



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΠΕΙΡΑΙΩΣ  
ΤΜΗΜΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ  
ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ**

**ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ**



**ΔΜΠΣ ΣΤΗ ΒΙΟΟΙΚΟΝΟΜΙΑ**

**ΒΙΟΣΥΝΘΕΤΑ ΥΛΙΚΑ:  
ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΚΑΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ**

**Περούλη Αναστασία-Ζαφειρούλα**

**Πειραιάς, Φεβρουάριος 2020**





**UNIVERSITY OF PIREAUS  
DEPARTMENT OF  
ECONOMICS**

**NATIONAL AND KAPODISTRIAN  
UNIVERSITY OF ATHENS  
DEPARTMENT OF BIOLOGY**



**M.Sc. in Bioeconomics**

**BIOCOMPOSITE MATERIALS:  
APPLICATIONS AND PROSPECTS**

**By**

**Perouli Anastasia-Zafeiroula**

**Piraeus, Greece, February 2020**



*Με πολλή αγάπη και ευγνωμοσύνη στην οικογένειά μου...*



## Ευχαριστίες

Θέλω να ευχαριστήσω για την πολύτιμη βοήθειά της στην ολοκλήρωση της εργασίας μου την επιβλέπουσα καθηγήτριά μου, κα Γκόνου για την υπομονή, την καθοδήγηση και την έμπνευση που μου έδωσε να ασχοληθώ με ένα τόσο ενδιαφέρον θέμα όσο τα Βιοσύνθετα υλικά συν. Θέλω επίσης να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου, κ Βοργιά που με την εμπειρία του μου τόνισε ιδιαίτερες πλευρές που χρειαζόταν να φωτίσω όσον αφορά στο θέμα που επέλεξα. Ακόμη οφείλω ένα μεγάλο ευχαριστώ στον καθηγητή κ Γιώργο Σακελλάρη και στην ΚαπαResearch που προσφέρθηκαν με προθυμία να με βοηθήσουν με τη διεξαγωγή του ερευνητικού μέρους της εργασίας μου.

Νιώθω επίσης την ανάγκη να ευχαριστήσω βαθιά την coach μου, Μαρία Αναγνώστη για την πολύτιμη ψυχολογική και συναισθηματική στήριξη και έμπνευση που μου έδωσε καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της εργασίας μου. Η συμβολή και η βοήθειά της ήταν καθοριστική.

Και τέλος ευχαριστώ και αφιερώνω την εργασία αυτή στην οικογένειά μου που κι εκείνη με τον τρόπο της στήριξε τις προσπάθειές μου και μου προσέφερε χωρίς δεύτερη σκέψη τη δυνατότητα να ακολουθήσω το συγκεκριμένο Μεταπτυχιακό πρόγραμμα. Χωρίς εκείνη δεν θα είχα τη χαρά να γράφω το ευχαριστήριο μήνυμα αυτό.





# ΒΙΟΣΥΝΘΕΤΑ ΥΛΙΚΑ: ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΚΑΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ

**Σημαντικοί όροι:** βιοσύνθετα, βιοβασισμένα υλικά, φυτικές ίνες, ρητίνη, βιωσιμότητα, εφαρμογές, επιχειρηματικότητα, βιολογικοί πόροι, ελληνική αγροτική παραγωγή.

## Περίληψη

Με την κλιματική αλλαγή ολοένα και εμφανέστερη, το αγοραστικό κοινό ευαισθητοποιείται προς τις καταναλωτικές του επιλογές. Από την άλλη η βιομηχανία αντιμετωπίζει την αλλαγή των καταναλωτικών προτύπων, τη σπανιότητα πόρων που μέχρι πρότινος θεωρούνταν ανεξάντλητοι-πετρέλαιο, αλλά και μια σωρεία νομοθετικών ευρωπαϊκών ρυθμίσεων που σκοπό έχουν να κατευθύνουν την παραγωγή σε πιο βιώσιμες επιλογές. Απόρροια μιας τέτοιας προσπάθειας είναι και η εμφάνιση στην αγορά βιοβασισμένων ή μερικώς βιοβασισμένων υλικών. Στην εργασία αυτή δίνεται στον αναγνώστη μια όσο το δυνατόν πληρέστερη εικόνα για ένα μέρος των υλικών αυτών, τα βιοσύνθετα ή ενισχυμένα πολυμερή.

Στο εισαγωγικό μέρος της εργασίας αναλύονται τα βιοσύνθετα υλικά και τα συστατικά τους μέρη, βιώσιμες εναλλακτικές επιλογές που υπάρχουν διαθέσιμες στην αγορά, καθώς και ενδιαφέρουσες τάσεις που εξετάζονται σε ακαδημαϊκό επίπεδο στον τομέα αυτό. Το ζήτημα εξετάζεται υπό το πρίσμα μιας κριτικής σκοπιάς, δείχνοντας επίσης κάποιους προβληματισμούς όσον αφορά στη συνολική βιωσιμότητα των υλικών αυτών. Πληροφορίες αντλήθηκαν τόσο από ακαδημαϊκά άρθρα όσο και από ιστοσελίδες αφιερωμένες στα βιοσύνθετα.

Στο κυρίως μέρος της εργασίας εισάγονται παραδείγματα επιχειρήσεων που δραστηριοποιούνται στην ανάπτυξη βιοσύνθετων υλικών είτε στην ελληνική αγορά είτε στο εξωτερικό. Για κάθε μια από τις επιχειρήσεις περιγράφονται δραστηριότητες/προϊόντα της, οι πόροι που αξιοποιεί για την παραγωγή της, το κοινό στο οποίο απευθύνεται, τα ανταγωνιστικά της πλεονεκτήματα, καθώς και «συνταγές επιτυχίας» που αξίζουν να σημειωθούν. Η ανάλυση δεν στρέφεται τόσο στα τεχνικά χαρακτηριστικά των προϊόντων καθώς στόχος είναι να μελετηθούν τα στοιχεία εκείνα που καθιστούν τα βιοσύνθετα (και κατ' επέκταση τις επιχειρήσεις) βιώσιμη επιλογή σε μια αγορά που κυριαρχούν συμβατικά, φτηνότερα υποκατάστατα. Για την ανάλυση αυτή χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία από τις επίσημες ιστοσελίδες των επιχειρήσεων αυτών και η επιλογή κάθε επιχείρησης έγινε με βάση ενδιαφέρουσες οπτικές προς ανάδειξη.

Στο τελευταίο κομμάτι της εργασίας συγκρίνονται η θεωρία του εισαγωγικού μέρους με τις δυνατότητες της ελληνικής αγροτικής παραγωγής προκειμένου να προταθούν πιθανοί ελληνικοί βιολογικοί πόροι προς αξιοποίηση στην κατεύθυνση βιομηχανικής αξιοποίησης βιοσύνθετων υλικών. Με βάση τα παραδείγματα των επιχειρήσεων που αναφέρθηκαν στο

κυρίως μέρος θα γίνει μια σύγκριση όσον αφορά τα εμπόδια αλλά και τις ευκαιρίες που προσφέρει η ελληνική πρωτογενής παραγωγή.



# **BIOCOMPOSITE MATERIALS: APPLICATIONS AND PROSPECTS**

**Key words:** biocomposites, biobased materials, natural fibers, resin, sustainability, applications, entrepreneurship, bio-resources, Greek agricultural production

## **Abstract**

During the past few years, climate change has become more and more threatening making consumers realizing the power and impact of their buying habits. On the other hand, industry has to deal with the change of consumption patterns, the scarcity of resources that until recently were considered inexhaustible- like crude oil, but also to a wide range of European legislation aimed at directing production to more sustainable choices. The result of such legislative initiatives is the emergence of bio-based or partially bio-based materials on the market. This thesis gives the reader as complete a picture as possible on a niche of such materials, biocomposites or reinforced polymers.

In the introduction, light is shed on what exactly biocomposite materials are, their constituent materials, what viable alternatives are available on the market right now, as well as some interesting academic trends in this field. The issue is addressed in the light of a critical perspective while also showing some concerns as to the overall viability of biocomposites. Information came from both academic articles and websites dedicated to biocomposites.

In the main part of the thesis, examples of companies active in the development of biocomposite materials are provided either in the Greek market or abroad. For each business its activities / products, resources used for the production process, the typical consumer profile, its competitive advantages, and all the characteristics that ensure its viability are analyzed. The analysis does not focus on the technical characteristics of the products as the aim is to study the elements that make biocomposite making businesses and their products viable in a market dominated by conventional, cheaper substitutes. For this analysis data from the official websites of these companies were used and the selection of each company was made based on interesting perspectives that needed highlighting.

In the last part of the thesis, the theory on the introductory part is compared to the dynamics of Greek agricultural production in order to extract proposals on some biological resources that Greece could possibly use towards the industrial exploitation of biocomposite materials. Based on the examples of the businesses mentioned in the main part, a comparison will be made of the barriers and opportunities offered by Greek primary production.



## Περιεχόμενα

Περίληψη	ix
Abstract	xi
Κατάλογος Πινάκων	xv

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΤΑ ΒΙΟΣΥΝΘΕΤΑ ΥΛΙΚΑ

1.1 Εισαγωγή	1
1.2 Φυτικές ίνες	1
1.2.1 Χαρακτηριστικά καταλληλότητας φυτικών ινών	2
1.2.2 Είδη φυτικών ινών	3
1.3 Μήτρες υποδοχής	7
1.3.1. Θερμοσκληραϊνόμενες ρητίνες	8
1.3.2. Θερμοπλαστικά	15
1.4 Αξιολόγηση παραγόμενου υλικού	18
1.5 Προβληματισμοί	19
1.6 Ανακεφαλαίωση	22

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΑΓΟΡΑ

2.1 Εισαγωγή	23
2.2 Sicomin	24
2.3 Mogu	27
2.4 Stora Enso	31
2.5 Kizi Studio	34
2.6 Phee	38
2.7 Ανακεφαλαίωση	42

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΥΙΟΘΕΤΗΣΗ ΠΡΑΚΤΙΚΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ**

<b>3.1 Εισαγωγή</b>	<b>43</b>
<b>3.2 Βιομάζα ως παραπροϊόν αγροτικής παραγωγής</b>	<b>43</b>
<b>3.2.1. Φυτική παραγωγή</b>	<b>44</b>
<b>3.2.2. Μη φυτικοί βιολογικοί πόροι</b>	<b>49</b>
<b>3.3 Πόροι μη προερχόμενοι από ανθρώπινη δραστηριότητα</b>	<b>51</b>
<b>3.4 Αξιοποίηση μικροβιακής βιομάζας</b>	<b>52</b>
<b>3.5 Αξιοποίηση βιομάζας από βιομηχανικές καλλιέργειες</b>	<b>55</b>
<b>3.6 Πιθανά εμπόδια</b>	<b>56</b>
<b>3.7 Ανακεφαλαίωση</b>	<b>66</b>
<b>3.8 Συμπεράσματα</b>	<b>67</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ</b>	<b>69</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>	<b>75</b>

## Κατάλογος Πινάκων

3.1 Η Ελλάδα στον κόσμο και την ΕΕ.	50
3.2 Η σχέση της εκπαίδευσης με την εξοικείωση με την οικολογία.	60
3.3 Βαθμός εξοικείωσης με την οικολογία ανά φύλο, ηλικιακή ομάδα και επίπεδο εκπαίδευσης.	61
3.4 Διάθεση απέναντι στην αξιοποίηση γεωργικών υπολειμμάτων.	62
3.5 Οι απαντήσεις σχετικά με το ποια προϊόντα θεωρούν οι καταναλωτές ότι είναι βιολογικής προέλευσης.	63
3.6 Η σχέση της εκπαίδευσης με την αντίληψη για τα προϊόντα βιολογικής προέλευσης και η σημασία της τιμής.	64
3.7 Δημόσια γνώμη για τον ανταγωνισμό πόρων μεταξύ τροφίμων και βιοκαυσίμου.	65
3.8 Επίπεδο εξοικείωσης καταναλωτών με τον όρο «βιοσύνθετα υλικά».	66





# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

## ΤΑ ΒΙΟΣΥΝΘΕΤΑ ΥΛΙΚΑ

### 1.1 Εισαγωγή

Αναφερόμενοι σε «βιοσύνθετα» εννοούμε συνήθως τα σύνθετα πολυμερή που προκύπτουν από περισσότερα από ένα συστατικά βιολογικής ή μερικώς βιολογικής προέλευσης. Ένα τυπικό βιοσύνθετο υλικό αποτελείται από την ένωση φυτικών ινών σε μια φυσική ή συνθετική ρητίνη ή αλλιώς «μήτρα υποδοχής». Ενός δηλαδή υλικού που λειτουργεί συγκολλητικά και που όταν ενσωματωθεί στις φυτικές ίνες ενισχύει τις μηχανικές ιδιότητές τους και τις προστατεύει από τη φυσική φθορά (Fowler *et al.*, 2006).

Τα βιοσύνθετα υλικά φιλοδοξούν, και πολλές φορές καταφέρνουν να αποτελέσουν επιτυχημένες εναλλακτικές έναντι του συμβατικού πετροπαραγόμενου πλαστικού ή σύνθετων υλικών μη βιολογικής προέλευσης. Η αγορά των υλικών αυτών γνωρίζει μεγάλη ανάπτυξη τα τελευταία χρόνια λόγω νομοθετικών πιέσεων για την παραγωγή περιβαλλοντικά φιλικών υλικών. Ενδεικτικά, το μέγεθος της παγκόσμιας αγοράς βιοσύνθετων το 2016 εκτιμήθηκε στα 15.99 δις δολάρια από την Grand View Research (2018) ενώ ο σύνθετος ετήσιος ρυθμός ανάπτυξης υπολογίζεται στο 12.5% έως το 2025. Ορισμένα πλεονεκτήματα των φυτικών ινών όπως το χαμηλό κόστος, η μικρή πυκνότητα, η ελαστικότητα κατά την επεξεργασία και η ακαμψία που προσθέτουν στο παραγόμενο υλικό, τις καθιστούν ελκυστική επιλογή για τους κατασκευαστές. Αντίθετα, συμβατικά ενισχυμένα πλαστικά που αποτελούνται από ρητίνες και συνθετικές ίνες άνθρακα ή γυαλιού, αφενός δεν είναι βιώσιμα και αφετέρου ανακτώνται και ανακυκλώνονται δυσκολότερα (Ramamoorthy *et al.*, 2015).

Στην πλειοψηφία τους, τα βιοσύνθετα υλικά που συναντούμε στην αγορά αποτελούνται από φυτικές ίνες και από μήτρες είτε πλαστικού, είτε βιοβασισμένων ουσιών φυτικής προέλευσης ενισχυμένων με πετροχημικά πολυμερή. Γίνονται προσπάθειες να μειωθεί η χρήση συμβατικών πολυμερών ως ρητίνες με αντικατάστασή τους από βιολογικής προέλευσης ανανεώσιμους πόρους. Στο κεφάλαιο αυτό θα δούμε βασικές κατηγορίες φυτικών ινών και ρητινών, βασικά χαρακτηριστικά βάσει των οποίων αξιολογείται ένα βιοσύνθετο υλικό, καθώς και κάποιους προβληματισμούς.

### 1.2 Φυτικές ίνες

Σε βιοσύνθετα υλικά έχουν χρησιμοποιηθεί τόσο φυτικές όσο και συνθετικές ίνες. Σε μια προσπάθεια να αποστασιοποιηθεί η βιομηχανία από μη ανανεώσιμα πετροχημικά παράγωγα, επιλέγονται σε μεγάλο βαθμό ίνες φυτικής προέλευσης. Ο ρόλος των ινών σε ένα βιοσύνθετο

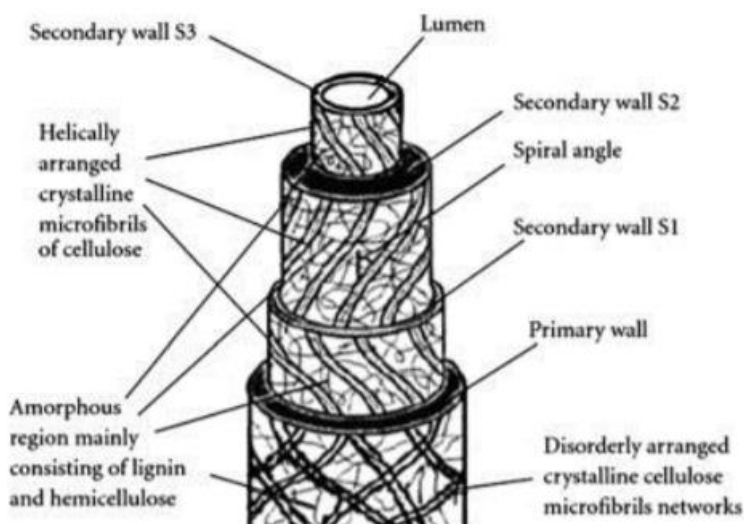
υλικό είναι παρόμοιος με αυτόν που οι φυτικές ίνες έχουν ως μέρος του φυτού, να παρέχουν στο υλικό στήριξη και αντοχή. Η κυτταρίνη, βασικό δομικό στοιχείο των φυτικών ινών, είναι για τα φυτά ο παράγοντας που αποτελεί ουσιαστικά το σκελετό τους. Ενισχύοντας λοιπόν ένα υλικό με φυτικές ίνες, του προσδίδουμε δύναμη, απαραίτητη για να αντέξει τις πιέσεις που θα προκύψουν κατά τη χρήση του ως τελικό πλέον προϊόν.

### 1.2.1 Χαρακτηριστικά καταλληλότητας φυτικών ινών:

Υπάρχουν αρκετά χαρακτηριστικά και ιδιότητες που καθορίζουν την καταλληλότητα των ινών για χρήση σε βιοσύνθετα υλικά, ανάλογα πάντα με την εφαρμογή και τις απαιτήσεις. Κάποια από αυτά τα χαρακτηριστικά είναι φυσικά, και κάποια άλλα εξαρτώνται από τη διαδικασία συλλογής και επεξεργασίας. Μερικά από αυτά είναι:

- Γωνία περίπλεξης των ινών στη δεύτερη στιβάδα του κυτταρικού τοιχώματος. Η δεύτερη στιβάδα του κυτταρικού τοιχώματος των φυτικών κυττάρων παίζει κύριο ρόλο. (Εικόνα 1) Η γωνία περίπλεξης των μικροϊνών στη στιβάδα αυτή καθορίζει την ανθεκτικότητα της ίνας κατά την επιβάρυνση με φορτία. Μάλιστα έχει παρατηρηθεί ότι όσο μικρότερη η γωνία αυτή, τόσο πιο ικανοποιητικά τα αποτελέσματα.

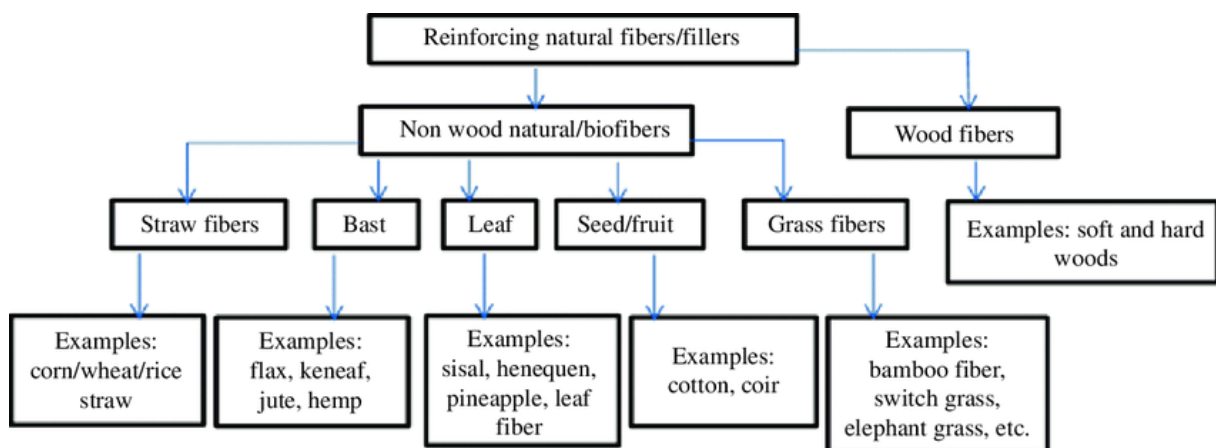
- Υψηλή περιεκτικότητα σε κυτταρίνη. Η κυτταρίνη συνιστά τη δομική ουσία του κυτταρικού τοιχώματος στα φυτικά κύτταρα. Ο δομικός της ρόλος και η στήριξη που παρέχει στο φυτό είναι μια ιδιότητα που διατηρεί και στα καινούργια υλικά στα οποία θα χρησιμοποιηθεί. Ένα βασικό πρόβλημα όσον αφορά στις φυτικές ίνες είναι ότι η περιεκτικότητα κυτταρίνης διαφέρει όχι μόνο από είδος σε είδος και από μέρος σε μέρος φυτού, αλλά και από φυτό σε φυτό ακόμα και αν είναι του ίδιου είδους.



Εικόνα 1. Δομή φυτικής ίνας Πηγή: Ramamoorthy et al., 2015

- Υψηλός βαθμός πολυμερισμού. Μεγαλύτερος βαθμός πολυμερισμού σημαίνει μεγαλύτερα μόρια, περισσότεροι διατεταγμένοι άνθρακες και επομένως μακρύτερες ίνες.
- Ακαμψία. Για εφαρμογές στις οποίες απαιτείται μια συμπαγής διάταξη του υλικού, η ακαμψία των ινών που χρησιμοποιούνται είναι πολύ μεγάλης σημασίας.
- Τιμή της ίνας και κόστος επεξεργασίας. Η αγορά χρειάζεται οικονομικά βιώσιμες επιλογές ώστε να παράγεται το περισσότερο δυνατό προϊόν με τους λιγότερους πόρους. Η ποιότητα του τελικού προϊόντος δεν προτιμάται πάντοτε έναντι της τιμής, αφού η αγοραστική δύναμη του μέσου καταναλωτή καθορίζει σε μεγάλο βαθμό τις επιλογές του. Δυστυχώς πολλές φορές καινοτόμα αλλά ακριβότερα είδη, παρά τα σαφή προτερήματά τους, θεωρούνται πολυτελείας. Επομένως η εξοικονόμηση πόρων είναι ζωτικής σημασίας και από πλευράς κόστους αλλά και από πλευράς παραγωγής.

## 1.2.2 Είδη φυτικών ινών



**Εικόνα 2.** Σχηματική απεικόνιση κατηγοριοποίησης ινών. Πηγή: Bharath *et al.*, 2016

Στο παραπάνω σχεδιάγραμμα βλέπουμε μια απεικόνιση της κατηγοριοποίησης των φυτικών ινών (Εικόνα 2). Οι φυτικές ίνες μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε ξυλώδεις και μη. Στην κατηγορία των «μη ξυλωδών» ινών εντάσσουμε αυτές που προέρχονται από τους βλαστούς, τα φύλλα ή τα σπέρματα του φυτού. Αντίστοιχα οι ξυλώδεις ίνες διακρίνονται ανάλογα με την προέλευσή τους από μαλακό ή σκληρό ξύλο. Η κατηγοριοποίηση εξαρτάται είτε από το είδος του φυτού, είτε από το μέρος του φυτού από όπου συλλέγονται οι ίνες. Σε κάθε περίπτωση όμως τα συστατικά που τις συνθέτουν και που παίζουν τον κυριότερο ρόλο στο υλικό, ανεξαρτήτως κατηγοριοποίησης, είναι η κυτταρίνη, η λιγνίνη και άλλοι πολυσακχαρίτες όπως η πηκτίνη και οι ημικυτταρίνες (Fowler *et al.*, 2006).

Είτε οι ίνες καλλιεργούνται αποκλειστικά για βιομηχανική αξιοποίηση είτε αποτελούν παραπροϊόν κάποιας άλλης παραγωγικής διαδικασίας, η ποικιλία είναι μεγάλη λόγω της

ποικιλομορφίας των ίδιων των φυτών και της ιδιαίτερης σύστασης και περιεκτικότητας σε κυτταρίνη διαφορετικών μερών του ίδιου φυτού. Παρακάτω αναλύονται εκτενέστερα μερικές επιλογές φυτικών ινών.

### ***Κλωστικά φυτά***

Λινάρι: Αξιοποιείται στις οικοδομικές κατασκευές για εφαρμογές που χρειάζεται να είναι ανθεκτικές στο βάρος. Τέτοιες κατασκευές αποτελούν οι μοριοσανίδες, κυψελοειδείς ακτίνες, σκεπές κ.α.

Κάνναβη: Διαθέτει πολύκαλές μηχανικές ιδιότητες που με την κατάλληλη επεξεργασία μπορούν να δέσουν καλά με την προστιθέμενη ρητίνη και να βελτιωθούν οι επιδόσεις του τελικού υλικού.

Γιούτα (*Corchorus capsularis*): Φυτό προερχόμενο από το Μπαγκλαντές. Βρίσκει εφαρμογή στην αποκατάσταση σωλήνων, στην εσωτερική επένδυση αυτοκινήτων για ηχομόνωση και σε επικαλύψεις τοίχων. Η ανάπτυξη του φυτού είναι πολύ γρήγορη, μεγαλώνει κατά 30-38 cm μέσα σε 3 μήνες.

Κενάφ (*Hibiscus cannabinus*): Χρησιμοποιείται σε οικοδομικές κατασκευές και έχει γρήγορη ανάπτυξη. Εντός δύο μηνών φτάνει τα 3 μέτρα με διάμετρο 3-5cm.

Ραμί (*Boehmeria nivea*): Είδος ενδημικό της Ινδίας. Χρησιμοποιείται κυρίως σε ιατρικές εφαρμογές για την παραγωγή προσθετικών μελών.

### ***Φυλλώδεις ίνες***

Κάνναβη της Μανίλας (*Abacá*): Χώρα προέλευσης οι Φιλιππίνες. Η ονομασία του φυτού δε σχετίζεται με την γνωστή κάνναβη αλλά μάλλον με την μπανάνα. Σε αντίθεση με την κάνναβη, οι ίνες της προέρχονται από το φύλλο του φυτού και όχι από τον κορμό (Lee, 1920).

Σισάλ (*Agave sisalana*): Πρόκειται για τη μεξικάνικη αγαύη που καλλιεργείται για την αξιοποίηση των ινών της. Η χρήση της εντοπίζεται σε κατασκευές κτηρίων, στην ορθοπεδική για μέρη εσωτερικής και εξωτερικής χρήσης.

### ***Σπέρματα***

Βαμβάκι: Χρησιμοποιείται κυρίως στην αυτοκινητοβιομηχανία για εσωτερική επένδυση του αυτοκινήτου.

Καπόκ (*Ceiba pentandra*): Έχει θερμομονωτικές και ηχομονωτικές ιδιότητες και γι αυτό χρησιμοποιείται ως υλικό σε τοίχους και άλλου είδους καλύμματα. Λόγω της κηρώδους υφής του έχει υδροφοβικές ιδιότητες που το κάνουν ανθεκτικό στην υγρασία.

Κοκοφοίνικας: Από το κέλυφος της καρύδας χρησιμοποιούνται οι ίνες στην παραγωγή πάνελ τσιμέντου, στην αυτοκινητοβιομηχανία και σε έπιπλα δαπέδου.

Αρέκα (Areca catechu): Πρόκειται για ενδημικό ινδικό φυτό. Οι ίνες συλλέγονται από το φλοιό του φρούτου αξιοποιώντας με αυτό τον τρόπο ένα γεωργικό παραπροϊόν αφού ο φλοιός αποτελεί μεταξύ 60%-80% του συνολικού βάρους του καρπού σε μια από τις μεγαλύτερες ινδικές καλλιέργειες. Τα βιοσύνθετα που σχηματίζει διαθέτουν μεγάλη αντοχή σε άσκηση πίεσης βάρους (Dhanalakshmi et al., 2015).

## **Σιτηρά**

Καλαμπόκι: Οι ιδιότητες του το καθιστούν αξιοποιήσιμο σε βιοσύνθετα. Διαθέτει μικρή πυκνότητα, χαμηλή υγρασία, χαμηλά επίπεδα λιγνίνης και ημικυτταρίνες (άμορφα στοιχεία του φυτικού ιστού που δεν μας χρησιμεύουν στις ίνες) και κρυσταλλικότητα κυτταρίνης 21-26%. Λόγω αυξημένης παραγωγής τέφρας χρειάζεται προεργασία. Η δε βέλτιστη θερμοκρασία χρήσης ορίζεται στους 187°C για να μην καταστραφεί το υλικό. Επίσης, η εξέταση αντοχής εφελκυσμού έδειξε μια σχετική ευθραυστότητα με μέτρια ελαστικότητα. Επομένως οι ίνες καλαμποκιού μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε σύνθετα υλικά αν προηγουμένως τα επεξεργαστούμε χημικά για να αντιμετωπίσουμε την άμορφη κρυσταλλικότητα. Κατάλληλες εφαρμογές είναι αυτές που δεν απαιτούν υψηλές θερμοκρασίες ή μεγάλη μηχανική αντοχή, για παράδειγμα σε φύλλα πεπιεσμένων ινών και στην κατασκευή πάνελ (Mendes et al., 2014).

Ρύζι: Χρησιμοποιείται για την παρασκευή πλαισίων παραθύρων. Ιδιότητες όπως η δύναμη κάμψης, δύναμη κρούσης, μέτρο ελαστικότητας, και η απορρόφηση υγρασίας βελτιώνονται όταν αυξάνεται το ποσοστό πολυμερούς στο υλικό σύμφωνα με τους Ismail et al., 2011.

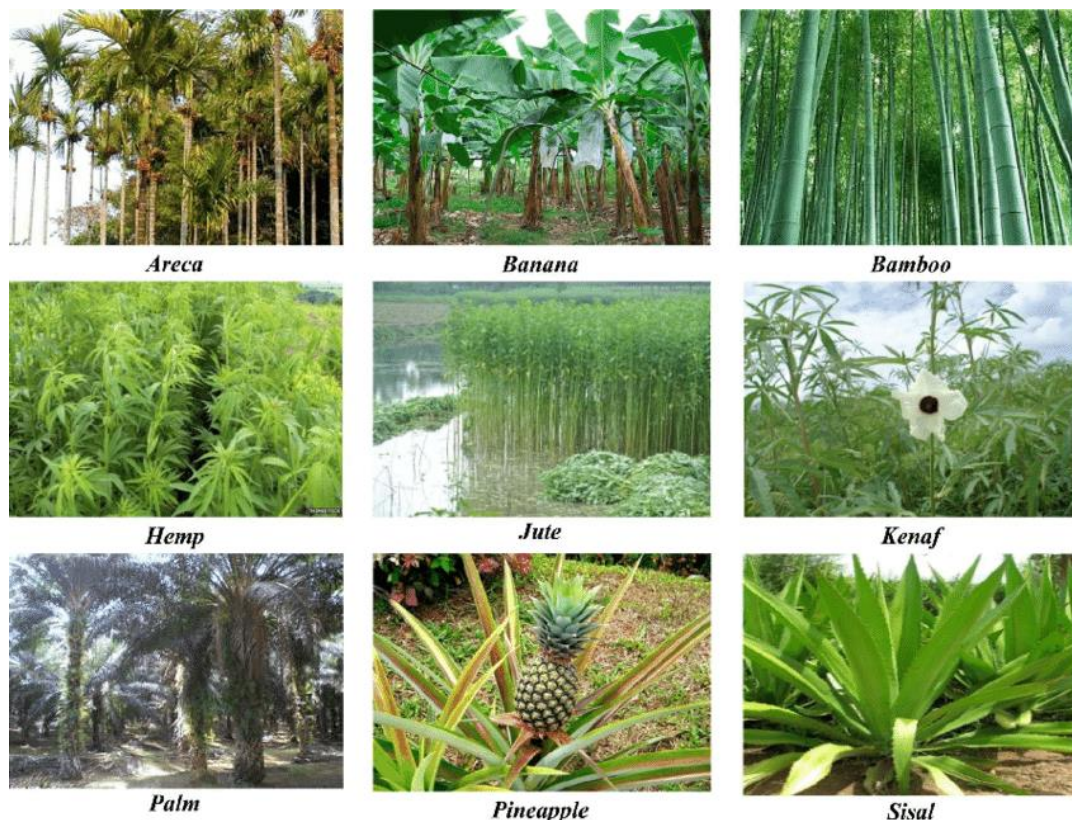
Σιτηρά: Διαθέτουν χαρακτηριστικά που τα καθιστούν κατάλληλα για βιοσύνθετα όπως η πορώδης δομή των αγγειακών δεσμών και η παρουσία εσωτερικού κενού που κάνει τους μίσχους εύπλαστους, τα μικροϊνίδια στη δομή και η παρουσία λιγνίνης κοντά στην επιφάνεια του άχυρου (που σημαίνει ότι μπορεί να αφαιρεθεί εύκολα). Ωστόσο, πρόβλημα προκαλούν η έλλειψη επαρκούς σύνδεσης ανάμεσα στις ίνες και τη ρητίνη, η μικρή δύναμη σύνθλιψης (λόγω κενότητας του άχυρου) και η σχετική του ακαμψία που κάνει την ίνα εύθραυστη. Ωστόσο ερευνήθηκε ότι με έγχυση κόλλας ζελατίνης στο εσωτερικό της ίνας η μηχανική αντοχή της αυξάνεται σε μεγάλο βαθμό. Ίνες από σιτηρά μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε επίπεδες σανίδες ή σε ράβδους. Ήδη στον κατασκευαστικό κλάδο ενσωματώνονται στην κατασκευή πάνελ οροφής και τοίχων και στην αυτοκινητοβιομηχανία. Αυτό που τις καθιστά ιδιαίτερα ελκυστική επιλογή είναι η μεγάλη διαθεσιμότητα ως αγροτικό παραπροϊόν και η τιμή τους (M & R 2016, Fatoni 2012).

## **Χόρτα**

Φύλλα μπανανιάς: Η μπανανιά έχει μεγάλα φύλλα που μπορούν να αξιοποιηθούν για τις ίνες τους. Πρόκειται για γεωργικό παραπροϊόν της Ινδίας και της νοτιοανατολικής Ασίας. Διαθέτει πολύ καλές μηχανικές ιδιότητες και σε συνδυασμό τόσο με θερμοπλαστικά όσο και με θερμοσκληραινόμενα πλαστικά χρησιμοποιείται στον κατασκευαστικό κλάδο, την αυτοκινητοβιομηχανία και τη μηχανική (Venkateshwaran & Elayaperumal, 2010).

Τριμμένος μίσχος ζαχαροκάλαμου (bagasse): Προκύπτει ως παραπροϊόν της παραγωγής ζάχαρης και συνήθως καίγεται ή κατά ένα μικρό ποσοστό χρησιμοποιείται στην παραγωγή βιοαιθανόλης που προορίζεται για καύσιμο. Ως ενισχυτικό μέσο σε βιοσύνθετα υλικά βρίσκει εφαρμογές στην αυτοκινητοβιομηχανία, στον κατασκευαστικό κλάδο. Λόγω της τάσης του να απορροφά υγρασία χρειάζεται χημική επεξεργασία για να γίνει σωστή ενσωμάτωση στη ρητίνη (Verma, 2012).

Μπαμπού: Μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι ίνες του στον κατασκευαστικό κλάδο (ταβάνια, πάνελ, διαχωριστικά) σε συσκευασίες, στην αυτοκινητοβιομηχανία (Barath et al, 2015). Στα θετικά του συγκαταλέγονται η χαμηλή πυκνότητα που το κάνει ελαφρύ, το χαμηλό κόστος, οι καλές μηχανικές του ιδιότητες, η ακαμψία και η γρήγορη ανάπτυξη του φυτού. Ωστόσο παρουσιάζει αρκετά μειονεκτήματα όπως η μεγάλη περιεκτικότητα σε υγρασία, δυσκολία στην συλλογή μακρών δυνατών ινών και ευαισθησία στη θερμότητα κατά την επεξεργασία (Senjay et al, 2015).



**Εικόνα 3** Φυτά που αξιολογούνται για τις ίνες τους. Πηγή: Sanjay *et al.*, 2016

### **Ξυλώδεις ίνες**

Μπορούν να διαχωριστούν σε σκληρές και μαλακές ίνες ανάλογα το μέρος ή το είδος του φυτού. Στις ξυλώδεις ίνες έντονη είναι η παρουσία της λιγνίνης που συνήθως δυσκολεύει τη σύνδεση μεταξύ ίνας και πολυμερούς. Γι' αυτό προηγείται μια επεξεργασία είτε με τη χρήση οξέων είτε λιγνολυτικών ενζύμων προκειμένου να διασπαστεί η λιγνίνη και να παραμείνει κατά το μεγαλύτερο δυνατόν ποσοστό καθαρή κυτταρίνη. Το ξύλο χρησιμοποιείται συχνότερα με τη μορφή ξυλόσκονης (τριμμένο ξύλο) που στη συνέχεια ενσωματώνεται στη ρητίνη.

