολογικού εξοπλισμού, δεσμεύει μικρό κεφάλαιο και απαιτεί λίγη χειρωνακτική εργασία. Τα φυτά μεγαλώνουν πιο αργά και παράγουν αργότερα, αλλά οι τρούφες είναι ποιοτικά πιο καλές. Συνήθως χρησιμοποιείται ένα μεικτό σύστημα καλλιέργειας, τα πρώτα τέσσερα χρόνια με βάση τη μέθοδο Pallier και έπειτα με βάση κυρίως τη μέθοδο Tanguy.

- Το Σύστημα Malaurie (Γιδαράκου, 2008; Γάτσιος, 2007)

Η αρχή του συστήματος αυτού, στηρίζεται στην αξιοποίηση των φτωχών εδαφών και με μικρό κόστος εγκατάστασης. Δεν εγκαθίσταται κανένα αρδευτικό σύστημα ούτε λαμβάνονται κάποια ατομικά προστατευτικά μέτρα για τα φυτά. Το σύστημα αυτό ταιριάζει σε περιοχές που εφαρμόζεται ο αγροτουρισμός και είναι το σύστημα που μιμείται τη φυσική καλλιέργεια των τροφοφόρων δέντρων στα δάση. Μπαίνει σε παραγωγή όψιμα, συνήθως μετά από 10 με 15 χρόνια από την εγκατάσταση των δενδρυλλίων.

- Το Παραδοσιακό Σύστημα (Γιδαράκου, 2008; Γάτσιος, 2007)

Συνίσταται στη φύτευση συνήθως φυτών μη εμβολιασμένων σε περιοχές που θεωρούνται τροφοπαραγωγές, δηλαδή στις περιοχές που ο μύκητας της τρούφας συμβιώνει με τα ενδημικά φυτά του δάσους και στις οποίες παραδοσιακά παράγονταν τρούφες από τα φυτά

αυτά. Εισέρχεται σε καρποφορία μετά από 15 με 20 χρόνια. Το εφαρμόζουν στην Γαλλία μόνο το 5 - 10% των παραγωγών.

## 5.5 Απόδοση

Στην Ελλάδα δεν έχουμε αρκετά δεδομένα από τη συνολική παραγωγή τρουφοκαλλιέργειας ανά έτος ή ανά στρέμμα και είδος, λαμβάνοντας υπόψη και την ηλικία παραγωγής καρποφοριών, επειδή η καλλιέργεια τρούφας βρίσκεται στη χώρα μας σε πρώιμο ακόμη στάδιο. Οι εκτιμήσεις είναι εντελώς ενδεικτικές, συγκρίνοντας τις αντίστοιχες παραγωγές από την Ιταλία. Τα οικονομικά στοιχεία που προκύπτουν εξαρτώνται ανάλογα με το είδος του δασικού δέντρου και της τρούφας (Γιδαράκου, 2008; Γάτσιος, 2007).

Οι Ιταλοί τρουφοκαλλιεργητές αναφέρουν για τη χώρα τους ότι άτομα δρυός ηλικίας 15 ετών, παράγουν 4 έως 5 κιλά τρούφας ανά δέντρο και ότι μαζεύουν 200 έως 250 κιλά τρούφας ανά στρέμμα, σε μια ενήλικη φυτεία δρυός που περιλαμβάνει 50 δένδρα ανά στρέμμα. Ακόμη ισχυρίζονται ότι καλλιέργεια δρυός ηλικίας 3 ετών αποδίδει περίπου 0,5 κιλό τρούφας ανά δέντρο (Γιδαράκου, 2008; Γάτσιος, 2007).

Με βάση τα αποτελέσματα μελετών, οι αποδόσεις των φυτειών μελανόσπορης τρούφας, την τελευταία πενταετία, στις μισές φυτείες της Ιταλίας κυμάνθηκαν από 0,1-1 κιλό το στρέμμα, ενώ στις άλλες μισές μεταξύ 1,5 και 5 κιλών. Υπήρξαν όμως αρκετές εκμεταλλεύσεις που ξεπέρασαν τα 10 κιλά ανά στρέμμα και κάθε χρόνο παρατηρείται τάση αύξησης της απόδοσης τους. Αντίστοιχα οι μέσες αποδόσεις της ποικιλίας *Tuber aestivum* ήταν 4 κιλά το στρέμμα, ενώ της *Tuber magnatum* ήταν 1,5 κιλό (Γιδαράκου, 2008; Γάτσιος, 2007).

Οι τιμές παραγωγού ποικίλουν ανάλογα με το είδος της τρούφας, την ποιότητά της και το μέγεθός της. Η λευκή τρούφα (που έχει όμως εξωτερικό χρώμα μπεζ-καστανό) είναι η ακριβότερη. Ως τιμές παραγωγού αναφέρονται 1.000 έως 2.000 ανά κιλό τρούφας.

Η γαλλική αγορά απορροφά τις τρούφες σε μεγάλες ποσότητες και με τις υψηλότερες τιμές. Πάντως και με μικρότερη τιμή, τα έσοδα των τρουφοκαλλιεργητών θα είναι ικανοποιητικά.

## 5.6 Ανανέωση καλλιέργειας

Με την πάροδο του χρόνου είναι πιθανόν η τρουφοπαραγωγή σε μία τρουφοκαλλιέργεια, να μειωθεί ή και να παύσει να υφίσταται. Η παύση της παραγωγής τρούφας σε παλιές φυτείες, μπορεί να έχει τις εξής πιθανές αιτίες (Γιδαράκου, 2008; Γάτσιος, 2007):

- Το αυξημένο ποσοστό σκίασης του εδάφους σε σχέση με το ποσοστό των τμημάτων που δέχονται τις ακτίνες του ήλιου.
- Την αυξημένη συγκέντρωση οργανικής ουσίας στο έδαφος που οφείλεται στα πεσμένα φύλλα ή τα κλαδιά, τα οποία με τον καιρό μειώνουν το pH του εδάφους και επομένως δημιουργούν ακατάλληλο περιβάλλον για την ανάπτυξη της τρούφας.
- Η αυξημένη ανάπτυξη ανταγωνιστικής βλάστησης (θάμνοι, αγριόχορτα κλπ.), με αποτέλεσμα τον ανταγωνισμό του εδαφικού νερού.
- Την ανάπτυξη άλλων ανταγωνιστικών ειδών τρούφας που σε βάθος χρόνου επικρατούν και εκτοπίζουν το είδος της τρούφας που έχουμε επιλέξει. Αυτό έχει παρατηρηθεί σε καλλιέργειες μαύρης τρούφας (*Tuber melanosporum*), να ανταγωνίζονται και να εκτοπίζονται από την τρούφα του φθινοπώρου (*Tuber brumale*), ιδίως σε εδάφη που κατακρατούν πολύ υγρασία.

Η ανανέωση μίας τρουφοκαλλιέργειας συνίσταται στο να ανανεωθούν τα δέντρα μίας παλιάς τρουφοκαλλιέργειας ή να γίνουν καλλιεργητικές εργασίες σε περιοχές με δέντρα που υποψιαζόμαστε ότι υπάρχουν τρούφες και στις οποίες παρουσιάζονται σημεία ύπαρξης της τρούφας στις ρίζες τους (καψίματα). Η μέθοδος αυτή μπορεί να κρύβει άσχημες εκπλήξεις, δηλαδή την ανάπτυξη μη εδωδιμων ειδών τρούφας ή ειδών τρούφας με μικρή εμπορική αξία. Τα αποτελέσματα, των εργασιών ανανέωσης μίας τρουφοκαλλιέργειας είναι πολλές φορές αβέβαια.