### **1.3 Μήτρες υποδοχής**

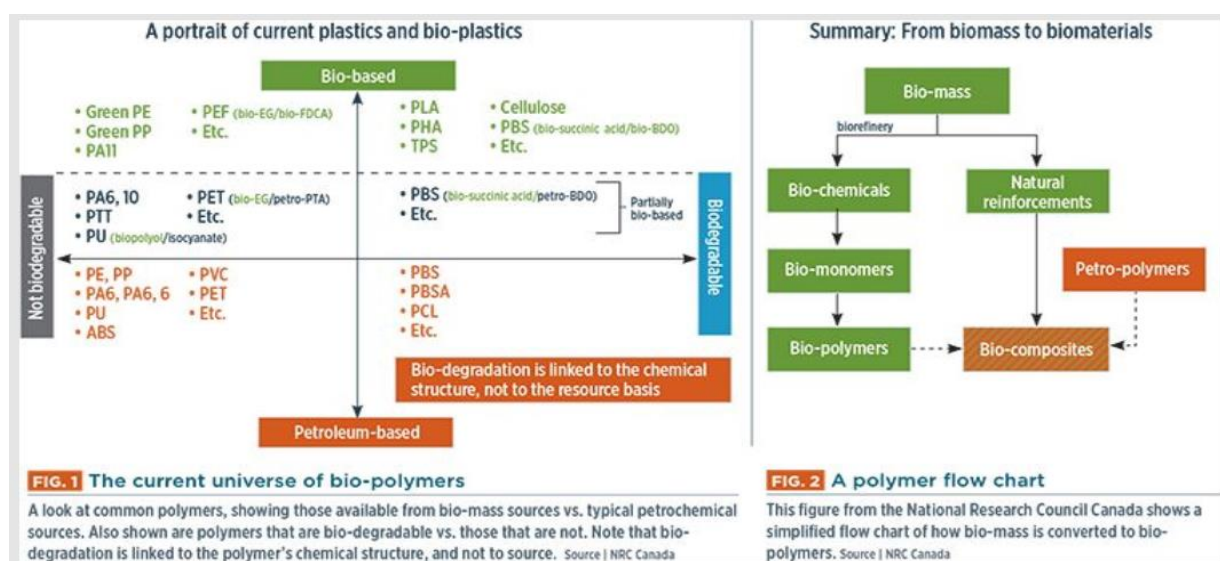
Ως μήτρες υποδοχής θεωρούνται ρητίνες που συγκολλούν τις φυτικές ίνες δημιουργώντας το κυρίως σώμα του υλικού και ενισχύουν την ανθεκτικότητα και τα τεχνικά χαρακτηριστικά του. Μια ρητίνη που κατανέμει σωστά τις πιέσεις κατά τη χρήση του υλικού, αποτρέπει τυχόν ρωγμές και επομένως το καθιστά ανθεκτικότερο. Επίσης, καθώς οι φυτικές ίνες είναι επιρρεπείς σε περιβαλλοντικές αλλοιώσεις, η ρητίνη είναι αυτή που λειτουργεί μονωτικά ως ένα βαθμό προστατεύοντάς τες από την υγρασία και τη φθορά.

Στις περισσότερες εφαρμογές βιοσύνθετων υλικών, γίνεται εκτεταμένη χρήση συμβατικών πετροχημικών πολυμερών λόγω της σταθερής δομής τους και των πολλών εναλλακτικών



επιλογών που προσφέρουν στην επεξεργασία και στις ιδιότητες. Ωστόσο πιο βιώσιμες εναλλακτικές κερδίζουν ολοένα και περισσότερο έδαφος.

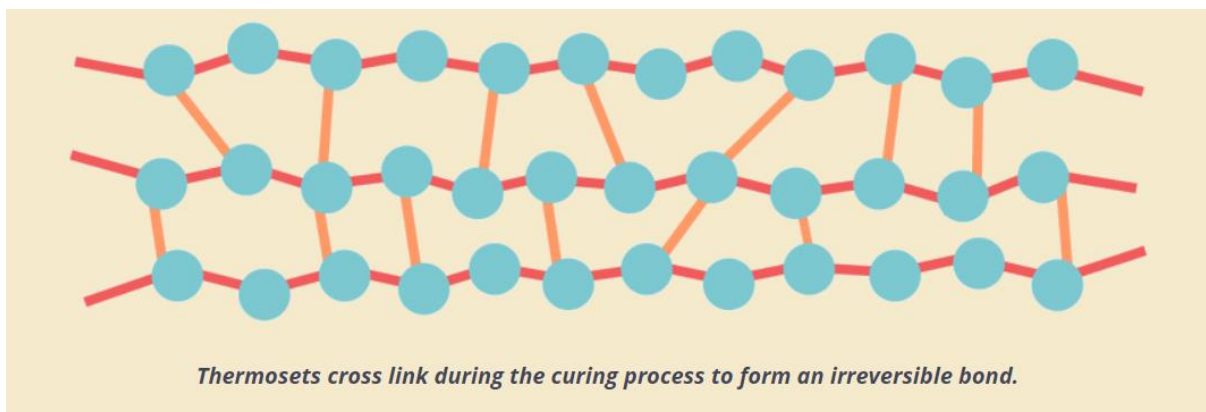
Ένας βασικός τρόπος κατηγοριοποίησης των ρητινών είναι βάσει της χημικής δομής τους. Έτσι μπορούμε να διακρίνουμε τα πολυμερή σε θερμοπλαστικά και σε θερμοσκληραινόμενα. Ένας δεύτερος τρόπος κατηγοριοποίησης είναι βάσει της δυνατότητας βιοαποικοδόμησής τους. Για το ευρύ κοινό, ένα υλικό προερχόμενο από τη φύση είναι αναπόφευκτα βιοαποικοδομήσιμο. Κάτι τέτοιο ωστόσο δεν ισχύει αφού η βιοαποικοδόμηση εξαρτάται από τη χημική δομή του υλικού ανεξαρτήτως προέλευσης (Εικόνα 4). Επομένως παρότι η χρήση ανανεώσιμων πηγών μειώνει το ποσοστό πετροχημικών (άρα και το ανθρακικό αποτύπωμα) δεν εξασφαλίζει τη βιοαποικοδόμηση του τελικού υλικού.



**Εικόνα 4.** Αριστερά η σχηματική απεικόνιση κατηγοριοποίησης ρητινών βάσει προέλευσης και βιοαποικοδομησιμότητας. Δεξιά σχηματικά η διαδικασία δημιουργίας βιοσύνθετων. Πηγή: Black, 2015

### 1.3.1 Θερμοσκληραινόμενες ρητίνες

Και οι δύο κατηγορίες, ως πολυμερή, αποτελούνται από μεγάλες αλυσίδες επιμέρους μονομερών. Η διαφορά τους έγκειται στο ότι οι θερμοσκληραινόμενες ρητίνες διαθέτουν επιπλέον διασταυρούμενες συνδέσεις μεταξύ των αλυσίδων αυτών (*cross-linking*) δημιουργώντας πλέγμα (Εικόνα 5). Η ένωση αυτή καθιστά τα θερμοπλαστικά πολύ σταθερά σε βαθμό που όταν γίνει η σταθεροποιητική σκλήρυνση—παρουσία θερμότητας ή καταλύτη, δεν μπορούν να επιστρέψουν στην πρότερη υγρή μορφή (Compositeslab, n.d.).



**Εικόνα 5.** Δομή θερμοσκληραινόμενης ρητίνης με πολυμερισμό των αλυσίδων. Πηγή: Compositeslab, n.d.

### **Ακόρεστος πολυεστέρας**

Από τις πλέον διαδεδομένες σε χρήση ρητίνες λόγω της πολυχρηστικότητας και ευελιξίας τους. Οι περισσότεροι πολυεστέρες είναι θερμοπλαστικοί αλλά προσθήκη σκληρυντών μπορούν να γίνουν θερμοσκληραινόμενοι. Οι ιδιότητες τους μπορούν να χειραγωγηθούν με την προσθήκη κατάλληλων ουσιών όπως γλυκόλη ή οξείδια και αντιδραστικά μονομερή. Συνήθως χρησιμοποιείται το στυρένιο για να μειωθεί το ιξώδες —κολλώδης υφή, να γίνει ευκολότερη η επεξεργασία και να γίνει διασταυρούμενη σύνδεση (cross-linking). Επίσης, με χρήση αναστολέων αποφεύγεται η «ζελατινοποίηση» κατά την “παραμονή στο ράφι”.

Για να μειωθεί ο χρόνος παρασκευής του προϊόντος, προστίθενται καταλύτες και επιταχυντές προκειμένου να γίνει η διασταυρούμενη σύνδεση των αλυσίδων γρηγορότερα. Με τον πολυεστέρα χρησιμοποιούνται συνήθως Μεθυλο αιθυλο κετονο υπεροξείδιο (Methyl ethyl ketone peroxide —MEKP) και υπεροξείδιο. Η ανάμειξη του καταλύτη, συνήθως σε ποσοστά 3-4%, γίνεται πριν από τη χύτευση. Επίσης, όταν επιδιώκεται αντίδραση σε θερμοκρασία δωματίου, πριν ακόμα από τους καταλύτες προστίθενται επιταχυντές. Πρόσθετα στοιχεία, όπως για παράδειγμα τα χρώματα, τα επιβραδυντικά καύσης αλλά και οι ίνες, πρέπει να είναι συμβατά με τη ρητίνη. Αυτό είναι προαπαιτούμενο προκειμένου να μπορεί να γίνει η επεξεργασία χωρίς να καταστραφούν οι ίνες, δεδομένου ότι δεν αντέχουν σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες, αλλά και για να είναι ομοιογενές και ανθεκτικό το υλικό. Οι φυτικές ίνες μπορούν να προστεθούν σε ποσότητα έως και 50%.

Χρησιμοποιούνται σε μείγματα έτοιμα προς επεξεργασία χάριν ευκολίας και ταχύτητας στην παραγωγή. Οι μέθοδοι χύτευσης συνήθως είναι δύο: 1) Bulk molding compounds (BMC) για ρητίνες ενισχυμένες με μικρές ίνες όπου μέσω εξωθητήρα το υλικό παίρνει μορφή σχοινιού, 2) Sheet Molding Compounds (SMC) για μακρύτερες ίνες όπου ίνες και ρητίνη συμπιέζονται και θερμαίνονται ανάμεσα σε πλάκες και παίρνουν μορφή φύλλου.

Όσον αφορά σε βιοβασισμένους ακόρεστους πολυεστέρες, ολοένα περισσότερες εταιρίες εισάγουν αντίστοιχες σειρές προϊόντων. Η Ashland Performance Materials έχει αναπτύξει τη σειρά BIORESIN από γλυκόλη σόγιας και καλαμποκιού. Η Reichhold LLC2 χρησιμοποιεί για κάποιες σειρές προϊόντων της 25% σόγια και υαλοβάμβακα. Στο βιοσύνθετο υλικό αυτό,

η βιολογική σύνθεσή του εντοπίζεται κατά ένα ποσοστό στη ρητίνη και όχι στις ίνες. Αντίστοιχα, η Dow Chemical Co. χρησιμοποιεί μεθακρυλιωμένο λιπαρό οξύ (tetrafluoroethylene perfluoromethylvinylether —MFA) ως δραστικό διαλύτη προς μερική αντικατάσταση του στυρενίου. Το MFA φτιάχνεται από πυρήνα φοίνικα και λάδι καρύδας. Στόχος είναι να αντικατασταθεί όσο το δυνατόν περισσότερο το πετρέλαιο σε τέτοιου τύπου υλικά με ανανεώσιμους πόρους (CompositesWorld 2016, Compositeslab n.d.).

### ***Βυνιλεστέρας***

Οι βυνιλεστέρες αποτελούν μια μέση επιλογή ανάμεσα στους ακόρεστους πολυεστέρες και την εποξει(δι)κή ρητίνη. Η μοριακή τους δομή μοιάζει σε μεγάλο βαθμό με των πολυεστέρων αλλά διαθέτουν τις ακόρεστες πλευρές μόνο στις άκρες των αλυσίδων. Επομένως, έχουν λιγότερα δραστικά μέρη άρα και μικρότερη διαλυτότητα στο νερό και γι' αυτό μπορούν να χρησιμοποιηθούν για κατασκευή κοντέινερ χημικής επεξεργασίας. Η ανθεκτικότητά τους στην υδρόλυση τα καθιστά ακριβότερα από τους πολυεστέρες. Παρόλα αυτά οι μέθοδοι επεξεργασίας τους παραμένουν ίδιοι, χρειάζονται δηλαδή θερμότητα για να λάβουν τη συμπαγή τελική μορφή τους (CompositesWorld 2016, Compositeslab n.d.).

Όπως και για τις περισσότερες ρητίνες, γίνεται προσπάθεια και για τους βυνιλεστέρες να γίνουν περιβαλλοντικά φιλικότεροι. Έτσι οι Jaillet et al. (2016) κατάφεραν να παράγουν ρητίνη βυνιλεστέρα από μια βιοβασισμένη φαινόλη (φλορογλουκινόλη) που μπορεί να εκχυλιστεί από φλοροταννίνες καστανών φυκών. Η διαδικασία που ακολούθησαν περιλάμβανε σε πρώτο στάδιο εποξείδωση με επιγλωρυδρίνη, έπειτα μεθακρυλίωση με μεθακρυλικό οξύ και συνένωση των αλυσίδων με στυρένιο. Η ρητίνη βυνιλεστέρα που προέκυψε διέθετε σταθερότητα και καλές θερμομηχανικές ιδιότητες.

### ***Εποξεική ρητίνη***

Η εποξεική ρητίνη χρησιμοποιείται σε εφαρμογές που απαιτούνται δύναμη, ανθεκτικότητα χημική και μηχανική. Η δομή της επιτρέπει να χρησιμοποιείται με υψηλές επιδόσεις σε εφαρμογές όπου η θερμοκρασία μπορεί να φτάσει τους 120°C. Είναι δυνατόν να βρεθεί σε υγρή, στερεή ή ακόμα και σε ημιστερεή μορφή. Μέσα στα πλεονεκτήματα που φέρει, εκτός από τις πολύ καλές μηχανικές και ηλεκτρικές ιδιότητες, είναι η συμβατότητά της με άλλα υλικά και ρητίνες. Ωστόσο παρουσιάζει και κάποια μειονεκτήματα όπως κακή αντίσταση στη UV ακτινοβολία που μπορεί να φθείρει γρηγορότερα το υλικό.

Σε αντίθεση με τους ακόρεστους πολυεστέρες, η επεξεργασία του υλικού δεν γίνεται με προσθήκη καταλύτη, αλλά με σκληρυντές. Στους πολυεστέρες ο καταλύτης δε συμμετέχει στην αντίδραση, απλά συντελεί στη διασύνδεση των αλυσίδων. Αντίθετα στην εποξεική ρητίνη, οι σκληρυντές συνενώνονται με τις αλυσίδες. Η κατάλληλη δοσολογία για την πραγματοποίηση της αντίδρασης είναι προκαθορισμένη και γίνεται συνήθως με τη συμμετοχή αμινών και ανιδρυτών. Σε κάθε περίπτωση, ο κατάλληλος σκληρυντής επηρεάζει τις ιδιότητες του υλικού και δίνει τη δυνατότητα να παραχθεί μεγάλη ποικιλία προϊόντων με

μικροαλλαγές. Χρησιμοποιείται κατά κόρον στην αεροναυπηγική με μερική προσθήκη θερμοπλαστικού και δραστικά μέρη καουτσούκ προκειμένου να μειωθεί η ευθραυστότητα λόγω υψηλού βαθμού διασύνδεσης των αλυσίδων (CompositesWorld, 2016)

Όσον αφορά στη βιοβασισμένες επιλογές epoxy, υπάρχουν εταιρίες που επενδύουν προς αυτή την κατεύθυνση με σχετικές σειρές προϊόντων. Για παράδειγμα, η *Sicomim* χρησιμοποιεί ως και 50% ανανεώσιμες πηγές άνθρακα, από φρούτα και λαχανικά. Ακόμη έχει συνθέσει μια ειδική ρητίνη που χρησιμοποιείται αποκλειστικά για την παραγωγή σανίδων του σερφ. Ωστόσο, οι σκληρυντές που χρησιμοποιεί για βελτιστοποίηση συγκεκριμένων διαδικασιών είναι μη βιολογικής προέλευσης (CompositesWorld 2016). Μια ακόμη εταιρία, η Entropy Resins, συνεχίζοντας σχετική έρευνα που έκανε πρώτο το Αμερικανικό Τμήμα Αγροτικής Παραγωγής (USDA), χρησιμοποιεί πιστοποιημένη εποξεική ρητίνη που παράγεται από 37% φοινικέλαιο. Όσον αφορά στις ιδιότητές της, φαίνεται να ταιριάζει καλά με φυτικές ίνες και έχει καλύτερα αποτελέσματα επιμήκυνσης θραύσης ακόμα και από πετροπαραγόμενη εποξεική ρητίνη (CompositesWorld 2016).

Η δυνατότητα μαζικής παραγωγής είναι απαραίτητη για την εδραίωση στην αγορά βιοβασισμένων προϊόντων, αφού μέρος της αξιοπιστίας είναι να μπορεί να καλυφθεί η ζήτηση ανά πάσα στιγμή. Μια γρήγορη διαδικασία επεξεργασίας μπορεί να καλύψει τον ζητούμενο όγκο παραγγελιών και μειώνει το χρόνο αποθήκευσης πρώτων υλών που στην προκειμένη περίπτωση, λόγω της βιολογικής φύσης τους, δεν μπορούν να αποθηκευτούν για μεγάλο χρονικό διάστημα χωρίς να υποστούν φθορές. Σε αυτά τα πλαίσια έχει αναπτυχθεί μια γρήγορη διαδικασία επεξεργασίας —snap cure— στην οποία η παραμονή των ινών στη ρητίνη παρατείνεται μέχρι να αφομοιωθούν πλήρως. Μόλις το μείγμα αγγίζει μια θερμοκρασία «κλειδί» ενεργοποιείται ένας κύκλος σκλήρυνσης με διάρκεια μόλις δύο λεπτών ή και λιγότερο. Εταιρίες όπως η Dow Automotive Systems και η Hexion Inc έχουν καταφέρει να μειώσουν το χρόνο παραγωγής σε μόλις 30 δευτερόλεπτα με χαμηλό ιξώδες και καλύτερη έγχυση και σε 1 μόλις λεπτό (CompositesWorld 2016, Compositeslab n.d.).

## **Πολυουρεθάνη**

Παράγεται με εξώθερμη αντίδραση από οργανική πολυισοκυανάτη και πολυόλη (αλκοόλη με πάνω από ένα υδροξύλιο). Μπορεί να πάρει πολλές μορφές και κυρίως χρησιμοποιείται ως επικάλυψη επιφανειών, ελαστομερές, σε μορφή αφρού ή ως συγκολλητικό. Τη συναντούμε και ως θερμοπλαστικό.

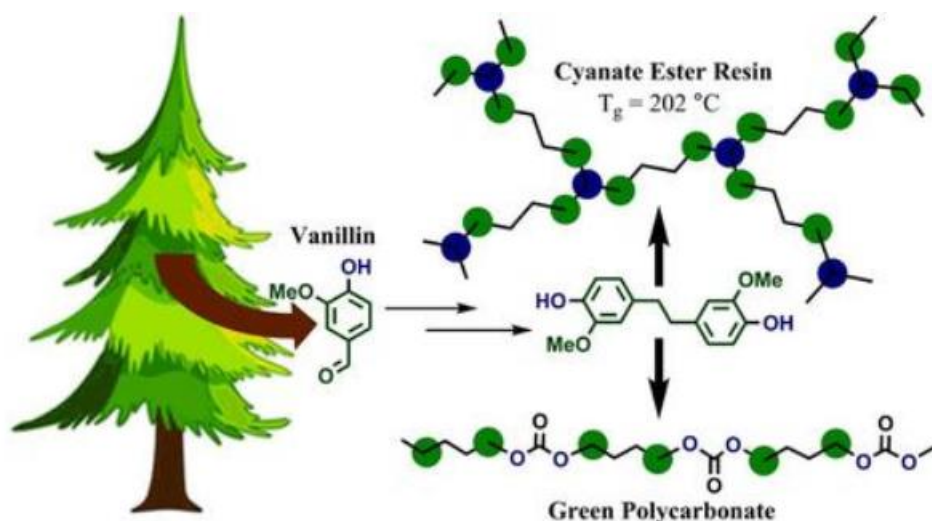
Για την παραγωγή βιώσιμης πολυουρεθάνης έχουν χρησιμοποιηθεί πολυόλες παραγόμενες από σόγια. Το έλαιο της σόγιας οξειδώνεται προκειμένου να ανοίξουν οι δακτύλοι που το αποτελούν. Οι ανοιχτοί δακτύλοι σχηματίζουν πολυόλες που στη συνέχεια χρησιμοποιούνται για την παραγωγή αφρού πολυουρεθάνης. Τα έλαια που επιλέγονται για τη διαδικασία αυτή χρειάζεται να είναι πλούσια σε τριγλυκερίδια και ακόρεστους (ενεργούς δηλαδή) διπλούς δεσμούς άνθρακα ώστε να υπάρχει η δυνατότητα της επιθυμητής διασταυρούμενης σύνδεσης μεταξύ των πολυμερικών αλυσίδων. Αντίστοιχες ιδιότητες έχουν και το καστορέλαιο, το ηλιέλαιο, το φοινικέλαιο και το κραμβέλαιο. Στο άρθρο επιλέχθηκε το σογιέλαιο λόγω

μεγαλύτερης διαθεσιμότητας ως γεωργικό παραπροϊόν (CompositesWorld 2016, Compositeslab n.d., Lubguban *et al.* 2017)

### Φαινόλες

Προκύπτουν από αντίδραση φαινόλης με φορμαλδεΐδη. Το κόστος παραγωγής τους είναι χαμηλό, προσφέρουν αντοχή στις υψηλές θερμοκρασίες και τη φωτιά, ενώ παράγουν (όταν καούν) χαμηλά ποσοστά καπνού. Βιώσιμες επιλογές για τη λήψη φαινολών βρίσκουμε στο φοινικοπυρηνέλαιο, στο έλαιο από κορμό καλαμποκιού και σε ξυλώδη βιομάζα όπου προκύπτει από πυρόλυση της λιγνίνης. Φαινόλες από βιολογικές πηγές έχουν καταφέρει να αντικαταστήσουν μερικώς τις συμβατικές εξασφαλίζοντας σχετικά προσιτό κόστος τελικού προϊόντος (Effendi *et al.* 2008, CompositesWorld 2016, Compositeslab n.d.).

### Κυανικοί εστέρες (CEs)



**Εικόνα 6.** Μετατροπή βανιλίνης σε θερμοσκληραινόμενη ρητίνη και πολυανθρακικό. Πηγή: Harvey *et al.*, 2016

Πρόκειται για ευέλικτες ρητίνες που προσφέρονται για πολλές εφαρμογές όπως ραδιοφωνικούς θόλους, πυραύλους αλλά και ηλεκτρονικές συσκευές. Προσφέρουν δύναμη, σκληρότητα είναι ανθεκτικές στην υγρασία, ενώ παράλληλα διαθέτουν εξαιρετικές ηλεκτρικές ιδιότητες. Όλα αυτά τα πλεονεκτήματα βέβαια συνοδεύονται από το αντίστοιχο κόστος. Η σκλήρυνση γίνεται με τη χρήση θερμοπλαστικών ή σφαιρικών μερών καουτσούκ, ενώ μπορεί να αποδώσουν σε θερμοκρασία χρήσης έως 149°C. Μπορούν να σχηματιστούν και από βιολογικούς πόρους όπως η λιγνίνη (με διάσπαση σε βανιλίνη και κρεοζόλη), ανηθόλη από ρητίνη πεύκου και γλυκάνισου και ευγενόλη από έλαιο γαρύφαλλου (Εικόνα 6). Μάλιστα, αντίστοιχο υδρόφοβο υλικό προερχόμενο από ρητίνη πεύκου είχε από τις υψηλότερες επιδόσεις ανθεκτικότητας στην υγρασία συγκρινόμενο με υλικά της κατηγορίας του δείχνοντας πως βιοβασισμένα υλικά μπορούν να ανταγωνιστούν τα συμβατικά σε

εφαρμογές υψηλών απαιτήσεων όπως η κατασκευή υποβρυχίων (Zhan *et al.* 2010, Composites World 2016, Harvey *et al.* 2016).

### **Βισμαλεϊμίδια και πολυϊμίδια**

Μπορούν να χρησιμοποιηθούν για εφαρμογές απαιτητικές σε υψηλές θερμοκρασίες όπως σε κινητήρες τζετ και πυραύλους, αφού είναι ελαφρύτερα και ανθεκτικά στις φθορές. Η ανθεκτικότητά τους αγγίζει τους 232°C και για μερικά πολυϊμίδια τους 371°C, αλλά για σύντομα χρονικά διαστήματα. Μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν σε εργαλεία που οι συνθήκες χρήσης τους ξεπερνούν τους 177°C αλλά και για εφαρμογές που απαιτούνται καλές μηχανικές επιδόσεις, λόγω χάρη στη διαδικασία ανοιχτής συμπίεσης οπών (*Open Hole Compression —OHC*). Στο παρελθόν κατά τη διαδικασία σκλήρυνσής τους προκύπταν προβλήματα με πηκτικές ενώσεις και απορρόφηση υγρασίας, όμως με την ανάπτυξη νέων τεχνικών και συνθέσεων οι υδρόφοβες επιδόσεις τους βελτιώθηκαν περισσότερο και από της εποξεικής ρητίνης (CompositesWorld, 2016).

Και τα βισμαλεϊμίδια και πολυϊμίδια τείνουν να αντικαταστήσουν πετροχημικά μέρη τους με ανανεώσιμους πόρους. Έτσι με πολύ ικανοποιητικά αποτελέσματα έγινε δοκιμή σε εργαστηριακό επίπεδο να αντικατασταθεί τμήμα της ρητίνης από φωσφορικό άλας προερχόμενο από έλαιο γαρύφαλλου [ευγενόλη → φωσφορικό άλας]. Με τη χρήση φωσφορικού άλατος τροποποιήθηκε αρχικά το 4,4'-bismaleimidodiphenylmethane (BDM), και στη συνέχεια σχηματίστηκαν τέσσερις ρητίνες (Miao *et al.*, 2019).

### **Πολυβουταδιένιο**

Παρουσιάζει καλές ηλεκτρικές ιδιότητες και χημική σταθερότητα. Είναι ικανό να αντικαταστήσει την εποξεική ρητίνη σε σύνθετα υλικά epoxy/E-glass και χρησιμοποιείται κυρίως στο σχηματισμό λεπτών τοιχωμάτων ραδιοθόλων ενισχυμένων με γυαλί.

Από το Catalysis Center for Energy Innovation (CCEI) στις Η.Π.Α. έχει αναπτυχθεί μια νέα διαδικασία παραγωγής βουταδιένιου. Η απόδοσή της είναι μεγαλύτερη του 95% και χρησιμοποιεί σάκχαρα. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται «αφυδάτωση-αποκυκλίωση» (dehydration-decyclization). Η καινοτομία έγκειται σε ένα νέο καταλύτη (phosphorous all-silica zeolite) που ανοίγει τους δακτύλους ενώ παράλληλα αφαιρεί το νερό. Η πορεία παραγωγής βουταδιένιου από σάκχαρα έχει ως εξής:

Ξήρανση σακχάρων → δακτύλοι φουρφουράλης → τετραϋδροφουράνιο (THF) → βουταδιένιο

Αντιλαμβανόμαστε επομένως ότι συνεχώς αναπτύσσονται νέες διαδικασίες παραγωγής ρητινών που όχι μόνο βασίζονται σε ανανεώσιμους πόρους αλλά παράλληλα γίνονται όλο και πιο αποδοτικές (CompositesWorld 2016, [Lepitreb](#) 2017, Bio-Based World News Staff 2016).

## **Βενζοξαζίνες**

Παράγονται από αντιδρών φαινόλης, φορμαλδεΰδη και αμίνη με πολυμερισμό που προκύπτει από άνοιγμα των δακτύλων. Το πολυμερές που δημιουργείται διαθέτει μεγάλο μοριακό βάρος με σχεδόν μηδενική συρρίκνωση κατά τη σταθεροποίηση. Επίσης διαθέτει ακόρεστες πλευρές που διευκολύνουν σε πολύ μεγάλο βαθμό τόσο τον υβριδισμό με άλλες ρητίνες όσο και τον πολυμερισμό με τον εαυτό τους (ομοπολυμερισμός). Προσθέτοντας περισσότερες αλυσίδες βενζοξαζίνης δημιουργούνται δίκτυα πολυβενζοξαζίνης που μοιάζουν πολύ με τις φαινόλες.

Ανάμεσα στις ιδιότητές τους συγκαταλέγονται η μεγάλη ακαμψία, αζαιρετικές θερμικές ιδιότητες, χαμηλή απορρόφηση υγρασίας, μεγαλύτερη ανθεκτικότητα στην καύση, δύσκολα παράγει καπνό, αλλά και στην υπεριώδη ακτινοβολία (UV). Συγκριτικά με τις φαινόλες παρουσιάζουν μειωμένη τοξικότητα, χαμηλή δημιουργία ρωγμών —με κατάλληλη σκλήρυνση— και ευκολότερη επεξεργασία. Τα χαρακτηριστικά αυτά τις καθιστούν κατάλληλες για χρήση σε εσωτερικό αεροσκαφών και άλλων μέσων μεταφοράς.

Ωστόσο, για την αποφυγή της ευθραυστότητας βενζοξαζινών με μεγαλύτερο σημείο μετατροπής γυαλιού (Tg) απαιτείται επεξεργασία σκλήρυνσης. Η διαδικασία είναι η ίδια που χρησιμοποιείται στο εροxy αλλά με χαμηλότερη θερμοκρασία. Από άποψη τιμής και επίδοσης βρίσκονται ανάμεσα στα εποξείδια και τα βισμαλεϊμίδια. Ακόμα δεν είναι παραγωγικά ώριμες όπως τα βισμαλεϊμίδια αφού χρειάζεται έρευνα για τη βελτιστοποίηση διαδικασιών συμπίεσης όπως το out-of-autoclave (OOA) για τη μείωση των φυσαλίδων και του κενού που είναι σημαντικό στην αεροναπηγική.

Οι δύο κυρίαρχοι προμηθευτές ακολουθούν διαφορετικές προσεγγίσεις στην αγορά βασισμένοι σε διαφορετικά πλεονεκτήματα του υλικού. Η Henkel, που δραστηριοποιείται σε δομικά προσκευάσματα ρητινών, ρητίνες έγχυσης και συγκολλητικά φιλμ, εκμεταλλεύεται τη θερμοκρασιακή ανθεκτικότητα για να ρίξει το κόστος βιοσύνθετων οικοδομικών υλικών μέσω της εφοδιαστικής αλυσίδας αφού δεν χρειάζεται αποθήκευση σε χαμηλές θερμοκρασίες. Από την άλλη, η Huntsman Advanced Materials εκμεταλλεύεται την ιδιότητα της βενζοξαζίνης να ενώνεται με επιτυχία με άλλες ρητίνες πχ. εποξείδια, φαινόλες, BMI, thiol και άλλα — και να δημιουργεί υβρίδια για να την προμηθεύει ως πρώτη σε κατασκευαστές προσκευασμάτων, εταιρίες που συνθέτουν ρητίνες και κατασκευαστές συγκολλητικών υλικών. Έτσι καλύπτονται πολλές διαφορετικές ανάγκες κατασκευαστών ρητινών. (CompositesWorld 2016)

Από δαϊδξείνη (βρίσκεται στη σόγια) και φουρφουρυλαμίνη (φουρφουράλη και αμμωνία), που σκληρύνθηκαν σε θέρμανση με μικροκύματα, παρασκευάστηκε βιοβασισμένη ρητίνη βενζοξαζίνης με εξαιρετικές ιδιότητες, θερμική σταθερότητα και εύκολη επεξεργασία. Τέτοιες έρευνες αποδεικνύουν ότι βιοσύνθετα υλικά είναι δυνατόν να ανταγωνιστούν σε ποιοτικά χαρακτηριστικά τα συμβατικά (Daietal., 2018).

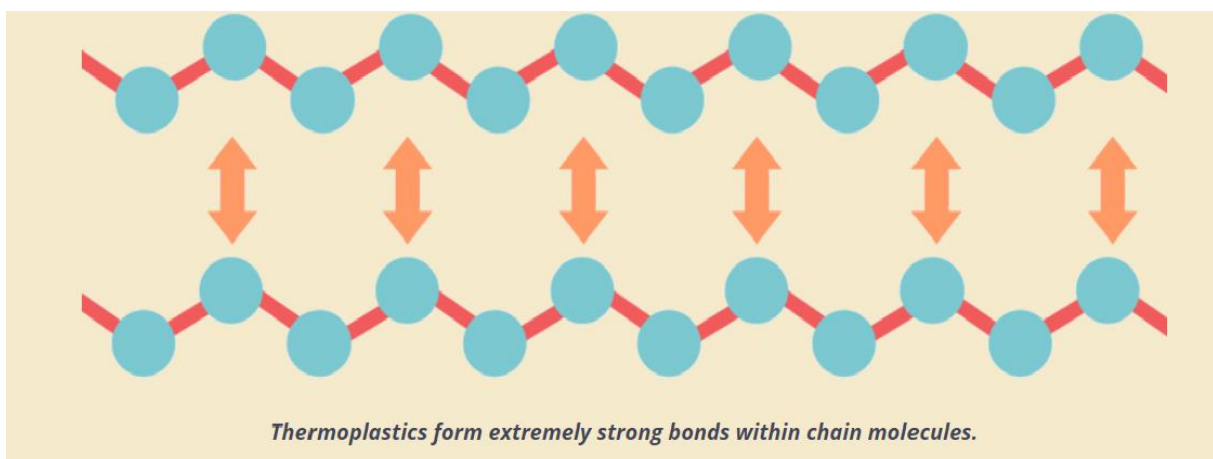
## **Φθαλονιτρίλια**

Χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές που απαιτούνται ακραίες θερμοκρασίες όπως σε μηχανικά μέρη και σε κέλυφη υποβρυχίωναφού μπορούν να είναι λειτουργικά έως και σε 371°C. Αναπτύχθηκε ως ρητίνη πρώτη φορά από έρευνες του Ερευνητικού Εργαστηρίου του Αμερικανικού Ναυτικού, προφανώς για την κάλυψη αναγκών του ιδίου. Στη συνέχεια αξιοποιήθηκε για εμπορικούς σκοπούς από την Eikos (Franklin, MA, US).

Σε προσπάθειες ένταξης βιολογικού υλικού σε ρητίνες φθαλονιτρίλιου έχουν χρησιμοποιηθεί κατεχίνες —τις συναντούμε σε μήλα και αχλάδια, και βανιλίνη —αρωματική φαινόλη που μπορούμε να πάρουμε από τη λιγνίνη. Τα αποτελέσματα ήταν ικανοποιητικά και συγκρίσιμα με των συμβατικών φθαλονιτριλίων (CompositesWorld 2016, Qi *et al.* 2018, Han *et al.* 2019).

### 1.3.2 Θερμοπλαστικά

Από την άλλη πλευρά, στην κατηγορία των θερμοπλαστικών έχουμε πολυμερή που σχηματίζουν αλυσίδες που δεν ενώνονται μεταξύ τους. Οι δεσμοί μεταξύ των μονομερών που αποτελούν την αλυσίδα είναι αρκετά χαλαροί πράγμα που επιτρέπει στη ρητίνη να επιστρέψει αν θερμανθεί σε υγρή κατάσταση (Εικόνα 7) (Compositeslab, n.d.). Τα θερμοπλαστικά πολυμερή κρίνονται εύχρηστα λόγω της ευπλαστότητας τους σε πολλές εφαρμογές και μεθόδους επεξεργασίας όπου απαιτείται θερμότητα. Επίσης είναι αρκετά ανθεκτικά στην κρούση. Ωστόσο, λόγω του υψηλού ιξώδους που παρουσιάζουν (κολλώδης υφή) απαιτούν και άσκηση πίεσης προκειμένου να ενσωματωθούν ικανοποιητικά οι ίνες, γεγονός που ανεβάζει το κόστος επεξεργασίας. Ωστόσο συνεχώς τα μείγματα θερμοπλαστικών ρητινών προσφέρουν νέες επιλογές. Παρακάτω θα παρουσιαστούν κάποιες από τις επιλογές που προσφέρονται. (Johnson, 2020)



Εικόνα 7. Η δομή των αλυσίδων ενός θερμοπλαστικού. Πηγή: Compositeslab, n.d.

#### **Τερεφθαλικό πολυαιθυλένιο (PET)**

Πρόκειται για το πιο ευρέως διαδεδομένο είδος πλαστικού με εφαρμογές κυρίως στην παραγωγή μπουκαλιών συσκευασίας, παραδείγματος χάρη νερού, αλλά και



χρησιμοποιούμενο ως ίνα στην κλωστοϋφαντουργία, περισσότερο γνωστό σε αυτή την περίπτωση με την εμπορική ονομασία «πολυεστέρας». Είναι ευρέως ανακυκλώσιμο και επομένως μπορεί να αξιοποιηθεί και σε εφαρμογές μετά το τέλος ζωής ενός προϊόντος που παράγεται από αυτό. Επίσης έχει εξαιρετικές μονωτικές ιδιότητες ως προς την υγρασία ενώ παράλληλα δεν θρυμματίζεται. Βιώσιμο PET μπορεί να παραχθεί από ζαχαροκάλαμο (Park & Seo, 2011).

### ***Πολυαιθυλένιο (PE)***

Είναι ένα μερικώς κρυσταλλωμένο, ελαφρύ θερμοπλαστικό που είναι ανθεκτικό σε έκθεση χημικών και υγρασίας. Χρησιμοποιείται στην παραγωγή συσκευασιών και μονωτικών υλικών. Συναντάται κυρίως σε δύο μορφές, το LDPE (πολυαιθυλένιο χαμηλής πυκνότητας) και το HDPE (πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας). Βιοβασισμένο PE παράγεται από αιθανόλη αν αφαιρεθεί το νερό οπότε γίνεται αιθυλένιο. Το ζαχαροκάλαμο, το ζαχαρότευτλο και τα σιτηρά είναι μερικοί πόροι από τους οποίους μπορούμε να φτιάξουμε πολυεστερικές ρητίνες (Park & Seo, 2011).

### ***Χλωριούχο Πολυβινίλιο (PVC)***

Στη σκληρή, άκαμπτη μορφή της, η ρητίνη PVC χρησιμοποιείται κυρίως στον κατασκευαστικό κλάδο για σωληνώσεις, μόνωση ηλεκτρικών καλωδίων και επιστρώσεις βυνιλίου. Διατίθεται σε σκόνη ή τρίμματα και είναι πολύ ανθεκτική στην οξείδωση από ατμοσφαιρικούς παράγοντες. Λόγω του ότι η σύνθεσή της είναι κατά 57% χλωρίνη και 43% άνθρακας, η παραγωγή της μπορεί να είναι ανεξάρτητη του πετρελαίου και γι' αυτό θεωρείται από τα πλέον βιώσιμα πλαστικά. Ωστόσο, παραμένει το πρόβλημα έκλυσης καρκινογόνων διοξινών κατά τη σύνθεση χλωριούχου βυνιλίου (βασικό συστατικό) και κατά την καύση μετά το τέλος ζωής του προϊόντος. Πρόβλημα επίσης αποτελούν τα τοξικά συνθετικά που προστίθενται στο PVC, κυρίως οι πλαστικοποιητές φθαλικού εστέρα. Γι' αυτό γίνονται μεγάλες προσπάθειες ανάκτησης και ανακύκλωσης του.

Βιοβασισμένοι πλαστικοποιητές προερχόμενοι από φυτικά έλαια όπως το καστορέλαιο είναι πολλά υποσχόμενοι λόγω των ιδιοτήτων , όμως οι διαδικασίες παραγωγής — προτιμήθηκε από τους Hosney et al. (2018) η χημειοενζυματική εποξειδίωση λόγω φιλικότητας στο περιβάλλον και στην υγεία— χρειάζονται βελτιστοποίηση για παραγωγή σε μεγάλη κλίμακα. (Power2SME n.d., BuildingGreen 2012, IEEE GlobalSpec n.d.)

### ***Πολυανθρακικό***

Πρόκειται για ένα θερμοπλαστικό που μπορεί να αξιοποιηθεί σε πολλές εφαρμογές όπως για παράδειγμα σε ηλεκτρονικές συσκευές, στον κατασκευαστικό τομέα, στη βιομηχανία αυτοκινήτων, την αεροναυπηγική, εφαρμογές ασφάλειας όπως αλεξίσφαιρα τζάμια και σε συσκευές αποθήκευσης δεδομένων. Ανάμεσα στα κυριότερα πλεονεκτήματά του βρίσκονται η μεγάλη ανθεκτικότητα και το μειωμένο βάρος. Ωστόσο κατά την παραγωγική διαδικασία

τείνει να εκπέμπει τοξικά παραπροϊόντα, όπως και το PVC απλά σε μικρότερο βαθμό. Σε εφαρμογές όπου τα δυο υλικά είναι ανταλλάξιμα προτιμάται το πολυανθρακικό γιατί είναι δυνατόν να ανακυκλωθεί (Park&Seo 2011, IEEE GlobalSpec n.d.).

Τον Οκτώβριο του 2019 η SABIC έγινε η πρώτη εταιρία που ανακοίνωσε επίσημα ότι εισάγει την κατασκευή πολυανθρακικής ρητίνης βασισμένης σε ανανεώσιμους πόρους που μάλιστα είναι συμβατή με τις υπάρχουσες μεθόδους επεξεργασίας. Οι πόροι που χρησιμοποιεί είναι πιστοποιημένοι και εντάσσονται στο πλαίσιο της πρωτοβουλίας της για λύσεις κυκλικής παραγωγής (TRUCIRCLE™) ([Bio-Based News](#), 2019).

### **Πολυπροπυλένιο (PP)**

Χρησιμοποιείται στην παραγωγή συσκευασιών, πλαστικά μέρη για την αυτοκινητοβιομηχανία ειδικές συσκευές όπως μεντεσέδες και υφάσματα. Είναι ημιδιάφανο, έχει μικτή επιφάνεια τριβής, δεν είναι ευδιάλυτο σε υγρά, επιδιορθώνεται εύκολα σε περίπτωση ζημιάς, είναι καλός μονωτής. Ίσως το πλέον σημαντικό του προτέρημα είναι ότι επιδέχεται διαφορετικά είδη επεξεργασίας και γι' αυτό το λόγο είναι από τα πιο πολυχρησιμοποιούμενα είδη πλαστικών στην αγορά. Μπορεί να παραχθεί από φυτικά έλαια και λιπαρά που δεν προορίζονται για κατανάλωση (Park & Seo 2011, IEEE GlobalSpec n.d.).

### **Πολυγαλακτικό οξύ (PLA)**

Παράγεται από υδατάνθρακες όπως άμυλο αραβόσιτου, ζαχαροκάλαμου κ.α. που έχουν υποστεί διαδικασία ζύμωσης. Πρώτα ο αραβόσιτος αλέθεται (wet milling) ώστε να μπορέσει να διαχωριστεί το άμυλο. Αφού γίνει ο διαχωρισμός, χρησιμοποιούνται οξέα ή ένζυμα σε συνδυασμό με θερμότητα για να «κοπεί» το άμυλο σε D-γλυκόζη. Η γλυκόζη είναι αυτή που τελικά ζυμώνεται παράγοντας L-γαλακτικό οξύ, το δομικό συστατικό του PLA. Λόγω της βιοβασισμένης προέλευσης και της δομής του βιοαποικοδομείται ευκολότερα από άλλα είδη πλαστικών. Χρησιμοποιείται ευρέως σε εφαρμογές 3D Printing (Gutierrez, 2020).

Σε μια προσπάθεια βελτίωσης της απόδοσης του PLA σε βιοσύνθετα υλικά χρησιμοποιήθηκε ερευνητικά σε συνδυασμό με καζεΐνη και νανοϊνίδια κυτταρίνης. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η καζεΐνη συντέλεσε στην καλύτερη διασπορά των ινών στη ρητίνη βελτιώνοντας το όριο θραύσης του υλικού. Κρίθηκε ότι η συμβατότητα του μέσου διάχυσης (εδώ καζεΐνη) με το PLA είναι συμβάλλει στην ανθεκτικότητα (Gu & Catchmark, 2013).

### **Συμπολυμερές ακρυλονιτριλίου-βουταδιενίου-στυρενίου (ABS)**

Παρουσιάζει πολλά πλεονεκτήματα και γι αυτό χρησιμοποιείται σε με πλειάδα εφαρμογών. Είναι ανθεκτικό σε χημικά που προκαλούν διάβρωση καθώς και σε φυσικές

φθορές. Επίσης είναι εύκολο στο χειρισμό και την επεξεργασία του καθώς έχει χαμηλό σημείο τήξης. Το χαρακτηριστικό αυτό το καθιστά ιδανικό για χύτευση με εξωθητήρα και για 3D Print (IEEE GlobalSpec n.d.).

Γίνεται προσπάθεια να αντικατασταθεί μέρος του ABS από ρητίνη PLA που είναι βιολογικής προέλευσης. Η σκληρότητα και η τριπλή σύνθεση του ABS ενισχύει το PLA και με προσαρμογές μπορεί να προσφέρει μια ευρεία λίστα ιδιοτήτων. Από την άλλη το PLA έχει χαμηλό κόστος ενώ επιδέχεται πολλές μεθόδους επεξεργασίας. (Industry ARC, 2017)

### ***Πολυ αιθερο-αιθερο κετόνη (PEEK)***

Πρόκειται για ημικρυσταλλική ρητίνη ανθεκτική σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες (έως 500°F). Η ιδιότητα αυτή την καθιστά ιδανική για χρήση σε εφαρμογές ναυτιλίας, αυτοκινητοβιομηχανίας, πυρηνικές, άντλησης πετρελαίου, αεροναυπηγικής, ιατρικές αλλά και ηλεκτρονικών συσκευών. Άλλα πλεονεκτήματα που φέρει είναι ανθεκτικότητα σε χημική διάβρωση, στην καύση (δεν παράγει πολύ καπνό ή τοξικές εκπομπές), την ακτινοβολία και την υδρόλυση, σκληρότητα, δύναμη, ακαμψία. Μπορεί να ενισχυθεί με ίνες γυαλιού, άνθρακα και HPV (Park & Seo, 2011).

Βιοβασισμένο PEEK είναι δυνατόν να παραχθεί από παράγωγα μονομερή βιοβασισμένου TPA (Terephthalic acid). Η μέθοδος αυτή μπορεί να είναι βιώσιμη σε μεγάλης κλίμακας βιομηχανική παραγωγή εφόσον εξασφαλιστούν επαρκείς όγκοι βιοβασισμένου φουρανίου. (Nakajima et al., 2017)

### ***Πολυφαινυλενοσουλφίδιο (PPS)***

Χρησιμοποιείται σε βιομηχανικές εφαρμογές όπου απαιτούνται ανθεκτικότητα στην διάβρωση από χημικά, στην υψηλή θερμοκρασία (μπορεί να είναι λειτουργικό έως και σε 218 °C), στην τριβή, στην ηλιακή ακτινοβολία και στη μούχλα καθώς και δύναμη. Η μέγιστη κρυσταλλικότητά του αγγίζει το 65%, ενώ ενδεικτικά έχει φανεί ότι σε θερμοκρασίες κατώτερες των 200 C δεν επηρεάζεται από διαλύτες (Park & Seo 2011, Compositeslab n.d.).

## **1.4 Αξιολόγηση τελικού υλικού**

Κρίνοντας από την ποικιλία που συναντάμε τόσο σε ρητίνες όσο και σε φυτικές ίνες, καταλαβαίνουμε ότι μπορεί να προκύψει πληθώρα συνδυασμών, με διαφορετικές ιδιότητες. Το πεδίο που μένει να ερευνηθεί είναι τεράστιο προκειμένου να βρεθούν όχι μόνο οι βέλτιστοι συνδυασμοί ίνας-ρητίνης ανά περίπτωση, αλλά ακόμα σημαντικότερο, μέθοδοι επεξεργασίας που θα επιτρέψουν τη μαζική παραγωγή και θα κάνουν την τιμή και τις επιδόσεις του εκάστοτε υλικού συγκρίσιμο με τα συμβατικά. Όσον αφορά τουλάχιστον στις επιθυμητές ιδιότητες του τελικού προϊόντος, κάποια από τα χαρακτηριστικά που εξετάζονται είναι τα εξής:

- Αντοχή εφελκυσμού: Το βιοσύνθετο υλικό πρέπει να είναι ανθεκτικό στις πιέσεις ανάλογα την εφαρμογή για την οποία προορίζεται. Το μέτρο «elongation at failure» μπορεί να μας δείξει τη μέγιστη ελαστικότητα ενός υλικού πριν από την αλλοίωσή του.

- Θερμική σταθερότητα: Το ενισχυμένο πολυμερές, πρέπει να διαθέτει αντοχή στη θερμοκρασία προκειμένου να διατηρηθεί σε χρηστική κατάσταση για όσο μεγαλύτερο διάστημα γίνεται.

- Ο βαθμός ενσωμάτωσης των ινών στη ρητίνη: Δυστυχώς δεν υπάρχει οδηγός που να ορίζει ακριβώς τη συμβατότητα κάθε ίνας με τις αντίστοιχες ρητίνες. Η έρευνα ωστόσο εμπλουτίζει συνεχώς τη βιβλιογραφία με νέες επιλογές. Συνήθως μια προεπεξεργασία των ινών με αλκάλια βοηθάει στην καλύτερη ενσωμάτωσή τους στη ρητίνη. (Verma et al., 2016). Διαφορές στις μεθόδους επεξεργασίας των ινών, χρήση πρόσθετων είναι μερικοί παράγοντες που επηρεάζουν την ομοιογένεια. Ένα συμπαγές υλικό καθορίζει την ομοιόμορφη κατανομή πιέσεων και προσφέρει αυξημένη προστασία από διαβρωτικά περιβάλλοντα.

- Δυναμική και μακροπρόθεσμη συμπεριφορά: Η αντοχή του υλικού πρέπει να μελετάται σε συνδυασμό με το περιβάλλον με το οποίο αλληλοεπιδρά. Αβιοτικοί παράγοντες, όπως η θερμοκρασία και η υγρασία, αλλά και βιοτικοί, όπως μικροοργανισμοί, επηρεάζουν το υλικό σε βαθμό που για να αξιολογήσουμε την ποιότητα και τη σταθερότητά του, θα πρέπει η μελέτη της δυναμικής αυτής σχέσης να γίνει σε βάθος χρόνου.

- Πρόσθετες ουσίες: Πέρα από τις ρητίνες και τις ίνες χρησιμοποιούνται συνήθως κάποιοι παράγοντες που θα «δέσουν» αυτά τα δύο υλικά ή που θα προστεθούν προκειμένου να προσφέρουν μια επιθυμητή ιδιότητα, πχ επιβραδυντικό καύσης. Τα πρόσθετα αυτά υλικά συνήθως δεν προέρχονται από ανανεώσιμες πηγές αν και γίνονται προσπάθειες για την αντικατάστασή τους από βιοβασισμένα (Fowler et al., 2006).

Η βιβλιογραφία εμπλουτίζεται συνεχώς με νέους συνδυασμούς υλικών που επιδιώκουν να καλύψουν τα παραπάνω ζητούμενα χαρακτηριστικά ανάλογα με τις απαιτήσεις της εκάστοτε εφαρμογής.

## 1.5 Προβληματισμοί

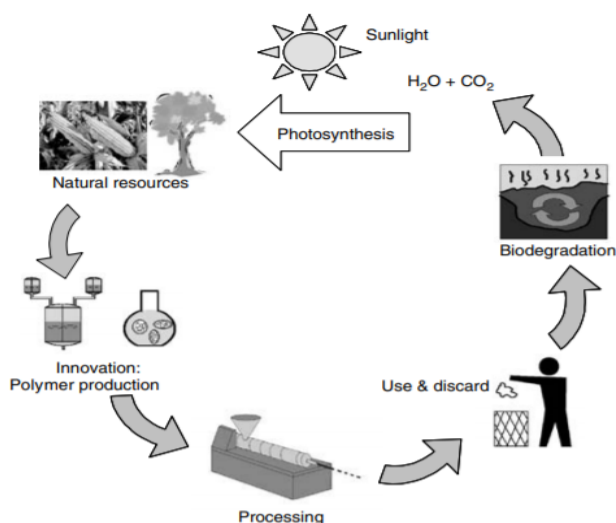
Ενώ τα πλεονεκτήματα που προσφέρουν τα βιοσύνθετα υλικά είναι πολυάριθμα, κατά γενική ομολογία υπάρχουν ερωτήματα που προκύπτουν κυρίως από τη φύση της ρητίνης που χρησιμοποιείται. Υπάρχουν ρητίνες που παράγονται με τη χρήση πετροχημικών πολυμερών που παρουσιάζουν χαμηλό κόστος παραγωγής, καλή προστασία των ινών από περιβαλλοντικές αλλοιώσεις και συμβατότητα στις υπάρχουσες μεθόδους επεξεργασίας. Η βιομηχανία σε βάθος χρόνου έχει προσαρμοστεί και τελειοποιήσει μεθόδους επεξεργασίας συμβατικού πλαστικού κάνοντάς το οικονομικά αποδοτικό. Ωστόσο η οικονομική βιωσιμότητα χρειάζεται να συνδυαστεί και με άλλα κριτήρια μερικά εκ των οποίων περιγράφονται παρακάτω.

Αποτύπωμα άνθρακα: Βασικός στόχος των βιοσύνθετων είναι να μειώσουν το αποτύπωμα άνθρακά τους. Συγκρίνοντας το ποσό διοξειδίου του άνθρακα που απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα σε όλες τις φάσεις της ζωής ενός βιοσύνθετου —από την ανάκτηση των

συστατικών του έως την απόσυρσή του— αυτό θα πρέπει να είναι μικρότερο από αυτό ενός συμβατικού, πετροπαραγόμενου προϊόντος. Τέτοιου είδους συγκριτικές αναλύσεις προσφέρουν οι LCA (Life Cycle Analysis). Επιπλέον, αν σε μια LCA ενταχθεί και το αποτύπωμα άνθρακα μετά την απόσυρσή του, μιλάμε για μια ανάλυση «από τα σπάργανα, στον τάφο» (Cradle to Grave). Έτσι ενώ θεωρητικά με την ανάπτυξη ενός βιοβασισμένου προϊόντος μειώνουμε το αποτύπωμα άνθρακα, μια LCA μπορεί να αναδείξει δευτερογενείς συνέπειες της δραστηριότητάς μας που πρέπει να συνυπολογίζονται στη διαδικασία λήψης αποφάσεων.

Μια τέτοια ανάλυση έκανε σύγκριση διαφορετικών βιοσύνθετων υλικών που χρησιμοποιούσαν καλλιεργήσιμες ίνες όπως το λινάρι. Τα αποτελέσματα έδειξαν λιγότερη απαίτηση σε ενέργεια για την παραγωγή ενός μέρους πλαστικού, μειωμένο βάρος αλλά μεγαλύτερο ποσοστό ευτροφισμού λόγω της χρήσης λιπάσματος (Deng, 2014). Αυτό είναι ένα αντεπιχείρημα στην καλλιέργεια φυτών για βιομηχανικές εφαρμογές. Επίσης πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ότι ο παράγοντας εκείνος που αυξάνει το ανθρακικό του αποτύπωμα είναι η χρήση συμβατικών ρητινών (Fowler *et al.* 2006). Γι' αυτό και γίνονται προσπάθειες αντικατάστασής τους από βιοβασισμένες ρητίνες.

Βιοαποικοδόμηση: Αναφερόμενοι στο τέλος «ζωής» των προϊόντων, ένα βιοσύνθετο υλικό που δεν μπορεί να βιοαποικοδομηθεί —να αποτελέσει τροφή για μικροοργανισμούς— έχει μεγαλύτερο αποτύπωμα άνθρακα (Εικόνα 8). Η λογική που επικρατεί είναι ότι ενισχύοντας ένα υλικό με φυτικές ίνες μειώνουμε την περιεκτικότητά του σε πετροβασισμένο πλαστικό. Αυτό παρά ταύτα δεσυνεπάγεται απαραίτητα τη βιοαποικοδομησιμότητα του. Πρόσφατες μελέτες για μικροοργανισμούς που τρέφονται με πλαστικό διευρύνουν τις επιλογές απόρριψης σχετικών υλικών. Δεν παύει, ωστόσο, χρησιμοποιώντας πετρέλαιο να καταναλώνουμε μέρος πολύτιμων, μη ανανεώσιμων πόρων.



**Εικόνα 8.** Εξισορρόπηση CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα μέσω βιοαποικοδομήσιμων βιοσύνθετων. Πηγή: Buggy, 2006

Τα βιοσύνθετα υλικά, παρότι περιέχουν βιοαποικοδομήσιμα μέρη, δεν αποικοδομούνται πάντα στο 100% γιατί ενσωματώνουν μια σειρά συνδυασμών πρώτων υλών που μπορεί να μην είναι βιολογικής προέλευσης. Για παράδειγμα, ένα βιοσύνθετο μπορεί να αποτελείται από φυτικές ίνες (δηλαδή το βιοαποικοδομήσιμο στοιχείο) και μια μήτρα υποδοχής εξολοκλήρου ή μερικώς πετροπαραγόμενη. Εκ των πραγμάτων το υλικό που αποτελείται από τα δύο αυτά στοιχεία, με την απόσυρσή του θα βιοαποικοδομηθεί κατά ένα συγκεκριμένο ποσοστό.

Ανάκτηση και ανακύκλωση υλικών: Βασικό μειονέκτημα των συμβατικών σύνθετων υλικών, όπως για παράδειγμα πλαστικά που ενισχύονται με υαλοΐνες, είναι ότι ανακυκλώνονται δύσκολα. Αυτό συμβαίνει γιατί έχουν ενσωματωθεί σχεδόν πλήρως οι ίνες στη ρητίνη. Παρόλα αυτά έχουν αναπτυχθεί μέθοδοι ανακύκλωσης που στοχεύουν περισσότερο στον μηχανικό τεμαχισμό και επαναχρησιμοποίηση του ήδη έτοιμου «μείγματος» αν και η πρακτική έχει υιοθετηθεί από λίγες εταιρίες αφήνοντας ουσιαστικά τα υλικά αυτά αναξιοποίητα (Brosius, 2019).

Όσον αφορά στα βιοσύνθετα υλικά, σύμφωνα με το Fraunhofer Institute for Wood Research στη Δανία, οι μέθοδοι ανακύκλωσης μπορούν να διαχωριστούν σε τρεις κατηγορίες ανάλογα με την επιθυμητή ανάκτηση υλικών. Την ανακύκλωση αυτούσιων εξαρτημάτων, τη μηχανική ανακύκλωση και την ανακύκλωση πόρων.

Στην πρώτη περίπτωση εξαρτήματα αποσυναρμολογούνται, επισκευάζονται και επαναχρησιμοποιούνται σε νέες εφαρμογές. Επομένως απαιτούνται τεστ ποιότητας μη καταστροφικά καθώς τα υλικά αυτά έχουν ανακτηθεί από ήδη έναν κύκλο χρήσης (Life Cycle). Επίσης ενώ μπορούν θεωρητικά να χρησιμοποιηθούν και σε εφαρμογές διαφορετικές από την αρχική τους, οι νέες επιλογές είναι πολύ περιορισμένες. Αυτό συμβαίνει γιατί έχουν κατασκευαστεί για να ανταπεξέρχονται σε συγκεκριμένες συνθήκες χρήσης, πράγμα που πολλές φορές εξαρτάται από τον προσανατολισμό των ινών και την πυκνότητά τους στο υλικό.

Η μηχανική ανακύκλωση από την άλλη στοχεύει στον ανασχηματισμό του υλικού μέσω αρχικά του τεμαχισμού του. Αν πρόκειται για θερμοπλαστικό, τα τμήματα που έχουν παραχθεί από τον τεμαχισμό μπορούν να λιώσουν, να πάρουν νέα σχήματα και πιθανόν με τη χρήση πρόσθετων ουσιών να λάβουν κάποιες νέες ιδιότητες. Σε περίπτωση που οι ίνες τεμαχίζονται, προσδιορίζονται οι ιδιότητές τους και μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως νέο ενισχυτικό μέσο ή συμπλήρωμα σε άλλα υλικά. Τα θερμοσκληραινόμενα που υπόκεινται σε τεμαχισμό αφού δεν μπορούν να θερμανθούν μπορούν επίσης να λειτουργήσουν ως συμπλήρωμα ή ενισχυτικό μέσο.

Τέλος η ανακύκλωση πόρων γίνεται κυρίως με χημικό τρόπο ή με πυρόλυση. Ξανά για θερμοπλαστικά και θερμοσκληραινόμενα διαφοροποιούνται λίγο οι διαδικασίες. Χημικά, για θερμοπλαστικά χρησιμοποιείται διαλύτης οποίος αφαιρείται αφού διαλυθεί το υλικό. Στη συνέχεια το υλικό που απομένει χυτεύεται με εξωθητήρα για να σχηματίσει ανακυκλωμένα τμήματα (regranulate) (Ecoplast, n.d.). Για θερμοσκληραινόμενα, από την άλλη, ο διαλύτης

δεν αφαιρείται, αλλά το μείγμα χρησιμοποιείται ξανά στην παραγωγή για να εμποτίσει νέα ημιτελή προϊόντα. Για την πυρόλυση, σε υψηλή θερμοκρασία με απουσία οξυγόνου, οι οργανικές ενώσεις ανοίγουν και γίνονται αέρια ή υγρά. Ως στερεά μένουν ο άνθρακας και τα μέταλλα. Αν το υλικό ήταν ενισχυμένο με ίνες άνθρακα τότε αυτές μπορούν να ξανά χρησιμοποιηθούν. Αν είχε ενισχυθεί με φυτικές ίνες, ο άνθρακας που μένει από την πυρόλυση μπορεί να ανακτηθεί και να χρησιμοποιηθεί συμπληρωματικά σε νέα υλικά. Εξετάζεται επίσης η δυνατότητα χρήσης άλλων παραπροϊόντων της πυρόλυσης όπως του νερού, στερεών αλλά και αερίων (Fraunhofer WKI, 2020).

Συνέπεια στα ποιοτικά χαρακτηριστικά: Η βιομηχανία επιδιώκει να διασφαλίσει τα υλικά που παράγει να έχουν ενιαία σύσταση, επομένως και ίδια ποιοτικά χαρακτηριστικά και επιδόσεις προκειμένου να τηρηθεί η συνέπεια απέναντι στο αγοραστικό κοινό. Επομένως, αν και η ποικιλομορφία των φυτικών πόρων προσφέρει πολλές εναλλακτικές, η ιδιαιτερότητα του κάθε φυτικού οργανισμού μπορεί να δημιουργήσει πρόβλημα σε παραγωγή μεγάλης κλίμακας.

Οι καιρικές συνθήκες, τα λιπάσματα, ο χρόνος ζωής του φυτού αλλά και ο τρόπος συλλογής των ινών κ.α. επηρεάζουν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά τους με αποτέλεσμα η πρώτη ύλη να διαφέρει στη σύσταση/περιεκτικότητα σε κυτταρίνη (Buggy, 2006). Σε ορισμένες περιπτώσεις, η αλευροποίηση των ινών (σκόνη) λύνει αυτό το πρόβλημα. Ωστόσο αυτό δεν είναι πάντα εφικτό. Μια ακόμη μέθοδος σύνθεσης ινών είναι εκείνη της υγρής κρυστάλλωσης. Στη μέθοδο αυτή, οι φυτικές ίνες υδρολύονται ωστόσο δημιουργηθούν νανοΐνες οι οποίες στη συνέχεια, όντας σε μορφή γέλης, σε συγκεκριμένη θερμοκρασία και με χρήση μαγνητικού πεδίου, σχηματίζουν συμπαγείς ίνες με μορφή μικροκρυστάλλων. Αφού σχηματιστούν οι ίνες με το μήκος και τα χαρακτηριστικά που χρειαζόμαστε, η γέλη αυτή ξηραίνεται και μένουν μονάχα οι ίνες (Lagerwall et al., 2014). Η επεξεργασία αυτή βρίσκει εφαρμογές κυρίως στο ιατρικό πεδίο αλλά στη βιβλιογραφία υπάρχει ενδιαφέρον και για άλλες εφαρμογές.

## 1.6 Ανακεφαλαίωση

Στο κεφάλαιο αυτό είδαμε αρκετές από τις επιλογές που προσφέρονται τόσο από άποψη φυτικών ινών αλλά και ρητινών. Φυτικές ίνες μπορούν να αντληθούν από μια πληθώρα φυτών που καλλιεργούνται γι' αυτό το σκοπό αλλά και παραπροϊόντων αγροτικής παραγωγής. Οι ρητίνες από την άλλη μπορούν να είναι θερμοσκληραινόμενες ή θερμοπλαστικές και πλήρως ή μερικώς βιοβασισμένες. Γίνεται μεγάλη προσπάθεια αντικατάστασης των πετροχημικών μερών των βιοσύνθετων υλικών από βιοβασισμένα με βιβλιογραφία που συνεχώς ανανεώνεται χωρίς όμως όλες οι εφαρμογές να έχουν μεταφερθεί σε βιομηχανική κλίμακα. Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του τελικού προϊόντος κρίνονται από παράγοντες όπως η μηχανική, θερμική και χημική αντοχή, η ενσωμάτωση των ινών στη ρητίνη, η αλληλεπίδραση με το περιβάλλον και η παρουσία πρόσθετων ουσιών. Θέματα που κάθε φορά πρέπει να εξετάζονται ανά υλικό είναι η δυνατότητα ανακύκλωσης και βιοαποικοδόμησης, το ανθρακικό αποτύπωμα αλλά και η ομοιογένεια της παραγωγής.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΑΓΟΡΑ

#### 2.1 Εισαγωγή

Το Κεφάλαιο αυτό επιχειρεί να αναδείξει τον τρόπο με τον οποίο η αγορά προσαρμόζεται στα νέα δεδομένα ενός καταναλωτικού κοινού περιβαλλοντικά ευαίσθητοποιημένου και της σταδιακής ένδειας πετροχημικών πόρων με παράλληλη έμφαση στην καινοτομία που χαρακτηρίζει τον τομέα της βιοοικονομίας.

Με αφορμή παραδείγματα εταιριών που δραστηριοποιούνται τόσο στην εγχώρια αγορά όσο και στην παγκόσμια στον τομέα των βιοσύνθετων υλικών, επιδιώκω να εντοπίσω την καινοτομία μέσα από τις ιδέες που παρουσιάζουν καθώς και τα χαρακτηριστικά του σχεδίου δράσης τους. Από τα χαρακτηριστικά αυτά μπορούν να εξαχθούν χρήσιμα συμπεράσματα και οδηγίες για νέες ελληνικές επιχειρήσεις που πιθανόν να θελήσουν να δραστηριοποιηθούν στον κλάδο των βιοσύνθετων υλικών.

Οι εταιρίες που επιλέχθηκαν για τη διαδικασία αυτή είναι οι *Sicomin*, *Mogu*, *Stora Enso*, *Kizi Studio* και *Phee*. Η επιλογή έγινε με κριτήριο την έδρα τους, αρχικά, ώστε να υπάρχει αντιπροσώπευση από την Ευρώπη (στο περιβάλλον της οποίας η χώρα μας λειτουργεί άμεσα) αλλά και από τη χώρα μας. Ως δεύτερο κριτήριο επιλογής χρησιμοποιήθηκαν ιδιαίτερα χαρακτηριστικά, πρακτικές και επιλογές της κάθε μίας ώστε να αναδειχθούν διαφορετικές πτυχές των βιοσύνθετων στην αγορά.



## 2.3 Sicomin

Γαλλική εταιρία παραγωγής ρητίνης και μια από τις μεγαλύτερες στο κόσμο σύμφωνα με την MarketWatch (2019). Ασχολούνται αποκλειστικά με την ανάπτυξη καινοτομιών πάνω στην εποξεική ρητίνη διαθέτοντας μια πολύ μεγάλη γκάμα επιλογών και εξατομικευμένων λύσεων ανάλογα με τις ανάγκες των πελατών της (Sicomin, 2014). Τα εισοδήματά της υπολογίζονται στα 8.20 εκ. δολάρια. Το 2016 απασχολούσε 55 άτομα στο εργοστάσιο παραγωγής της και ως ερευνητικό προσωπικό, αποθηκάρχους και διανομείς. Πλέον απασχολεί σχεδόν 200 άτομα συνολικά και σε θέσεις πωλητών. Οι εγκαταστάσεις της, 7.000 τμ, διέθεταν παραγωγική ικανότητα 20.000 μετρικών τόνων. Το 70% της παραγωγής της εξάγεται ενώ περισσότερο από το 5% των εσόδων της επενδύεται σε έρευνα και ανάπτυξη. (Jec Composites Magazine 2016, Rocket Reach n.d., Linkedin - Sicomin n.d.)



**Εικόνα 9.** Υδρόβια ταξί της Seabubbles με χρήση βιοβασισμένου εποxyσε συνεργασία με την Sicomin. Πηγή: [Sicomin](#), n.d.

### ***Παραγόμενα προϊόντα:***

Τα τελευταία χρόνια έχει καταφέρει να εντάξει στον κατάλογο προϊόντων της πιο βιώσιμες λύσεις και για το λόγο αυτό αξίζει να δούμε πώς μια ήδη εδραιωμένη στο χώρο εταιρία μπορεί να προσαρμόσει τις πρακτικές της. Αξίζει να σημειωθεί ότι τα πράσινα προϊόντα της έχουν λάβει πιστοποιήσεις από φορείς όπως οι USDA, Gold Level-Ecoboard project, DNV-GL, Bureau Veritas. Παράλληλα έχει διακριθεί σε διαγωνισμούς καινοτομίας Jec World (Innovation Award Finalist).

### ***Πρώτες ύλες:***

Τα προϊόντα της είναι σε μεγάλο βαθμό πετροχημικής προέλευσης ενώ χρησιμοποιούν για τα σύνθετα/ενισχυμένα υλικά τους κυρίως πλέγματα αραμιδίου, άνθρακα και υαλοϊνες. Ωστόσο εξετάζουμε την περίπτωση της εταιρίας αυτής γιατί είναι από τις μεγαλύτερες στην ευρωπαϊκή αγορά και αυτή τη στιγμή επενδύει σοβαρά σε έρευνα και ανάπτυξη βιορητινών και βιοσύνθετων υλικών. Ορισμένες από τις οικολογικές της προτάσεις μπορεί να βασίζονται έως και το 50% της μοριακής τους δομής σε βιώσιμες πρώτες ύλες, κυρίως φρούτα και λαχανικά.

#### ***Αγοραστικό κοινό:***

Τα προϊόντα της διατίθενται είτε κατόπιν παραγγελίας, εάν η εφαρμογή απαιτεί εξειδικευμένα χαρακτηριστικά ανάλογα με τις απαιτήσεις του εκάστοτε πελάτη, είτε στο λιανικό εμπόριο με ένα δίκτυο συνεργατών της εταιρίας. Η *Sicomìn* έχει καταφέρει να χτίσει ένα μεγάλο δίκτυο διανομής με σημεία πώλησης σε όλη την Ευρώπη, τις Η.Π.Α. και την Ασία. Απευθύνεται επομένως ταυτόχρονα και σε ένα ευρύ αγοραστικό κοινό αλλά και σε συγκεκριμένες συνεργασίες για την ανάπτυξη ειδικών προϊόντων. Ορισμένες από τις αγορές που διαθέτει τα προϊόντα της είναι αυτές του αθλητισμού, της τέχνης, του κατασκευαστικού/οικοδομικού κλάδου, των μεταφορών (ναυπηγική, αεροναυπηγική, σιδηρόδρομοι, αυτοκινητοβιομηχανία) καθώς και στην παραγωγή ενέργειας, είτε αυτή αφορά σε ανανεώσιμες πηγές (υπεράκτια παραγωγή ενέργειας, ανεμογεννήτριες) είτε στην πυρηνική ενέργεια.

#### ***Ανταγωνιστικό πλεονέκτημα:***

Το ανταγωνιστικό πλεονέκτημα δεν αναλύεται σε σχέση με το σύνολο των δραστηριοτήτων της εταιρίας, αφού σε τέτοια περίπτωση το πλεονέκτημα θα ήταν μάλλον το βάθος της εξειδίκευσής της στην εποξική ρητίνη. Αντίθετα, εξετάζεται υπό το πρίσμα της διάθεσης βιοβασισμένων ρητινών στην αγορά. Με άλλα λόγια το ερώτημα προς απάντηση είναι το εξής: Τι διαθέτει η *Sicomìn* σε σύγκριση με τον ανταγωνισμό στον κλάδο της που κάνει τα βιοβασισμένα προϊόντα της περιζήτητα;

Σε αυτή την οπτική θα απαντούσαμε μάλλον υπέρ της θέσης της στην αγορά. Χάρη στην ήδη εδραιωμένη θέση της στην αγορά ρητινών εδώ και 30 χρόνια, διαθέτει ένα μεγάλο πελατολόγιο στο οποίο μπορεί να προωθήσει τα βιοβασισμένα προϊόντα της. Η αξιοπιστία της είναι ικανή να πείσει ήδη πιστούς και ικανοποιημένους πελάτες να στραφούν στην αγορά βιοβασισμένων ρητινών. Παράλληλα η αγορά βιοβασισμένων προϊόντων προσφέρει μείωση του ανθρακικού αποτυπώματος, συμμόρφωση με τους κανονισμούς της ΕΕ, προσέλκυση πελατών ευαισθητοποιημένων οικολογικά, μειωμένη χρήση ενέργειας κ.α. Επίσης το μεγάλο δίκτυο διανομής της εταιρίας είναι ένας σημαντικός παράγοντας επιτυχίας αφού εξασφαλίζει ότι οι παραγγελίες είναι εύκολα προσβάσιμες. Ακόμη, η εδραιωμένη θέση στην αγορά προσφέρει την ευχέρεια στην *Sicomìn* να ελέγξει τα νέα προϊόντα της από άποψη ζήτησης.

#### ***Άλλα πλεονεκτήματα:***

Διαθέτοντας μια σειρά βιοβασισμένων προϊόντων, μια εταιρία μπορεί να διασπάσει τις χρηματικές ροές της. Αν για κάποιο λόγο οι πωλήσεις της σε μια σειρά συμβατικών προϊόντων δεν αποφέρει τα προσδοκώμενα έσοδα, μπορεί πάντα η άλλη, απευθυνόμενη σε μια διαφορετική γκάμα καταναλωτών να φέρει καλύτερα αποτελέσματα. Αυτός είναι ένας από τους τρόπους εξασφάλισης βιωσιμότητας. Ακόμη, έτσι μειώνεται ο κίνδυνος της επένδυσής της σε βιοσύνθετα υλικά αφού εξισορροπείται με ένα ήδη εδραιωμένο πελατολόγιο.

### ***Στρατηγικές ως προς τα βιοσύνθετα:***

Σύμφωνα με τα παραπάνω μπορούμε να εντοπίσουμε τρεις τρόπους προσέγγισης που ακολουθεί η *Sicomin* όσον αφορά στην ανάπτυξη βιοσύνθετων υλικών:

- Επένδυση εκ του ασφαλούς: Αν και μιλάμε για μια ηγέτιδα επιχείρηση στον τομέα της, αλλά και στην Ευρωπαϊκή αγορά γενικότερα, βλέπουμε ότι υιοθετεί την τάση της αγοράς και τη βιώσιμη κατεύθυνση που προωθεί η ΕΕ. Ωστόσο, δείγμα της προσεκτικής στρατηγικής της αποτελεί το ότι στην πραγματικότητα διαμοιράζει της χρηματικές ροές της διατηρώντας τα επιτυχημένα και εδραιωμένα στην αγορά προϊόντα της για να επενδύσει σε βιώσιμα.

- Στόχος η μεγάλης κλίμακας παραγωγή βιοσύνθετων: Ήδη για ένα από τα βιώσιμα προϊόντα της έχει πετύχει αυτό το βήμα. Υποθέτουμε ότι προοδευτικά θα επιχειρήσει το ίδιο και για τα υπόλοιπα προϊόντα της σειράς αυτής αφού μιλάμε για ένα κλάδο με μεγάλη δυναμικότητα που στηρίζεται νομοθετικά. Σε κάθε περίπτωση, στοχεύει να ικανοποιήσει υψηλές απαιτήσεις στην ποιότητα των προϊόντων της (τα πιστοποιεί) και ποικιλία. Παράλληλα, επιδιώκει και τη συμβατότητα μεθόδων παραγωγής με βάσει διαφορετικές επιλογές συντελεστών σκλήρυνσης.

- Συνεργασίες: Δεδομένου ότι ο χώρος της βιοοικονομίας γενικότερα είναι πολυσύνθετος και ενγκολπώνει πολλά διαφορετικά πεδία ενδιαφέροντος είναι αδύνατον κανείς να επιτύχει βασιζόμενος αποκλειστικά στις δικές του πλάτες. Η *Sicomin* το αντιλαμβάνεται αυτό και συμμετέχει ενεργά σε πρωτοποριακές προτάσεις και σχέδια. Τη συμμετοχή της αυτή μάλιστα τη διαφημίζει λαμβάνοντας συμμετοχή σε διαγωνισμούς καινοτομίας. Για του λόγου το αληθές, έχει συνεργαστεί για την ανάπτυξη σκαφών ταξί με τις *SeaBubbles* και την *Decision SA* κερδίζοντας μάλιστα βραβείο καινοτομίας από την *Jec World* (Εικόνα 9). Με τον τρόπο αυτό, όχι μόνο δημιουργεί συνεργατικές σχέσεις με μεγάλες εταιρίες αλλά συνδέει δημόσια το όνομά της με την καινοτομία και την πράσινη ανάπτυξη.