## 5.7 Αντιμετώπιση προβλημάτων

Ο άνθρωπος δεν είναι ο μοναδικός που καταναλώνει τις τρούφες γιατί τις βρίσκει εξαιρετικά γευστικές. Ένας μεγάλος αριθμός από ζώα, θεωρούν το ίδιο και αρέσκονται να τρώνε με μανία αυτό το εκλεκτό έδεσμα. Μεταξύ των ζώων που υπεραγατούν την τρούφα είναι: (Γιδαράκου, 2008; Γάτσιος, 2007):

- Ο σκύλος
- Ο χοίρος
- Το αγριογούρουνο
- Το ελάφι
- Ο λαγός
- Η αλεπού
- Οι σκίουροι
- Τα ποντίκια
- Οι τυφλοπόντικες
- Ο φασιανός
- Η κότα

Γενικά οι ιδιότυποι αυτοί λάτρεις της τρούφας και επιζήμιοι ως προς το εισόδημα των τρουφοκαλλιεργητών, αντιμετωπίζονται με περίφραξη πολύ καλής κατασκευής, της οποίας το κόστος εγκαταστάσης στην τρουφοκαλλιέργεια είναι αρκετά υψηλό.

## 5.8 Συγκομιδή

Οι κυριότεροι μέθοδοι συγκομιδής είναι :

- Με ειδικά εκπαιδευμένα σκυλιά (η επικρατούσα μέθοδος).
- Με γουρούνια (παλαιότερη μέθοδος)
- Παρατηρώντας τα σκασίματα του εδάφους ακριβώς πάνω από τις ώριμες τρούφες.
- Η παρουσία τρουφόμυγας και ο χορός της (*Suillia Gigantea*).
- Με Ηλεκτρονικούς ανιχνευτές οσμών.

Όταν εντοπιστεί το σημείο που βρίσκεται η τρούφα, συνήθως σε βάθος 5 - 15cm, επεμβαίνουμε μ' ένα σκαπτικό εργαλείο και την ξεθάβουμε. Προσέχουμε να μην βλάψουμε τις ρίζες. Η παραγωγή διατίθεται είτε απ' ευθείας από τον παραγωγό σε λαϊκές αγορές, εστιατόρια, ξενοδοχεία, είτε μέσω εμπόρων, είτε ακόμη μέσω του διαδικτύου. Η μεγάλη ζήτηση διατηρεί τις τιμές σε υψηλά επίπεδα, ενώ σε πολλές των περιπτώσεων φια τις σοδειές γίνονται συμφωνίες να προπωληθούν (Γιδαράκου, 2008; Γάτσιος, 2007).

Στην Ιταλία, η νομοθεσία που αφορά τις πωλήσεις της τρούφας και οι αγορανομικοί έλεγχοι είναι αυστηροί. Προτείνεται να υπάρξει και στην Ελλάδα η σχετική νομοθεσία στο μέλλον, έτσι ώστε το προϊόν της ελληνικής τρούφας να διατηρήσει την καλή του ποιότητα.

Βασικό στοιχείο για την καλή ποιότητα και την πλήρη μετασυλλεκτική αξιοποίηση της τρούφας αποτελεί η συλλογή της στο σωστό στάδιο. Όταν η τρούφα είναι ώριμη, τα ζώα την εντοπίζουν από το χαρακτηριστικό της άρωμα που αναδύεται, όταν αυτή είναι έτοιμη για συλλογή. (Γιδαράκου, 2008; Γάτσιος, 2007).

Πιο παλιά οι τρουφοκαλλιεργητές χρησιμοποιούσαν θηλυκούς χοίρους για να βρουν τις τρούφες, ενώ τα τελευταία χρόνια τις βρίσκουν εκπαιδευμένοι σκύλοι από τους ίδιους τους καλλιεργητές μεσαίου μεγέθους έως 15 κιλά, ράτσας spaniel, terrier, setter, sprinter, cocker με κοντό τρίχωμα για να μην μπλέκονται σε αγκάθια ή με μακρύ τρίχωμα όταν πρόκειται για χειμερινή συλλογή. Η εκπαίδευσή τους ξεκινάει από 3-6 μηνών (Γιδαράκου, 2008; Γάτσιος, 2007).

Άλλοι τρόποι συλλογής είναι με βοήθεια συσκευών ηλεκτρονικής ανίχνευσης οσμών, με τον εντοπισμό σχισμών του εδάφους ή με τον εντοπισμό του χορού της τρουφόμυγας, όμως οι δύο τελευταίοι εντοπίζουν μόνον τις επιφανειακές τρούφες που είναι τις περισσότερες φορές ποιοτικά όχι τόσο καλές. (Γιδαράκου, 2008; Γάτσιος, 2007).

## 5.9 Διάρκεια παραγωγής

Αυτή εξαρτάται από το δασοπονικό είδος και το μέγεθος του δένδρου, τις αποστάσεις φύτευσης, την ποιότητα του εδάφους, και τη μέθοδο καλλιέργειας που χρησιμοποιείται.

Είναι γνωστό ότι η ζώνη παραγωγής τρούφας γύρω από το δένδρο ονομάζεται κύκλος του Brule. Το χαρακτηριστικό της είναι ότι η υπέργεια βλάστηση που περικλείεται μέσα στους κύκλους του Brule είναι ελάχιστη έως ανύπαρκτη. Οι τρούφες τείνουν να αναπτύσσονται στην άκρη αυτού του κύκλου. Μετά από μακρά διάρκεια παραγωγής οι κύκλοι αυτοί στη φυτεία μεγαλώνουν και τελικά ενώνονται. Είναι τότε απαραίτητο ν' αφαιρέσουμε κάποια μεμονωμένα δένδρα για ν' αυξήσουμε το χώρο ανάμεσα στα υπόλοιπα. Ενδεικτικά, η διάρκεια παραγωγής τρούφας για κάποια συχνά χρησιμοποιούμενα είδη ξενιστών είναι (Γιδαράκου, 2008; Γάτσιος, 2007):



- Αμυγδαλιές 20-25 χρόνια
- Φουντουκιές και ελιές 25-30 χρόνια
- Βελανιδιές περίπου 30 χρόνια (με το κατάλληλο κλάδεμα και αραίωμα των δένδρων μεγάλης ηλικίας, οι φυτείες δρυός (βελανιδιάς) μπορούν να παράγουν τρούφες για πάνω από 50 χρόνια)

Στον Πίνακα 5 που ακολουθεί, αναφέρεται η περίοδος μερικής, αλλά και πλήρους συλλογής και καρποφορίας για καθένα από τα κάτωθι είδη τρούφας:

Πίνακας 4: Περίοδος συλλογής και καρποφορίας (Γιδαράκου, 2008; Γάτσιος, 2007)

| <b>Μερική Συλλογή</b>           |           |
|---------------------------------|-----------|
| Μαύρη Πολύτιμη Χειμερινή Τρούφα | 6-8 έτη   |
| Μαύρη Θερινή Τρούφα             | 6-8 έτη   |
| Μαύρη Φθινοπωρινή Τρούφα        | 8-9 έτη   |
| Λευκή Τρούφα (Μπόρκειος)        | 5-7 έτη   |
| Λευκή Πολύτιμη Τρούφα           | 12-15 έτη |
| <b>Πλήρης συλλογής</b>          |           |
| Μαύρη Πολύτιμη Χειμερινή Τρούφα | 12-15 έτη |
| Μαύρη Θερινή Τρούφα             | 12-15 έτη |
| Μαύρη Φθινοπωρινή Τρούφα        | 12-15 έτη |
| Λευκή Τρούφα (Μπόρκειος)        | 10-12 έτη |
| Λευκή Πολύτιμη Τρούφα           | 12-15 έτη |

| Περίοδος Καρποφορίας            |                          |
|---------------------------------|--------------------------|
| Μαύρη Πολύτιμη Χειμερινή Τρούφα | Δεκέμβριος - Μάρτιος     |
| Μαύρη Θερινή Τρούφα             | Μάιος - Αύγουστος        |
| Μαύρη Φθινοπωρινή Τρούφα        | Σεπτέμβριος - Δεκέμβριος |
| Λευκή Τρούφα (Μπόρκειος)        | Νοέμβριος - Απρίλιος     |
| Λευκή Πολύτιμη Τρούφα           | Σεπτέμβριος - Δεκέμβριος |

### 5.10 Μετασυλλεκτική μεταχείριση

Η τρούφα συντηρείται στην κατάψυξη για μακρό χρονικό διάστημα, αλλά ταυτόχρονα υποβαθμίζεται η ποιότητά της. Αυτός ο τρόπος συντήρησης εξυπηρετεί κυρίως όταν πρόκειται διατήρηση μητρικού υλικού για τη δημιουργία εμβολίων. Σε αυτή την περίπτωση, προτιμώνται τρούφες βαρύτερες των 100 γραμμαρίων, οι οποίες προέρχονται από ελεγμένη καλλιέργεια και είναι ταυτοποιημένες. (Γιδαράκου, 2008; Γάτσιος, 2007).

Η πιο συνήθης μετασυλλεκτική μεταχείριση είναι η μερική ψύξη της τρούφας και η μετέπειτα πώλησή της, χωρίς τον φλοιό της και με μη ψυγμένο το εσωτερικό της.

Η ξεφλουδισμένη τρούφα διατηρείται το ίδιο καλά με αυτήν την οποία συντηρούμε στο έδαφος, υπό τις παρακάτω προϋποθέσεις:

- Δεν πρέπει ποτέ να διατηρούμε τις τρούφες μέσα σε νερό
- Δεν πρέπει να παραμένουν στο νερό πριν το καθάρισμα περισσότερο της μιας ώρας
- Το βούρτσισμα πρέπει να γίνεται κάτω από πόσιμο νερό
- Το σκούπισμα μετά το πλύσιμο (πολύ σημαντικό) πρέπει να γίνεται σε δροσερό μέρος έτσι ώστε η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του στεγνώματος και της αποθήκευσης να είναι η μικρότερη δυνατή.

Οι τρούφες αναπνέουν. Απορροφούν οξυγόνο και εκπνέουν διοξείδιο του άνθρακα μαζί με αρωματικές ουσίες. Σε θερμοκρασία περίπου 0 °C, όχι χαμηλότερη, η αναπνοή και η οξείδωση

ελαχιστοποιούνται. Όμως, όσο περισσότερο καιρό παραμένουν σε τέτοιες συνθήκες, τόσο περισσότερο άρωμα χάνουν. Οι πολύ ώριμες τρούφες πρέπει να καταναλώνονται αμέσως (Γιδαράκου, 2008; Γάτσιος, 2007).

Η *T. melanosporum* και η *T. aestivum* συντηρούνται στους 1 °C μέσα σε δοχείο με απορροφητικό χαρτί, για 15-25 ημέρες στην περίπτωση που συλλέχθηκαν ώριμες αλλά όχι υπερώριμες. Η ποικιλία *T. magnatum* μπορεί να διατηρηθεί στο ψυγείο για μερικές ημέρες, ενώ σε θερμοκρασία από -1° έως -2° C και μέσα σε απορροφητικό χαρτί μπορεί να διατηρηθεί για 6-10 ημέρες, το πολύ 15 ημέρες. Το ψυγείο στο οποίο τις τοποθετούμε για να τις συντηρήσουμε, θα πρέπει να το χρησιμοποιούμε μόνο για τρούφες, γιατί οι τρούφες απορροφούν εύκολα οσμές από το περιβάλλον διατήρησης.

Για μακρόχρονη συντήρηση, η συνήθης μέθοδος είναι η συσκευασία καλά πλυμένων τρουφών μέσα σε αεροστεγώς κλειστό βαζάκι ή κονσέρβα, ύστερα από την πλήρη κάλυψή τους με ελαιόλαδο. Με τον τρόπο αυτό συσκευάζονται κυρίως οι μικρές τρούφες, ολόκληρες ή κομμένες ή λιωμένες υπό τη μορφή πάστας, τόσο αυτούσιες όσο και αναμιγμένες με άλλα μανιτάρια. (Γιδαράκου, 2008; Γάτσιος, 2007).

### 5.11 Δυνατότητες καλλιέργειας στην περιοχή μελέτης

Μόλις εκατό (100) περίπου χρόνια έχουν περάσει από όταν η φυλλοξήρα κατέστρεψε σχεδόν ολοσχερώς αμπελοκαλλιέργειες της Νότιας Γαλλίας, φέρνοντας σε απόγνωση τους Γάλλους καλλιεργητές. Οι τελευταίοι αναζητώντας εναλλακτικές λύσεις σκέφτηκαν και στράφηκαν στη συλλογή Τρούφας στην περιοχή τους.

Είναι γνωστό ότι τα τελευταία χρόνια στη χώρα μας η οικονομική κρίση έχει χτυπήσει αρκετές έως πολλές πόρτες συμπατριωτών μας και πολλοί από μας δυσκολευόμαστε πλέον να ανταπεξέλθουμε στις υποχρεώσεις μας.

Αναζητούνται λοιπόν έξυπνες, απλές, εφαρμόσιμες οικολογικές λύσεις, με γνώμονα τη διατήρησης της καλής ισορροπίας του φυσικού περιβάλλοντος στο οποίο ζούμε και δραστηριοποιούμαστε, αλλά και την προστασία του, σύμφωνα με τις επιταγές των τρεχόντων, κυρίαρχων κοινωνικών αντιλήψεων και ρευμάτων.

Μία τέτοια εναλλακτική λύση είναι η επιλογή κατάλληλων αγρών ή αγροτεμαχίων για τη φύτευση αυτών με Τρούφα.

Στο 1ο Κεφάλαιο της παρούσας εργασίας, έχει αναφερθεί ο σημαντικός ρόλος της Τρούφας τόσο στη λειτουργία των οικοσυστημάτων, όσο και των εδαφών, αλλά και η συμβολής της στην καλή διατήρηση της τροφική αλυσίδας στην οποία συμμετέχει κάθε φορά, του μικροκλίματος και του κλίματος της περιοχής.

Επομένως, επιλέγοντας την εγκατάσταση κατάλληλων εμβολιασμένων τροφοδένδρων ως εναλλακτική καλλιέργεια, ως πολίτες, συνεισφέρουμε πρωτίστως στην αειφορία των οικοσυστημάτων, παράλληλα εξασφαλίζοντας και ικανοποιητικό εισόδημα.

Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι οι Γάλλοι και οι Ισπανοί τροφοκαλλιεργητές, αποφάσισαν να επενδύσουν στην μελανόσπορη Τρούφα, η οποία πιάνει τις αμέσως καλύτερες τιμές μετά την *T. magnatum* στις αγορές, είτε χονδρικής είτε λιανικής και τα κατάφεραν.

Οι γείτονες Ιταλοί έχουν επενδύσει κατά πολύ στην λευκή *Tuber magnatum*, η οποία όπως προαναφέραμε είναι ακριβότερη και πολυτιμότερη μιλώντας με οικονομικούς όρους.

Τελευταία έγινε γνωστή η επιτυχημένη προσπάθεια Γάλλων επιστημόνων από το Εθνικό Ινστιτούτο Ερευνών για τη Γεωργία, τα Τρόφιμα και το Περιβάλλον (INRAE), να καλλιεργήσουν 26 λευκές τρούφες, εκτός της φυσικής τους περιοχής και πιο συγκεκριμένα σε μια τοποθεσία στη Νέα Ακουιτανία, στη δυτική Γαλλία, γεγονός που αποτελεί μια πολύ καλή είδηση μιας και είναι σύνηθες να συλλέγουμε λίγες μόνο μαύρες τρούφες στην αρχή της συγκομιδής και η σοδειά να αυξάνεται στη συνέχεια, αλλά να συμπεριφέρεται με τον ίδιο τρόπο και η λευκή τρούφα είναι τρομερή εξέλιξη.

Επίσης είναι γνωστή η προσπάθεια Κυπρίων καλλιεργητών ελιάς να φυτέψουν δεντρύλλια αυτού του καρποφόρου δέντρου εμβολιασμένα με τρούφα, η οποία έπεσε στο κενό.