### ***Παράδειγμα προς μίμηση***

Συνεργασίες: Το κύριο και βασικότερο που θα μπορούσαμε να προτείνουμε είναι η επιδίωξη συνεργασιών. Αρκεί να σκεφτούμε με μια απλή σύγκριση, ότι αν είναι μέγιστης σημασίας για μια εδραιωμένη πανευρωπαϊκά εταιρία όπως η *Sicomin* το να επιδιώκει στενότερες σχέσεις με εταιρίες ανάπτυξης προϊόντων του τομέα της, πόσο μάλλον αυτό θα έδινε ώθηση σε μικρότερες, νεοφυείς επιχειρήσεις σε κλίμακα Ελλάδας. Πάντα το σωστό

δίκτυο συνεργατών είτε αυτό αφορά σε πρώτες ύλες, είτε στην ανάπτυξη ενός προϊόντος, είτε ακόμα και στη διάθεση, μπορεί να διασφαλίσει μεγάλο μέρος της επιτυχίας. Μια επιχείρηση που πρωτοπορεί και στέκεται ως έμπιστος συνεργάτης σίγουρα κερδίζει και την εμπιστοσύνη του κοινού της.

Εξαγωγές: Ένα ακόμη σημείο στο οποίο θα έπρεπε να εστιάσουν οι ελληνικές επιχειρήσεις είναι ο εξαγωγικός προσανατολισμός. Δεδομένου ότι ο κλάδος των βιοσύνθετων είναι σε νηπιακή φάση στην Ελλάδα, το εξωτερικό και συγκεκριμένα η Ευρωπαϊκή Ένωση προσφέρει περισσότερες ευκαιρίες. Αυτό ωστόσο προϋποθέτει να μπορεί να καλυφθεί η όποια ζήτηση προκύψει προκειμένου η επιχείρηση να είναι βιώσιμη και αξιόπιστη. Με τη σειρά του αυτό απαιτεί εξασφάλιση των απαραίτητων όγκων βιομάζας που θα αξιοποιηθεί ως πρώτη ύλη.

## 2.4 Mogu

Στα πλαίσια της μελέτης της *Mogu* θα εξετάσουμε ένα θέμα που το ευρύ κοινό δεν έχει υπόψη του όταν αναφερόμαστε σε παραγωγικά μοντέλα βιώσιμης ανάπτυξης, την πολύτιμη συμβολή των μικροοργανισμών. Μέχρι τώρα έχουμε μελετήσει μόνο φυτικές ίνες ως ενισχυτικό μέσο σε βιοσύνθετα υλικά και, φαινομενικά, οι μύκητες δεν ταιριάζουν στην μέχρι τώρα ανάλυση. Ωστόσο η ομοιότητά τους με τις φυτικές ίνες ως προς τη μορφή, καθώς και μερικές άλλες πολύ ενδιαφέρουσες ιδιότητες, τους καθιστούν μια πολύ ενδιαφέρουσα επιλογή και οπτική σε σχέση με το θέμα που εξετάζουμε. Οι μύκητες δεν αποτελούν μέρος του φυτικού κόσμου καθώς ανήκουν στους μικροοργανισμούς και μάλιστα αποτελούν ξεχωριστό βασίλειο (*Fungi*) (Whittaker, 1969). Στην προκειμένη περίπτωση αντί να αξιοποιούνται οι ίδιες οι φυτικές ίνες, αυτές γίνονται «τροφή», υπόστρωμα σωστότερα στην ορολογία, για την ανάπτυξη μυκήτων. Αυτό σημαίνει πως υπολείμματα γεωργικής παραγωγής που μπορεί να μην κρίνονται κατάλληλα για την αξιοποίηση των ίδιων των ινών τους, μπορούν αντί να απορριφθούν, να αξιοποιηθούν για την ανάπτυξη ενός μυκηλίου. Πρόκειται για μια διεργασία που γίνεται στη φύση και εδώ εισάγεται στην παραγωγική διαδικασία.

Η *Mogu* δραστηριοποιείται στη βιομηχανία κατασκευαστικών υλικών χρησιμοποιώντας τις φυσικές διεργασίες της βιοαποικοδόμησης μέσω μυκήτων. Πρόκειται για μια Ιταλική νεοφυή επιχείρηση που ιδρύθηκε το 2015 και απασχολεί 11-50 άτομα (Linked in – Mogu, n.d.). Η φιλοσοφία της εταιρίας είναι ότι η φύση είναι ο καλύτερος και πιο επιτυχημένος σχεδιαστής και αρχιτέκτονας και ότι η προσαρμοστικότητα των μηχανισμών είναι άξια μίμησης. Ένας από τους πλέον παραγωγικούς μηχανισμούς της φύσης είναι η αποικοδόμηση μέσω μυκήτων. Με πολύ μικρούς χρόνους/κύκλους παραγωγής, λόγω της γρήγορης ανάπτυξής τους, οι μύκητες τρέφονται από οργανική ύλη και παράγουν υφές που αποτελούν το μυκήλιο. Η ινώδης μορφή του λειτουργεί ως φυσικό μέσο ενίσχυσης στο υλικό, όπως ακριβώς και οι φυτικές ίνες που έχουμε εξετάσει. Η ρητίνη, στη συνέχεια, μονώνει το αδρανποιημένο μυκήλιο και το προστατεύει από την υγρασία του εξωτερικού περιβάλλοντος καθώς και από άλλους μικροοργανισμούς και ανταγωνιστικούς μύκητες που θα μπορούσαν να το προσβάλλουν ([Technology | Mogu](#), n.d.).



**Εικόνα 10.** Ακουστικό πάνελ της *Mogu* σε κυματοειδή μορφή. *Πηγή:* *Mogu*, n.d.

### ***Πρώτες ύλες:***

Ως πρώτη ύλη (υπόστρωμα) αξιοποιούνται επεξεργασμένα γεωργικά παραπροϊόντα. Καθώς οι μύκητες τρέφονται από το υπόστρωμα, παράγουν υφές και σχηματίζουν μυκήλιο. Μόλις αναπτυχθεί το μυκήλιο, το οργανικό υλικό ξηραίνεται προκειμένου να αδρανοποιηθεί. Η ξήρανση λαμβάνει χώρα αργά κυρίως για λόγους εξοικονόμησης ενέργειας που απαιτεί η θέρμανση. Στη συνέχεια το αδρανοποιημένο πλέον μυκήλιο εμποτίζεται με ρητίνες έως και 95% βιολογικές που το προστατεύουν από τη φθορά του εξωτερικού περιβάλλοντος και σταθεροποιούν το υλικό. Το αποτέλεσμα της διαδικασίας αυτής είναι προϊόντα 100% βιοαποικοδομήσιμα, μη τοξικά και χωρίς αλλεργιογόνα, αφού χρησιμοποιούνται στελέχη μυκήτων που δεν παράγουν σπόρια που θα μπορούσαν να προκαλέσουν αλλεργικές αντιδράσεις.

### ***Παραγόμενα προϊόντα:***

Τα προϊόντα που παράγει η εταιρία είναι υλικά που προορίζονται για εσωτερικό αρχιτεκτονικό σχεδιασμό. Διαθέσιμα στο κοινό είναι μέσω του ιστοτόπου ακουστικά πάνελ και πλακάκια δαπέδου. Για τα ακουστικά πάνελ (Εικόνα 10) χρησιμοποιούνται υπολείμματα υφασμάτων ως υπόστρωμα. Οι τέσσερις επιλογές του καταλόγου (*wave*, *fields*, *kite*, *plain*) διατίθενται σε διάφορα σχέδια και διαστάσεις για να ταιριάζουν σε κάθε χώρο. Η τοποθέτησή

τους είναι απλή χωρίς τη χρήση βιδών, ενώ υπάρχουν οδηγίες τοποθέτησης. Όσον αφορά στα πλακάκια, αυτά σχηματίζονται από μυκήλιο και ανάμειξη με ρητίνη κατά 90% βιολογικής προέλευσης. Για την κατασκευή της ρητίνης χρησιμοποιείται βιομάζα χαμηλής αγοραστικής αξίας που δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην αγορά τροφίμων όπως υπολείμματα της καλλιέργειας καλαμποκιού, άχυρο ρυζιού, υπολείμματα χρησιμοποιημένου καφέ, θαλάσσια φύκη και κελύφη αχιβάδας. Τα πλακάκια είναι έτσι κατασκευασμένα ώστε να μπορεί κανείς να κάνει ενδιαφέροντες συνδυασμούς, ενώ διατίθενται σε ιώδες ή μη σχέδιο. Και οι δύο συλλογές κινούνται σε φυσικούς, γήινους και λευκούς τόνους που τονίζουν τη σχέση του προϊόντος με τη φύση και τα υλικά από τα οποία προήλθε. Έμφαση δίνεται και στην υφή των προϊόντων που κατά κανόνα είναι ματ και απαλά. Στη δε περίπτωση των ακουστικών πάνελ θυμίζουν έντονα χιόνι και δημιουργούν αντανάκλασεις και σκιές σε συνδυασμό με το φυσικό φως προσθέτοντας ένα ιδιαίτερο ύφος στο χώρο.

Τα οφέλη που αποκομίζει ο πελάτης από την καινοτομία της *Mogu*, πέρα από την έμμεση μείωση του ανθρακικού αποτυπώματος, μέσω της υπεύθυνης αγοράς ενός φιλικού στο περιβάλλον και βιοαποικοδομήσιμου προϊόντος, είναι η ασφάλεια. Αυτό συμβαίνει γιατί τα υλικά είναι αφενός φυσικά, δεν περιέχουν επικίνδυνα χημικά που βρίσκουμε συνήθως σε συμβατικά είδη εσωτερικής αρχιτεκτονικής, και αφετέρου τα στελέχη μυκήτων που αξιοποιούνται για την ανάπτυξη των μυκηλίων είναι ασφαλή προς τον άνθρωπο και δεν προκαλούν αλλεργικές αντιδράσεις. Επιπροσθέτως, η αισθητική που διέπει τα υλικά είναι ιδιαίτερη και μπορεί να κάνει ένα χώρο να ξεχωρίσει, ιδιαίτερα αν η επιλογή τους γίνεται για χρήση σε επαγγελματικούς χώρους, η ποιότητα είναι εγκεκριμένη. Η δε ευκολία στην τοποθέτηση καθώς και υποστήριξη και συμβουλευτική στις ανάγκες του καταναλωτή είναι επίσης εξαιρετικά σημαντικά πλεονεκτήματα που συμπληρώνουν ένα πολύ καλό προϊόν.

### ***Ανταγωνιστικό πλεονέκτημα:***

Η *Mogu* έχει το πλεονέκτημα να είναι η πρώτη εταιρία που έχει στραφεί στην αξιοποίηση του μυκηλίου σε μεγάλη εμπορική κλίμακα. Οι μέχρι τώρα μελέτες επιχειρούν να εισάγουν τις εξαιρετικές ακουστικές και μονωτικές ιδιότητες των μυκηλίων στον κατασκευαστικό κλάδο αλλά και στην αγορά επίπλων. Η διαφοροποίηση της *Mogu* έγκειται στο ότι αυτή τη στιγμή έχει παρουσιάσει, σε επίπεδο εμπορικής αξιοποίησης, ολοκληρωμένες προτάσεις για εσωτερικούς χώρους. Αυτό που ξεχωρίζει είναι η καινοτομία ως προς την πρώτη ύλη.

Η μοναδικότητα της *Mogu* την ενισχύει και με έναν ακόμη τρόπο, εξοικονόμηση κόστους και πόρων. Παρότι η καινοτομία είναι καταλυτικής σημασίας, θα πρέπει να στηρίζεται από μια παραγωγική δομή βιώσιμη και ανθεκτική σε πιθανό σκληρότερο μελλοντικό ανταγωνισμό. Η πρώτη ύλη που έχει επιλέξει να αξιοποιεί η *Mogu* της παρέχει αυτή τη δυνατότητα. Με μικρή και φτηνή απαίτηση σε πρώτες ύλες, αφού γίνεται χρήση γεωργικών υπολειμμάτων και μικροοργανισμών, μικρούς κύκλους παραγωγής και σχετικά μικρές απαιτήσεις σε ενέργεια, μεγιστοποιείται η αποτελεσματικότητα στην χρήση πόρων. Ας μην ξεχνάμε ότι η φύση έχει αναπτύξει τέλειους μηχανισμούς ανακύκλωσης της περιορισμένης ύλης που υπάρχει στον πλανήτη. Επομένως μαθαίνοντας και ενσωματώνοντας τέτοιες

διαδικασίες στην παραγωγή μπορούμε να περιμένουμε και αντίστοιχα αποτελέσματα. Αμέσως προκύπτουν δυο ακόμα πλεονεκτήματα στο κόστος του τελικού προϊόντος. Η προστιθέμενη αξία που προκύπτει από την καινοτομία μπορεί να αξιοποιηθεί για περαιτέρω έρευνα και ανάπτυξη σε νέα καινοτόμα προϊόντα. Ακόμη, το υψηλό περιθώριο κέρδους δίνει την ευελιξία (εάν χρειαστεί λόγω ανταγωνισμού) να συμπίεστεί το κόστος του τελικού προϊόντος παραμένοντας ανταγωνιστικό. Τελος, το κόστος επένδυσης είναι συνήθως μεγάλο για νέες επιχειρήσεις, οπότε μια ήδη εδραιωμένη μπορεί να προσαρμοστεί εύκολα.

### ***Παράδειγμα προς μίμηση:***

Κυκλική πορεία των πόρων: Από το παράδειγμα της *Mogu* σίγουρα μπορούμε να συγκρατήσουμε ότι το παραγωγικό μοντέλο της οικονομίας μπορεί και αξίζει να περάσει από την ανταγωνιστική βάση της σχέσης του με τη φύση, στη συνεργατική. Μέχρι τώρα θεωρούσαμε τους φυσικούς πόρους ως έναν παράγοντα ακριβό και σπάνιο που ήταν πάντα περιοριστικός στη χρήση του αφού η επιλογή ενός αγαθού απέκλειε τη δημιουργία ενός άλλου. Ωστόσο βλέπουμε ότι με τις σωστές επιλογές σε πόρους και διεργασίες μπορούμε να έχουμε τη μέγιστη δυνατή αποτελεσματικότητα καθώς και πολλές επιλογές προϊόντων. Έχουμε πολλά να μάθουμε από τον τρόπο με τον οποίο η ίδια η φύση ανακυκλώνει και επαναχρησιμοποιεί τα ίδια υλικά εδώ και εκατομμύρια χρόνια δημιουργώντας αξία από την αρχή. Πρόκειται για την εφαρμογή της έννοιας «προστιθέμενη αξία».

Μιλώντας για προστιθέμενη αξία, δεν πρέπει να ξεχνάμε τα οφέλη που προκύπτουν από την ίδια την παραγωγική δραστηριότητα. Αξιοποιώντας απορριπτόμενους πόρους αυξάνονται τα οικονομικά οφέλη για το σύνολο των εμπλεκόμενων στην παραγωγική αλυσίδα. Παραγωγοί που θα πετούσαν λόγου χάρη τα υπολείμματα της παραγωγής καλαμποκιού τους τώρα μπορούν να τα χρησιμοποιήσουν ως μια επιπρόσθετη χρηματική εισροή. Αντίστοιχα, το ερευνητικό δυναμικό που θα ερευνήσει νέα προϊόντα, παράγει πρόσθετη γνώση. Η εταιρία με τη σειρά της θα μεταδώσει αυτή τη γνώση μέσω των συνεργασιών που θα κάνει για την ανάπτυξη νέων κοινών πρότζεκτ και προϊόντων. Η νέα τεχνολογία στη συνέχεια είναι πιθανό να δημιουργήσει ακόμα και νέες τάσεις και αγορές.

Συνεργασίες: Ένα ακόμη πλεονέκτημα που έχει αναφερθεί ξανά είναι η πολύτιμη σημασία της ανάπτυξης συνεργασιών. Στις συνεργασίες της *Mogu* μπορούμε να εντοπίσουμε τόσο ιδιωτικά, όσο και δημόσια ενδιαφερόμενα μέρη. Η *Oficina Corpuscoli (OC)* είναι το ερευνητικό κέντρο από το οποίο προέκυψε η ίδια τη *Mogu*. Η συνεργασία τους εξακολουθεί να είναι στενή με τη *Mogu* να αναπτύσσει πολλές από τις ιδέες της σε ερευνητικό επίπεδο μαζί με την *OC*.

## 2.4 Stora Enso

Η *Stora Enso* είναι μια εταιρία που έχει μακρά ιστορία αφού προήλθε από συνένωση της Νορβηγικής *Stora AB* και της Φιλανδικής *Enso Oyj* το 1998. Η ιστορία της όμως ξεκινά πολύ νωρίτερα αφού ήδη από το 17<sup>ο</sup> αιώνα η *Stora* δραστηριοποιούταν στα ορυχεία χαλκού ενώ η *Enso* στη βιομηχανία χαρτιού (Gittleson, 2012). Μετά τη συνένωση η κοινή πορεία των δύο εταιριών σταδιακά μεταστράφηκε στη χαρτοβιομηχανία. Πλέον εδρεύει στη Φινλανδία, ενώ το κράτος, μέσω επενδυτικής, κατέχει το μεγαλύτερο μέρος του μετοχικού της κεφαλαίου. Τα τελευταία χρόνια, πέρα από την παραγωγή χαρτιού, έχει επεκτείνει τις δραστηριότητες της στη δημιουργία ανανεώσιμων συσκευασιών, βιοϋλικών και οικοδομικών υλικών, αφού πρόκειται για μια τάση της αγοράς με αυξανόμενο κέρδος τη στιγμή που οι πωλήσεις χαρτιού υποχωρούν. Πρόκειται για έναν κολοσσό της βιομηχανίας. Απασχολεί 26.000 υπαλλήλους σε περισσότερες από 30 χώρες, οι πωλήσεις της άγγιξαν μόνο το 2019 τα 10.1 δις δολάρια. Επομένως αξίζει να αναφερθούμε σε αυτή, από τη στιγμή που είναι ένας βασικός παίχτης της αγοράς και τάσσεται υπέρ των βιοσύνθετων υλικών ([Stora Enso, 2019](#)).



**Εικόνα 11.** Βιοσύνθετα υλικά της σειράς DuraSense χρησιμοποιούνται σε μεταφορές και αποθήκευση. *Πηγή:* Stora Enso, 2019

### ***Παραγόμενα προϊόντα:***

Η εταιρία χρησιμοποιεί το σύνολο της πρώτης ύλης που λαμβάνει από τη δασοκομία για να δημιουργήσει ανανεώσιμα υλικά όπως πάνελ χαρτιού, λύσεις για συσκευασίες, χαρτί, προϊόντα ξύλου, έξυπνες συσκευασίες, βιοσύνθετα, βιοβασισμένα χημικά, βιοβασισμένα υλικά, πολτούς, σφαιρίδια (pellets) καθώς και χαρτιά ειδικής χρήσης. Τα περισσότερα από τα προϊόντα της προορίζονται για να αξιοποιηθούν ως πρώτη ύλη από άλλες βιομηχανίες, όπως για παράδειγμα παραγωγή συσκευασιών τροφίμων και αλιείας. Διαφοροποιώντας τα



προϊόντα της έχει προσαρμοστεί στις ανάγκες της αγοράς και διαθέτει μια ευρεία κλίμακα λύσεων σε ανανεώσιμες συσκευασίες και υλικά, ενώ δεν παύει να επενδύει σε καινοτόμα προϊόντα.

### **Πρώτες ύλες:**

Βασισμένη σε μια χώρα με πλούσιο δασικό περιβάλλον και βαθιά παράδοση στη δασοκομία, αξιοποιεί το προτέρημα αυτό. Βέβαια πλέον η βιομάζα δεν προέρχεται αποκλειστικά από τη Φινλανδία αφού, για έναν κολοσσό όπως η *Stora Enso*, η ζήτηση που απαιτείται να καλυφθεί είναι τεράστια. Έτσι διαθέτει δασική περιουσία προς εκμετάλλευση σε όλο τον κόσμο όπως στον Καναδά, τη Βραζιλία και την Κίνα. Η εταιρία έχει καταφέρει να αξιοποιήσει στην παραγωγική της διαδικασία σχεδόν το σύνολο της βιομάζας που αποκομίζεται από τη δασοκομική δραστηριότητα, πράγμα σπουδαίο αν αναλογιστεί κανείς ότι μέχρι τώρα από τα δέντρα χρησιμοποιούνταν κατά κόρον μόνο η κυτταρίνη, ενώ η λιγνίνη που απαντάται στον κορμό σε πολύ μεγάλα ποσοστά αφηνόταν ανεκμετάλλευτη λόγω της δύσκολης δομής της. Με εφαρμογή διαδικασιών βιώσιμης διαχείρισης πόρων, η *Stora Enso* πλέον αξιοποιεί ακόμα και παραπροϊόντα (όπως η λιγνίνη) για να δημιουργήσει υλικά υψηλής προστιθέμενης αξίας.

### **Αγοραστικό κοινό:**

Τα προϊόντα της *Stora Enso* μπορούν να διατεθούν σε μια μεγάλη γκάμα επιχειρήσεων επιχειρήσεων-πελατών που αγοράζουν τα υλικά της σαν πρώτη ύλη για την παραγωγή δικών τους τελικών προϊόντων. Επομένως το αγοραστικό κοινό της επεκτείνεται μαζί με τις εφαρμογές που μπορούν να βρουν τα προϊόντα της. Μερικές από τις αγορές στις οποίες έχει εισέλθει η *Stora Enso* είναι αυτές του χαρτιού, υφασμάτων, συσκευασιών, βιοσύνθετων, προϊόντων ξύλου, χημικών, ινών και σφαιριδίων.

### **Ανταγωνιστικό πλεονέκτημα:**

Η εξασφάλιση των απαραίτητων όγκων βιομάζας, η βιώσιμη κυκλική διαχείριση της πρώτης ύλης, η κρατική ενίσχυση αλλά και η χρόνια εδραίωση στην αγορά καθιστούν τη *Stora Enso* μια ανταγωνιστική εταιρία στον κλάδο της. Χαρακτηριστικό είναι ότι η εταιρία, αν και αποτελεί έναν επιχειρηματικό κολοσσό, δεν επαφίεται στον κρατικό δεσμό όπως βλέπουμε σε πολλές αντίστοιχα ενισχυμένες κρατικές επιχειρήσεις στην Ελλάδα, αλλά επενδύει σε νέα προϊόντα και τεχνολογίες και αφουγκράζεται το καταναλωτικό κοινό της αναζητώντας νέες επιχειρηματικές σχέσεις. Το κράτος στην περίπτωση αυτή έχει κάθε λόγο να στηρίζει μια κερδοφόρα επιχείρηση που αξιοποιεί το μεγαλύτερο πλουτοπαραγωγικό πόρο της χώρας.

Όσον αφορά στη σχέση της εταιρίας με τα βιοσύνθετα, διαφαίνεται ότι αποτελούν μια πρόσθετη δραστηριότητα στο συνολικό κύκλο εργασιών της. Αυτό αποδεικνύεται από τη μοναδική σειρά που διαθέτει, την *DuraSense* (Εικόνα 11).

Χαρακτηριστικό και βασικό πλεονέκτημα της σειράς αυτής είναι η ευχρηστία και η συμβατότητά της με ήδη υπάρχοντα υλικά και μεθόδους επεξεργασίας. Η σειρά DuraSense χρησιμοποιεί ξυλώδεις ίνες παραγόμενες σε μορφή σκόνης και προορίζεται για θερμομηχανικό καλούπωμα (injection molding). Πρόκειται για μια από τις πλέον διαδεδομένες μεθόδους χύτευσης βιοσύνθετων υλικών, επομένως η σειρά είναι συμβατή με τις μεθόδους επεξεργασίας που ήδη ακολουθούν πολλές κατασκευαστικές εταιρίες. Αυτό σημαίνει ότι μια εταιρία δεν θα χρειαστεί να επενδύσει σε νέο εξοπλισμό. Έτσι, μια συνεργαζόμενη εταιρία μπορεί να γίνει ευκολότερα οικολογικά φιλική αποκομίζοντας τα οφέλη μιας «πράσινης ετικέτας» και την αποφυγή προστίμων της ΕΕ για μη συμμόρφωση στην νομοθεσία. Πρόσθετα οφέλη της σειράς, όπως αναφέρονται στην ιστοσελίδα της εταιρίας, είναι η 80% μείωση του ανθρακικού αποτυπώματος, η αποτελεσματικότητα στην διαδικασία παραγωγής με μείωση του χρόνου ψύξης και μεγαλύτερη ακαμψία, η έως 50% μείωση του βάρους και η ευελιξία στο σχεδιασμό προϊόντων.

Η DuraSense προσφέρει λύσεις για πολλές κατηγορίες προϊόντων. Ωστόσο, υπάρχουν βιοσύνθετα υλικά για πιο απαιτητικές χρήσεις. Όσο αυξάνονται οι απαιτήσεις για μηχανική και θερμική αντοχή και μόνωση τόσο αυξάνεται το κόστος. Η *Stora Enso*, ωστόσο, δεν εξειδικεύεται σε βιοσύνθετα και δεν επιδιώκει να καλύψει το σύνολο των εφαρμογών. Τα τελικά προϊόντα στα οποία μπορεί να αξιοποιηθεί η DuraSense είναι σε μεγάλο βαθμό μιας χρήσης, αναλώσιμα υλικά, έπιπλα και μέρη αυτοκινήτου όπου δεν είναι ιδιαίτερα απαιτητικά σε αντοχή πίεσης ή θερμότητας. Δεν παύει βέβαια να καλύπτει ένα μεγάλο φάσμα αναγκών με ένα μόνο προϊόν.

### ***Παράδειγμα προς μίμηση:***

Κρατική στήριξη: Στο επόμενο κεφάλαιο θα τονιστούν τρόποι με τους οποίους είναι δυνατόν να ενισχυθούν κρατικά νεοφυείς επιχειρήσεις βιοοικονομίας. Η στήριξη είναι βασική προϋπόθεση να την ανάπτυξη βιομηχανικής δραστηριότητας ειδικά σε ένα κλάδο που οι νέες τεχνολογίες και δυνατότητες απαιτούν ταχεία νομοθετική προσαρμογή.

Συμβατότητα: Κάλυψη μεγάλου φάσματος καταναλωτικού κοινού με ένα προϊόν μπορεί να μειώσει τα κόστη παραγωγής και ανάπτυξης επιμέρους προϊόντων.

Φιλικότητα στον καταναλωτή: Η ποικιλία αλλά και η φιλικότητα στο χρήστη των ίδιων των προϊόντων αλλά και του ιστοτόπου *Stora Enso* βοηθούν τον καταναλωτή να εντοπίσει αυτό που ταιριάζει στις ανάγκες του. Ειδικότερα για τη σειρά DuraSense τα πλεονεκτήματα παρουσιάζονται σε βίντεο απευθυνόμενο στο μέσο καταναλωτή, πράγμα που βοηθάει στην επικοινωνία και προώθηση του τελικού προϊόντος. Σε επίπεδο Ελλάδας, η επικοινωνία της ωφέλειας των βιοσύνθετων στο κοινό είναι πολύ σημαντική ειδικά αν σκεφτούμε ότι το ευρύ κοινό συνήθως δεν έχει οικολογική παιδεία. Επίσης πολύ σημαντική είναι η ανατροφοδότηση αφού οι καταναλωτές μπορούν να συζητήσουν τις ιδέες και τις ανάγκες τους με την εταιρία. Αυτό δημιουργεί επιπλέον μια αίσθηση εμπιστοσύνης.

Αξιοποίηση ανταγωνιστικών πόρων σε κυκλική οικονομία: Η δασοκομία αποτελεί βασικό πόρο της εταιρίας αφού η εμπειρία στον τομέα ξεκινά από τη δασική παράδοση της ίδιας της χώρας. Επιπλέον σημαντική είναι η ένταξη της κυκλικής λογικής στην παραγωγή που εξοικονομεί πόρους. Αξιοποιώντας παραπροϊόντα προκύπτουν νέα παραπροϊόντα που διευρύνουν τον κύκλο εργασιών της επιχείρησης αλλά και το πελατολόγιο.

Έρευνα και ανάπτυξη: Πρόκειται για δυο έννοιες κλειδιά που εξασφαλίζουν καινοτομία και επομένως νέα προϊόντα και αγορές που ανατροφοδοτούν την θέση της *Stora Enso* στην αγορά.

## 2.5 Kizi studio

Η οικογένεια Κίζη δραστηριοποιείται στο χώρο του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού για περισσότερα από 40 χρόνια με πολλά βραβεία στο ενεργητικό της. Τα τελευταία χρόνια, το γραφείο δραστηριοποιείται και στο σχεδιασμό αντικειμένων υπό την επίβλεψη του Σπύρου Κίζη, γιού της οικογένειας, με σπουδές στο σχεδιασμό προϊόντων. Ανάμεσα στα πρότζεκτ που έχει αναλάβει, ένα αφορά στα βιοσύνθετα υλικά και μάλιστα έλαβε μεγάλη ανταπόκριση λόγω της δημιουργικότητας και της οικολογικής του διάστασης. Πρόκειται για την ανάπτυξη ενός σύνθετου υλικού με ανάμειξη ινών αγριαγκινάρας (κοινώς γαϊδουράγκαθου) και συνθετικής ρητίνης. ([KIZI](#), n.d.) Το υλικό αυτό στη συνέχεια χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή τραπεζιών και καρεκλών. Το “Artichair”, από το αγγλικό *artichoke* που σημαίνει αγκινάρα, έχει βραβευτεί το 2015 στο Βερολίνο με το Green Product Award ([Kizis](#), 2015). Η καινοτομία προσέλκυσε το ενδιαφέρον της Ολλανδικής εταιρίας επίπλων Schaffenburg η οποία προσφέρθηκε να αναλάβει το κομμάτι της παραγωγής (Papadopoulou, 2018), ενώ η γνωστή εταιρία εστίασης *Selfridges* και *Blue Hill Farm* έχουν επενδύσει στην καινοτομία αγοράζοντας για τα εστιατόρια της τραπεζαρίες της συλλογής *Thistle* για το εστιατόριό της στο Λονδίνο —Green Product Award ([Economy 365](#), 2018).



**Εικόνα 12.** Το πρότζεκτ Artichair II του *Kizi Studio* από βιοσύνθετο υλικό με ίνες αγριαγκινάρας. Πηγή: [KIZI, n.d](#)

### ***Το προϊόν:***

Δεδομένου ότι το αντικείμενο ενδιαφέροντος μας είναι η συλλογή *Thistle* (Εικόνα 12) θα εστιάσουμε σε αυτή και όχι στο σύνολο των δραστηριοτήτων του γραφείου. Κυρίαρχο χαρακτηριστικό της συλλογής αυτής είναι ο βιολογικός πόρος που επιλέχθηκε για την ανάπτυξη του υλικού και δεν είναι άλλος από την αγριαγκινάρα. Η ιδέα γεννήθηκε από τις μεταπτυχιακές σπουδές του Σπύρου Κίζη όπου ερευνούσε τρόπους να εντάξει ελληνικά ενδημικά είδη στη βιομηχανία και στο σχεδιασμό. Αργότερα, η επαφή του με το Τμήμα Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας του προσέφερε τις απαραίτητες γνώσεις για να ενσωματώσει την βιομάζα αγριαγκινάρας που απορρίπτεται από την παραγωγή βιοκαυσίμου στην δημιουργία ενός σύνθετου υλικού. Η σχέση του αυτή με το πανεπιστήμιο Θεσσαλίας είναι και ο λόγος που η προέλευση της αγριαγκινάρας που χρησιμοποιείται είναι από το Βελεστίνο στη Μαγνησία. ([The Greek Foundation](#), 2013)

Η βιομάζα αγριαγκινάρας αντικαθιστά τις ίνες γυαλιού (fiberglass) ενώ η συγκόλληση των ινών μεταξύ τους γίνεται από βιολογική ρητίνη αντί συνθετικής εποξεικής ρητίνης. Ωστόσο η κατασκευή δεν αποτελείται εξ ολοκλήρου από το υλικό αυτό αφού λειτουργεί ως επένδυση ξύλινων επίπλων. Το κόστος κατασκευής είναι αυτό που τον περιορισμό στο ποσοστό του υλικού που θα χρησιμοποιηθεί. Αυτός είναι και ο βασικός λόγος για τον οποίο δεν υπάρχει αυτή τη στιγμή απόθεμα έτοιμων επίπλων αφού η παραγωγή εξαρτάται αποκλειστικά από τις παραγγελίες. Δεν παύει παρόλα αυτά η καινοτομία να είναι πολλά υποσχόμενη, αφού πέρα από την αξιοποίηση ενός αγροτικού παραπροϊόντος δίνει την

ευκαιρία σε Έλληνες παραγωγούς να συνεργαστούν με βιομηχανίες είτε του εσωτερικού είτε του εξωτερικού και να ενισχύσουν την εξωστρέφειά τους.

Προς στιγμήν, η συλλογή διαθέτει καρέκλες τραπεζαρίας, τραπέζια και, φωτιστικά καθώς και μικρά τραπεζάκια. Μια βασική και ολοκληρωμένη συλλογή δηλαδή που θα χρειαζόταν ένας επιχειρηματίας που δραστηριοποιείται στο χώρο της εστίασης. Δεν είναι τυχαία επομένως η συνεργασία με τα Selfridges και το Blue Hill Farm.

### ***Αγοραστικό κοινό και διάθεση:***

Τα προϊόντα της συλλογής *Thistle* διατίθενται αποκλειστικά μέσω ηλεκτρονικών παραγγελιών σε ιδιώτες αλλά και επιχειρηματίες. Το ότι τα προϊόντα δεν είναι ανά πάσα στιγμή διαθέσιμα, ίσως αποτελεί αποτρεπτικό παράγοντα για αγοραστές που τα χρειάζονται άμεσα. Η αναμονή πολλές φορές μπορεί να σημαίνει απώλεια χρηματικών ροών για τον αγοραστή. Σε κάθε περίπτωση ο μέσος πελάτης/επιχειρηματίας στην Ελλάδα θα προτιμήσει ίσως πιο γρήγορες λύσεις. Για αυτό είναι σημαντική η εξωστρέφεια της επιχείρησης για την εξασφάλιση της βιωσιμότητας της. Σε κάθε περίπτωση, παραγωγή χρειάζεται να είναι υπάρχει άμεσα διαθέσιμη προκειμένου να αποκτήσει μεγαλύτερο αγοραστικό κοινό.

### ***Προφίλ του καταναλωτή και παραγωγική διαδικασία:***

Επίσης ο όγκος παραγγελιών πρέπει να είναι τέτοιος ώστε να συμφέρει το συνεργαζόμενο εργοστάσιο να τις εκτελέσει. Αντιλαμβανόμαστε επομένως πόσο σημαντικό είναι να πέσει το κόστος παραγωγής και να επιτραπεί η μαζική παραγωγή, αφού η δυνατότητα για scale up υπάρχει. Η μείωση του κόστους παραγωγής είναι καθοριστική, όπως πολύ ορθά έχει διακρίνει ο Σπύρος Κίζης και έχει αναφέρει σε συνέντευξή του, και στην πραγματικότητα πρόκειται για ένα κοινό πρόβλημα που προκύπτει όταν αναφερόμαστε σε βιοσύνθετα υλικά και καινοτομίες τέτοιου τύπου.

Είναι εύκολο να διακρίνουμε ότι σε σύγκριση με συμβατικά έπιπλα, που είναι πιο προσβάσιμα και προσφέρουν έναν ικανοποιητικό συνδυασμό κόστους και ποικιλίας επιλογών, τα βιοσύνθετα υποκατάστατα πρέπει να τοποθετηθούν απέναντι σε δυο βασικούς παράγοντες.

- 1) Ο ένας είναι το ανταγωνιστικό πλεονέκτημα, ο λόγος που θα κάνει τον αγοραστή να επιλέξει τη συλλογή *Thistle* αντί άλλων ανταγωνιστικών προϊόντων.
- 2) Ο δεύτερος παράγοντας είναι το προφίλ του καταναλωτή στον οποίο στοχεύει το προϊόν.

Αν στόχος είναι ο μέσος επιχειρηματίας/καταναλωτής που κινείται σε βασικές οικονομικές επιλογές και τον νοιάζει ο συνδυασμός ευχρηστίας, διαθεσιμότητας και χαμηλού κόστους, τότε μια υψηλή τιμολόγηση θα είναι ίσως αποτρεπτική. Θα πρέπει επομένως να βρεθούν τρόποι να μειωθεί το κόστος μέσω μαζικής παραγωγής. Αν από την άλλη στόχος είναι ο ευκατάστατος αγοραστής, δίνεται έμφαση στη σπανιότητα και τη μοναδικότητα του

προϊόντος με το ανάλογο φυσικά υψηλό αντίτιμο. Σ' αυτή την περίπτωση η γραμμή παραγωγής μπορεί να είναι μικρότερης κλίμακας και (γιατί όχι) με χειροποίητα έπιπλα.

Η παραγωγή της *Thistle* θα μπορούσε να στηρίξει έναν ευκατάστατο καταναλωτή-στόχο, δεδομένου ότι στην παρούσα συγκυρία είναι δύσκολο να μειωθεί το κόστος παραγωγής. Από την άλλη, η ίδια η καινοτομία θα ευτελιζόταν ίσως ήταν ευρέως διαθέσιμη. Βέβαια το κατά πόσο οι βιοσύνθετες εφαρμογές πρέπει να είναι είδη πολυτελείας ή εργαλείο έναντι της κλιματικής αλλαγής, είναι μεγάλη συζήτηση. Υπάρχει όμως και το θέμα της βιωσιμότητας των επιχειρήσεων που χρειάζονται κίνητρα κέρδους για να επενδύσουν σε αυτή την κατεύθυνση.

### ***Ανταγωνιστικό πλεονέκτημα:***

Στην περίπτωση της συλλογής *Thistle*, το ανταγωνιστικό πλεονέκτημα πηγάζει από την ίδια την πρώτη ύλη που αξιοποιεί. Τα περιβαλλοντικά αλλά και οικονομικά οφέλη είναι ξεκάθαρα. Από τη μια πλευρά αξιοποιείται ένας φυσικός πόρος οπότε περιορίζεται η χρήση πετροχημικών παραγόντων. Από την άλλη ο πόρος αυτός αποτελεί παραπροϊόν της παραγωγής βιοκαυσίμου που σε άλλη περίπτωση θα απορρίπτονταν. Επομένως αξιοποιώντας ένα απόβλητο, δημιουργούμε προϊόντα υψηλής προστιθέμενης αξίας, και επομένως επιπρόσθετες οικονομικές δραστηριότητες και χρηματικές ροές. Επίσης, πρόκειται για ένα προϊόν που ενσωματώνει πολλές έννοιες όπως η οικολογική συνείδηση, η πρωτοτυπία, η ελληνική φύση, μοναδικότητα, χρηστικότητα και η ενίσχυση της τοπικής οικονομίας.