Το τελευταίο παράδειγμα, μας οδηγεί στην παρακάτω βιώσιμη, αλλά όχι παρακινδυνευμένη πρόταση τροφοκαλλιέργειας, που θα αποφέρει το επιθυμητό κέρδος με τις λιγότερο δυνατό απώλειες στο μέλλον, καθώς όποια επιλογή και αν κάνουμε τελικά, καρπούς Τρούφας θα συλλέξουμε μετά από αρκετά χρόνια.

Δεδομένου ότι στην περιοχή μελέτης βρέθηκαν από κυνηγούς Τρούφας και η μελανόσπορη και όλα τα υπόλοιπα είδη που αναφέρονται στο κεφάλαιο 4, μπορούμε να οδηγηθούμε σε σχετικά ασφαλές συμπέρασμα ότι αυτά είδη μπορούν να ευδοκιμήσουν στην περιοχή.

Επίσης μετά από συνεντεύξεις με τρουφοκαλλιεργητές έχουμε την πληροφορία ότι υπάρχουν φυτείες με μελανόσπορη που έχουν δώσει ικανοποιητική καρποφορία, παρότι βρίσκονται σε αρχικό στάδιο ανάπτυξης.

Οι απαιτήσεις της μελανόσπορης σε εδαφοκλιματικές συνθήκες είναι: έδαφος πλούσιο σε ασβέστιο, με καλή αποστράγγιση, με pH 7,8 έως 8,5, και οργανική ουσία πάνω από 1%, ύψος βροχοπτώσεων κατανεμημένο όπως στην περιοχή μελέτης, ηλιοφάνεια όπως στην περιοχή μελέτης, ύπαρξη ανέμων όπως στην περιοχή μελέτης, εύρος υψόμετρου όπως της περιοχής μελέτης και κλίμα όπως της περιοχής μελέτης (Βλέπε Κεφάλαιο 5).

Συνεκτιμώντας τα παραπάνω δεδομένα, προτείνεται με ασφάλεια η καλλιέργεια μελανόσπορης τρούφας στην ορεινή Ήπειρο, αλλά και η δοκιμαστική αρχικά καλλιέργεια των υπόλοιπων ειδών, σε μικρότερη έκταση, χωρίς τα είδη αυτά να αποκλείονται ως επιλογή, εφόσον βρέθηκαν στην Ήπειρο και μελετήθηκε επί τόπου η καταλληλότητα του τόπου φύτευσης σε όλες τις παραμέτρους: έδαφος, κλίμα, pH, ύψος βροχής, διακυμάνσεις θερμοκρασίας, ηλιοφάνεια κλπ.

## Συμπεράσματα-Προτάσεις

Τα τελευταία χρόνια η διεθνής κοινότητα θεωρεί επιτακτική την ανάγκη για νέες μορφές καλλιέργειας, με ιδιαίτερα χαρακτηριστικά, μεγάλες προοπτικές αξιοποίησης και εκμετάλλευσης και προπάντων με κέρδος ικανοποιητικό. Οι παραγωγοί πραγματοποιούν μία στροφή προς τις εναλλακτικές καλλιέργειες, ενώ και οι καταναλωτές προσανατολίζονται προς αυτά τα προϊόντα.

Οι καταναλωτές, εκτός από το γεγονός ότι έχουν στραφεί σε προϊόντα βιολογικής καλλιέργειας, επιθυμούν να εντάξουν στην διατροφή τους και προϊόντα πλούσια σε βιταμίνες, θρεπτικές ουσίες και αντιοξειδωτικά, που βοηθούν τον οργανισμό τους να διατηρείται υγιής. Ένα από τα προϊόντα των εναλλακτικών καλλιεργειών που περιλαμβάνει όλα τα ανωτέρω χαρακτηριστικά είναι η τρούφα.

Οι τρούφες παρά τις οργανοληπτικές, φαρμακευτικές και γεωργικές τους δυνατότητες, δεν έχουν λάβει τη δέουσα αναγνώριση που πρέπει, ώστε να τις εκμεταλλευτεί κανείς επαγγελματικά. Για την ευαισθητοποίηση του κοινού, πραγματοποιούνται διάφορες εκθέσεις τρούφας σε περιοχές όπου αυτές συγκομίζονται, όπως για παράδειγμα τα τελευταία χρόνια στην Ήπειρο.

Διεθνώς, υπάρχει μία ανησυχία πως η φυσική παραγωγή της τρούφας έχει μειωθεί δραματικά τον περασμένο αιώνα, με κύριο εμπόδιο την ανεπαρκή γνώση της καλλιέργειάς τους. Ωστόσο, η έλευση της μοριακής βιολογίας αναμένεται να δώσει ώθηση στην έρευνα τρούφας.

Τα τελευταία χρόνια οι τρούφες, καθώς και τα προϊόντα που παράγονται από αυτές έχουν αποκτήσει μεγάλη φήμη σε όλες τις διεθνείς κουζίνες, λόγω της γαστρονομικής απόλαυσης που προσφέρουν και τα θρεπτικά τους συστατικά.

Επίσης, πραγματοποιούνται περαιτέρω επιστημονικές μελέτες προκειμένου να αναπτυχθούν προϊόντα προστιθέμενης αξίας, λειτουργικά τρόφιμα και φαρμακευτικά προϊόντα από τις βιοδραστικές ενώσεις των τρουφών.

Λόγω των όσων αναφέρθηκαν παραπάνω, αυξάνεται συνεχώς η δημοτικότητα της τρούφας, με αποτέλεσμα πολλά κράτη να προσπαθούν να καλλιεργήσουν συστηματικά τις τρούφες και να τις εξάγουν, ώστε να ενισχύσουν την οικονομία τους.

Πολλοί μυκητολόγοι ερευνητές, ασχολούνται ενεργά με την έρευνα για την αναγνώριση νέων ειδών τρούφας, δοκιμάζοντας το συνδυασμό τους με νέα φυτά-ξενιστές και επινοώντας καινοτόμες ορθές καλλιεργητικές πρακτικές, για τη μαζική καλλιέργεια της τρούφας. Οι διαθέσιμες πληροφορίες σχετικά με τις τρούφες, είναι ακόμη σε νηπιακή ηλικία, και εξακολουθούν να θεωρούνται ανεκμετάλλευτη πηγή με πολλαπλές προοπτικές.

### **Ομάδες για την τρούφα στην Ήπειρο (τρούφα κλαμπ) και Δίκτυα**

Οι χώρες που ασχολούνται περισσότερο στην Ευρώπη είναι τρεις: Η Γαλλία, η Ιταλία και η Ισπανία. Η χώρα μας η Ελλάδα δεν έχει την πολυετή πείρα των προαναφερόμενων χωρών. Παρόλα αυτά στην Ήπειρο υπάρχουν άτομα που αγαπούν το φυσικό περιβάλλον, αγαπούν την τρούφα και οργανώνονται σε ομάδες, είναι κηνυγοί τρούφας, είναι καλλιεργητές τρούφας, είναι επιστήμονες που συμμετέχουν σε δίκτυα, όπως αυτό για τα μη ξυλώδη προϊόντα (Δίκτυο) και προσπαθούν με μεράκι να ενημερώσουν, να ανταλλάξουν γνώσεις, πληροφορίες και ιδέες με έναν τρόπο ανθρώπινο και ζεστό χωρίς να χάνεται η αντικειμενικότητα και η επιστημονικότητα.

### **Εκπαίδευση και έρευνα**

Στο 1<sup>ο</sup> Κεφάλαιο της παρούσας διπλωματικής αναφέρεται ότι ο Θεόφραστος περιγράφει την Τρούφα ως ένα «σύνθετο φυσικό φαινόμενο, καθώς πρόκειται για ένα παράξενο φυτικό είδος, δίχως ρίζες, κορμό, νεύρα, κλαδιά, βλαστούς, φύλλα και άνθη, που μεγαλώνει στο σκοτάδι, μέσα στο έδαφος και κανένας δεν μπορεί να προβλέψει πότε και που θα αναπτυχθεί» (Feeney, 2003).