### ***Παράδειγμα προς μίμηση:***

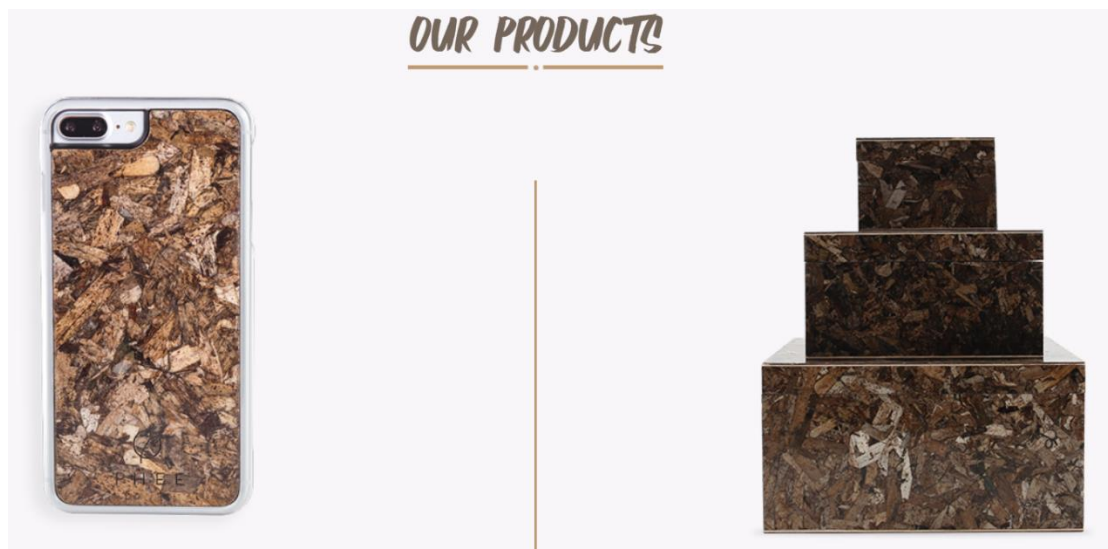
Επιδίωξη συνεργασιών: Σε ένα πεδίο με αναφορές σε πολλές επιστήμες όπως η βιοοικονομία (κατ' επέκταση τα βιοσύνθετα) δεν θα περίμενε κανείς ένας μόνο άνθρωπος να έχει πλήρεις γνώσεις σε βιολογικά θέματα και σε οικονομική διαχείριση παράλληλα. Εν προκειμένω, ο Σπύρος Κίζης, έχοντας γνώσεις και εμπειρία στο σχεδιασμό προϊόντων, επιδίωξε με την προσέγγιση του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας να διευρύνει τις γνώσεις αλλά και τις επαφές του και πέτυχε όχι μόνο να μάθει τα τεχνικά χαρακτηριστικά επεξεργασίας της πρώτης ύλης του, αλλά και να εξασφαλίσει προμηθευτές. Η εξωστρέφεια του έδωσε επίσης τη δυνατότητα κατασκευής του προϊόντος σε ένα εργοστάσιο στην Ολλανδία που ενδιαφέρθηκε για την καινοτομία. Πολύ σημαντικό ρόλο έπαιξε η συμμετοχή σε διαγωνισμούς καινοτομίας καθώς, πέραν του ότι τελικά βραβεύτηκε το πρότζεκτ *Artichair*, κατάφερε να λάβει την απαραίτητη έκθεση προκειμένου να προσελκύσει συνεργασίες ή και πελάτες. Δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι η Ελλάδα είναι μια χώρα που μόλις τα τελευταία χρόνια κάνει τα πρώτα της βήματα στην βιοοικονομική κατεύθυνση. Επομένως κάποιος είναι απαραίτητο να αναζητήσει τεχνογνωσία, εμπειρία αλλά και αγορές στο εξωτερικό και ειδικά

στην Ευρώπη. Συνοψίζοντας, η εξωστρέφεια στην αναζήτηση συνεργατών είναι απαραίτητη αφού κρατά το μυαλό ανοιχτό σε δημιουργικές ιδέες, ευκαιρίες και προσφορές.

Αξιοποίηση παραπροϊόντων: Η επιλογή των φυσικών πόρων που εντάσσουμε στην παραγωγή είναι καθοριστική. Σχεδόν κατά κανόνα, συμφερότερη επιλογή είναι τα απορριπτόμενα παραπροϊόντα. Θα αναλύσουμε εκτενέστερα τα οφέλη της επιλογής αυτής σε μεταγενέστερο κεφάλαιο. Ωστόσο για την ώρα αρκεί να αναφέρουμε ότι η Ελλάδα βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στην αγροτική οικονομία η οποία προσφέρει πολλούς και διαφορετικούς απορριπτόμενους πόρους προς εκμετάλλευση. Η αξιοποίηση της αγριαγκινάρας (παραπροϊόν της παραγωγής βιοκαυσίμου) είναι ένα τρανό παράδειγμα δημιουργίας προστιθέμενης αξίας.

## 2.6Phee

Η *Phee* είναι μια ελληνική εταιρία που αξιοποιεί θαλάσσιους φυτικούς οργανισμούς του είδους *Posidonia oceanica* που ξεβράζονται σε ακτές για την κατασκευή ενός καινοτόμου υλικού επένδυσης. Η αρχική ιδέα γεννήθηκε με τη συνειδητοποίηση ότι τόνοι φυτικών υπολειμμάτων, που αναφέρονται εσφαλμένα συνήθως ως “φύκια” καθόσον δεν ανήκουν στην ομάδα των φυκών αλλά είναι αγγειόσπερμα, ξεβράζονται στις ελληνικές ακτές κάθε χρόνο και αφήνονται να αποσυντεθούν αναξιοποίητοι. Με βάση τις αρχές της βιοοικονομίας, ένας άλλοτε απορριπτόμενος όγκος βιομάζας αποτέλεσε πρώτη ύλη σε προϊόντα υψηλής προστιθέμενης αξίας. Όραμα της εταιρίας είναι να κατορθώσει μέσα από την παραγωγή προϊόντων φιλικών προς το περιβάλλον, να ενισχύσει την ελληνική παραγωγή, να ευαισθητοποιήσει αλλά και να φέρει τον καταναλωτή κοντά στη φιλοσοφία της και στην φύση. Έχει στηριχθεί κατά τα πρώτα της βήματα σε μεγάλο βαθμό από ελληνικούς διαγωνισμούς καινοτομίας και αξίζει να την αναφέρουμε γιατί πρόκειται για μια ελληνική πρωτοβουλία που έχει στεφθεί με επιτυχία στα χρόνια της κρίσης ("[Company | Phee](#)", 2017).



**Εικόνα 13.** Αξεσουάρ τηλεφώνου και κουτιά δώρων από το πάνελ φυκιών της *Phee*. Πηγή: [Company | Phee](#), 2017

### ***Παραγόμενα προϊόντα και αγοραστικό κοινό:***

Η βασική γραμμή παραγωγής, και μάλιστα με πατενταρισμένη καινοτομία, αφορά στο ίδιο το υλικό. Τα “φύκια” συλλέγονται σε συνεργασία με τις τοπικές αρχές, καθώς οι ακτές είναι δημόσιες, καθαρίζονται και συγκολλούνται με φυσικές ρητίνες προκειμένου να σχηματίσουν ένα μοναδικό φύλλο-πάνελ. Το πάνελ αυτό με τη σειρά του είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί στην κατασκευή επίπλων, αξεσουάρ, συσκευασιών και ειδών διακόσμησης. Η ίδια η εταιρία κατασκευάζει αξεσουάρ (θήκες) κινητών τηλεφώνων – που προς στιγμινή διατίθεται μόνο για iPhone, iPad και Samsung, κουτιά δώρων και φύλαξης καθώς και εταιρικά δώρα (Εικόνα 13).

Ενώ δηλαδή το βασικό προϊόν της είναι τα πάνελ από “φύκια”, η *Phee* έχει προχωρήσει και στην ανάπτυξη ολοκληρωμένων προτάσεων προϊόντων. Με τον τρόπο αυτό, καταφέρνει δύο πράγματα. Αφενός διασπά της χρηματικές ροές της μειώνοντας το ρίσκο επένδυσης σε ένα μόνο προϊόν. Διαθέτοντας δύο προϊόντα απολαμβάνει μεγαλύτερο μερίδιο αγοράς στοχεύοντας σε διαφορετικούς αγοραστές. Το πάνελ είναι πιθανότερο να ενδιαφέρει άλλους κατασκευαστές που θα το αξιοποιήσουν ως πρώτη ύλη, ενώ οι θήκες κινητών προσελκύουν το μέσο καταναλωτή. Ένα δεύτερο επίτευγμα αυτής της στρατηγικής είναι να δημιουργήσει στον πελάτη μια πλήρη εικόνα των δυνατοτήτων του υλικού. Μια ολοκληρωμένη παρουσίαση σε φαινομενικά διαφορετικές εφαρμογές, δίνει ένα δείγμα της πολυμορφικότητας όσον αφορά στη χρήση του υλικού ενώ αναδεικνύει τη μοναδικότητά του. Επομένως, το ολοκληρωμένο προϊόν αποτελεί, και μια αποτελεσματική στρατηγική μάρκετινγκ. Μια εταιρία, ειδικά στα πρώτα της βήματα, δεν μπορεί να κατασκευάζει τα πάντα. Θα απαιτούσε πολύ περισσότερους πόρους και επένδυση με αμφίβολη ανταπόκριση της αγοράς. Στην προκειμένη περίπτωση, τα ήδη υπάρχοντα προϊόντα αρκούν για να αναδείξουν το βασικό προϊόν, το πάνελ, ενισχύοντας τις πωλήσεις του.



Πέρα από αυτά, η *Phee* συνεργάζεται στενά και με άλλες ελληνικές επιχειρήσεις για την ανάπτυξη προϊόντων. Για παράδειγμα, σε συνεργασία με την εταιρία *Stoheri*™ διαθέτει ρακέτες θαλάσσης, ενώ με την *Zyloeyewear* που εδρεύει στη Σύρο, κατασκευάζει γυαλιά ηλίου με βάση το ξύλο και το πάνε από “φύκια”. Οι συνεργασίες αυτές αποτελούν ένα μικρό δείγμα των εφαρμογών του πάνελ της *Phee* και διευρύνουν τους ορίζοντες της.

### ***Διάθεση προϊόντων:***

Τα πάνελ της απευθύνονται σε κατασκευαστές που θέλουν να τα χρησιμοποιήσουν ως πρώτη ύλη για την ανάπτυξη των δικών τους προϊόντων. Ας μην ξεχνάμε ότι τα βιοβασισμένα προϊόντα, έχοντας τη στήριξη της Ευρωπαϊκής νομοθεσίας και των στόχων του ΟΗΕ για τη βιώσιμη ανάπτυξη, βοηθούν επιχειρήσεις να μειώσουν το ανθρακικό τους αποτύπωμα. Υπάρχει επομένως κίνητρο να αγοραστούν βιοβασισμένα υλικά ως πρώτη ύλη αφού μια Χ επιχείρηση μπορεί να «εισάγει» και να ενσωματώσει την καινοτομία μιας Ψ. Αυτόματα μειώνει το ανθρακικό αποτύπωμα των προϊόντων της και απολαμβάνει τα οφέλη.

Προϊόντα της *Phee* είναι διαθέσιμα αποκλειστικά στο ηλεκτρονικό της κατάστημα τόσο για λιανική όσο και για χονδρική πώληση. Η *Phee*, έχοντας αρχικά εξασφαλίσει τον απαραίτητο όγκο βιομάζας για να καλύψει την ζήτηση και να κάνει scale up στη γραμμή παραγωγής της, αξιοποιεί το μεγάλο πλεονέκτημα που της προσφέρει η ηλεκτρονική της πλατφόρμα για να ανοιχτεί στο αγοραστικό κοινό της εντός αλλά και εκτός χώρας. Ενδεικτικά, οι θήκες κινητών της *Phee* διατέθηκαν για κάποια περίοδο και στην *Amazon*. Έχει τονιστεί πολλές φορές πόσο σημαντικό είναι για μια επιχείρηση το να διαθέτει εξαγωγική στρατηγική. Ιδιαίτερα αν μιλάμε για την περίπτωση της Ελλάδας, μια χώρα με μικρό αγοραστικό δυναμικό και πολλές κρατικές επιβαρύνσεις, οι εξαγωγές αποτελούν σίγουρα θεμελιώδη πυλώνα βιωσιμότητας.

### ***Ανταγωνιστικό πλεονέκτημα:***

Αυτό που κάνει την *Phee* να ξεχωρίζει σε σύγκριση με τον ανταγωνισμό δεν είναι άλλο από την πρώτη ύλη που επέλεξε να αξιοποιήσει. Τα “φύκια” που ξεβράζονται κάθε χρόνο στις ελληνικές ακτές αποτέλεσαν πηγή πλούτου. Το τελικό υλικό είναι 100% βιοαποικοδομήσιμο λόγω βιοπαραγόμενων ρητινών και προστατεύεται με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας.

Βεβαίως η πρωτοτυπία από μόνη της δεν αρκεί για να διασφαλίσει την βιωσιμότητα αν δεν επικοινωνηθούν αποτελεσματικά στον καταναλωτή οι ωφέλειες του προϊόντος. Έτσι χρησιμοποιώντας το διαδικτυακό μάρκετινγκ στο μυαλό του καταναλωτή μια θήκη της *Phee* είναι συνώνυμο της πρωτοτυπίας, της μοναδικότητας, του ελληνικού καλοκαιριού αλλά και της περιβαλλοντικής υπευθυνότητας. Πρέπει εδώ να τονιστεί ότι συνήθως αυτό που αναζητούμε στα βιοσύνθετα υλικά είναι η ομοιογένεια προκειμένου να υπάρχει συνέπεια στα ποιοτικά χαρακτηριστικά. Στην προκειμένη περίπτωση η ετερογένεια μετατρέπεται σε πλεονέκτημα γιατί η χρήση του υλικού προορίζεται για αισθητική επένδυση. Η *Phee* επέλεξε

να επενδύσει στην ιδιαιτερότητα αυτή. Κάθε κομμάτι είναι διαφορετικό γιατί πολύ απλά η σύσταση των φυκών είναι διαφορετική.

### ***Παράδειγμα προς μίμηση:***

Είναι πολύ σημαντικό για τις ελληνικές επιχειρήσεις να έχουν παραδείγματα επιτυχίας από το δικό τους περιβάλλον δραστηριοποίησης παρά τις δυσκολίες που αυτό τους προκαλεί. Κάποιες επιτυχημένες λοιπόν πρακτικές είναι οι εξής:

Δεν χρειάζεται πάντα μεγάλο μέρος επένδυσης σε πρώτες ύλες. Η ελληνική βιοποικιλότητα μπορεί να προσφέρει πολλές επιλογές προς αξιοποίηση με πολύ χαμηλό κόστος. Η Phee εξασφαλίζει τόνους πρώτης ύλης σε συνεργασία με δημοτικούς φορείς. Αντίστοιχα μεγάλοι όγκοι βιομάζας στη χώρα μας παραμένουν αναξιοποίητοι είτε ως παραπροϊόντα καλλιεργειών είτε ως απορρίμματα. Το παράδειγμα της Phee αρκεί για να αντιληφθούμε ότι η βιομάζα είναι πηγή πλούτου.

Καινοτομία στην προσέλκυση χρηματοδότησης: Μια καλή ιδέα, σαφώς διατυπωμένη και με ξεκάθαρα οφέλη μπορεί να προσελκύσει κεφάλαια για την υλοποίηση της. Είναι πολύ συχνό φαινόμενο για τους Έλληνες να θεωρούν ότι για να είναι επιχειρηματίες πρέπει να αναλάβουν όλο το κόστος επένδυσης μόνοι τους ή ότι θα πρέπει να δανειστούν σε οικονομικές συνθήκες αστάθειας και μη εμπιστοσύνης από την πλευρά των τραπεζών. Πρόκειται για μια παρωχημένη επιχειρηματική λογική. Στην πραγματικότητα, από μια καλή ιδέα μπορούν να επωφεληθούν πολλοί παίκτες της αγοράς, εξού και το κίνητρο των χορηγών και των επιχειρηματικών αγγέλων να βοηθούν start up επιχειρήσεις. Είναι ένας τρόπος να ενισχύουν συνεργασίες ενώ παράλληλα εντοπίζουν επικερδείς ιδέες που θα βοηθήσουν και τη δική τους ανάπτυξη.

Συνεργασίες: Μια επιχείρηση πρέπει να μπορεί να κρίνει ποιες δραστηριότητες χρειάζεται να φέρει εις πέρας εξολοκλήρου μόνη της, ποιες να αναθέσει σε εξωτερικούς συνεργάτες καθώς και ποια είναι τα όρια παραγωγής. Έτσι μπορεί να είναι βιώσιμη χωρίς να αναλώνεται σε περιττές δραστηριότητες. Η Phee στο παράδειγμά μας δεν έχει μπει, ακόμα, στη διαδικασία να διευρύνει τη γκάμα προϊόντων της καθώς εταιρίες που χρησιμοποιούν το υλικό της ως πρώτη ύλη ενισχύουν το κύρος της με την προτίμησή τους.

Εξαγωγές: Είναι απαραίτητο για τη βιωσιμότητα μιας επιχείρησης να διαθέτει εξωστρεφή στρατηγική, να ανοίγεται σε νέες αγορές και πελάτες αφού βέβαια κάνει τον απαραίτητο σχεδιασμό για την κάλυψη της ζήτησης. Ένας προμηθευτής, αν αναφερθούμε στην Phee υπό το πρίσμα του προμηθευτή πάνελ, πρέπει να μπορεί να φανεί αξιόπιστος στις παραγγελίες του, επομένως να έχει εξασφαλισμένες πρώτες ύλες.

Στρατηγική Μάρκετινγκ: Εννοείται πως σε κοινό ιδιαίτερα απαιτητικό, με πρόσβαση στο διαδίκτυο άρα και καταγισμό πληροφορίας και ανταγωνιστών, μια στοχευμένη πολιτική μάρκετινγκ είναι απαραίτητη και μπορεί να κρίνει σε πολύ μεγάλο βαθμό το αποτέλεσμα. Η εικόνα του brand αλλά και τα οφέλη του προϊόντος πρέπει να είναι ξεκάθαρα. Η Phee έχει καταφέρει να συνδέσει αποτελεσματικά την περιβαλλοντική υπευθυνότητα, την ελληνική

φύση, και τη μοναδικότητα τόσο του υλικού όσο και του χρήστη που το επιλέγει. Τον κάνει να νιώθει ξεχωριστός και παράλληλα κομμάτι ενός μεγαλύτερου συνόλου, περιβαλλοντικά συνειδητοποιημένου που αγαπά την Ελλάδα.

## **2.7 Ανακεφαλαίωση**

Είδαμε επομένως σε αυτό το κεφάλαιο κάποιες εταιρίες που δραστηριοποιούνται στο χώρο των βιοσύνθετων υλικών. Κάθε μια από τις επιχειρήσεις που μελετήθηκαν μπορεί να ακολουθούν διαφορετικές στρατηγικές προσεγγίσεις όμως σε κάθε περίπτωση η επιτυχία ή ζητήματα που χρειάζεται να βελτιώσουν μπορούν να γίνουν αφορμή για νέα γνώση και γιατί όχι οδηγίες προς επίδοξους νέους επιχειρηματίες. Ιδιαίτερης σημασίας φάνηκαν σε κάθε περίπτωση η ένταξη διεργασιών κυκλικής παραγωγής με την αξιοποίηση παραπροϊόντων, οι εξαγωγές, η ανάπτυξη συνεργασιών, η έρευνα, η καινοτομία αλλά και ο προσεκτικός σχεδιασμός στρατηγικού μάρκετινγκ.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### ΥΙΟΘΕΤΗΣΗ ΠΡΑΚΤΙΚΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

#### 3.1 Εισαγωγή

Ο βασικός λόγος για τον οποίο παραπάνω παρατέθηκαν τα παραπάνω παραδείγματα εταιριών, είναι προκειμένου να εντοπιστούν σημεία-κλειδιά, κοινά χαρακτηριστικά και ιδέες που θα μπορούσαν να βρουν εφαρμογή στην ελληνική πραγματικότητα.

Τα βιοσύνθετα υλικά βρίσκονται σε νηπιακό στάδιο στην Ελλάδα σε επίπεδο τεχνογνωσίας και αγοράς. Οι εξελίξεις στο εξωτερικό τρέχουν και όλο και περισσότερες ιδέες, τεχνολογίες και καινοτομίες εισάγονται στον τομέα αυτό. Οι ευκαιρίες για την ανάπτυξη των βιοσύνθετων υλικών στην Ελλάδα είναι πολλές, αφού διαθέτει πλούσια βιοποικιλότητα αλλά και γεωργική παραγωγή που είναι από τους βασικούς πυλώνες της οικονομίας της. Ωστόσο αν και η βιοποικιλότητα ευνοεί, υπάρχουν παράγοντες που μπορεί να εμποδίσουν την πορεία των βιοσύνθετων.

Για το λόγο αυτό τα πρώτα μέρη του κεφαλαίου αυτού αφιερώνονται σε ελληνικούς πόρους που μπορούν πιθανόν να προσφερθούν για αξιοποίηση σε βιοσύνθετα υλικά συν. Στη συνέχεια παρατίθενται κάποιοι παράγοντες που αποτελούν τροχοπέδη στην ανάπτυξη τέτοιων δραστηριοτήτων στη χώρα μας.

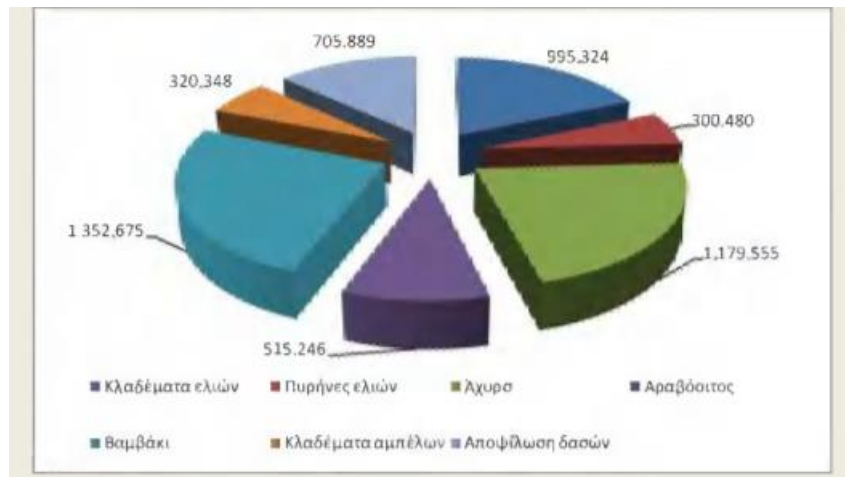
#### 3.2 Βιομάζας ως παραπροϊόν αγροτικής παραγωγής:

Από τα περισσότερα παραδείγματα που αναλύθηκαν φαίνεται ότι η πλέον συμφέρουσα επιλογή πηγής βιομάζας είναι αυτή που προέρχεται από φυτικά, αλιευτικά και κτηνοτροφικά παραπροϊόντα. Οι λόγοι για τους οποίους θεωρώ ότι αυτή είναι η καταλληλότερη επιλογή είναι τέσσερις:

- Η βιομάζα αυτή προκύπτει από ήδη υπάρχουσες δραστηριότητες και δεν απαιτεί περισσότερο κεφάλαιο ή πόρους για την παραγωγή της εκ του μηδενός.
- Η μη αξιοποίηση της βιομάζας αυτής σημαίνει απώλεια δυνητικού κέρδους, ενός κέρδους που θα είχαμε αν επιλέγαμε να εντάξουμε την βιομάζα αυτή στην παραγωγή. Αν σκεφτούμε ότι ετησίως στην Ελλάδα μένουν αναξιοποίητοι περισσότεροι από 10.200.000 τόνοι βιομάζας —άμεσα διαθέσιμη βιομάζα για ΑΠΕ), (Γερασίμου, 2016) αντιλαμβανόμαστε αμέσως το μέγεθος της απώλειας.
- Η βιομάζα που δεν αξιοποιείται πρέπει με κάποιο τρόπο να απορριφθεί. Αν ο βασικός τρόπος απόρριψης της είναι ο ΧΥΤΑ, αυτό συνεπάγεται τεράστιο κόστος από την πλευρά της

πολιτείας. Και μάλιστα πρόκειται για ένα κόστος μη παραγωγικό αφού δεν πρόκειται για επένδυση που θα βελτιώσει την οικονομική θέση της χώρας και που με τη σειρά της θα αυξήσει το ΑΕΠ.

- Η φτηνή βιομάζα μπορεί να αποτελέσει ένα πρόσθετο έσοδο για τους παραγωγούς δίνοντας ασφάλεια στο εισόδημά τους. Οι παραπάνω είναι γενικές αρχές που ισχύουν για το σύνολο της βιοοικονομικής δραστηριότητας, επομένως και για τα βιοσύνθετα.



**Εικόνα 14.** Κατανομή ετήσιας παραγωγής βιομάζας ανά κατηγορία αγροτικού υπολείμματος στην Ελλάδα. Παρουσιάστηκε σε συνέδριο για την παραγωγή βιοενέργειας από την Hellabiom το 2016 με στοιχεία του ΚΑΠΕ, 2007 Πηγή: (Γερασίμου, 2016)

Λόγω του ότι η παραγωγή βιοσύνθετων είναι ένας αναπτυσσόμενος τομέας, η τεχνολογία αλλά και η βιβλιογραφία που τα συνοδεύουν διαρκώς εμπλουτίζονται. Επομένως για τις προτάσεις που θα ακολουθήσουν, θα γίνει μια προσπάθεια να συνδυαστεί η θεωρία του εισαγωγικού μέρους με τις πρώτες ύλες που προσφέρει η ελληνική παραγωγή. Όπως είδαμε στο παράδειγμα της *Stora Enso*, χρειάζεται να εντοπιστούν οι διαθέσιμοι πόροι καθώς και ο όγκος βιομάζας τους προκειμένου να είναι εφικτή η αξιοποίηση σε βιομηχανική κλίμακα. Μια ματιά στους μεγάλους παραγωγικούς τομείς της οικονομίας μας μπορεί ενδεικτικά να προσφέρει μια κατεύθυνση στην οποία μπορούμε να στραφούμε, αν και μπορεί να μην έχουμε στη διάθεσή μας ακριβή στοιχεία για το δυναμικό βιομάζας στην Ελλάδα (Εικόνα 14).

### 3.2.1. Φυτική παραγωγή

Σύμφωνα με στοιχεία της Eurostat, η φυτική παραγωγή παίζει καθοριστικό ρόλο στην οικονομία της χώρας καταλαμβάνοντας πάνω από το 60% της αγροτικής παραγωγής. Αυτό σημαίνει ότι σε κάθε περίπτωση υπάρχει βιομάζα φυτικής προέλευσης που μπορεί ως παραπροϊόν να αξιοποιηθεί στην παραγωγή βιοσύνθετων υλικών.

## *Αροτραίες καλλιέργειες*

Σύμφωνα με στοιχεία της ΕΛΣΤΑΤ. για το έτος 2017 από το σύνολο των καλλιεργήσιμων εκτάσεων, το μεγαλύτερο μέρος τους (53,3%) αφορούσε σε αροτραίες καλλιέργειες ([ΕΛΣΤΑΤ.](#), 2017), δηλαδή «σε καλλιέργειες που υπόκεινται σε εναλλαγές ειδών (αμειψισπορά) ή σε πολυετείς καλλιέργειες που όμως αντιμετωπίζονται ως κηπευτικά ή καλλωπιστικά φυτά» ([Βασικοί ορισμοί και έννοιες της Απογραφής Γεωργίας – Κτηνοτροφίας 1999/2000](#), n.d.).

Στην ευρωπαϊκή νομοθεσία σχετικά με τη «Στήριξη των παραγωγών ασχολούμενων με τις αροτραίες καλλιέργειες» ([EUR-Lex - I60028 - EN - EUR-Lex](#), 2001) αναφέρεται:

«ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ (ΕΚ) αριθ.1257/1999

Ο τομέας των αροτραίων καλλιεργειών περιλαμβάνει:

- τα σιτηρά (σιτάρι, σίκαλη, κριθάρι, βρόμη, αραβόσιτος, σόργο σε κόκκους, φαγόπυρο το εδάδιμο (μαύρο σιτάρι), κεχρί και κεχρί το μακρό κτλ.
- τους ελαιούχους σπόρους (κουκιά σόγιας, ηλιανθόσπορους, γογγυλόσπορους και κραμβόσπορος)
- τις καλλιέργειες πρωτεϊνούχων (μπιζέλια, κουκιά και λαθούρια, γλυκά λούπινα)
- το λίνο πλην του κλωστικού λίνου (σπέρματα λιναριού).»

Οι αροτραίες καλλιέργειες παίζουν καθοριστικό ρόλο τόσο στην εξασφάλιση επαρκούς τροφής για την Ευρώπη μειώνοντας τις σχέσεις εξάρτησης που δημιουργούν οι εισαγωγές πρωτεϊνούχων και ψυχανθών, όσο και για την παραγωγή ζωοτροφών. Για τον λόγο αυτό ενισχύονται από την Ε.Ε. ("Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, 2017/2116(INI), Επιτροπή Γεωργίας και Ανάπτυξης της Υπαίθρου) και αντιπροσωπεύουν τόσο υψηλό ποσοστό της ελληνικής παραγωγής ([yraithros.gr](#), 2018). Ωστόσο οι καλλιέργειες αυτές μπορούν να έχουν πολλαπλά οφέλη και για τον τομέα των βιοσύνθετων.

*Ίνες:* Είδαμε στο εισαγωγικό μέρος της εργασίας ότι τα άχυρα, από την παραγωγή σιτηρών μπορούν να χρησιμοποιηθούν εναλλακτικά ως ινώδης πρώτη ύλη για βιοσύνθετα υλικά. Ωστόσο υπάρχει πιθανότητα η παραγωγή βιοκαυσίμου να ανταγωνίζεται τα βιοσύνθετα στην αξιοποίηση ινών. Στο παράδειγμα του *Kizi studio*, όμως, οι ίνες αγριαγκινάρας αντλήθηκαν ως παραπροϊόν της βιομηχανίας παραγωγής βιοκαυσίμου. Θα άξιζε επομένως να ερευνηθεί περισσότερο η καταλληλότητα ινών που ήδη έχουν υποστεί μια τέτοιου είδους επεξεργασία για τη χρήση σε βιοσύνθετα υλικά. Τα πολυμερή υγρής κρυστάλλωσης που αναφέρθηκαν παραπάνω αποτελούν ενδιαφέρον ενδεχόμενο όσον αφορά στην ομογενοποίηση και σύνθεση εξειδικευμένων μικροϊνών. Διαρκώς εντοπίζονται νέοι τρόποι αξιοποίησής τους, οι διαδικασίες βελτιώνονται όμως το περιβαλλοντικό και οικονομικό κόστος της χημικής επεξεργασίας που απαιτείται είναι σε κάθε περίπτωση υπό μελέτη ([Pegoretti & Traina, 2018](#), [Yang et al., 2013](#)).

*Ρητίνες:* Η βιβλιογραφία και η πρακτική έχουν εντοπίσει τη χρησιμότητα των πρωτεϊνών, των λιπιδίων αλλά και των σακχάρων στη δημιουργία ρητινών. Σε αυτό το πλαίσιο, όσπρια που θεωρούνται ακατάλληλα για κατανάλωση, και τα οποία όμως εξακολουθούν να είναι πλούσια σε πρωτεΐνες, θα μπορούσαν να υποστούν κατάλληλη επεξεργασία και να γίνουν ρητίνες. Το είδος επεξεργασίας διαφοροποιείται κάθε φορά ανάλογα με τη δομή των

πρωτεϊνών ανά πόρο και αντίστοιχα οι ιδιότητες και οι πιθανές εφαρμογές τους (Shi & Dumont, 2013).

Ενδεικτικά, στην παραγωγή ρητινών χρησιμοποιούνται τόσο το έλαιο σόγιας όσο και η πρωτεΐνη της λόγω του ότι προσφέρεται άφθονα ως γεωργικό παραπροϊόν. Στην Ελλάδα, παρότι διαθέτουμε καλλιεργήσιμες εκτάσεις σόγιας, θα ήταν εξίσου ενδιαφέρον το ενδεχόμενο να εξετάσουμε το ενδεχόμενο αξιοποίησης του ελαιόλαδου για την ίδια διαδικασία. Επίσης, η πρωτεΐνη του μπιζελιού όταν χρησιμοποιήθηκε για τη δημιουργία φιλμ πολυμερούς έδειξε ικανοποιητική αντίσταση στην ακτινοβολία UV αφού περιέχει δισουλφιδικές ενώσεις και αμινοξέα όπως τυροσίνη, τρυπτοφάνη, και φαινυλαλανίνη (Shi & Dumont, 2013).

### ***Δενδροκομία***

***Φρούτα:*** Η δεντροκομία είναι επίσης ένας δυναμικός αγροτικός τομέας στην Ελλάδα. Αν βασιστούμε στο παράδειγμα της *Sicomina*, θα δούμε ότι είναι δυνατόν να παραχθεί ρητίνη αξιοποιώντας σάκχαρα από υπολείμματα φρούτων και λαχανικών. Στην Ελλάδα οι φρουτοπαραγωγές δενδρώδεις καλλιέργειες περιλαμβάνουν ροδάκινα, αχλάδια μήλα, ακτινίδια, βερίκοκα, κεράσια και φράουλες και φέρνουν την χώρα μας στις πρώτες θέσεις παγκόσμιας κατάταξης στην παραγωγή κάποιων εκ των καλλιεργειών αυτών (4<sup>η</sup> στα ακτινίδια το 2014) (Σάββας κ.α, n.d.). Παρότι η διαδικασία μπορεί να διαφέρει όταν πρόκειται για την αξιοποίηση καρπών, μπορούμε να δούμε σε γενικές γραμμές την πορεία από σάκχαρα σε πολυμερή μέσω του παραδείγματος της μελάσας. Η μελάσα του ζαχαροκάλαμου (επίσης είναι πλούσια σε σάκχαρα) μπορεί μετά από ζύμωση να παράγει αιθανόλη. Η αιθανόλη στη συνέχεια συμπύσσεται σχηματίζοντας πολυαιθυλένιο ([Black](#), 2015).

***Φυτικές ίνες:*** Θα μπορούσαν επίσης να αξιοποιηθούν οι φυτικές ίνες που προκύπτουν από τα κλαδέματα των δέντρων. Είδαμε στην εισαγωγή αλλά και στο παράδειγμα της *Stora Enso* ότι η σκόνη από τις θρυμματισμένες ίνες της ξυλείας αξιοποιείται ως φυσικό μέσο ενίσχυσης πλαστικών. Αναφέρθηκε ήδη, ότι η περιεκτικότητα του φυτικού ιστού σε κυτταρίνη διαφέρει όχι μόνο από είδος σε είδος αλλά και από φυτό σε φυτό ίδιου είδους αν οι περιβαλλοντικές συνθήκες στις οποίες μεγάλωσε διέφεραν. Με βάση αυτό κατανοούμε ότι οι διαφορετικές καλλιέργειες (άρα και οι ίνες) μπορεί να εμφανίσουν μεγάλη ποικιλομορφία. Αυτό θα μπορούσε να δημιουργήσει πρόβλημα αν για την παραγωγή ενός προϊόντος χρειαζόμασταν ομοιογένεια στη σύσταση και τις ιδιότητες.

Θα μπορούσε όμως η ποικιλομορφία να είναι και μια ευκαιρία για την αξιοποίηση σε διαφορετικές εφαρμογές, αν βέβαια πληρείται η προϋπόθεση του απαιτούμενου όγκου βιομάζας. Οι τεχνικές ομογενοποίησης των ινών εξελίσσονται διαρκώς στον τομέα όμως απαιτείται περαιτέρω έρευνα, ανάπτυξη αλλά και οικονομοτεχνικές μελέτες και LCA αναλύσεις (Dynetek Industries Ltd, 2002). Όλα τα παραπάνω χρειάζονται ώστε να βρίσκεται κάθε φορά ο βέλτιστος συνδυασμός κόστους παραγωγής-περιβαλλοντικής επιβάρυνσης. Σίγουρα, η συρρίκνωση του παραγωγικού κόστους είναι καθοριστική, όμως εφόσον επιδιώκεται παράλληλη μείωση του ανθρακικού αποτυπώματος πρέπει πάντα να

συνυπολογίζονται οι περιβαλλοντικές συνέπειες όπως οι απαιτήσεις σε ενέργεια παραγωγής και χρήσης, η χημική επεξεργασία, η βιοαποικοδομησιμότητα ή η δυνατότητα ανακύκλωσης. Μέχρι τώρα οι αναλύσεις στοχεύουν κυρίως σε συνδυασμούς ή σύγκριση συγκεκριμένων καλλιεργειών, πολλές φορές βιομηχανικών. Αυτό μπορεί να συμβαίνει για λόγους κατηγοριοποίησης σε επιστημονικό επίπεδο ώστε να υπάρξει ένας «οδηγός» χρήσης και αξιοποίησης κατά είδος. Το μεγάλο στοίχημα ωστόσο είναι να μπορέσουν να ενταχθούν στην παραγωγή πόροι απορριπτόμενοι, δηλαδή παραπροϊόντα κυρίαρχων διαδικασιών (όπως η παραγωγή τροφής) των οποίων η σύσταση πολλές φορές είναι μεικτή και δυσκολότερα επεξεργάσιμη.

Λιγνίνη: Παρότι είναι μια δύσκολη χημική δομή που συνήθως η παρουσία της δεν είναι επιθυμητή στις ίνες, η *Stora Enso* έχει καταφέρει να την απομονώσει (με ένζυμα ή χημικά) για την αξιοποίηση στην αυτοκινητοβιομηχανία, σε κατασκευές, επικαλύψεις, πλαστικά και ιατρικά σκευάσματα. Επίσης έχει φανεί ότι η επεξεργασμένη λιγνίνη μπορεί να αντικαταστήσει τις πετροχημικές φαινόλες με επιτυχία. Πιο συγκεκριμένα, έγινε μελέτη (Stanzione et al., 2012) κατά την οποία η λιγνίνη με κατάλληλο αποπολυμερισμό (διάσπαση σε συγκεκριμένα σημεία) δημιούργησε αρωματικές ενώσεις που χρησιμοποιήθηκαν ως πρότυπα (βανιλίνη, γουαϊακόλη, ευγενόλη) τα οποία στη συνέχεια μεθακρυλιώθηκαν με εστεροποίηση (η εστεροποίηση έγινε με methacrylic anhydride και 4-dimethylaminopyridine). Όταν αυτές οι ενώσεις χρησιμοποιήθηκαν ως αντιδραστικά αραιωτικά σε ποσοστό 50% σε ρητίνη βυνιλεστέρα κατάφεραν κατά την χύτευση να αντικαταστήσουν το στυρένιο —για την ένωση των αλυσίδων— και μάλιστα χωρίς να επηρεάσουν τη θερμική συμπεριφορά του τελικού υλικού.

Ελιά: Η ελαιουργία είναι επίσης μια από τις πιο χαρακτηριστικές αγροτικές δραστηριότητες της χώρας μας. Από τη δραστηριότητα αυτή κάθε χρόνο προκύπτουν κατά προσέγγιση 200 χιλ. τόνοι στερεών αποβλήτων που περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων και τους πυρήνες/κουκούτσια της ελιάς. Έχει μελετηθεί η δυνατότητα αξιοποίησης αλεύρων από το κουκούτσι της ελιάς ως ενισχυτικό μέσο (ίνες) σε συνδυασμό με ρητίνες. Το αλεύρι από το κουκούτσι ελιάς – σε περιεκτικότητα στο τελικό υλικό από 10 έως 60% – μελετήθηκε ως προσθετικό σε ρητίνη ακόρεστου πολυεστέρα προ επεξεργασμένο με σιλάνιο. Η ενσωμάτωση των ινών στη ρητίνη υπήρξε ικανοποιητική. Η επεξεργασία των ινών έγινε με τη χρήση MRPS ( $\gamma$ -mercaptopropyltrimethoxysilane) και ως εκ τούτου βελτιώθηκε η μηχανική αντοχή και μειώθηκε η ευαισθησία στην υγρασία (Gharbi et al., 2014). Η έρευνα αυτή δείχνει ότι υπάρχει ενδιαφέρον για την αξιοποίηση παραπροϊόντων της ελαιουργίας και ότι με δοκιμές βελτιωτικών μέσων είναι δυνατόν να λάβουμε τα επιθυμητά αποτελέσματα.

Οι οικονομικές δραστηριότητες στις οποίες μπορούν να δεσμευτούν βιολογικοί πόροι είναι πολλές φορές αλληλοαποκλειόμενες και χαρακτηρίζονται από ένα κόστος ευκαιρίας. Δηλαδή πολλές φορές χρειάζεται να θυσιάσει το κέρδος μιας δραστηριότητας έναντι μιας άλλης. Αυτό το συναντούμε στους κλάδους βιοενέργειας και βιοσύνθετων. Το κουκούτσι της ελιάς, προτείνεται και για την κατασκευή σφαιριδίων για θέρμανση. Η πρόταση αυτή εντάσσεται σε ένα γενικότερο πλαίσιο διαχείρισης αποβλήτων της παραγωγής ελαιόλαδου. Ωστόσο



σκεπτόμενοι με την αρχή της προστιθέμενης αξίας βλέπουμε ότι με την καύση του πόρου ο κύκλος ζωής του σταματά εκεί. Αν και η παραγωγή ενέργειας είναι ένας τομέας στον οποίο έχει δοθεί ιδιαίτερη προσοχή, καλό είναι να προσφέρονται για καύση πόροι που δεν θα μπορούσαν να βρουν άλλη εφαρμογή στη βιομηχανία. Καθημερινά αναδύονται νέα υλικά με μεγάλο περιθώριο κέρδους οπότε είναι προτιμότερο η αξιοποίηση των υπαρχόντων πόρων να στρέφεται σ' αυτά (Agroenergy n.d.).

Αμπελοργία: Ένας ακόμη πόρος που θα μπορούσε δυνητικά να χρησιμοποιηθεί για βιοσύνθετα υλικά είναι τα υπολείμματα της παραγωγής κρασιού. Πιο συγκεκριμένα έχουν διεξαχθεί μελέτες (Mendes *et al.* 2013, Jiang *et al.* 2010) κατά τις οποίες τα υπολείμματα πεπισμένων στέμφυλων για την παραγωγή κρασιού με προσθήκη ρητίνης (πρωτεΐνη σόγιας ή φορμαλδεΰδη) δημιούργησαν μονωτικές σανίδες με ικανοποιητικά αποτελέσματα που μάλιστα βιοαποικοδομήθηκαν σε ποσοστό έως και 80% εντός ενός μήνα.

Ενώ όμως μπορούμε εύκολα να εντοπίσουμε την ευκαιρία μιας πρόσθετης χρηματικής ροής, η ελληνική πραγματικότητα θέτει κι εδώ κάποιους περιορισμούς. Ο πρώτος αφορά στη συρρίκνωση του κλάδου τα τελευταία χρόνια. Αυτό δεν ισχύει για όλα τα γεωγραφικά διαμερίσματα αφού η Θεσσαλία και η Μακεδονία παρουσίασαν κατ' εξαίρεση σημαντική αύξηση. Ο δεύτερος σχετίζεται με την ιδιοκτησία μικρών αμπελώνων ανά καλλιεργητή σε βαθμό που η παραγωγή να μην είναι βιώσιμη. Εδώ η διαστρωμάτωση δεν βοηθά την εντατικοποιημένη βιομηχανική παραγωγή. Κάποιος που θα επέλεγε να αξιοποιήσει τον τομέα αυτό για την παραγωγή βιοσύνθετων θα έπρεπε να έρθει σε συνεννόηση (οικονομική και τεχνική) με πολλούς μικρούς καλλιεργητές, να συντονίσει τη μεταφορά και την αποθήκευση της πρώτης ύλης σε μια ροή που να ανταποκρίνεται στη γραμμή παραγωγής του. Τα δεδομένα αυτά δυσχεραίνουν την κατάσταση σε συνδυασμό με το γεγονός ότι σχετικά μικρό ποσοστό παραγωγών δίνει αναφορά στο Αμπελοργικό Μητρώο για τον όγκο παραγωγής. Αυτό σημαίνει ότι υπάρχουν όγκοι βιομάζας προς αξιοποίηση οι οποίοι δεν είναι καταγεγραμμένοι, επομένως δύσκολα προσεγγίσιμοι. Σε κάθε περίπτωση ίσως η ύπαρξη συνεταιρισμών ανά γεωγραφική περιφέρεια θα μπορούσε να ομογενοποιήσει τη δράση επιμέρους παραγωγών (Γραμματικός, 2017).

### ***Κηπευτικά***

Όσον αφορά στα κηπευτικά, ένα παράδειγμα αξιοποίησης είναι η πατάτα που λόγω αμύλου μπορεί να χρησιμοποιηθεί με κατάλληλη ζύμωση στην παραγωγή πολυεστέρα (PLA). Στην Ελλάδα η παραγωγή πατάτας είναι εκτεταμένη ενώ λόγω και των εισαγωγών τα τελευταία χρόνια μεγάλες ποσότητες μένουν στις αποθήκες και δεν διατίθενται στην αγορά. (Σάρρος κ.α., 2018) Αν και απαιτούνται μέτρα προστασίας των αγροτών από την πολιτεία για το ζήτημα αυτό, βλέπουμε πώς η βιομηχανία βιοσύνθετων θα μπορούσε να αποτελέσει μια ροή εισοδήματος για τους αγρότες. Από την άλλη πλευρά, επιχειρήσεις που δραστηριοποιούνται στην επεξεργασία και διάθεση πατάτας μπορούν να συλλέγουν τα φλούδια και τις ακατάλληλες πατάτες και να τα διαθέτουν για την παραγωγή ρητίνης (Εικόνα 15).



**Εικόνα 15.** Η παραγωγή πατάτας για το έτος 2015 Πηγή: [Σάρρος κ.α., 2018](#)

Το άμυλο ήδη αξιοποιείται στην κατασκευή πλαστικών προϊόντων μιας χρήσης όπως πχ σκεύη. Λόγω της πλαστικότητας του PLA (θερμοπλαστικό) και της εύκολης βιοαποικοδόμησής του οι εφαρμογές στις οποίες μπορεί να αξιοποιηθεί είναι αυτές που δεν απαιτούν μηχανική και θερμική αντοχή, αντοχή στην υγρασία κλπ. όπως οι συσκευασίες και το 3D printing.

### 3.2.2. Μη φυτικοί βιολογικοί πόροι

Μέχρι τώρα έχουμε ασχοληθεί με τις φυτικές ίνες γιατί βρίσκονται σε αφθονία γύρω μας ως γεωργικά παραπροϊόντα. Όταν πρόκειται για ρητίνες όμως, το πεδίο μελέτης διευρύνεται αφού μπορούν να προκύψουν από πολλές διαφορετικές πηγές όπως για παράδειγμα από την κτηνοτροφία και την αλιεία.

#### *Αλιεία*

Η Ελλάδα έχει το πλεονέκτημα να εμφανίζει μεγάλη αλιευτική δραστηριότητα επομένως και πρόσβαση στον αμέσως επόμενο σε αφθονία πόρο της φύσης μετά την κυτταρίνη, τη χιτίνη (Πίνακας 3.1). Η χιτίνη είναι ένα φυσικό πολυμερές που βρίσκεται όχι μόνο στα κελύφη των καρκινοειδών, όπως της γαρίδας και των καβουριών, αλλά και σε έντομα, σε μύκητες, στα λέπια ψαριών και στα μαλάκια. Τα τελευταία χρόνια υπάρχει ενδιαφέρον αξιοποίησης της χιτίνης στην κατασκευή πλαστικού.

Παρότι η ανοιχτή αλιεία είναι μια σημαντική πηγή άντλησης του συγκεκριμένου πόρου, είναι προτιμότερο να γίνει επικέντρωση στη δυναμικότητα της υδατοκαλλιέργειας για έναν κυρίως λόγο. Είναι πιο οργανωμένη και επομένως είναι πολύ ευκολότερο να υπάρξουν επίσημες καταγραφές όγκου παραγωγής, και παραπροϊόντων μετρήσιμων σε όρους βιομάζας.

Κατά συνέπεια, αν τα παραπροϊόντα αυτά αξιοποιηθούν στη βιομηχανία πολύ ευκολότερα θα γίνουν προβλέψεις των εισροών για την παραγωγή. Επομένως, για την αξιοποίηση της χιτίνης-χιτοζάνης σε ρητίνες, απευθυνόμενοι σε επιχειρήσεις μεταποίησης αλιευμάτων, μπορούμε να γνωρίζουμε πόσους τόνους απορρίμματος από τις αποφλοιώσεις θα έχουμε στη διάθεσή μας. Η μεταποίηση αντιπροσωπεύει ένα σημαντικό μέρος της παραγωγικής διαδικασίας που μάλιστα καλείται να διαχειριστεί μεγάλους όγκους αποβλήτων. Υπολογίζεται ότι περίπου το 60% των εισροών σε βιομάζα μιας επιχείρησης μεταποίησης απορρίπτεται ως παραπροϊόν ενώ ένα 40% προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση. Το ποσοστό περιλαμβάνει, πέρα από κελύφη, δέρματα ψαριών, κόκκαλα, κεφάλια, πτερύγια, σπλάχνα όμως δίνει μια γενική εικόνα των αλιευτικών απορριμμάτων (Χατζηευσταθίου, 2017). Όσον αφορά στα μαλακόστρακα, τα απόβλητα μπορεί να αντιπροσωπεύουν από 50 έως και 60% του βάρους της αρχικής πρώτης ύλης (Πανεπιστήμιο Αιγαίου, n.d.).

## ΕΛΛΑΔΑ ΣΤΟΝ ΚΟΣΜΟ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΕΕ

(2015, πηγή: FAO και Eurostat)

Η Ελλάδα είναι πέμπτη στην ΕΕ σε ό,τι αφορά την παραγωγή υδατοκαλλιέργειας.

(1000 τόνοι)	Κόσμος	ΕU-28	Ελλάδα	% Κόσμος	% ΕU-28
Αλιεύματα	104.635	5.144	64	0,1%	1,2%
Υδατοκαλλιέργεια	106.094	1.307	106	0,1%	8,1%
Σύνολο	211.511	6.451	170	0,1%	2,6%

**Πίνακας 3.1.** Ποσότητες παραγωγής προϊόντων αλιευτικών και υδατοκαλλιέργειας διεθνώς, ευρωπαϊκά και στην Ελλάδα. Ως μονάδα μέτρησης αναφέρονται οι 1000 τόνοι ενώ τα ποσοστά επί % αναφέρονται στο μερίδιο της Ελλάδας σε διεθνές και Ευρωπαϊκό επίπεδο. Πηγή: [EuropeanMarketObservatoryforFisheriesandAquacultureProducts](http://EuropeanMarketObservatoryforFisheriesandAquacultureProducts), 2019

Οι μέχρι τώρα μέθοδοι ανάκτησής της απαιτούσαν διάσπαση με βαριά χημικά (ανθρακικό ασβέστιο – που παράλληλα εκπέμπει CO<sub>2</sub>, υδροξείδιο του νατρίου ή αλισίβα για την αναγωγή χιτίνης και επιπλέον συμπυκνωμένο υδροξείδιο του νατρίου για τη χιτοζάνη) που επιβάρυναν κοστολογικά τις επιχειρήσεις που θα έπρεπε να διαχειρίζονται τα απόβλητά τους. Συγκεκριμένα για την ανάκτηση ενός κιλού καθαρής χιτίνης απαιτούνταν με την προηγούμενη μέθοδο: 10 kg κελύφη, 6 kg άνθρακα για θέρμανση, 9 kg υδροχλωρικό οξύ, 8kg υδροξείδιο του νατρίου και 330 kg νερό. Πλέον υπάρχουν απλούστερες μέθοδοι για την ανάκτηση της χιτίνης όπως με τη χρήση ιονικού υγρού (*1-ethyl-3-methylimidazolium acetate*) που είναι πολύ ηπιότερο τοξικά και μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί ή με τη χρήση βακτηρίων που καταναλώνουν την πρωτεΐνη του κελύφους αφήνοντας τη χιτίνη (Drahl, 2019).

## **Κτηνοτροφία**

Ένας ακόμη παραγωγικός τομέας που θα μπορούσε να συμμετάσχει στην ανάπτυξη βιοσύνθετων μέσω των παραπροϊόντων του είναι αυτός της κτηνοτροφίας. Στην Ελλάδα η κτηνοτροφία τα τελευταία χρόνια αντιμετωπίζει ποικίλες προκλήσεις όπως οι αυξημένες εισαγωγές, τη γραφειοκρατία που απαιτείται για να ανοίξει κάποιος κτηνοτροφική μονάδα, τα αυξημένα κόστη παραγωγής αλλά και την ανεπαρκή εκπαίδευση των κτηνοτρόφων που καλούνται να ανταπεξέλθουν πλέον και ως επιχειρηματίες και ως οικονομολόγοι. Αποτέλεσμα είναι ο κλάδος να συρρικνώνεται με τα χρόνια και ως εκ τούτου λίγες είναι οι μεγάλες γαλακτοβιομηχανίες που θα μπορούσαμε να υπολογίσουμε για αντίστοιχα προγράμματα. Ας μην ξεχνάμε το γεωγραφικό αλλά και ιδιοκτησιακό κατακερματισμό της χώρας σε αντιδιαστολή με τους μεγάλους όγκους βιομάζας που απαιτούνται σε βιομηχανική κλίμακα (Αγροτικός Συνεταιρισμός-Ενωση Αγρινίου, 2016).

Αντιλαμβανόμαστε βέβαια ότι παρόλες τις δομικές προσαρμογές που απαιτεί ο κλάδος, η βιομηχανία γαλακτοκομικών παρουσιάζει ενδιαφέρον ως προς τον αξιοποιήσιμο πόρο. Το γάλα για παράδειγμα που απορρίπτεται από την παραγωγή γαλακτοκομικών μπορεί να σχηματίσει πλαστικά. Η καζεΐνη, πρωτεΐνη του γάλακτος, παρουσία οξέος ξεδιπλώνεται, χαλάει δηλαδή η τριτοταγής δομή της και σχηματίζει μακριές αλυσίδες πολυμερών. Η καζεΐνη χρησιμοποιείται για την παραγωγή πλαστικού ήδη από τα μέσα της δεκαετίας 1910 ενώ σήμερα με επικάλυψη ρητίνης ενισχύεται κατά πολύ η ανθεκτικότητά της. (The Plastics Historical Society, 2015). Όσον αφορά τα βιοσύνθετα υλικά, σε εργαστηριακή έρευνα έχει δοκιμαστεί η παραγωγή ρητίνης MFC (melamine-formaldehyde-casein), στην οποία έχει προστεθεί έως 25% καζεΐνη. Με τη ρητίνη αυτή εμποτίστηκε ύφασμα από γιούτα (Raval *et al.*, 2006). Το τελικό υλικό είχε ικανοποιητικές μηχανικές ιδιότητες και χημική ανθεκτικότητα. Βλέπουμε επομένως ότι υπάρχει ενδιαφέρον για την αξιοποίηση παραπροϊόντων της γαλακτοβιομηχανίας για εφαρμογές εκτός του κλάδου τροφίμων.

Ας μην αποκλείσουμε από την εξίσωση και την κυκλική πορεία του γάλακτος στην αγορά. Υπάρχει πάντα η επιλογή της αξιοποίησης ληγμένων γαλακτοκομικών από καταστήματα. Κατά κανόνα τα ληγμένα γαλακτοκομικά επιστρέφονται στον παραγωγό που με τη σειρά του τα καταστρέφει. Επομένως η αξιοποίηση στη βιομηχανία πλαστικών και ρητινών θα ήταν μια κερδοφόρα εναλλακτική (Φωτειάδη, 2013).

### **3.3 Πόροι μη προερχόμενοι από ανθρώπινη δραστηριότητα**

Όπως είπαμε, η Ελλάδα έχει το πλεονέκτημα να διαθέτει ποικιλία πόρων και επιλογών. Όπως είδαμε στο παράδειγμα της *Phee*, ένας πόρος μπορεί να προκύψει όχι μόνο ως παραπροϊόν μιας παραγωγικής διεργασίας, αλλά και από την ίδια τη φύση. Τα “φύκη” που χρησιμοποιήθηκαν στην κατασκευή του πάνελ της *Phee* είναι πόρος μιας τέτοιας φυσικής διεργασίας.

Το μειονέκτημα των πόρων αυτών είναι ότι εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από συνθήκες που δεν μπορεί να επηρεάσει άμεσα ο άνθρωπος όπως η αύξηση της θερμοκρασίας της θάλασσας, το οξυγόνο, οι ισορροπίες του οικοσυστήματος. Επίσης η ενασχόληση με ένα τέτοιο πόρο απαιτεί αδειοδοτήσεις και συνεργασίες με τοπικούς φορείς και επιπλέον καταγραφή και έρευνα σχετικά με τα χαρακτηριστικά του πόρου αυτού και του όγκου βιομάζας που υπάρχει διαθέσιμος προς αξιοποίηση. Χάνεται επομένως ένα μέρος της αυτονομίας που θα είχε μια εξ ολοκλήρου ιδιωτική πρωτοβουλία.

Ωστόσο, εντοπίσαμε σε όλα τα παραδείγματα τη σημασία της συνεργασίας τόσο ανάμεσα σε φορείς του δημοσίου όσο και σε ιδιωτικούς. Ισχύει γενικά ότι η ιδιωτική πρωτοβουλία έχει πολύ αμεσότερη ανταπόκριση σε ερεθίσματα και ευκαιρίες της αγοράς σε σχέση με το δημόσιο. Η βαριά γραφειοκρατική διαδικασία όσο και το μοίρασμα του κέρδους τις περισσότερες φορές αποτελούν αποτρεπτικούς παράγοντες σε τέτοιου είδους συνεργασίες. Ωστόσο με τη λογική αυτή χάνονται ευκαιρίες και χρήματα επομένως συστήνεται ένας μηχανισμός που να διευκολύνει τη συνεργασία.

Η *Stora Enso* συνεργάζεται με την κυβέρνηση υπό τη μορφή μιας εταιρίας περιορισμένης ευθύνης ΕΠΕ (LLC-limited liability company) (Gittleson, 2012). Υπάρχουν διαφορές όσον αφορά στην οντότητα αυτή από χώρα σε χώρα, όμως γενικά ισχύει ότι τα κέρδη φορολογούνται κατευθείαν στους ιδιοκτήτες ενώ οι ζημίες μπορούν να αντισταθμιστούν με άλλα κέρδη χωρίς να ξεπερνούν το ύψος της επένδυσης. Καθένας ευθύνεται αναλόγως του μεριδίου συμμετοχής του. Αυτό δίνει ευελιξία στην εταιρία αφού για τους συμμετέχοντες δεν διακυβεύεται η αξία και οι ζημίες ολόκληρης της επιχείρησης αλλά μόνο στο ποσοστό που τους αναλογεί. Με το κράτος να συμμετέχει στην εταιρία είναι προφανές ότι δίνονται ενισχύσεις και εγγυήσεις για την πορεία της. Η *Stora Enso* είναι ίσως η παλαιότερη ΕΠΕ παγκοσμίως. Αν ωστόσο αναλογιστούμε ότι για τη Φινλανδία η δασοκομία είναι η κύρια πηγή πλούτου είναι λογικό μια τόσο μεγάλη εταιρία όπως η *Stora Enso* να προστατεύεται κυβερνητικά. Θα μπορούσε η Ελλάδα να στηρίζει με παρόμοιο τρόπο τέτοιες επιχειρήσεις; Πιθανότατα δεν θα μπορούσε να το κάνει αυτό για κάθε κλάδο αφού υπάρχει κατακερματισμός της παραγωγής. Αυτό που είναι απαραίτητο όμως είναι η θέσπιση στρατηγικής, προτεραιοτήτων και ενίσχυσης του πρωτογενούς τομέα που βάλλεται από υπέρμετρη φορολόγηση και γραφειοκρατία σε βαθμό που κάθε σχεδόν επένδυση να κρίνεται απαγορευτική. Μπορεί η Ελλάδα να μην δύναται να στηρίζει με ενεργή συμμετοχή μια εταιρία, όπως στην περίπτωση της *Stora Enso*, όμως φοροελαφρύνσεις, ευνοϊκό νομικό πλαίσιο για τις νεοφυείς επιχειρήσεις του πρωτογενούς και δευτερογενούς τομέα, μείωση της γραφειοκρατίας και στήριξη σε τεχνογνωσία θα αποτελούσαν πολύ καλές βάσεις προς την επιθυμητή κατεύθυνση.

### **3.4 Αξιοποίηση μικροβιακής βιομάζας**

Αμέσως μετά τα αγροτικά παραπροϊόντα και τους πόρους που παραμένουν αναξιοποίητοι στη φύση θεωρώ πως οι μικροβιακές καλλιέργειες είναι οι πλέον συμφέρουσες πηγές πρώτης

ύλης για την παραγωγή τόσο ινών όσο και ρητίνης. Προσφέρουν πολλά πλεονεκτήματα όπως μικρές εισροές με μεγάλη παραγωγικότητα, δεν απαιτούν μεγάλες εκτάσεις όπως οι καλλιέργειες (με όλες τις επιβαρύνσεις που μπορούν να έχουν αυτές για το έδαφος και το περιβάλλον) και κυρίως οι μικροοργανισμοί που αναπαράγονται πάρα πολύ γρήγορα σε αντίθεση με τα φυτά. Κάποιοι από τους οργανισμούς αυτούς που θα προσφερθούν στην εργασία αυτή ως ιδέες προς αξιοποίηση είναι οι εξής:

### **Μικροφύκη**

Πρόκειται για μονοκύτταρους ή πολυκύτταρους φωτοσυνθετικούς οργανισμούς, με μέγεθος από 0.2-50 μm έως και 1-2.000 μm ανά περίπτωση, που αναπτύσσονται σε υφάλμυρα νερά. Ενδιαφέρον δε είναι το γεγονός ότι παράγουν το μεγαλύτερο μέρος του οξυγόνου του πλανήτη. Μέχρι τώρα υπάρχουν ελεγχόμενες καλλιέργειες μικροφυκών που χρησιμοποιούνται κυρίως για παραγωγή συμπληρωμάτων διατροφής και κοσμετολογίας. Υπάρχουν φιλοδοξίες και για την παραγωγή βιοκαυσίμου όμως το κόστος δεν έχει επιτρέψει την παραγωγή μεγάλης κλίμακας.

Τα έλαια (λιπίδια/τριγυκερίδια) που παράγουν οι μικροοργανισμοί αυτοί θα μπορούσαν, με την ίδια διαδικασία που δημιουργούνται πολυμερή από φυτικά έλαια, να δημιουργηθούν ρητίνες από την ένωση των μονομερών. Μερικά πλεονεκτήματα που παρουσιάζουν είναι τα εξής:

- 1) Αξιοποίηση αποβλήτων: Το κόστος πρώτων υλών μπορεί να μειωθεί αν για θρεπτικό μέσο χρησιμοποιηθούν υγρά απόβλητα. Έχει προταθεί μάλιστα η χρήση αποβλήτων κτηνοτροφίας (Μάρκου κ.α., n.d).
- 2) Βιοαποκατάσταση λυμάτων: Μπορεί να υπάρξει το πρόσθετο όφελος της βιοαποκατάστασης λυμάτων αφού τα μικροφύκη χρειάζονται υγρά απόβλητα για να δεσμεύσουν το απαραίτητο για την ανάπτυξή τους άζωτο και φώσφορο. Επίσης αποσυμφορίζουν την ατμόσφαιρα από το CO<sub>2</sub> γιατί ένα κιλό βιομάζας μικροφυκών απαιτεί κατά μέσο όρο 1.8 kg CO<sub>2</sub> (Μάρκου κ.α., n.d.).
- 3) Εδάφη που δεν ανταγωνίζονται την παραγωγή τροφής: Μπορούν να καλλιεργηθούν σε παραθαλάσσιες περιοχές, περιοχές με υφάλμυρο νερό ή και σε γη που δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για καλλιέργειες με κατάλληλες εγκαταστάσεις (εδάφη άγονα, ξηρά και περιθωριακά). Με αυτό τον τρόπο εξαλείφεται το πρόβλημα του ανταγωνισμού γης για την παραγωγή τροφής που πολλές φορές δρα ανασταλτικά σε βιομηχανικές πρωτοβουλίες.
- 4) Μεγάλη αποδοτικότητα: Επίσης ανάλογα το είδος η αποθήκευση σε λιπίδια μπορεί να είναι μεγάλη όπως για παράδειγμα του *Botryococcus braunii* (25-75%) εξαρτώμενο όμως και από παράγοντες όπως η αλατότητα, το Ph, η παροχή αζώτου κ.α.
- 5) Γρήγορη ανάπτυξη: Η βιομάζα τους μπορεί να διπλασιαστεί εντός 24 ωρών ενώ σε συνθήκες διαλείπουσας καλλιέργειας και στην εκθετική φάση ανάπτυξης του μικροοργανισμού ο διπλασιασμός της βιομάζας μπορεί να γίνει σε μόλις 3,5 ώρες (Οικονόμου, 2012).

- 6) Ταιριάζουν στο ελληνικό κλίμα: Τα μικροφύκη είναι επίσης ιδανικά για το κλίμα της χώρας μας αφού χρειάζονται άφθονο ηλιακό φως για να αναπτυχθούν. Η ελληνική ηλιοφάνεια στο μεγαλύτερο μέρος του έτος επομένως μπορεί να επιφέρει έως και 10 φορές περισσότερη παραγωγή.
- 7) Παραπροϊόντα υψηλής προστιθέμενης αξίας: Από τα μικροφύκη προκύπτουν παραπροϊόντα υψηλής προστιθέμενης αξίας όπως βιοπολυμερή, πρωτεΐνες, πολυσακχαρίτες, χρωστικές ουσίες, ζωοτροφές και λιπάσματα που μπορούν να προωθηθούν σε μια πληθώρα βιομηχανιών.
- 8) Δεν χρειάζονται ζιζανιοκτόνα και φυτοφάρμακα: Δεν έχουν κοινούς «εχθρούς» με τις καλλιέργειες που σημαίνει αφενός ότι εξαιρούνται από τα κόστη των αντίστοιχων φαρμάκων και αφετέρου, ότι τα παραπροϊόντα αυτά είναι κατάλληλα για κατανάλωση από ζώα ή για να γίνουν λιπάσματα.
- 9) Γενετικές παρεμβάσεις: Η γενετική μηχανική μπορεί να παρέμβει στους οργανισμούς αυτούς και να τους αυξήσει την αποδοτικότητα. Δεν θεωρώ πρόβλημα στην συγκεκριμένη περίπτωση την επιφύλαξη των καταναλωτών απέναντι στους γενετικά τροποποιημένους οργανισμούς αφού η καλλιέργεια εδώ δεν προορίζεται για τροφή.

Βέβαια, η παραγωγή μεγάλης ποσότητας μικροφυκών πλούσιων σε έλαια είναι ακριβή λόγω κόστους κατασκευής ειδικών εγκαταστάσεων σε σύγκριση με την αξιοποίηση παραπροϊόντων γεωργίας τα οποία θα προμηθευόμασταν σε πολύ μικρό κόστος (Οικονόμου, 2012). Όμως τα παραπάνω οφέλη κάνουν αρκετά ελκυστική την επένδυση σε αυτά.

### **Μύκητες**

Οι μύκητες διαθέτουν το δικό τους βασιλείο μεταξύ των μικροοργανισμών λόγω των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών τους. Τρέφονται κυρίως με νεκρή οργανική ύλη και μεγαλώνουν με τις υφές που σχηματίζουν το μυκήλιο.

Καθώς ο μύκητας αποικοδομεί ύλη δημιουργώντας νέα, αποτελεί μια ενδιαφέρουσα οπτική για την δημιουργία νέων υλικών. Στο παράδειγμα της *Mogu* η ιδιότητα αυτή των μυκήτων αποτέλεσε τη βάση δημιουργίας νέων υλικών για χρήση σε εσωτερικούς χώρους. Και καθώς διαφορετικοί μύκητες αποικοδομούν διαφορετική οργανική ύλη δημιουργείται το ενδεχόμενο αξιοποίησης διαφορετικών γεωργικών. Ο βιοαποικοδομητικός μηχανισμός της φύσης, που προσφέρεται από τους μύκητες, μπορεί να χρησιμοποιήσει ως υπόστρωμα βιομάζα ακατάλληλη για οποιαδήποτε άλλη χρήση. Στη συνέχεια μπορούμε να αξιοποιήσουμε είτε το ίδιο το μυκήλιο, είτε τα έλαια ελαιούχων μικροοργανισμών-μυκήτων που στη συνέχεια θα επεξεργαστούν για να γίνουν ρητίνες (Critical Concrete, 2018).

Βέβαια οι μύκητες στο χειρισμό τους χρειάζονται ιδιαίτερη προσοχή και κλειστές εγκαταστάσεις για τρεις κυρίως λόγους. Πρώτον, ως μικροβιακοί οργανισμοί είναι κι εκείνοι ευάλωτοι σε προσβολή παρασίτων που μπορεί να αναστείλουν την ανάπτυξή τους πάνω στο υπόστρωμα που έχουμε επιλέξει, επομένως και της παραγωγικής διαδικασίας. Δεύτερον, ανάλογα βέβαια και με το στέλεχος που θα επιλεγθεί, είναι δυνατόν να απαιτούνται ιδιαίτερες κλιματικές συνθήκες όπως χαμηλή θερμοκρασία και υγρασία προκειμένου να διευκολύνουμε

την ανάπτυξη του μυκηλίου και να πετύχουμε βέλτιστους ρυθμούς απόδοσης. Τρίτον, οι μύκητες ελεύθεροι στη φύση καλύπτουν ένα πολύ μεγάλο μέρος του εδάφους εσωτερικά, πολύ μεγαλύτερο από το ορατό. Χαρακτηριστικό είναι το γεγονός ότι τα μανιτάρια που βλέπουμε δεν είναι παρά το αναπαραγωγικό όργανο ενός μύκητα που μπορεί να εκτείνεται για πολλά χιλιόμετρα εσωτερικά στη γη με το μυκήλιο του. Επομένως η βιομηχανική αξιοποίηση σε ελεύθερες συνθήκες είναι δυνατόν να διαταράξει την συμβιωτική ισορροπία μεταξύ των μικροοργανισμών του υπεδάφους και να προκαλέσει μεγάλο περιβαλλοντικό πρόβλημα και σε φυτικούς οργανισμούς που είχαν προσαρμοστεί σε διαφορετικές συνθήκες.

### **3.5 Αξιοποίηση βιομάζας από βιομηχανικές καλλιέργειες**

Τα τελευταία χρόνια επικρατεί η τάση να αξιοποιούνται εδάφη για καλλιέργειες βιομηχανικής εκμετάλλευσης και όχι επισιτιστικής. Με τον τρόπο αυτό επιδιώκεται η κάλυψη αναγκών για ίνες, ιατρικές πρώτες ύλες, χημικά αλλά στην Ελλάδα κυρίως έχει δοθεί έμφαση στην παραγωγή βιοενέργειας. Καθώς η επισιτιστική ασφάλεια κρίνεται προτεραιότητα, τα γόνιμα εδάφη δίνονται για καλλιέργεια τροφής και όχι για βιομηχανικές καλλιέργειες όπως το βαμβάκι και ο λιναρόσπορος. Υπάρχουν επομένως προτάσεις να αξιοποιηθούν εδάφη οριακής απόδοσης που έχουν υποβαθμιστεί από προηγούμενες καλλιέργειες, ρυπανθεί από βιομηχανική δραστηριότητα ή που δεν διαθέτουν νερό για άρδευση, είναι δύσκολα προσβάσιμα και παρουσιάζουν εδαφικές δυσκολίες όπως κλίση του εδάφους.

Η λύση αυτή προσφέρει εναλλακτική πηγή εισοδήματος για τους αγρότες ενισχύοντας την οικονομική δραστηριότητα και την απασχόληση. Αξιοποιούνται με τον τρόπο αυτό εδάφη που σε διαφορετική περίπτωση θα έμεναν εκτός παραγωγικής διαδικασίας. Ωστόσο η καλλιέργεια από μόνη της ως διαδικασία φέρει συνέπειες στο φυσικό περιβάλλον αλλά και στη γραμμική παραγωγής.

Το έδαφος για παράδειγμα γίνεται ο κύριος υποδοχέας λιπασμάτων και ζιζανιοκτόνων που μειώνουν τις φυσικές άμυνες του φυτού, ατονούν τις ρίζες και τους μικροοργανισμούς συμπιέζοντας και διαβρώνοντας τη γη. Από την άλλη ο υδροφόρος ορίζοντας ρυπαίνεται με νιτρικά άλατα και κάνουν ακατάλληλο το πόσιμο νερό. Επιπλέον με τις κατακρημνίσεις το άζωτο και φώσφορο των λιπασμάτων καταλήγουν στη θάλασσα και προκαλούν ευτροφισμό των φυτικών οργανισμών. Αυτό έχει ως συνέπεια τη μείωση του οξυγόνου στο νερό, την απελευθέρωση τοξινών και μείωση των υδρόβιων πληθυσμών. Από την άλλη με τους αεροψεκασμούς απελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα ενώσεις του αζώτου που είτε εντείνουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου, είτε προκαλούν όξινη βροχή. Όσον αφορά τους βιοτικούς παράγοντες, καλλιέργειες ειδών μη ενδημικών προσελκύουν αντίστοιχα παράσιτα αλλά και πανίδα αλλάζοντας τις ισορροπίες. Ακόμη η φυσική χλωρίδα απειλείται από ζιζανιοκτόνα αλλάζοντας την τροφική αλυσίδα ενώ η ανθρώπινη παρουσία αλλάζει το περιβάλλον ζώων που μπορεί να φτιάχνουν φωλιές μεταναστεύουν ή αναζητούν φαγητό και τροφή. Όλα τα παραπάνω ισχύουν για την καλλιέργεια σαν δραστηριότητα γενικά, όμως δεν μπορούμε να την απορρίψουμε όταν πρόκειται για τροφή, σε αντίθεση με την επιλογή εντατικής βιομηχανικής καλλιέργειας (Παγάνης κ.α., 2013).



Όσον αφορά στην οικονομική δραστηριότητα, στην Ελλάδα οι βιομηχανικές καλλιέργειες σχετίζονται περισσότερο με τα βιοκαύσιμα, ωστόσο οι ίνες είναι μια εξίσου επικερδής κατεύθυνση αφού η κλωστική κάνναβη και ο λιναρόσπορος αξιοποιούνται ήδη σε βιοσύνθετα υλικά. Επίσης προτιμάται η καλλιέργεια που να μπορούν να αξιοποιηθούν σε παραπάνω από μια οικονομικές δραστηριότητες. Έτσι από μια μονάχα πηγή δημιουργούνται περισσότερες χρηματικές ροές και ευκαιρίες απασχόλησης.

Ωστόσο σε κάθε περίπτωση για την εκ του μηδενός καλλιέργεια φυτικών πόρων απαιτούνται περισσότερες εισροές και χρόνος σε σύγκριση με την ανάκτησή τους ως παραπροϊόντα. Μπορεί με τις ενιαίες καλλιέργειες να εξασφαλίζεται μια σχετική ομοιογένεια στη σύνθεση της πρώτης ύλης όμως, όπως και στα παραπροϊόντα, αυτό δεν αρκεί για να εξαλείψει τη χημική επεξεργασία των ινών προκειμένου να συνδεθούν με τη ρητίνη.