Πρότασή μας είναι αυτό το είδος να μην μείνει άλλο στο σκοτάδι, αλλά ούτε κι εμείς, δίνοντας βάρος αρχικά στην εκπαίδευση νέων επιστημόνων, τεχνικών, καλλιεργητών γιατί όχι και εμπόρων και όλων όσων εμπλέκονται και σχετίζονται με την διάδοσή της ως προϊόν και κατόπιν στην ενθάρυνση της έρευνας του αντικειμένου από όλες τις πιθανές απόψεις.

Αν προχωρήσει η έρευνα και η εκπαίδευση στην χώρα μας, τότε θα έχουμε τις απαιτούμενες γνώσεις, βάσεις και θεμέλια να ορίσουμε το νομικό πλαίσιο για περιγραφή και αναγνώριση του προϊόντος με επιστημονικούς όρους και προστασία αυτού.

Είναι λοιπόν επιτακτική ανάγκη και αυτονόητο να στηριχθεί με κάθε τρόπο η προσπάθεια των ανθρώπων της γνώσης για την διάδοση του εν λόγω προϊόντος μέσω της εκπαίδευσης και της έρευνας, αλλά και μέσω σεμιναρίων ή απλών ενημερώσεων.

Μέσα από αυτήν την διαδικασία μπορεί να προκύψουν νέες ειδικότητες, όπως αυτές του τεχνικού καλλιέργειας τρούφας ή του καλλιεργητή τρούφας, οι οποίοι για παράδειγμα θα εκπαιδεύονται σύμφωνα με τις επιταγές του θεσμού των ΙΕΚ που ήδη λειτουργεί στην χώρα μας και δίνει πιστοποίηση αναγνωρισμένη και στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

## **Προγράμματα**

Όσον αφορά το οικονομικό κομμάτι προτείνεται η εφαρμογή προγραμμάτων ενίσχυσης της καλλιέργειας της τρούφας, που στην υφιστάμενη κατάσταση δεν υπάρχουν και αποτελούν ανασταλτικό παράγοντα. Με αυτόν τον τρόπο θα προσελκυθούν, αλλά και θα στηριχθούν τα άτομα που θα αποφασίσουν να ασχοληθούν. Επίσης, άμεσα θα πρέπει να γίνει μια επίσημη καταγραφή των υπαρχόντων καλλιεργειών. Ακόμη προτείνεται η τρούφα να αντιμετωπίζεται όπως τα υπόλοιπα προϊόντα και να προωθείται συστηματικά η συμμετοχή της σε διοργανώσεις, όπως εμπορικές εκθέσεις και άλλα παρόμοια γεγονότα.

## **Φυτείες**

Όσον αφορά τις φυτείες τρουφοδένδρων, οι προτάσεις είναι οι εξής:

Οι αγροί ή τα αγροτεμάχια που είναι προς επιλογή, πρέπει να πληρούν τις προϋποθέσεις όπως αυτές αναφέρθηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια, αλλά για να εφαρμοστούν σωστά οι προτεινόμενες στην παρούσα διατριβή καλλιεργητικές τεχνικές, πρέπει αυτά να μην είναι τελείως απομακρυσμένα και να εύκολα προσβάσιμα.

## **Επίλογος**

Κλείνοντας, οι Ιταλοί έχουν ήδη διεκδικήσει και προτείνει στην Unesco να συμπεριληφθεί η καλλιέργειά της τρούφας στην Άυλη Πολιτιστική Κληρονομιά της Ανθρωπότητας με επιχειρήματα όπως:

«Πέρα από την ανεκτίμητη αξία της, η τρούφα είναι το σύμβολο των σχέσεων μεταξύ του ανθρώπου, της φύσης, των ζώων και της παράδοσης».

Οι Ιταλοί τόνισαν τα παραπάνω, οι Ηπειρώτες το έκαναν πράξη και για αυτό το λόγο θεωρούμε ότι το μέλλον μπροστά μας είναι ευοίωνο.



## Βιβλιογραφία

- Albee-Scott SR, (2007). Does secotoid inertia drive the evolution of false-truffles? *Mycol Res*, 111 (9):1030–1039. doi:10.1016/j.mycres.2007.08.008.
- Alvarado P, Moreno G, Manjon JL, (2012). Comparison between *Tuber gennadii* and *T. oligospermum* lineages reveals the existence of the new species *T. cistophilum* (Tuberaceae, Pezizales). *Mycologia* 104(4):894–910. doi:10.3852/11-254.
- Alvarez IF, Parlade J, Trappe JM, (1992). *Loculotuber gennadii* gen. et comb. nov. and *Tuber multimaculatum* sp. nov. *Mycologia* 84(6):926–929. doi:10.2307/3760294.
- Amicucci A, Guidi C, Zambonelli A, Potenza L, Stocchi V, (2000). Multiplex PCR for the identification of white Tuber species. *FEMS Microbiol Lett* 189(2):265–269. doi:10.1111/j.1574-6968.2000.tb09241.x
- Antony-Babu S, Deveau A, Van Nostrand JD, Zhou J, Le Tacon F, Robin C, Frey-Klett P, Uroz S, (2014). Black truffle-associated bacterial communities during the development and maturation of *Tuber melanosporum* ascocarps and putative functional roles. *Environ Microbiol* 16 (9):2831–2847. Doi:10.1111/1462-2920.12294.
- Bagi I, Fekete O, (2010). Identification of *Tuber aestivum* habitats in the South Caucasus, Azerbaidjan. In: Communication at the 2<sup>nd</sup> congress of the *Tuber aestivum/uncinatum*, *European Scientific Group*, Juva, 20–22 Aug 2010
- Bahram M, Polme S, Kojalg U, Zarre S, Tedersoo L, (2012). Regional and local patterns of ectomycorrhizal fungal diversity and community structure along an altitudinal gradient in the Hyrcanian forests of northern Iran. *New Phytol* 193(2):465–473. doi:10.1111/j.1469-8137.2011.03927.
- Belfiori B, Riccioni C, Tempesta S, Pasqualetti M, Paolocci F, Rubini A, (2012). Comparison of ectomycorrhizal communities in natural and cultivated *Tuber melanosporum* truffle grounds. *FEMS Microbiol Ecol* 81(1):547–561. doi:10.1111/j.1574-6941.2012.01379.x

Bencivenga M, Di Massimo G, Donnini D, Baciarelli-Falini L, (2009). The cultivation of truffle in Italy. *Acta Bot Yunnanica*, 31(Suppl 16):21–28.

Benucci GMN, Bonito G, Falini LB, Bencivenga M, Donnini D, (2012). Truffles, timber, food, and fuel: sustainable approaches for multi-cropping truffles and economically important plants. In: Zambonelli A, Bonito GM (eds) *Edible ectomycorrhizal mushrooms*, vol 34. Springer, Berlin, pp 265–280. doi:10.1007/978-3-642-33823-6\_15.

Benucci GMN, Bonito G, Falini LB, Bencivenga M, Donnini D, (2013). Truffles, timber, food, and fuel: sustainable approaches for multi-cropping truffles and economically important plants. In: Zambonelli A, Bonito G (eds) *Edible ectomycorrhizal mushrooms: current knowledge and future prospects*, vol 34, *Soil biology*. Springer, Heidelberg, pp 265–280. doi:10.1007/978-3-642-33823-6\_15.

Benucci GMN, Csorbai AG, Falini LB, Bencivenga M, Di Massimo G, Donnini D, (2012). Mycorrhization of *Quercus robur* L., *Quercus cerris* L. and *Corylus avellana* L. seedlings with *Tuber macrosporum* Vittad. *Mycorrhiza* 22(8):639–646. doi:10.1007/S00572-012-0441-3.

Benucci GMN, Raggi L, Albertini E, Csorbai AG, Donnini D, (2014). Assessment of ectomycorrhizal biodiversity in *Tuber macrosporum* productive sites. *Mycorrhiza* 24 (4):281–292. doi:10.1007/S00572-013-0538-3.

Berch SM, Bonito G, (2014). Cultivation of Mediterranean species of *Tuber* (Tuberaceae) in British Columbia, Canada. *Mycorrhiza*, 24(6):473–479. doi:10.1007/s00572-014-0562-y.

Bonito G, Brenneman T, Vilgalys R, (2011). Ectomycorrhizal fungal diversity in orchards of cultivated pecan (*Carya illinoensis*; Juglandaceae). *Mycorrhiza*, 21(7):601–612. doi:10.1007/s00572-011-0368-0.

Bonito G, Smith ME, Nowak M, Healy RA, Guevara G, Ca'zares E, Kinoshita NER, Dominguez LS, Tedersoo L, Murat C, Wang Y, Moreno BA, Pfister DH, Nara K, Zambonelli A, Trappe JM, Vilgalys R, (2013). Historical biogeography and diversification of truffles in the Tuberaceae and their newly identified southern hemisphere sister lineage. *PLoS One* 8(1):e52765. Doi:10.1371/journal.pone.0052765.

- Bonito G, Smith ME, Nowak M, Healy RA, Guevara G, Cazares E, Kinoshita A, Nouhra ER, Dominguez LS, Tedersoo L, Murat C, Wang Y, Moreno BA, Pfister DH, Nara K, Zambonelli A, Trappe JM, Vilgalys R, (2013). Historical biogeography and diversification of truffles in the Tuberaceae and their newly identified southern hemisphere sister lineage. *PLoS One* 8(1):e52765. doi:10.1371/journal.pone.0052765.
- Bonito G, Trappe JM, Rawlinson P, Vilgalys R, (2010b). Improved resolution of major clades within *Tuber* and taxonomy of species within the *Tuber gibbosum* complex. *Mycologia*, 102 (5):1042–1057. doi:10.3852/09-213.
- Bonito GM, Gryganskyi AP, Trappe JM, Vilgalys R, (2010). A global meta-analysis of *Tuber* ITS rDNA sequences: species diversity, host associations and long-distance dispersal. *Mol Ecol*, 19 (1):4994–5008. doi:10.1111/j.1365-294X.2010.04855.x
- Bonito GM, Gryganskyi AP, Trappe JM, Vilgalys R, (2010a). A global meta-analysis of *Tuber* ITS rDNA sequences: species diversity, host associations and long-distance dispersal. *Mol Ecol*, 19 (22):4994–5008. doi:10.1111/j.1365-294x.2010.04855.x
- Bratek Z, Mere'nyi ZS, Varga T, (2013). Changes of hypogeous fungi in the Carpathian-Pannonian region in the past centuries. *Acta Mycol*, 48(1):33–39. doi:10.5586/am.2013.005.
- Buntgen U, Egli S, Camarero JJ, Fischer EM, Stobbe U, Kauserud H, Tegel W, Sproll L, Stenseth NC, (2012a). Drought-induced decline in Mediterranean truffle harvest. *Nat Clim Change* 2:827–829. Doi:10.1038/nclimate1733.
- Buntgen U, Kauserud H, Egli S, (2011). Linking climate variability to mushroom productivity and phenology. *Front Ecol Environ*, 10(1):14–19. doi:10.1890/110064.
- Buntgen U, Kauserud H, Egli S, (2012b). Linking climate variability to mushroom productivity and phenology. *Front Ecol Environ*, 10(1):14–19. doi:10.1890/110064.
- Chen J, Guo SX, Liu PG, (2011). Species recognition and cryptic species in the *Tuber indicum* complex. *PLoS One* 6(1):e14625. doi:10.1371/journal.pone.0014625.

Chevalier G, Frochot H, (1990). Ecology and possibility of culture in Europe of the Burgundy truffle (*Tuber uncinatum* Chatin). *Agr Ecosyst Environ*, 28(1–4):71–73. doi:10.1016/0167-8809(90) 90016-7.

Chevalier G, Sourzat P, (2012). Soils and techniques for cultivating *Tuber melanosporum* and *Tuber aestivum* in Europe. In: Zambonelli A, Bonito GM (eds) Edible ectomycorrhizal mushrooms, vol 34, *Soil biology*. Springer, Berlin, pp 163–189. doi:10.1007/978-3-642-33823-6\_10.

Davis MB, Shaw RG, (2001). Range shifts and adaptive responses to quaternary climate change. *Science*, 292(5517):673–679. doi:10.1371/journal.pone.0082353.

De Miguel AM, Agueda B, Sanchez S, Parlade J, (2014). Ectomycorrhizal fungus diversity and community structure with natural and cultivated truffle hosts: applying lessons learned to future truffle culture. *Mycorrhiza*, 24(1):5–18. doi:10.1007/s00572-013-0554-3.

Deng XJ, Liu PG, Liu CY, Wang Y, (2013). A new white truffle species, *Tuber panzhihuanense* from China. *Mycol Prog*, 12(3):557–561. doi:10.1007/S11557-012-0862-6.

Diamandis S, Perlerou C, (2008). Recent records of hypogeous fungi in Greece. *Acta Mycol*, 43 (2):139–142. doi:10.5586/am.2008.017.

Diamandis S, Perlerou C, (2008). Recent records of hypogeous fungi in Greece. *Acta Mycol*, 43 (2):139–142. doi:10.5586/am.2008.017.

Dimitrova E, Gyosheva M, (2008). Hypogeous ascomycetes in Bulgaria. *Phytol Balc*, 14 (3):309–314.

Donnini D, Benucci GMN, Bencivenga M, Baciarelli-Falini L, (2014). Quality assessment of truffle-inoculated seedlings in Italy: proposing revised parameters for certification. *For Syst* 23(2):385–393. doi:10.5424/fs/2014232-05029.

Etterson JR, (2004). Evolutionary potential of *Chamaecrista fasciculata* in relation to climate change. II Genetic architecture of three populations reciprocally planted along an environmental gradient in the great plains. *Evolution* 58(7):1459–1471. doi:10.1111/j.0014-3820.tb01727. x

- Fan L, Cao JZ, Li Y, (2012a). *Tuber microsphaerosporum* and *Paradoxa sinensis* spp. nov. *Mycotaxon*, 120:471–475. doi:10.5248/120.471.
- Fan L, Cao JZ, Li Y, (2012b). *Tuber sinosphaerosporum* sp nov from China. *Mycotaxon*, 122:347–353. doi:10.5248/122.347.
- Fan L, Cao JZ, Yu J, (2012c). Tuber in China: *T. sinopuberulum* and *T. vesicoperidium* spp. nov. *Mycotaxon*, 121:255–263. doi:10.5248/121.255.
- Fan L, Feng S, Cao JZ, (2014). The phylogenetic position of *Tuber glabrum* sp nov and *T. sinomonosporum* nom. nov., two Paradoxa-like truffle species from China. *Mycol Prog*, 13(2):241–246. doi:10.1007/S11557-013-0908-4.
- Frey-Klett P, Garbaye J, Tarkka M, (2007). The mycorrhiza helper bacteria revisited. *New Phytol* 176(1):22–36. doi:10.1111/j.1469-8137.2007.02191.x
- G.M. Bonito and M.E. Smith Guerin-Laguette A, Cummings N, Hesom-Williams N, Butler R, Wang Y, (2013). Mycorrhiza analyses in New Zealand truffieres reveal frequent but variable persistence of *Tuber melanosporum* in co-existence with other truffle species. *Mycorrhiza* 23(2):87–98. doi:10. 1007/S00572-012-0450-2.
- Garcia-Montero LG, Diaz P, Martin-Fernandez S, Casermeiro MA, (2008). Soil factors that favour the production of *Tuber melanosporum* carpophores over other truffle species: a multivariate statistical approach. *Acta Agric Scand B-S P* 58(4):322–329. doi:10.1080/ 09064710701743286.
- Garcia-Montero LG, Valverde-Asenjo I, Moreno D, Di'az P, Hernando I, Menta C, Tarasconi K, (2012). Influence of edaphic factors on edible ectomycorrhizal mushrooms: new hypotheses on soil nutrition and C sinks associated to ectomycorrhizae and soil fauna using the Tuber Brule' model. In: Zambonelli A, Bonito GM (eds) *Edible ectomycorrhizal mushrooms*, vol 34. Springer, Berlin, pp 83–104. doi:10.1007/978-3-642-33823-6\_6.
- Gazo J, Miko M, Chevalier G, (2005). First results of inventory research on economically important species of truffles (*Tuber*) in the Tribec Mountains. *Acta Fytotech Zootech*, 8(3):66–71.
- Guerin-Laguette A, Cummings N, Hesom-Williams N, Butler R, Wang Y, (2012). Mycorrhiza analyses in New Zealand truffieres reveal frequent but variable persistence of *Tuber*

melanosporum in co-existence with other truffle species. *Mycorrhiza*, 23(2):87–98. doi:10.1007/s00572-012-0450-2.