### 3.6 Πιθανά εμπόδια

Εξετάζοντας το ενδεχόμενο να εντάξουμε την παραγωγή βιοσύνθετων στην Ελλάδα στα πλαίσια μιας στρατηγικής στροφής στη βιοοικονομία είναι απαραίτητο εκτός από το να εντοπίσουμε τα δυνατά μας σημεία, το παραγωγικό δυναμικό, να εντοπίσουμε και πιθανά εμπόδια ή περιορισμούς που επιβάλλει το ελληνικό περιβάλλον προκειμένου να προετοιμαστεί καλύτερα ο στρατηγικός σχεδιασμός. Τα κυριότερα από αυτά είναι τα εξής:

#### *Μικρό μέγεθος καλλιεργειών (ιδιοκτησία)*

Ως επί το πλείστον ο χαρακτήρας της ελληνικής γεωργίας είναι κατακερματισμένος. Αυτό αποτελεί ένα πολύ βασικό περιοριστικό παράγοντα ως προς την εξασφάλιση όγκων βιομάζας που θα μπορούν να αξιοποιηθούν σε βιομηχανική και στη συνέχεια εμπορική κλίμακα.

Χαρακτηριστικό είναι ότι χρειάζεται πολύ περισσότερη φυτική βιομάζα για την παραγωγή του ίδιου όγκου ρητίνης σε σύγκριση με το αν θα χρησιμοποιούσαμε αργό πετρέλαιο. Για παράδειγμα ο James Kahn εμπορικός διευθυντής της Braskem America USA που εδρεύει στη Philadelphia, PA —υποκατάστημα στην Αμερική ενός από τα μεγαλύτερα βιο-δυλιστήρια παγκοσμίως, του Braskem S.A. (São Paulo, Brazil)— σε συνέδριο για βιοπλαστικά που έγινε στο Las Vegas τον Μάρτιο του 2013, παραδέχτηκε όσον αφορά στο βιοβασισμένο πολυαιθυλένιο (PE) ότι για να παραχθεί 1 τόνος βιοπαραγόμενου πολυαιθυλενίου χρειάζονται περίπου 28 τόνοι ζαχαροκάλαμου προκειμένου να μετατραπούν σε 2,400 λίτρα αιθανόλης. Η αντίστοιχη αναλογία για την παραγωγή 1 τόνου PE από πετρέλαιο είναι 1.6 τόνοι αργού πετρελαίου. Αυτό σημαίνει ότι πέρα από μεγάλο όγκο βιομάζας, απαιτούνται επίσης συστήματα συλλογής και επεξεργασίας της. Πέρα όμως από πρόβλημα, αυτό είναι και ζητούμενο αφού για μικρούς όγκους δεν θα άξιζε να αγοραστεί, να στηθεί και να λειτουργήσει εξοπλισμός που έχει τις δικές του δαπάνες σε συντήρηση και ενέργεια (Black 2015, Nagalakshmaiahetal 2019).

### ***Κατακερματισμός στο χάρτη***

Μια ακόμη πρόκληση που αντιμετωπίζει ο ελληνικός χώρος είναι ο κατακερματισμός των καλλιεργειών λόγω φυσιολογίας του εδάφους αφού χαρακτηρίζεται από έντονο ορεινό στοιχείο. Δεδομένου ότι χρειάζονται μεγάλοι όγκοι βιομάζας για να μπορέσουν να αξιοποιηθούν μαζικά, συνεπάγεται η εγκατάσταση σταθμών επεξεργασίας σε δεδομένες τοποθεσίες. Επομένως χρειάζεται και άμεση μεταφορά των πόρων ώστε αυτοί να μην αλλοιωθούν παραμένοντας για μέρες εκτός συντήρησης εάν αυτοί είναι ιδιαίτερα ευαίσθητοι σε συνθήκες περιβάλλοντος. Αυτό ισχύει ειδικότερα αν μιλάμε για αξιοποίηση φρούτων, λαχανικών και σχετικών υπολειμμάτων που είναι ευπαθέστερα σε σύγκριση με το ξύλο. Χρειάζεται επομένως εγγύτητα και όπου αυτή δεν είναι εφικτή, οι σταθμοί επεξεργασίας (αποθήκευση, βιοδιυλιστήρια) θα πρέπει να τοποθετούνται κοντά σε μεγάλα οδικά δίκτυα για να είναι εύκολα προσβάσιμα. Οι οδικοί άξονες επομένως, από την πλευρά της πολιτείας είναι πολύ σημαντικοί και πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τις μεταφορές και την παραγωγή. Ένας ακόμη σημαντικός παράγοντας συνεχών μεταφορών είναι οι σιδηρόδρομοι αφού μπορούν να παρέχουν συνεχείς ροές πόρων από τα σημεία συγκέντρωσης πρώτης ύλης στα σημεία επεξεργασίας (Λαδάς, 2017).

Από την άλλη πλευρά η ιδιωτική πρωτοβουλία μπορεί να προσφέρει λύσεις και να αναπτύξει δημιουργικές εφαρμογές ώστε να καλυφθεί η κάθε φορά απαιτούμενη ζήτηση. Ένα παράδειγμα αποτελεί η εταιρία *BioMass* Πρόκειται για το πρώτο ανταλλακτήριο βιομάζας παγκοσμίως που μάλιστα εδρεύει στη Θεσσαλονίκη. Εμπνευστές του εγχειρήματος είναι οι Κώστας Νάσιος και Χρήστος Στεφανής. Μέσω εφαρμογής που έχουν αναπτύξει, τοπικοί προμηθευτές μπορούν να εγγραφούν, να περιγράψουν το είδος βιομάζας που διαθέτουν καθώς και τον όγκο και να δεχτούν δημοπρασίες διαδικτυακά. Ο τρόπος με τον οποίο η εταιρία κατάφερε να ξεπεράσει τη δυσκολία του μεταφορικού κόστους δεν έχει περιγραφεί. Κατανοούμε όμως αμέσως πόσο θα μπορούσε να βοηθήσει την άνθιση αντίστοιχων πρωτοβουλιών η ύπαρξη κατάλληλων υποδομών (Μαθιοπούλου 2019, *BioMas* n.d.)

### ***Clustering***

Τονίσαμε επανειλημμένα τη σημασία των συνεργασιών και είδαμε πώς σε πολλές περιπτώσεις αυτές έχουν καθορίσει την βιωσιμότητα και επιτυχία των επιχειρήσεων. Δεδομένου του κατακερματισμένου ιδιοκτησιακά αλλά και γεωγραφικά ελληνικού αγροτικού χώρου επιβάλλεται στενότερη συνεργασία μεταξύ φορέων, παραγωγών, μονάδων επεξεργασίας λυμάτων, μεταφορικών εταιριών, ερευνητών αλλά και βιομηχανιών που θα αξιοποιούν απορριπτόμενους πόρους για την ανάπτυξη νέων βιοϋλικών προκειμένου να βρεθούν οι απαραίτητοι όγκοι βιομάζας και να αξιοποιηθούν όσο το δυνατόν αποτελεσματικότερα.

Σημαντική είναι και η συνεισφορά των εκπαιδευτικών και ερευνητικών ιδρυμάτων που όταν είναι σε στενή συνεργασία με τον αγροτικό χώρο μπορούν να προτείνουν λύσεις, να

αντιμετωπίσουν ευκολότερα τις προκλήσεις, να εκπαιδεύσουν και να ενημερώσουν αγρότες και επιχειρηματίες για τη λογική της κυκλικής οικονομίας καθώς και να συνδέσουν φοιτητές και ερευνητές με την αγορά εργασίας.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα clustering στην Ελλάδα αποτελεί το cluster βιοενέργειας που λειτουργεί στην Β. Ελλάδα και φέρνει σε επαφή φορείς του δημοσίου, της έρευνας αλλά και της επιχειρηματικότητας για την ανάπτυξη λύσεων σε θέματα ενέργειας. Το clustering διέπεται από τη λογική της εγγύτητας και επομένως η ήδη υπάρχουσα γεωγραφική κατάτμηση της χώρας μπορεί να αποτελέσει ένα φυσικό όριο για την ανάπτυξη clusters (CluBe, n.d.).

### *Έλλειψη κινήτρων επιχειρηματικότητας*

Κάθε επιχείρηση αλληλοεπιδρά με το περιβάλλον της και επηρεάζεται άμεσα από αυτό. Πέρα από το εσωτερικό περιβάλλον που αφορά στην επιχειρηματική κουλτούρα της επιχείρησης και το εργατικό δυναμικό, υπάρχουν και παράγοντες όπως το οικονομικοπολιτικό και κοινωνικό πλαίσιο που καθορίζουν άμεσα τον τρόπο λειτουργίας, τη λήψη αποφάσεων, ακόμα και τη βιωσιμότητα της. Το κράτος επιδιώκει, με μια σειρά εργαλείων δημοσιονομικής και νομισματικής πολιτικής, να δημιουργήσει ένα ευνοϊκό μακροοικονομικό περιβάλλον για την υγιή ανάπτυξη της επιχειρηματικής δραστηριότητας αφού από αυτήν εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό η οικονομική και κοινωνική ανάπτυξη του.

Στην Ελλάδα, ωστόσο, η επιχειρηματική δραστηριότητα βάλλεται από προβλήματα δομικά που αφορούν σε πολιτικές και πλαίσια. Η αστάθεια στο φορολογικό σύστημα και η υπέρμετρη γραφειοκρατία προκαλούν καθυστερήσεις, δυσφορία και θέτουν περισσότερο εμπόδια παρά διευκολύνουν την ανάπτυξη. Αν και υπάρχουν εργαλεία πολιτικής για την ενίσχυση της παραγωγής, η ελληνική Πολιτεία έχει δείξει διστακτικότητα στην υιοθέτηση ριζικών αντίστοιχων μέτρων.

Μερικά τέτοια εργαλεία που χρειάζεται να υιοθετηθούν είναι τα εξής:

- Υιοθέτηση ενός ευνοϊκού θεσμικού πλαισίου όπως λόγου χάρη νομοθετικό πλαίσιο κατάλληλο και σταθερό που να ενισχύει την εμπιστοσύνη και ανάπτυξη ουσιαστικών δομών και υπηρεσιών που να διευκολύνουν τους επιχειρηματίες συρρικνώνοντας τη γραφειοκρατία.
- Η ύπαρξη ενός σταθερού τραπεζικού συστήματος, η εύκολη πρόσβαση σε δάνεια με ευνοϊκούς όρους για νέους μικρομεσαίους επιχειρηματίες (που αποτελούν και τη συντριπτική πλειοψηφία στην Ελλάδα) η κρατική επιδότηση επιτοκίων δανεισμού εμπνέουν ασφάλεια στον επιχειρηματικό κόσμο.
- Το σταθερό ευνοϊκό φορολογικό πλαίσιο, κρατικές επιδοτήσεις και κίνητρα σε νεοφυής επιχειρήσεις, μια δημόσια διοίκηση αποτελεσματική που θα συνεργάζεται άμεσα και με διαφάνεια με τους νέους επιχειρηματίες, προστασία από τον αθέμιτο ανταγωνισμό, ίσες ευκαιρίες για συμμετοχή σε κρατικούς διαγωνισμούς.
- Συντήρηση των υπαρχόντων και δημιουργία νέων υποδομών όπως οδικού δικτύου, λιμανιών, σιδηροδρόμων για τη διακίνηση εμπορευμάτων, στήριξη της έρευνας και

ανάπτυξης σε ιδιωτικό και πανεπιστημιακό επίπεδο για την ενίσχυση και διάχυση της καινοτομίας και των νέων τεχνολογιών.

- Η εκπαίδευση κάθε φορά εξειδικευμένου προσωπικού, η ενίσχυση της δια βίου μάθησης, η πρόσβαση στην πληροφόρηση μέσω επιχειρηματικών συμβούλων, σεμιναρίων, ημερίδων, η σύνδεση των εκπαιδευτικών ιδρυμάτων με τις επιχειρήσεις μπορούν να προάγουν σε μεγάλο βαθμό την παραγωγική διαδικασία (Αποθετήριο Κάλλιπος, n.d.).

Ένα δεύτερο πολύ σημαντικό πρόβλημα εντοπίζεται στη γενικότερα ξεπερασμένη επιχειρηματική κουλτούρα των Ελλήνων. Έχοντας σε βάθος χρόνων εξαρτήσει την παραγωγή από τη ζήτηση, εκλείπει από τη λογική το στοιχείο της δημιουργικής προσφοράς. Η Ελλάδα επιχειρεί να εισέλθει με προϊόντα χαμηλής προστιθέμενης αξίας όπως η ένδυση και υλικά κατασκευών σε δυτικές αγορές με μεγάλη αντίστοιχη προσφορά και ανταγωνισμό από χώρες με συγκριτικό πλεονέκτημα στα χαμηλά εργατικά. Λείπει επομένως το στοιχείο της καινοτομίας που φέρει μαζί όχι μόνο υψηλή προστιθέμενη αξία αλλά και δημιουργεί ζήτηση άρα και νέες αγορές.

Επίσης από την πλειοψηφία των ελληνικών επιχειρήσεων λείπει μια σωστά δομημένη πολιτική μάρκετινγκ. Σε μια εποχή που κυριαρχεί η εικόνα, ακόμα και να υπήρχε το πολύτιμο αυτό κομμάτι της καινοτομίας, δε θα αρκούσε αν δε συνοδευόταν από μια ξεκάθαρη στρατηγική προώθησης και επικοινωνίας με το καταναλωτικό κοινό. Η δημιουργία «ετικέτας» είναι καθοριστικής σημασίας για την επιτυχία των επιχειρήσεων αφού αποτελεί την ταυτότητά τους, αυτό που τις ξεχωρίζει ανάμεσα στον ανταγωνισμό. Η έλλειψη στρατηγικής μάρκετινγκ με τη σειρά της αφήνει τους Έλληνες επιχειρηματίες εκτός ενημέρωσης όσον αφορά στις αλλαγές και διακυμάνσεις της αγοράς και των καταναλωτικών προτύπων πράγμα που πολλές φορές θέτει την ελληνική παραγωγή εκτός αγορών.

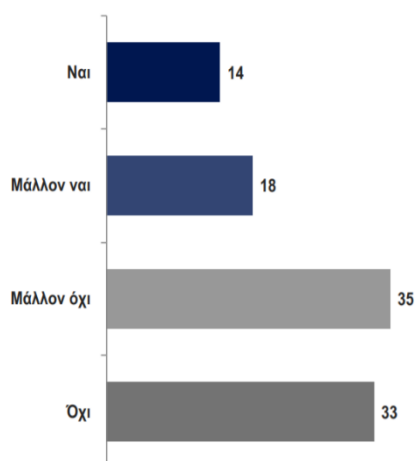
Επομένως η καλλιέργεια επιχειρηματικής κουλτούρας, η συμβουλευτική και η ενίσχυση της καινοτομίας κρίνονται απαραίτητα για την ανάπτυξη και εδραίωση νέων ανταγωνιστικών επιχειρήσεων. Η πρωτοβουλία αφήνεται κατά κύριο λόγο στους ίδιους τους επιχειρηματίες που καλούνται να επηρεάσουν οι ίδιοι μέσω της καινοτομίας τη ζήτηση στο μέτρο που τους αναλογεί, αφού το κράτος έχει αποδειχτεί δυσκίνητο στην προσαρμογή στα νέα δεδομένα. (Papandropoulos, 2017)

### ***Έλλειψη ενημέρωσης-ωριμότητας κοινού***

Εντοπίζοντας το δραστικό ρόλο που καλείται να αναλάβει η ιδιωτική πρωτοβουλία για την ανάπτυξη καινοτομιών, αλλά και της σημασίας της επικοινωνίας και ενημέρωσης του ευρύτερου καταναλωτικού κοινού διεξήχθη αντίστοιχη έρευνα σε συνεργασία με την Καπα Research. Θέμα της έρευνας υπήρξε ο έλεγχος του επιπέδου ενημέρωσης των Ελλήνων καταναλωτών τόσο όσον αφορά σε ευρύτερες έννοιες της οικολογίας όσο και συγκεκριμένα στα βιοσύνθετα υλικά. Ο κλάδος της βιοοικονομίας χαρακτηρίζεται και ελέγχεται από την καινοτομία, επομένως είναι σημαντικό να γνωρίζουμε πόσο έτοιμη είναι η αγορά να αναπτύξει αλλά και να δεχτεί βιοβασισμένα προϊόντα.

Το τελικό δείγμα διαμορφώθηκε στα 266 άτομα σε ηλικίες από 17 ετών και άνω. Ως σημείο αναφοράς σε δημογραφικά στοιχεία επιλέχθηκαν η ηλικία, το φύλο και η εκπαίδευση προκειμένου να εξαχθούν στοιχεία για το επίπεδο γνώσης των ερωτηθέντων.

Θα λέγατε ότι η υποχρεωτική σας εκπαίδευση σας προσέφερε γνώσεις σχετικές με τις έννοιες της οικολογίας και του περιβάλλοντος;

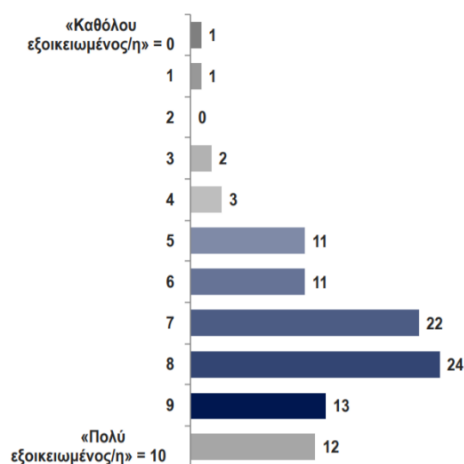


		Ναι	Μάλλον ναι	Μάλλον όχι	Όχι
Φύλο	Άνδρες	13	19	39	29
	Γυναίκες	15	16	31	38
Ηλικία	17 έως 34 ετών	4	21	28	47
	35 έως 54 ετών	12	23	35	30
	55 ετών και άνω	20	11	39	30
Επίπεδο εκπαίδευσης	A' βήθμια	14	10	41	35
	B' βήθμια	15	20	31	35
	Γ' βήθμια	12	21	37	30
Βαθμός εξοικείωσης με την οικολογία	0 έως 4	6	0	24	71
	5 έως 6	10	26	34	30
	7 έως 10	16	17	37	30

**Πίνακας 3.2.** Η σχέση της εκπαίδευσης με την εξοικείωση με την οικολογία. Πηγή: Καπαresearch 2020

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η τριτοβάθμια εκπαίδευση έπαιξε βελτιωτικό ρόλο στην αύξηση της γνώσης, αφού από το σύνολο των απαντήσεων οι ερωτηθέντες που συγκέντρωσαν την καλύτερη βαθμολογία ήταν υψηλότερης βαθμίδας εκπαίδευσης. Η πλειοψηφία δήλωσε ότι νιώθει εξοικείωση με έννοιες της οικολογίας επιλέγοντας βαθμολογίες από 7 έως 10, σε κλίμακα του 10 (Πίνακας 3.3). Ωστόσο, το 68% θεώρησε ότι η εξοικείωση με έννοιες της οικολογίας δεν προέκυψε από την υποχρεωτική τους εκπαίδευση (Πίνακας 3.2) ενώ στις ερωτήσεις που αφορούσαν σε βιοσύνητα υλικά ιδιαίτερο ενημερωτικό ρόλο έπαιξε το διαδίκτυο. Η ηλικία από την άλλη, όπως και το φύλο, δεν έδειξε να έχει κάποιο άμεσο συσχετισμό με τα αποτελέσματα.

Σε μια κλίμακα από το 0 έως το 10, όπου 0 σημαίνει «Καθόλου εξοικειωμένος/η» και 10 σημαίνει «Πολύ εξοικειωμένος/η» εσείς πόσο εξοικειωμένος/η θα λέγατε ότι είστε με τις έννοιες της οικολογίας και του περιβάλλοντος;

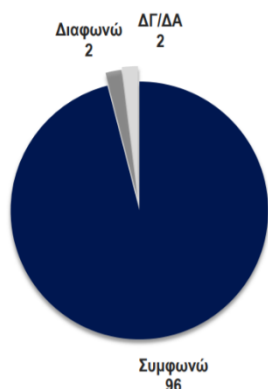


		0 = Καθόλου εξοικειωμένος/η	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 = Πολύ εξοικειωμένος/η
Φύλο	Άνδρες	0	1	1	2	2	9	13	28	23	12	12
	Γυναίκες	2	2	0	2	4	12	10	17	26	14	12
Ηλικία	17 έως 34 ετών	4	4	0	0	2	8	19	17	17	13	17
	35 έως 54 ετών	0	1	0	3	3	10	12	24	23	15	8
	55 ετών και άνω	0	0	1	1	3	13	6	23	29	11	13
Επίπεδο εκπαίδευσης	Α' βθμια	2	2	0	2	2	11	6	23	32	8	13
	Β' βθμια	1	1	1	2	6	15	15	17	23	11	8
	Γ' βθμια	0	1	0	1	0	4	10	30	19	19	15

**Πίνακας 3.3.** Βαθμός εξοικείωσης με την οικολογία ανά φύλο, ηλικιακή ομάδα και επίπεδο εκπαίδευσης. Πηγή: Καπαresearch 2020

Το 96% των ερωτηθέντων έδειξαν θετική διάθεση απέναντι στην επαναχρησιμοποίηση απορριπτόμενων βιολογικών πόρων για νέες εφαρμογές (Πίνακας 3.4). Μπορεί να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι παρόλη τη γενική θετική διάθεση απέναντι στη χρήση βιολογικών πόρων για υλικά και μια σχετική ευαισθητοποίηση σε θέματα ανακύκλωσης, πρακτικά το επίπεδο ενημέρωσης χρειάζεται βελτίωση αφού το κοινό δεν έχει ευρεία αντίληψη των επιλογών και των συνεπειών που φέρουν οι βιοβασισμένες επιλογές.

Συμφωνείτε ή διαφωνείτε με την άποψη ότι τα υπολείμματα γεωργικής παραγωγής πρέπει να αξιοποιούνται;



		Συμφωνώ	Διαφωνώ
Φύλο	Άνδρες	97	2
	Γυναίκες	94	3
Ηλικία	17 έως 34 ετών	95	2
	35 έως 54 ετών	98	0
	55 ετών και άνω	94	5
Επίπεδο εκπαίδευσης	Α' βθμία	89	9
	Β' βθμία	98	1
	Γ' βθμία	97	0
Βαθμός εξοικείωσης με την οικολογία	0 έως 4	88	6
	5 έως 6	95	5
	7 έως 10	97	1

**Πίνακας 3.4.** Το 96% των ερωτηθέντων είναι θετικά διακείμενο στην αξιοποίηση γεωργικών υπολειμμάτων  
*Πηγή: Καπαresearch 2020*

Για παράδειγμα, οι ερωτηθέντες μπόρεσαν να εντοπίσουν μερικά μόνο από τα βιοβασισμένα προϊόντα καθημερινής χρήσης ενώ δεν έδειξαν να αντιλαμβάνονται ότι στην πραγματικότητα τα χρησιμοποιούν σε καθημερινή βάση. Επίσης η έννοια «βιολογικός πόρος» φαίνεται σε μεγάλο βαθμό συγκεχυμένος αφού το 74% τον συνέδεσε με τη «βιολογική καλλιέργεια» για την οποία έχει γίνει περισσότερος λόγος σε ΜΜΜ. Ακόμη οι καταναλωτές φαίνεται να μην γνωρίζουν με σαφήνεια τι σημαίνει ο όρος «βιοβασισμένο προϊόν» αφού και πάλι οι επιλογές των περισσότερων συσχετίστηκαν με τη «βιολογική καλλιέργεια» (Πίνακας 3.5).

Ποια από τα παρακάτω είναι προϊόντα βιολογικής προέλευσης;

Δυνατότητα πολλαπλών επιλογών



		Ντομάτα βιολογικής καλλιέργειας	Χάρτινη σακούλα	Μέλι	Βαμβακερό μπλουζάκι	Δερμάτινα παπούτσια
Φύλο	Άνδρες	68	72	53	35	19
	Γυναίκες	80	61	65	35	16
Ηλικία	17 έως 34 ετών	78	66	63	46	17
	35 έως 54 ετών	86	68	64	36	18
	55 ετών και άνω	59	65	52	28	19
Επίπεδο εκπαίδευσης	Α' βόθμια	64	62	53	31	20
	Β' βόθμια	72	69	52	32	13
	Γ' βόθμια	83	65	71	42	23
Βαθμός εφικτικότητας με την οικολογία	0 έως 4	69	63	56	25	6
	5 έως 6	68	68	51	27	17
	7 έως 10	76	66	61	39	19

**Πίνακας 3.5.** Οι απαντήσεις σχετικά με το ποιά προϊόντα θεωρούν οι καταναλωτές ότι είναι βιολογικής προέλευσης. Πηγή: Καπαresearch 2020

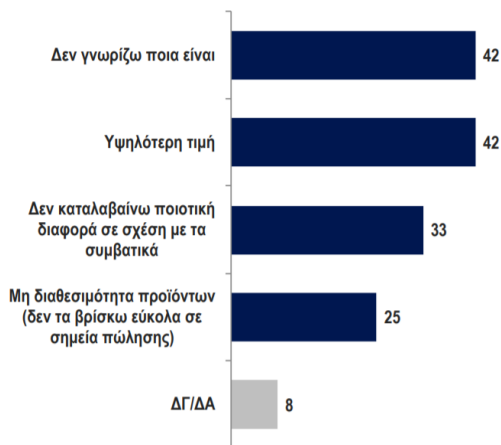
Επίσης η έρευνα έδειξε ότι το μορφωτικό επίπεδο συνδέεται με την αντίληψη για τα βιοβασισμένα προϊόντα αφού ερωτηθέντες με χαμηλότερη βαθμίδα εκπαίδευσης δήλωσαν ότι δεν μπορούν να ξεχωρίσουν ποια είναι τα εν λόγω προϊόντα ή να δουν κάποια ποιοτική διαφορά σε σύγκριση με τα συμβατικά (Πίνακας 3.6).



### Για ποιον λόγο δεν καταναλώνετε προϊόντα βιολογικής προέλευσης;

Δυνατότητα πολλαπλών επιλογών

Βάση: Όσοι δεν καταναλώνουν προϊόντα βιολογικής προέλευσης

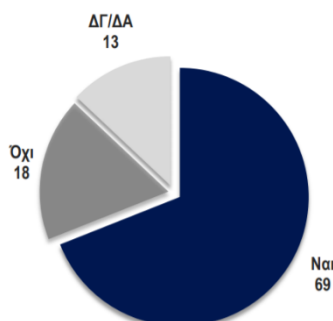


		Δεν γνωρίζω ποια είναι	Υψηλότερη τιμή	Δεν καταλαβαίνω ποιοτική διαφορά σε σχέση με τα συμβατικά	Μη διαθεσιμότητα προϊόντων
Φύλο	Ανδρες	57	43	29	29
	Γυναίκες	20	40	40	20
Ηλικία	17 έως 34 ετών	25	50	0	0
	35 έως 54 ετών	50	50	50	50
	55 ετών και άνω	50	25	50	25
Επίπεδο εκπαίδευσης	Α' βήθμα	25	50	25	0
	Β' βήθμα	57	29	43	43
	Γ' βήθμα	0	100	0	0
Βαθμός εξοικείωσης με την οικολογία	0 έως 4	33	33	0	0
	5 έως 6	75	25	75	50
	7 έως 10	20	60	20	20

**Πίνακας 3.6.** Η σχέση της εκπαίδευσης με την αντίληψη για τα προϊόντα βιολογικής προέλευσης και η σημασία της τιμής. Πηγή: Kaparesearch 2020

Επίσης ένας παράγοντας που φάνηκε να αποτρέπει τους καταναλωτές από την αγορά βιολογικών προϊόντων είναι η υψηλότερη τιμή. Το 82% των ερωτηθέντων φάνηκαν διατεθειμένοι να πληρώσουν ένα ενδεικτικό παραπανίσιο αντίτιμο της τάξης των 0,05 λεπτών του ευρώ για την αγορά ενός προϊόντος που να προέρχεται από βιολογικούς πόρους. Αυτό μπορεί να σημαίνει αρχικά ότι το αντίτιμο αυτό είναι εντός της αγοραστικής τους δύναμης και δεύτερον ότι υπάρχει διάθεση προτίμησης βιοβασισμένων προϊόντων λόγω περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης. Ωστόσο η υψηλότερη τιμή απασχόλησε αρνητικά την πλειοψηφία που σημαίνει ότι σε κάθε περίπτωση χρειάζεται να βρεθούν τρόποι συμπίεσης του κόστους παραγωγής προκειμένου να υπάρξει ανταπόκριση από την αγορά.

Θα θέλατε να χρησιμοποιηθούν φυτικές ύλες που προορίζονται για την παρασκευή τροφίμων για την παραγωγή βιοκαυσίμου;



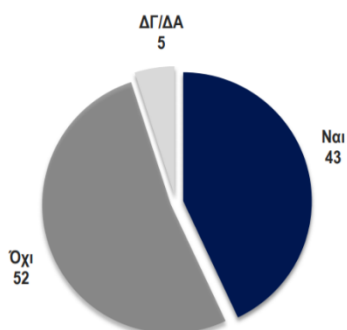
		Ναι	Όχι
Φύλο	Ανδρες	73	18
	Γυναίκες	65	18
Ηλικία	17 έως 34 ετών	76	7
	35 έως 54 ετών	67	27
	55 ετών και άνω	68	15
Επίπεδο εκπαίδευσης	Α' βόθμια	61	20
	Β' βόθμια	76	9
	Γ' βόθμια	65	27
Βαθμός εξοικείωσης με την οικολογία	0 έως 4	64	14
	5 έως 6	65	13
	7 έως 10	71	20

**Πίνακας 3.7.** Δημόσια γνώμη για τον ανταγωνισμό πόρων μεταξύ τροφίμων και βιοκαυσίμου. Πηγή: Kaparesearch

Το εντυπωσιακό όμως είναι ότι ένα 69% που συνδέθηκε με υψηλό μορφωτικό επίπεδο τάχθηκε υπέρ της αξιοποίησης βρώσιμων πόρων για βιομηχανικές εφαρμογές πράγμα που με βάση τις αρχές της βιοοικονομίας αλλά και τις κατευθύνσεις της νομοθεσίας κρίνεται απαγορευτικό (Πίνακας 3.7). Αυτό δείχνει την υπάρχουσα έλλειψη αντίληψης ως προς την ανταγωνιστική σχέση των πόρων και τις συνέπειες αυτής της σχέσης. Αν αξιοποιηθούν βρώσιμοι πόροι για την ανάπτυξη βιομηχανικών προϊόντων αυτό συνεπάγεται την απόκλιση τους ως τρόφιμο.

Όσον αφορά στα βιοσύνθετα υλικά, το 52% δεν είχε ξανασυναντήσει τον όρο ενώ το 49% εκείνων που γνώριζαν για τα υλικά που εξετάζουμε δήλωσαν ότι η γνώση τους προήλθε από προσωπική διαδικτυακή έρευνα (Πίνακας 3.8). Από το σύνολο των ερωτηθέντων, το 68% δεν γνώριζε ότι ένα όχημα μπορεί να περιέχει φυτικές ίνες ως μονωτικό υλικό ούτε ότι λόγω αυτών μπορεί να εξοικονομεί καύσιμα.

### Έχετε ακούσει τον όρο βιοσύνθετα υλικά;



		Ναι	Όχι
Φύλο	Άνδρες	49	47
	Γυναίκες	36	57
Ηλικία	17 έως 34 ετών	51	49
	35 έως 54 ετών	42	54
	55 ετών και άνω	39	51
Επίπεδο εκπαίδευσης	Α' βθμια	44	47
	Β' βθμια	38	57
	Γ' βθμια	48	49
Βαθμός εξοικείωσης με την οικολογία	0 έως 4	23	69
	5 έως 6	36	51
	7 έως 10	47	50

**Πίνακας 3.8.** Επίπεδο εξοικείωσης καταναλωτών με τον όρο «βιοσύνθετα υλικά». Πηγή: Kaparesearch 2020

Συμπεραίνουμε ότι παρότι έχει σημειωθεί πρόοδος όσον αφορά στην ευαισθητοποίηση των καταναλωτών, η ενημέρωση και εκπαίδευση σε θέματα οικολογίας, και βιοοικονομίας κατ'επέκταση, κρίνεται απαραίτητη. Κάτι τέτοιο θα βοηθήσει όχι μόνο τους καταναλωτές να στραφούν συνειδητά σε πιο βιώσιμες επιλογές αλλά και τους άμεσα εμπλεκόμενους στην παραγωγική διαδικασία να γνωρίσουν τις εναλλακτικές πηγές εισοδήματος που προσφέρει ο τομέας στον οποίο δραστηριοποιούνται.

### 3.7 Ανακεφαλαίωση

Στο κεφάλαιο αυτό είδαμε αρχικά κατά σειρά βιωσιμότητας πόρους που προσφέρονται για αξιοποίηση σε βιοσύνθετα τόσο ως προς τις ίνες τους, όσο και ως προς τις ρητίνες. Με τη σειρά αυτοί ήταν παραπροϊόντα φυτικής και μη παραγωγής, πόροι που δεν προέρχονται από παραγωγικές δραστηριότητες, όπως μικροβιακή βιομάζα και βιομηχανικές καλλιέργειες. Στη συνέχεια παρουσιάστηκαν προβλήματα του ελληνικού χώρου όπως ο κατακερματισμός της παραγωγής, η μικρή γεωργική έκταση ανά παραγωγό, η γραφειοκρατία και η έλλειψη επιχειρηματικών κινήτρων και κουλτούρας αλλά και το ελλιπές επίπεδο γνώσεων του κοινού που δεν γνωρίζει τις ευκαιρίες που ανακύπτουν στον κλάδο.

### 3.8 Συμπεράσματα

Η εργασία αυτή είχε ως βασικό στόχο να εξαχθούν συμπεράσματα για το αν θα άξιζε η ελληνική βιομηχανία να επενδύσει στον κλάδο των βιοσύνθετων υλικών. Μπορούμε να καταλήξουμε στις εξής παραδοχές:

- 1) Ο τομέας των βιοσύνθετων υλικών είναι ταχεία αναπτυσσόμενος και προσελκύει το ερευνητικό και βιομηχανικό ενδιαφέρον. Υπάρχει, επομένως, χώρος στην αγορά για νέους παίκτες όπως η Ελλάδα. Όσο δε, εμπλουτίζεται η βιβλιογραφία και η πρακτική τόσο η χώρα μας μπορεί να υιοθετήσει καινοτομίες στην κατεύθυνση αυτή.
- 2) Η Ελλάδα βασίζεται οικονομικά σε μεγάλο βαθμό στον αγροτικό τομέα. Το χαρακτηριστικό αυτό, σε συνδυασμό με το ευνοϊκό κλίμα που εξασφαλίζει βιοποικιλότητά, σημαίνει ότι υπάρχουν βιολογικοί πόροι που θα μπορούσαν να διατεθούν σε εφαρμογές βιοσύνθετων.
- 3) Υπάρχει θετική προδιάθεση του κοινού στην αξιοποίηση γεωργικών παραπροϊόντων όπως και μια σχετική περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση. Χρειάζεται ακόμα πολλή προσπάθεια για να αποκτήσει το ευρύ κοινό σαφή εικόνα των οφελειών και ευκαιριών που προσφέρει η βιοοικονομία. Η ευαισθητοποίηση όμως είναι ένα σημαντικό βήμα στη σ' αυτή την κατεύθυνση.
- 4) Υπάρχουν επιτυχημένα επιχειρηματικά εγχειρήματα στην Ελλάδα στον τομέα των βιοσύνθετων που μπορούν να εμπνεύσουν νέους επιχειρηματίες.

Παρότι όμως υπάρχουν κάποιες βασικές προϋποθέσεις για τη στροφή σε βιοβασισμένες επιλογές εκλείπουν παράγοντες που θα διευκόλυναν την σχετική επιχειρηματική δραστηριότητα. Από την πλευρά της πολιτείας χρειάζεται:

- 1) Στήριξη των νεοφυών επιχειρήσεων με ευνοϊκές νομοθετικές ρυθμίσεις
- 2) Πρόσβαση σε συμβουλευτική στήριξη και δια βίου περιβαλλοντική και επιχειρηματική εκπαίδευση
- 3) Καταγραφές του βιαθέσιμου δυναμικού βιομάζας προς αξιοποίηση
- 4) Συντήρηση των υπάρχοντων και δημιουργία νέων υποδομών
- 5) Στήριξη της έρευνας και ανάπτυξης για την ανάδειξη καινοτομιών και προϊόντων υψηλής προστιθέμενης αξίας

Καθώς βέβαια αντιλαμβανόμαστε ότι πέρα από τα κρατικά μέτρα απαιτείται έντονη ανάληψη ιδιωτικής πρωτοβουλίας, τέσσερις βασικές προτροπές προς επίδοξους επιχειρηματίες θα ήταν οι εξής:

- 1) Οι επιδίωξη συνεργασιών είναι απαραίτητη και μπορεί να καθορίσει την επιτυχία ή αποτυχία ενός επιχειρηματικού εγχειρήματος.
- 2) Μια οργανωμένη στρατηγική μάρκετινγκ μπορεί να παρέχει σε βάθος πληροφορίες για την αγορά, να προσεγγίσει αποτελεσματικά τον πελάτη στόχο, να δώσει ταυτότητα στην επιχείρηση και να αξιοποιήσει το ανταγωνιστικό της πλεονέκτημα στο μέγιστο.

- 3) Η επιτυχία καθορίζεται πλέον από την ικανότητα μιας επιχείρησης να γεννά καινοτομία και να δημιουργεί νέες αγορές μέσω αυτής. Η ζήτηση σε σχεδόν κορεσμένους κλάδους οικονομίας δεν αποτελεί βιώσιμη επιλογή.
- 4) Η αξιοποίηση γεωργικών υπολειμμάτων και η εισαγωγή κυκλικών διαδικασιών παραγωγής μπορούν να εξοικονομήσουν πόρους και να δημιουργήσουν πρόσθετες χρηματικές ροές κάνοντας μια επιχείρηση βιώσιμη.

Από τα παραπάνω κάποιος θα μπορούσε να υποθέσει ότι αυτά που χρειάζονται να γίνουν για να μπορέσει η ελληνική πλευρά να αξιοποιήσει στο μέγιστο τις δυνατότητές της είναι πολύ περισσότερα από τα πλεονεκτήματα που ήδη διαθέτει. Εδώ έρχονται όμως επιτυχημένα ελληνικά παραδείγματα (π.χ. *Phee*) να διαψεύσουν την υπόθεση αυτή. Ο εντοπισμός των αδυναμιών δεν πρέπει σε καμία περίπτωση να λειτουργεί αποτρεπτικά, αλλά μονάχα διερευνητικά για να γνωρίζει μια επιχείρηση τους περιορισμούς του περιβάλλοντός της και να βρίσκει νέους τρόπους να τους παρακάμπτει.