Giomaro G, Sisti D, Zambonelli A, Amicucci A, Cecchini M, Comandini O, Stocchi V, (2002). Comparative study and molecular characterization of ectomycorrhizas in *Tilia americana* and *Quercus pubescens* with *Tuber brumale*. *FEMS Microbiol Lett*, 216(1):9–14. doi:10.1111/j. 1574-6968.2002.tb11407.x

Giovannetti G, Fontana A, (1982). Mycorrhizal synthesis between Cistaceae and Tuberaceae. *New Phytol*, 92(4):533–537. doi:10.1111/j.1469-8137.1982.tb03412.x

Gogan Csorbaine A, Nagy Z, Degi Z, Bagi I, Dimenyi J, (2012). Ecological characteristics of a Hungarian summer truffle (*Tuber aestivum* Vittad.) producing area. *Acta Mycol*, 47 (2):133–138. doi:10.5586/am.2012.015.

Guevara G, Bonito G , Trappe JM, Cazares E, Williams G, Healy RA, Schadt C, Vilgalys R, (2013). New North American truffles (*Tuber* spp.) and their ectomycorrhizal associations. *Mycologia*, 105(1):194–209. Doi:10.3852/12-087.

Guevara G, Bonito G, Ca'zares E, Rodri'guez J, Vilgalys R, Trappe JM, (2008). *Tuber regimontanum*, new species of truffle from Mexico. *Rev Mex Micol*, 26:17–27.

Hall I, Zambonelli A, Nelson P, (2008). Distinguishing the Perigord black truffle from the winter truffle and other look-alikes in the laboratory and field, 3rd edn. *Truffles and Mushrooms*, Dunedin.

Hall IR, Brown G, Zambonelli A, (2007). *Taming the truffle: the history, lore, and science of the ultimate mushroom*. Timber Press, Portland.

Healy RA, Smith ME, Bonito GM, Pfister DH, Ge ZW, Guevara GG, Williams G, Stafford K, Kumar L, Lee T, Hobart C, Trappe J, Vilgalys R, Mclaughlin DJ, (2013). High diversity and widespread occurrence of mitotic spore mats in ectomycorrhizal Pezizales. *Mol Ecol*, 22 (6):1717–1732. doi:10.1111/Mec.12135.

Ho WH, Anderson S, Guerin-Laguette A, Hesom-Williams N, Wang Y, Braithwaite M, Hill CF, Alexander BJR, (2008). *Tuber brumale*, a new truffle in New Zealand. In: Abstract of the 9th international congress of plant pathology, Torino, 24–29 Aug 2008.

Hochberg ME, Bertault G, Poitrineau K, Janssen A, (2003). Olfactory orientation of the truffle beetle, *Leiodes cinnamomea*. *Entomol Exp Appl*, 109 (2):147–153. doi:10.1046/j.1570-7458.2003.00099.x

Hogberg P, Högberg MN, Gottlicher SG, Betson NR, Keel SG, Metcalfe DB, Campbell C, Schindlbacher A, Hurry V, Lundmark T, Linder S, Nasholm T, (2008). High temporal resolution tracing of photosynthate carbon from the tree canopy to forest soil microorganisms. *New Phytol*, 177(1):220–228. doi:10.1111/j.1469-8137.2007.02238.x

Hogberg P, Nordgren A, Buchmann N, Taylor AFS, Ekblad A, Högberg MN, Nyberg G, Ottosson-Lofvenius M, Read DJ, (2001). Large-scale forest girdling shows that current photosynthesis drives soil respiration. *Nature*, 411(6839):789–792. doi:10.1038/35081058.

Illye's Z, Ouanphanivanh N, Rudnoy S, Orczan AK, Bratek Z, (2010). The most recent results on orchid mycorrhizal fungi in Hungary. *Acta Biol Hung* 61(Suppl 1):68–76. doi:10.1556/ABiol.61.2010.Suppl.8

Iotti M, Amicucci A, Bonito G, Bonuso E, Stocchi V, Zambonelli A, (2007). Selection of a set of specific primers for the identification of *Tuber rufum*: a truffle species with high genetic variability. *FEMS Microbiol Lett* 277(2):223–231. doi:10.1111/j.6968.2007.00963.x

Iotti M, Amicucci A, Stocchi V, Zambonelli A, (2002). Morphological and molecular characterization of mycelia of some *Tuber* species in pure culture. *New Phytol*, 155(3):499–505. doi:10.1046/j.1469-8137.2002.00486.x

Iotti M, Piattoni F, Zambonelli A, (2012). Techniques for host plant inoculation with truffles and other edible ectomycorrhizal mushrooms. In: Zambonelli A, Bonito GM, editors. Edible ectomycorrhizal mushrooms, *Soil biology*, Vol. 34, Berlin Heidelberg: Springer Verlag . pp. 145–161. (10)

- Jeandroz S, Murat C, Wang YJ, Bonfante P, Le Tacon F, (2008). Molecular phylogeny and historical biogeography of the genus *Tuber*, the ‘true truffles’. *J Biogeogr*, 35(5):815–829. doi:10.1111/j.1365-2699.2007.01851.x
- Kauserud H, Heegaard E, Semenov MA, Boddy L, Halvorsen R, Stige LC, Sparks TH, Gange AC, Stenseth NC, (2010). Climate change and spring-fruited fungi. *Proc R Soc B*, 277 (1685):1169–1177. doi:10.1098/rspb.2009.1537
- Khabar L, (2010). Contribution to the study of the ecology of *Tuber aestivum* in Morocco: phytosociological and geological aspects. *Oöster Z Pilzkunde*, 19:261–264
- Kinoshita A, Sasaki H, Kazuhide N, (2011). Phylogeny and diversity of Japanese truffles (*Tuber* spp.) inferred from sequences of four nuclear loci. *Mycologia*, doi:10.3852/10-138
- Lancellotti E, Iotti M, Zambonelli A, Franceschini A, (2014). Characterization of *Tuber borchii* and *Arbutus unedo* mycorrhizas. *Mycorrhiza*, 24 (6):481–486. doi:10.1007/S00572-014-0564-9
- Le Tacon F, Zeller B, Plain C, Hossann C, Brechet C, Robin C, (2013). Carbon transfer from the host to *Tuber melanosporum* mycorrhizas and ascocarps followed using a C-13 pulse-labeling technique. *PLoS One*, 8(5):e64626. doi:10.1371/journal.pone.0064626
- Letizi H. C., Neri D., Zucconi F., (1998). “Factors regulating *T. melanosporum* Vitt. cultivation” in ICOM2 (Second International Conference on Mycorrhiza), Uppsala, Σουηδία
- Zucconi F., Letizi H. C., (1998). “Ecophysiology of *T. melanosporum* Vitt., and impact of allelopathies on duration of productive sites” in ICOM2 (Second International Conference on Mycorrhiza), Uppsala, Σουηδία
- Letizi H. C., Neri D., (1998). “Dalla micorriza al tartufo”, in Regione Marche Agricoltura, n° 2 1998, Έκδοση Assessorato della Regione Marche.
- Letizi H. C., (1998). “La tartuficoltura marchigiana”, in Regione Marche Agricoltura, n° 4 1998, Έκδοση dall’Assessorato della Regione Marche.



- Letizi H. C., (1999). “Le aziende tartufigole marchigiane: aspetti coltivativi, produttivi, evolutivi.” (The truffle farms in Marche Region: cultivation, harvest, evolution). Fifth International Congress on Truffle, 4th and 5th of March, Aix en Provence, France, Proceeding
- Letizi H. C., (1999). “Esperienze di insegnamento sulla biologia, ecologia e coltivazione del tartufo nella regione Molise e la locale politica tartufigola”. Fifth International Congress on Truffle, 4th and 5th of March, Aix en Provence, France, Proceeding.
- Lefevre C, (2013). Native and cultivated truffles of North America. In: Zambonelli A, Bonito G (eds) Edible ectomycorrhizal mushrooms: current knowledge and future prospects, vol 34, Soil biology. Springer, Berlin, pp 209–226. doi:10.1007/978-3-642-33823-6\_12
- Martin F, Kohler A, Murat C, Balestrini R, Coutinho PM, Jaillon O, Montanini B, Morin E, Noel B, Percudani R, Porcel B, Rubini A, Amicucci A, Amselem J, Anthouard V, Arcioni S, Artiguenave F, Aury JM, Ballario P, Bolchi A, Brenna A, Brun A, Buee M, Cantarel B, Chevalier G, Couloux A, Da Silva C, Denoeud F, Duplessis S, Ghignone S, Hilselberger B, Iotti M, Marcais B, Mello A, Miranda M, Pacioni G, Quesneville H, Riccioni C, Ruotolo R, Splivallo R, Stocchi V, Tisserant E, Viscomi AR, Zambonelli A, Zampieri E, Henrissat B, Lebrun MH, Paolocci F, Bonfante P, Ottonello S, Wincker P, (2010). Perigord black truffle genome uncovers evolutionary origins and mechanisms of symbiosis. *Nature*, 464 (7291):1033–1038. doi:10.1038/nature08867
- Paolocci F, Rubini A, Riccioni C, Arcioni S, (2006). Reevaluation of the life cycle of *Tuber magnatum*. *Appl Environ Microb*, 72 (4):2390–2393. doi:10.1128/AEM.72.4.2390-2393.2006
- Riccioni C, Belfiori B, Rubini A, Passeri V, Arcioni S, Paolocci F, (2008). *Tuber melanosporum* outcrosses: analysis of the genetic diversity within and among its natural populations under this new scenario. *New Phytol*, 180(2):466–478. doi:10.1111/j.1469-8137.2008.02560.x
- Riccioni C, Rubini A, Belfiori B, T urko glu A, Paolocci F, (2014). First evidence of genetic differentiation of *Tuber aestivum/uncinatum* populations from Turkey. In: Khabar L (ed) Abstract of the 5th congress of the *Tuber aestivum/uncinatum*, European Scientific Group, Rabat, 9–13 Apr 2014, p 27

- Splivallo R, Deveau A, Valdez N, Kirchhoff N, Frey-Klett P, Karlovsky P, (2015). Bacteria associated with truffle-fruited bodies contribute to truffle aroma. *Environ Microbiol*, 17 (8):2647–2660. doi:10.1111/1462-2920.12521
- Splivallo R, Ebeler SE, (2015). Sulfur volatiles of microbial origin are key contributors to humansensed truffle aroma. *Appl Microbiol Biotechnol*, 99(6):2583–2592. doi:10.1007/S00253-014-6360-9
- Stobbe U, B€untgen U, Sproll L, Tegel W, Egli S, Fink S, (2012). Spatial distribution and ecological variation of re-discovered German truffle habitats. *Fungal Ecol*, 5(5):591–599. doi:10.1016/j. funeco.2012.02.001
- Stobbe U, Egli S, Tegel W, Peter M, Sproll L, B€untgen U, (2013a). Potential and limitations of Burgundy truffle cultivation. *Appl Microbiol Biotechnol*, 97(12):5215–5224. doi:10.1007/ s00253-013-4956-0
- Su KM, Xiong WP, Wang Y, Li SH, Xie R, Baima D, (2013). *Tuber bomiense*, a new truffle species from Tibet, China. *Mycotaxon*, 126:127–132. doi:10.5248/126.127
- Thiers HD, (1984). The secotoid syndrome. *Mycologia* 76(1):1–8 Urban A, Neuner-Plattner I, Krisai-Greilhuber I, Haselwandter K (2004) Molecular studies on terricolous microfungi reveal novel anamorphs of two *Tuber* species. *Mycol Res* 108 (7):749–758. doi:10.1017/S0953756204000553
- Wang X, (2013). Truffle cultivation in China. In: Zambonelli A, Bonito G (eds) Edible ectomycorrhizal mushrooms: current knowledge and future prospects, vol 34, *Soil biology*, Springer, Berlin, pp 227–240. doi:10.1007/978-3-642-33823-6\_13
- Wang Y, Liu P, (2009). Achievements and challenges of research in truffles in China. *Acta Bot Yunnanica*, 31(Suppl 16):1–9
- Weden C, Chevalier G, Danell E, (2004a). *Tuber aestivum* (syn. *T. uncinatum*) biotopes and their history on Gotland, Sweden. *Mycol Res*, 108(3):304–310. doi:10.1017/S0953756204009256

Weden C, Danell E, Camacho FJ, Backlund A, (2004b). The population of the hypogeous fungus *Tuber aestivum* syn. *T. uncinatum* on the island of Gotland. *Mycorrhiza*, 14(1):19–23. doi:10.1007/s00572-003-0271-4

Zambonelli A, Iotti M, Piattoni F, (2012). Chinese *Tuber aestivum* sensu lato in Europe. *Open Mycol J*, 6:22–26

Zhang JP, Liu PG, Chen J, (2012). *Tuber sinoaestivum* sp nov., an edible truffle from southwestern China. *Mycotaxon*, 122:73–82. doi:10.5248/122.73

Zhang JP, Liu PG, Chen J, (2012). *Tuber sinoaestivum* sp. nov., an edible truffle from southwestern China. *Mycotaxon* 122:73–82. doi:10.5248/122.73

Γάτσιος Κάσσανδρος (2007): Η τρούφα και η καλλιέργειά της, Εκδόσεις Αγρότυπος Α.Ε., Αθήνα, 2007

Γιδαράκου Μαρία, (2008): Η καλλιέργεια της τρούφας, Εκδόσεις Καλλιεργητής, Αθήνα, 2008.

Κοράκης Γεώργιος, (2015). Δασική βοτανική. Αυτοφυή Δένδρα και Θάμνοι της Ελλάδας. Ελληνικά Ακαδημαϊκά Ηλεκτρονικά Συγγράμματα και Βοηθήματα

Κύρκας Δ., (2019): Εμβολιασμοί τρούφας σε φυτά της ελληνικής χλωρίδας , Τμήμα Γεωπονίας, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων 2019

Ντάφης Σπύρος, (1986): Δασική Οικολογία, Εκδόσεις Γιαχούλη Γιαπούλη, 1986

Περιφερειακό σχέδιο Π.Η για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή (ΠεΣΠΚΑ), 2018, Αθήνα, σελίδες 223

Πρακτικό συνεδρίασης υπ’ αριθμόν 1/7-4-2022, (Επιτροπή Διαβούλευσης Περιφέρειας Ηπείρου, 2015)

Ταμπάκης Στυλιανός & Καρανικόλα Π., (2015): Δασικές Πυρκαγιές και Κοινωνία, Έκδοση Τμήματος Δασολογίας και Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων του Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης, 2015

<https://repository.incredibleforest.net/oppla-factsh>

<http://catalog.data.gov.gr/dataset/xartes-kalypsos-ghs-corine-land-cover-gia-ta-eth-2006-and-2012>