Καταληκτικά, θα άξιζε περαιτέρω διερεύνηση η πιθανότητα αξιοποίησης γεωργικών υπολειμμάτων σε βιοσύνθετα, καθότι φαίνεται ένας κλάδος με ταχεία ανάπτυξη στον οποίο η Ελλάδα μπορεί να συμβάλει μέσω των βιολογικών πόρων της.

**Παράρτημα**  
**ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΩΝ**  
**ΓΙΑ ΒΙΟΒΑΣΙΣΜΕΝΑ/ΒΙΟΣΥΝΘΕΤΑ ΥΛΙΚΑ**

**Q1. Φύλο**

1. Άνδρας
2. Γυναίκα
3. Δεν απαντώ (ΔΑ)

**Q2. Ποια είναι η ηλικία σας;**

1. 17-24
2. 25-34
3. 35-44
4. 45-54
5. 55-64
6. 65 και άνω
7. ΔΑ

**Q3. Ποιος είναι ο υψηλότερος τίτλος σπουδών που έχετε λάβει;**

1. Κανένας τίτλος
2. Απολυτήριο Δημοτικού
3. Απολυτήριο Γυμνασίου
4. Απολυτήριο Λυκείου
5. Πτυχίο Τεχνικής-Επαγγελματικής Σχολής
6. Πτυχίο Πανεπιστημίου / Κολλεγίου
7. Μεταπτυχιακό / Διδακτορικό
8. ΔΑ

**Q4. Σε μια κλίμακα από το 0 έως το 10, όπου 0 σημαίνει «Καθόλου εξοικειωμένος/η» και 10 σημαίνει «Πολύ εξοικειωμένος/η» εσείς πόσο εξοικειωμένος/η θα λέγατε ότι είστε με τις έννοιες της οικολογίας και του περιβάλλοντος;**

«Καθόλου εξοικειωμένος/η»= 0 ... 1 ... 2 ... 3 ... 4 ... 5 ... 6 ... 7 ... 8 ... 9 ... 10=«Πολύ εξοικειωμένος/η»

**Q5. Θα λέγατε ότι η υποχρεωτική σας εκπαίδευση σας προσέφερε γνώσεις σχετικές με τις έννοιες της οικολογίας και του περιβάλλοντος;**



1. Ναι
2. Μάλλον ναι
3. Μάλλον όχι

4. Όχι
5. Δεν γνωρίζω (ΔΓ) / ΔΑ

**Q6. Τι γνώμη έχετε για τις πλαστικές συσκευασίες;**

1. Θετική
2. Μάλλον θετική
3. Μάλλον αρνητική
4. Αρνητική
5. ΔΓ/ΔΑ

**Q7. Ποιό από τα παρακάτω είναι το σύμβολο της ανακύκλωσης;**

1. 
2. 
3. ΔΓ/ΔΑ

**Q8. Τα κοινά πλαστικά είναι παράγωγα του πετρελαίου;**

1. Ναι
2. Όχι
3. ΔΓ/ΔΑ

**Q9. Τα ψάρια περιέχουν στο κρέας τους μικροπλαστικά;**

1. Ναι
2. Όχι
3. ΔΓ/ΔΑ

**Q10. Γνωρίζετε ότι τα υλικά βιολογικής προέλευσης ή προϊόντα βιολ. προέλευσης (βιοβασισμένα προϊόντα) είναι εκείνα που προέρχονται από οποιαδήποτε οργανική ύλη που είναι διαθέσιμη σε ανανεώσιμη βάση, όπως φυτά, ξύλο, οργανικά απορρίματα, γεωργικά υπολείμματα;**

1. Ναι
2. Όχι
3. ΔΑ/ΔΓ

**Q11. Μπορούμε να αντικαταστήσουμε πλαστικά που παράγονται από πετρέλαιο με πλαστικά που παράγονται από υλικά βιολ. προέλευσης; (π.χ. οργανικά απορρίματα, γεωργικά υπολείμματα)**

1. Ναι
2. Όχι

3. ΔΑ/ΔΓ

**ΣΕ ΟΣΟΥΣ ΓΝΩΡΙΖΟΥΝ (Q10=1)**

**Q12. Με τι εναλλακτικά υλικά μπορούμε να παράξουμε πλαστικό; (δυνατότητα πολλαπλής επιλογής)**

1. Απορρίματα
2. Από φλούδες πατάτας
3. Από κέλυφος γαρίδας
4. Όλα τα παραπάνω
5. Κανένα από τα παραπάνω

**Q13. Ποιά από τα παρακάτω είναι προϊόντα βιολογικής προέλευσης; (Δυνατότητα πολλαπλής επιλογής)**

1. Χάρτινη σακούλα
2. Μέλι
3. Ντομάτα βιολογικής καλλιέργειας
4. Δερμάτινα παπούτσια
5. Βαμβακερό μπλουζάκι

**Q14. Συμφωνείτε ή διαφωνείτε με την άποψη ότι τα υπολείμματα γεωργικής παραγωγής πρέπει να αξιοποιούνται;**

1. Συμφωνώ
2. Διαφωνώ
3. ΔΓ/ΔΑ

**ΣΕ ΟΣΟΥΣ ΣΥΝΦΩΝΟΥΝ (Q14=1)**

**Q15. Πιο συγκεκριμένα, σε τι εφαρμογές πιστεύετε ότι είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν υπολείμματα γεωργικής παραγωγής; (Δυνατότητα πολλαπλών επιλογών)**

1. Προϊόντα μιας χρήσης
2. Παραγωγή ενέργειας
3. Δημιουργία νέων υλικών
4. Καλλυντικά
5. Λιπάσματα
6. Πρώτες ύλες
7. Ζωοτροφή/Τροφή
8. Άλλο
9. ΔΓ/ΔΑ

**Q16. Γνωρίζετε ότι το λάδι από το τηγάνι μπορεί να μετατραπεί σε βιοκαύσιμο;**



1. Ναι
2. Όχι
3. ΔΓ/ΔΑ

**Q17. Θα θέλατε να χρησιμοποιηθούν φυτικές ύλες που προορίζονται για την παρασκευή τροφίμων για την παραγωγή βιοκαυσίμου;**

1. Ναι
2. Όχι
3. ΔΓ/ΔΑ

**Q18. Χρησιμοποιείτε προϊόντα βιολογικής προέλευσης; Αν ναι, πόσο συχνά;**

1. Ναι, σε καθημερινή βάση
2. Ναι, τουλάχιστον μια φορά την εβδομάδα
3. Ναι, περίπου μια φορά τον μήνα
4. Ναι, αλλά πιο σπάνια
5. Όχι
6. ΔΓ/ΔΑ

**ΣΕ ΟΣΟΥΣ ΔΕΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΝΟΥΝ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ (Q18=5)**

**Q19. Για ποιά λόγο δεν καταναλώνετε προϊόντα βιολογικής προέλευσης; (Δυνατότητα πολλαπλών επιλογών)**

1. Δεν γνωρίζω ποιά είναι
2. Υψηλότερη τιμή
3. Μη διαθεσιμότητα προϊόντων (δεν τα βρίσκω εύκολα σε σημεία πώλησης)
4. Δυσκολία στη χρήση
5. Δεν καταλαβαίνω ποιοτική διαφορά σε σχέση με τα συμβατικά
6. Μειωμένη αντοχή/ανθεκτικότητα
7. Κακή αισθητική
8. Συσκευασία
9. Άλλο
10. ΔΑ

**Q20. Θα πληρώνετε πέντε λεπτά παραπάνω για να αγοράσετε ένα προϊόν με μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε βιολογικά υλικά;**

1. Ναι
2. Όχι
3. ΔΑ

**ΣΕ ΟΛΟΥΣ**

**Q21. Τι χαρακτηριστικά θεωρείτε ότι διαθέτουν τα προϊόντα βιολογικής προέλευσης; (Δυνατότητα πολλαπλών επιλογών)**

1. Βελτιωμένη σύνθεση
2. Μεγαλύτερη ανθεκτικότητα
3. Καλύτερη τιμή
4. Ιδιαίτερη αισθητική
5. Είναι ανακυκλώσιμα
6. Είναι ανανεώσιμα
7. Άλλο
8. ΔΓ/ΔΑ

**Q22. Για ποιους λόγους θα αγοράζατε προϊόντα βιολογικής προέλευσης; (Δυνατότητα πολλαπλών επιλογών)**

1. Καλύτερη τιμή
2. Η ποιότητα (να μπει δευτερο)
3. Σχέση ποιότητας-τιμής
4. Η κλιματική αλλαγή / προστασία περιβαλλοντος
5. Ευχρηστία
6. Αισθητική
7. Εύκολη διαθεσιμότητα
8. Ενημέρωση σχετικά με το προϊόν
9. Άλλον
10. ΔΓ/ΔΑ

**Q23. Έχετε ακούσει τον όρο βιοσύνθετα υλικά;**

1. Ναι
2. Όχι
3. ΔΓ/ΔΑ

**ΣΕ ΟΣΟΥΣ ΕΧΟΥΝ ΑΚΟΥΣΕΙ ΤΟΝ ΟΡΟ ΒΙΟΣΥΝΘΕΤΑ ΥΛΙΚΑ (Q23=1)**

**Q24. Εάν έχετε ακούσει για τα βιοσύνθετα υλικά, από ποιά πηγή ενημερωθήκατε; (Δυνατότητα πολλαπλών επιλογών)**

1. Εκπαιδευτικό ίδρυμα
2. Φιλικό περιβάλλον
3. Διαδίκτυο (προσωπική έρευνα)
4. Οικογενειακό περιβάλλον
5. Οικολογική δράση
6. Ετικέτα προϊόντος
7. Διαφήμιση

**Q25. Ποιά από τα παρακάτω μπορούν να φτιαχτούν από βιοσύνθετα υλικά;**

1. Ηχομονωτικά πάνελ
2. Έπιπλα από ίνες και πλαστικό
3. Συσκευασίες προϊόντων
4. Παιδικά παιχνίδια
5. Πατώματα
6. Όλα τα παραπάνω
7. Κανένα από τα παραπάνω

## **ΣΕ ΟΛΟΥΣ**

**Q26. Γνωρίζετε ότι το νέο σας αυτοκίνητο μπορεί να περιέχει φυτικές ίνες ως μονωτικό υλικό;**

1. Ναι
2. Όχι
3. ΔΓ/ΔΑ

**Q27. Γνωρίζετε ότι ένα όχημα που περιέχει φυτικές ίνες είναι ελαφρύτερο και εξοικονομεί καύσιμα;**

1. Ναι
2. Όχι
3. ΔΓ/ΔΑ

**Q28. Πώς πιστεύετε ότι βοηθά το περιβάλλον ένα όχημα που περιέχει εξαρτήματα βιολογικής προέλευσης; (πχ φυτικές ίνες)**

1. Είναι ανακυκλώσιμο
2. Είναι βιοαποικοδομήσιμο
3. Εξοικονομεί καύσιμα
4. Περιέχει λιγότερο πλαστικό
5. Εκπέμπει λιγότερους ρύπους
6. Όλα τα παραπάνω
7. Κανένα από τα παραπάνω

# Βιβλιογραφία

## Ξένη Βιβλιογραφία

- Bharath K. N. & Basavarajappa S. (2016). Applications of biocomposite materials based on natural fibers from renewable resources: A review. *Science and Engineering of Composite Materials*, 23(2). doi:10.1515/secm-2014-0088
- Buggy, M. (2006). Natural fibers, biopolymers, and biocomposites. Edited by Amar K Mohanty, Manjusri Misra and Lawrence T Drzal. *Polymer International*, 55(12), 18-22. <https://doi.org/10.1002/pi.2084>
- Dai, J., Teng, N., Peng, Y., Liu, Y., Cao, L., Zhu, J., & Liu, X. (2018). Biobased Benzoxazine Derived from Daidzein and Furfurylamine: Microwave-Assisted Synthesis and Thermal Properties Investigation. *Chemsuschem*, 11(18), 3175-3183. <https://doi.org/10.1002/cssc.201801404>
- Deng, Y. (2014). *LIFE CYCLE ASSESSMENT OF BIOBASED FIBRE-REINFORCED POLYMER COMPOSITES* [Ebook] (p. 31). Retrieved 25 February 2020, from.
- Dhanalakshmi, S., Ramadevi, P., & Basavaraju, B. (2015). Areca Fiber Reinforced Epoxy Composites: Effect of Chemical Treatments on Impact Strength. *Oriental Journal Of Chemistry*, 31(2), 763-769. <https://doi.org/10.13005/ojc/310218>
- Drahl, C. (2019). How seafood shells could help solve the plastic waste problem. *Science News*. Retrieved 22 February 2020, from <https://www.sciencenews.org/article/seafood-shells-chitin-plastic-food-waste>.
- Dynetek Industries Ltd. (2002). Homogenizing process for fiber-wrapped structural composites. United States. Retrieved 22 February 2020, from. <https://patents.google.com/patent/US6425172B1/en>
- Effendi, A., Gerhauser, H., & Bridgwater, A. (2008). Production of renewable phenolic resins by thermochemical conversion of biomass: A review. *Renewable And Sustainable Energy Reviews*, 12(8), 2092-2116. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2007.04.008>
- Effendi, A., Gerhauser, H., & Bridgwater, A. (2008). Production of renewable phenolic resins by thermochemical conversion of biomass: A review. *Renewable And Sustainable Energy Reviews*, 12(8), 2092-2116. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2007.04.008>
- EUR-Lex - 160028 - EN - EUR-Lex. Eur-lex.europa.eu. (2001). Retrieved 21 February 2020, from <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/ALL/?uri=URISERV:160028>.
- Fatoni, R. (2012). *Product Design of Wheat Straw Polypropylene Composite* [Ebook]. Retrieved 19 February 2020, from [https://www.researchgate.net/publication/266348023\\_Product\\_Design\\_of\\_Wheat\\_Str](https://www.researchgate.net/publication/266348023_Product_Design_of_Wheat_Str)

- Fowler P. A., Hughes J. M. & Elias R. M. (2006). Biocomposites: Technology, environmental credentials and market forces. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86 (12), 1781-1789. doi:10.1002/jsfa.2558
- Gharbi, A., Hassen, R., & Boufi, S. (2014). Composite materials from unsaturated polyester resin and olive nuts residue: The effect of silane treatment. *Industrial Crops And Products*, 62, 491-498. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.09.012>
- Gittleson, K. (2012). Can a company live forever?. *BBC News*. Retrieved 20 February 2020, from <https://www.bbc.com/news/business-16611040>.
- Gu, J., & Catchmark, J. (2013). Polylactic acid composites incorporating casein functionalized cellulose nanowhiskers. *Journal Of Biological Engineering*, 7(1), 31. <https://doi.org/10.1186/1754-1611-7-31>
- Gutierrez, R. (2020). *PLA Plastic/Material: All You Need to Know in 2020 | All3DP*. All3DP. Retrieved 25 February 2020, from <https://all3dp.com/1/pla-plastic-material-polylactic-acid/>.
- Han, Y., Tang, D., Wang, G., Sun, Y., Guo, Y., & Zhou, H. et al. (2019). Phthalonitrile Resins Derived from Vanillin: Synthesis, Curing Behavior, and Thermal Properties. *Chinese Journal Of Polymer Science*, 38(1), 72-83. <https://doi.org/10.1007/s10118-019-2311-3>
- Hosney, H., Nadiem, B., Ashour, I., Mustafa, I., & El-Shibiny, A. (2018). Epoxidized vegetable oil and bio-based materials as PVC plasticizer. *Journal Of Applied Polymer Science*, 135(20), 46270. <https://doi.org/10.1002/app.46270>
- Ismail, M., Yassen, A., & Afify, M. (2011). Mechanical properties of rice straw fiber-reinforced polymer composites. *Fibers And Polymers*, 12(5), 648-656. <https://doi.org/10.1007/s12221-011-0648-5>  
<file:///C:/Users/Anastasia/Downloads/MechanicalPropertiesofRiceStrawFiber-ReinforcedPolymerComposites.pdf>
- Jaillet, F., Nouailhas, H., Boutevin, B., & Caillol, S. (2016). Synthesis of novel vinyl ester from biobased phloroglucinol. *Green Materials*, 4(2), 63-71. <https://doi.org/10.1680/jgrma.16.00005>
- Jiang, Y., Simonsen, J., & Zhao, Y. (2010). Compression-molded biocomposite boards from red and white wine grape pomaces. *Journal Of Applied Polymer Science*, 119(5), 2834-2846. <https://doi.org/10.1002/app.32961>
- Johnson T. (2020, February 11). Thermoplastic vs. Thermoset Resins. Retrieved from <https://www.thoughtco.com/thermoplastic-vs-thermoset-resins-820405>
- Lagerwall, J., Schütz, C., Salajkova, M., Noh, J., Hyun Park, J., Scalia, G., & Bergström, L. (2014). Cellulose nanocrystal-based materials: from liquid crystal self-assembly and glass formation to multifunctional thin films. *NPG Asia Materials*, 6(1), e80-e80. <https://doi.org/10.1038/am.2013.69>
- Lee, G. (1920). Abaca (Manila hemp): The Fiber Monopoly of the Philippine Islands. *The Scientific Monthly*, 11(2), 159-170. Retrieved February 19, 2020, from

www.jstor.org/stable/6637https://www.jstor.org/stable/6637?seq=12#metadata\_info\_tab\_contents

- Lubguban, A., Ruda, R., Aquiatan, R., Paclijan, S., Magadan, K., & Balangao, J. et al. (2017). Soy-Based Polyols and Polyurethanes. *KIMIKA*, 28(1), 1-19. <https://doi.org/10.26534/kimika.v28i1.1-19>
- M, E., & R, E. (2016). Analysis of the Wheat Straw/Flax Fiber Reinforced Polymer Hybrid Composites. *Journal Of Applied Mechanical Engineering*, 05(06). <https://doi.org/10.4172/2168-9873.1000240>
- Mendes, C., Adnet, F., Leite, M., & Furtado, C. (2014). *CHEMICAL, PHYSICAL, MECHANICAL, THERMAL AND MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION OF CORN HUSK RESIDUE* [Ebook]. Retrieved 10 June 2019, from [http://www.cellulosechemtechnol.ro/pdf/CCT9-10\(2015\)/p.727-735.pdf](http://www.cellulosechemtechnol.ro/pdf/CCT9-10(2015)/p.727-735.pdf).
- Mendes, J., Xavier, A., Evtuguin, D., & Lopes, L. (2013). Integrated utilization of grape skins from white grape pomaces. *Industrial Crops And Products*, 49, 286-291. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.05.003>
- Miao, J., Yuan, L., Liang, G., & Gu, A. (2019). Biobased bismaleimide resins with high renewable carbon content, heat resistance and flame retardancy via a multi-functional phosphate from clove oil. *Materials Chemistry Frontiers*, 3(1), 78-85. <https://doi.org/10.1039/c8qm00443a>
- Nagalakshmaiah, M., Afrin, S., Malladi, R., Elkoun, S., Robert, M., & Ansari, M. et al. (2019). Biocomposites. *Green Composites For Automotive Applications*, 197-215. <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-102177-4.00009-4>
- Nakajima, H., Dijkstra, P., & Loos, K. (2017). The Recent Developments in Biobased Polymers toward General and Engineering Applications: Polymers that are Upgraded from Biodegradable Polymers, Analogous to Petroleum-Derived Polymers, and Newly Developed. *Polymers*, 9(12), 522. <https://doi.org/10.3390/polym9100523>
- Park, S., & Seo, M. (2011). Element and Processing. *Interface Science And Composites*, 431-499. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-375049-5.00006-2>
- Pegoretti, A., & Traina, M. (2018). Liquid crystalline organic fibers and their mechanical behavior. *Handbook Of Properties Of Textile And Technical Fibres*, 621-697. <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-101272-7.00017-1>
- Qi, Y., Weng, Z., Wang, J., Zhang, S., Zong, L., Liu, C., & Jian, X. (2018). A novel bio-based phthalonitrile resin derived from catechin: synthesis and comparison of curing behavior with petroleum-based counterpart. *Polymer International*, 67(3), 322-329. <https://doi.org/10.1002/pi.5507>
- Ramamoorthy, S., Skrifvars, M. and Persson, A. (2015). A Review of Natural Fibers Used in Biocomposites: Plant, Animal and Regenerated Cellulose Fibers. *Polymer Reviews*, 55(1), pp.107-162.

- Raval, D., Patel, A., & Narola, B. (2006). A Study on Composites from Casein Modified Melamine-Formaldehyde Resin. *Polymer-Plastics Technology And Engineering*, 45(3), 293-299. <https://doi.org/10.1080/03602550500371562>
- Sanjay, M., Arpitha, G., Naik, L., Gopalakrishna, K., & Yogesha, B. (2016). Applications of Natural Fibers and Its Composites: An Overview. *Natural Resources*, 07(03), 108-114. <https://doi.org/10.4236/nr.2016.73011>
- Shi, W., & Dumont, M. (2013). Review: bio-based films from zein, keratin, pea, and rapeseed protein feedstocks. *Journal Of Materials Science*, 49(5), 1915-1930. <https://doi.org/10.1007/s10853-013-7933-1>
- Stanzione, J., Sadler, J., La Scala, J., & Wool, R. (2012). Lignin Model Compounds as Bio-Based Reactive Diluents for Liquid Molding Resins. *Chemsuschem*, 5(7), 1291-1297. <https://doi.org/10.1002/cssc.201100687>
- Venkateshwaran, N., & Elayaperumal, A. (2010). Banana Fiber Reinforced Polymer Composites - A Review. *Journal of Reinforced Plastics And Composites*, 29(15), 2387-2396. <https://doi.org/10.1177/0731684409360578>
- Verma, D. (2012). Bagasse fiber composites: A Review. *Journal of Materials and Environmental Science*. 3. 1079-1092. [https://www.researchgate.net/publication/284625466\\_Bagasse\\_fiber\\_composites\\_A\\_Review](https://www.researchgate.net/publication/284625466_Bagasse_fiber_composites_A_Review)
- Verma, D., Jain, S., Zhang, X., & Gope, P. (2016). *Green approaches to biocomposite materials science and engineering* (p. 134). Engineering Science Reference.
- Whittaker, R. (1969). New Concepts of Kingdoms of Organisms. *Science*, 163(3863), 150-160. <https://doi.org/10.1126/science.163.3863.150>
- Yang, Q., Hirata, M., Hsu, Y., Lu, D., & Kimura, Y. (2013). Improved thermal and mechanical properties of poly (butylene succinate) by polymer blending with a thermotropic liquid crystalline polyester. *Journal of Applied Polymer Science*, 131(4), n/a-n/a. <https://doi.org/10.1002/app.39952>
- Zhan, G., Tang, X., Yu, Y., & Li, S. (2010). Biobased cyanate ester composites with epoxidized soybean oil and in situ generated nano-silica. *Polymer Engineering & Science*, 51(3), 426-433. <https://doi.org/10.1002/pen.21842>

## **Ξένοι Διαδυσκτιακοί Τόποι**

- Bio-Based News. (2019). SABIC first in industry to launch polycarbonate based on certified renewable feedstock. Retrieved 26 February 2020, from <http://news.bio-based.eu/sabic-first-in-industry-to-launch-polycarbonate-based-on-certified-renewable-feedstock/>.

- Biobased PVC? Take Vinyl Industry Claims with a Grain of Salt. (2012). [Blog]. Retrieved 20 February 2020, from <https://www.buildinggreen.com/blog/biobased-pvc-take-vinyl-industry-claims-grain-salt>.
- Bio-Based World News Staff (2016). *Bio-rubber from bio-butadiene advances to pilot-scale production*. Bio Market Insights. Retrieved 19 February 2020, from <https://biomarketinsights.com/bio-rubber-from-bio-butadiene-advances-to-pilot-scale-production/>.
- Black, S. (2015). *Green resins: Closer to maturity*. Compositesworld.com. Retrieved 24 February 2020, from <https://www.compositesworld.com/articles/green-resins-closer-to-maturity>.
- Brosius, D. (2019). Composites recycling — no more excuses. *Composites World*. Retrieved 26 February 2020, from <https://www.compositesworld.com/blog/post/composites-recycling-no-more-excuses>
- Building with Mushrooms* | *Critical Concrete*. Critical Concrete. (2018). Retrieved 21 February 2020, from <https://criticalconcrete.com/building-with-mushrooms/>.
- Casein*. The Plastics Historical Society. (2015). Retrieved 22 February 2020, from [http://plasticquarian.com/?page\\_id=14228](http://plasticquarian.com/?page_id=14228).
- Grand View Research. (2017). *Biocomposites Market Size, Share | Industry Trends Report, 2018-2025*. Grandviewresearch.com. Retrieved 20 February 2020, from <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/biocomposites-market>.
- Harvey, B., Guenther A., Yandek G., et. Al, (2016). Cyanate Ester Composite Resins Derived from Renewable Polyphenol Sources [Blog]. Retrieved 19 February 2020, from <https://www.serdp-estcp.org/News-and-Events/Blog/Cyanate-Ester-Composite-Resins-Derived-from-Renewable-Polyphenol-Sources>.
- IEEE GlobalSpec. (n.d.) Thermoplastics and Thermoplastic Resins Information. www.globalspec.com. Retrieved 24 February 2020, from [https://www.globalspec.com/learnmore/materials\\_chemicals\\_adhesives/plastics\\_elastomers\\_polymers/thermoplastics\\_thermoplastic\\_resins](https://www.globalspec.com/learnmore/materials_chemicals_adhesives/plastics_elastomers_polymers/thermoplastics_thermoplastic_resins).
- Industry ARC. (2017) Bio-ABS: A New Green Polymer to Replace the Petroleum Derived ABS. [Blog]. Retrieved 26 February 2020, from <http://industryarcblog.com/bio-abs-new-green-polymer-replace-petroleum-derived-abs/>.
- Jec Composites Magazine. (2016). Much more than a formulator of resins and hardeners. Retrieved from <http://www.sicom.in.com/documents/presspdf16.pdf>
- Lepitreb. (2017). *Biomass to Bio-Butadiene: New Low-Cost Sustainable Sources to Produce Butadiene..* Bioplastics News. Retrieved 19 February 2020, from <https://bioplasticsnews.com/2017/05/02/biomass-bio-butadiene/>.
- Linked-in. Linked in - Mogu. LinkedIn.com. Retrieved 20 February 2020, from <https://www.linkedin.com/company/mogumycelium/about/>.



Linked-in. Linked in - Sicomin profile. LinkedIn.com. Retrieved 20 February 2020, from <https://www.linkedin.com/company/sicomin/about/>.

MarketWatch. (2019). *Epoxy Resin Market Review 2019: Complete Industry Study, Growth, Development Status, Size, Share, Opportunities, Plans, Competitive Analysis and Growth During 2024*. MarketWatch. Retrieved 20 February 2020, from <https://www.marketwatch.com/press-release/epoxy-resin-market-review-2019-complete-industry-study-growth-development-status-size-share-opportunities-plans-competitive-analysis-and-growth-during-2024-2019-05-27>.

*Our history*. Storaenso.com. (n.d.). Retrieved 20 February 2020, from <https://www.storaenso.com/en/about-stora-enso/our-history>.

*Power2SME India's First Buying Club for SMEs*. Power2SME. (n.d.). Retrieved 20 February 2020, from <https://www.power2sme.com/products/details/Commodity%20Polymer/PVC-Resin>.

*Recycling of (bio-) plastics and composite materials - Fraunhofer WKI*. (2020). Fraunhofer Institute for Wood Research <br/>Wilhelm-Klauditz-Institut WKI. Retrieved 28 February 2020, from <https://www.wki.fraunhofer.de/en/departments/hofzet/recycling-bio-plastics-and-composite-materials.html>.

Resins - Composites Materials. (n.d.). Retrieved from <http://compositeslab.com/composite-materials/resins/>

Rocket Reach. RocketReach - Find email, phone, social media for 250M+ professionals. RocketReach. Retrieved 20 February 2020, from [https://rocketreach.co/sicomin-profile\\_b55a56b7f9d933bb](https://rocketreach.co/sicomin-profile_b55a56b7f9d933bb).

*Shareholders and ownership changes*. Storaenso.com. (2019). Retrieved 20 February 2020, from <https://www.storaenso.com/en/investors/shares-and-shareholders/shareholders-and-ownership-changes>.

*Sicomin - What We Do*. Sicomin.com. (2014). Retrieved 20 February 2020, from <http://www.sicomin.com/about-sicomin/what-we-do>.

Sicomin. (n.d.). *Sicomin Supports Decision SA with Bio Resins and Composite Materials for Seabubbles Flying Water Taxis* [Ebook]. Retrieved 20 February 2020, from <http://www.sicomin.com/documents/casestudy/pdf12.pdf>.

*Stora Enso Annual Report 2019*. (2019). [Ebook]. Retrieved 20 February 2020, from <https://www.storaenso.com/-/media/documents/download-center/documents/annual-reports/2019/storaenso-annual-report-2019.pdf>.

*Technology | Mogu*. Mogu.bio. (n.d.). Retrieved 20 February 2020, from <https://Mogu.bio/technology/>.

*The matrix*. Compositesworld.com. (2014). Retrieved 24 February 2020, from <https://www.compositesworld.com/articles/the-matrix>.

*What is granulate / regranulate?*. Ecoplast.com. Retrieved 28 February 2020, from <https://www.ecoplast.com/question/was-versteht-man-unter-granulatregranulat/?lang=en>.

## Ελληνική Βιβλιογραφία

Μάρκου, Γ., Τζοβενής, Ι., & Νερατζής, Η. *ΜΙΚΡΟΦΥΚΗ: ΚΑΛΙΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ* [Ebook]. e-Journal of Science & Technology (e-JST). Retrieved 23 February 2020, from [http://e-jst.teiath.gr/issues/issue\\_29/Markou\\_29.pdf](http://e-jst.teiath.gr/issues/issue_29/Markou_29.pdf).

Οικονόμου, Χ. (2012). *Χρήση βιομάζας για την παραγωγή βιοκαυσίμων* (Διδακτορική Διατριβή). Πανεπιστήμιο Δυτικής Ελλάδας.

## Ελληνικοί Διαδουκτιακοί τόποι

*ARTICHAIR — KIZI*. KIZI. (n.d.). Retrieved 21 February 2020, from <https://www.kizistudio.com/artichair-ii-1>.

*Cluster Βιοοικονομίας και Περιβάλλοντος Δυτικής Μακεδονίας*. Clube. Retrieved 25 February 2020, from <https://clube.gr/>.

*Company | Phee*. Phee. (2017). Retrieved 21 February 2020, from <https://phee.gr/company/>

Economy 365. (2018). *Έπιπλα από αγριαγκινάρα Βελεστίνου σε restaurant του Λονδίνου!*. Retrieved 21 February 2020, from <http://www.economy365.gr/article/63615/epipla-apo-agriagkinara-velestinoy-se-restaurant-toy-londinoy>.

*In a nutshell*. BioMasMarket. Biomass. (n.d.). Retrieved 25 February 2020, from <https://www.biomasmarket.com/>.

Kizis, S. (2015). *Chair Made from Artichokes Wins Green Product Award*. Architectural Digest. Retrieved 21 February 2020, from <https://www.architecturaldigest.com/story/spyros-kizis-artichair>.

Papadopoulou, K. (2018). *Οι αγκινάρες που έγιναν καρέκλες - JoinRadio*. JoinRadio. Retrieved 21 February 2020, from <https://joinradio.gr/artichair/>.

Papandropoulos, A. (2017). *Επτά σοβαρά προβλήματα των επιχειρήσεων*. *European Business Review*. Retrieved 25 February 2020, from <http://t.ly/LXYx0>.

The Greek Foundation. (2013). *Artichair: Μια καρέκλα φτιαγμένη από αγκινάρα* [Blog]. Retrieved 21 February 2020, from [https://www.huffingtonpost.gr/the-greek-foundation/artichair- b\\_9445042.html](https://www.huffingtonpost.gr/the-greek-foundation/artichair- b_9445042.html).

- Ypaithros.gr. (2018). "Αιμορραγία" 230 εκατ. ευρώ από τις εισαγωγές σόγιας στην Ελλάδα. Retrieved 21 February 2020, from <https://www.ypaithros.gr/aimoragia-zootrofes-sogia-stin-ellada/>.
- Αντώνιος Ε. Γερασίμου. (2016). *Η ανάπτυξη της βιομάζας στην Ελλάδα Status, δυνατότητες & προκλήσεις*. [Ebook] (p. 7). Retrieved 21 February 2020, from [http://www.cres.gr/kape/publications/pdf/B4B\\_event\\_8\\_4\\_16/04\\_GERASIMOU.pdf](http://www.cres.gr/kape/publications/pdf/B4B_event_8_4_16/04_GERASIMOU.pdf).
- Αξιοποίηση των παραπροϊόντων, υπολειμμάτων και αποβλήτων της ελαιουργικής δράσης. Agroenergy.gr. Retrieved 22 February 2020, from <http://t.ly/xRmDb>.
- Αποθετήριο Κάλλιπος. (n.d.). *Κεφάλαιο 5 - Το Περιβάλλον και η Επιχειρηματικότητα: Δημόσιες πολιτικές για τη Στήριξη της Επιχειρηματικής Δράσης*. [Ebook]. Retrieved 25 February 2020, from [https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/698/1/%CE%9A%CE%B5%CF%86%CE%B1%CC%81%CE%BB%CE%B1%CE%B9%CE%BF\\_5.pdf](https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/698/1/%CE%9A%CE%B5%CF%86%CE%B1%CC%81%CE%BB%CE%B1%CE%B9%CE%BF_5.pdf).
- Βασικοί ορισμοί και έννοιες της Απογραφής Γεωργίας – Κτηνοτροφίας 1999/2000. [Ebook]. Retrieved 21 February 2020, from <https://www.statistics.gr/documents/20181/03cfbc77-222d-4212-ad34-f25f75564549>.
- Γραμματικός, Δ. (2017). Η κατάσταση της ελληνικής αμπελουργίας σήμερα. *Agro24*. Retrieved 22 February 2020, from <https://www.agro24.gr/agrotika/proionta/georgia/ampeli/i-katastasi-tis-ellinikis-ampeloyrgias-simera>.
- ΕΚΘΕΣΗ σχετικά με ευρωπαϊκή στρατηγική για την προώθηση των πρωτεϊνούχων καλλιεργειών – ενθάρρυνση της παραγωγής πρωτεϊνούχων και ψυχανθών φυτών στον ευρωπαϊκό γεωργικό τομέα. *Europarl.europa.eu*. (2017). Retrieved 21 February 2020, from [https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/A-8-2018-0121\\_EL.html](https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/A-8-2018-0121_EL.html).
- ΕΛΣΤΑΤ. (2017). *ΔΕΛΤΙΟ ΤΥΠΟΥ ΕΤΗΣΙΑ ΓΕΩΡΓΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ: Έτος 2017*. Retrieved from <http://t.ly/2rx3k>
- Η Ελληνική Κτηνοτροφία σήμερα. Αγροτικός Συναιτερισμός - Ένωση Αγρινίου. (2016). Retrieved 22 February 2020, from <http://t.ly/VZLkZ>.
- Λαδάς, Χ. (2017). Οι ελληνικές ευκαιρίες της βιομάζας. *Capital.Gr*. Retrieved 22 February 2020, from <https://www.capital.gr/me-apopsi/3196401/oi-ellinikes-eukairies-tis-biomazas>.
- Μαθιοπούλου, Μ. (2019). Το πρώτο e-ανταλλακτήριο βιομάζας διεθνώς έχει έδρα στη Θεσσαλονίκη. *Voria.Gr*. Retrieved 25 February 2020, from <https://www.voria.gr/article/to-pto-e-antallaktirio-viomazas-diethnos-echi-edra-sti-thessaloniki>
- Παγάνης, Α., Παπακωνσταντίνου, Δ., & Κασσιός, Κ. (2013). Εκτίμηση Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων από Συμβατικές και Εναλλακτικές Καλλιέργειες με τη Χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών. In *1 ο Συνέδριο Χωρικής Ανάλυσης*. Αθήνα; <http://gisc.gr/>. Retrieved 25 February 2020, from [http://gisc.gr/sac/docs/proceedings\\_sac1/8\\_Paganis\\_et\\_al\\_SAC1.pdf](http://gisc.gr/sac/docs/proceedings_sac1/8_Paganis_et_al_SAC1.pdf).

- Πανεπιστήμιο Αιγαίου. *Τα Στερεά & Υγρά Απόβλητα που Παράγονται κατά την Επεξεργασία Μαλακοστράκων* [Ebook]. Retrieved 22 February 2020, from [http://www1.aegean.gr/environment/eda/envirohelp/greece/processes/documents/Crustaceans\\_processing.pdf](http://www1.aegean.gr/environment/eda/envirohelp/greece/processes/documents/Crustaceans_processing.pdf).
- Σάββας, Δ., Μπαρτζάνας, Θ., Μολασιώτης, Α., Αλιφέρης, Κ., Θεοδοουλίδης, Σ., & Κατσούλας, Ν. et al. *Φυτική Παραγωγή* [Ebook]. Γενική Γραμματεία Έρευνας και Τεχνολογίας. Retrieved 22 February 2020, from <http://t.ly/6xwXb>.
- Σάρρος, Γ., Αμπατζή, Μ., Αργυρίου, Γ., & Τζώρτζη, Ν. (2018). Καλλιέργεια πατάτας 2018: Υπερπαραγωγή με αδιάθετες ποσότητες. *Ypaithros.Gr*. Retrieved 22 February 2020, from <https://www.ypaithros.gr/patata-yperparagogi-adiathetes-posotites/>.
- Φωτειάδη, Ι. (2013). Πού καταλήγουν τελικά τα «ληγμένα» τρόφιμα. *Καθημερινή*. Retrieved 22 February 2020, from <https://www.kathimerini.gr/505193/article/epikairothta/ellada/poy-katalhgoyntelika-ta-lhgmena-trofima>.
- Χατζηευσταθίου, Μ. (2017). Συνοπτική παρουσίαση της υφιστάμενης κατάστασης και των τάσεων και εξελίξεων στην εγχώρια και διεθνή Βιομηχανία Επεξεργασίας Αλιευμάτων: Παραγωγή – Περιβάλλον - Αξιοποίηση. Presentation, Chem-Ecolink 2017.