

«Η χρήση των γεωργικών και δασικών υπολειμμάτων ως πρώτη ύλη για την παραγωγή βιοκαυσίμων» Γεώργιος Νταλός¹

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Για να γίνει ανάλυση του όρου «βιοκαύσιμα» θα πρέπει πρώτα να οριοθετηθεί ώστε να μπορεί κάθε στιγμή να ελέγχεται αν έχουμε ξεφύγει από αυτόν. Έτσι για τα βιολογικά καύσιμα μια αρκετά καλή προσέγγιση είναι ότι αφορά οποιαδήποτε καύσιμα που παράγονται από οργανισμούς που πρόσφατα διαβίωσαν ή τα μεταβολικά υποπροϊόντα τους, όπως το λιπάσμα από τις αγελάδες, κλπ. Είναι μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, αντίθετα από άλλους φυσικούς πόρους όπως το πετρέλαιο, ο άνθρακας και τα πυρηνικά καύσιμα.

Στα πλαίσια της εργασίας αυτής γίνεται περιορισμός στα προϊόντα που εύκολα και χωρίς ριζικές αλλαγές μπορούν να εφαρμοστούν στην περιοχή της Δ. Μακεδονίας όπου και εμφανίζεται αρκετά μεγάλη ανάγκη για θερμική ενέργεια λόγω των χαμηλών θερμοκρασιών που επικρατούν κατά την διάρκεια του χειμώνα.

Τα προϊόντα αυτά είναι εκείνα που κατά κύριο λόγο έχουν μικρή αξία μεταποίησης και ταυτόχρονα αποξυλώνονται κατά την τελευταία περίοδο της ζωής τους, γεγονός που τους αποφέρει και μικρότερη υγρασία και μεγαλύτερη θερμογόνο δύναμη. Τέτοια υλικά κατά κύριο λόγο που καλλιεργούνται στην Δ. Μακεδονία είναι το βαμβάκι, το καλαμπόκι, ο ηλίανθος αλλά και τα υπολείμματα από κλαδέματα τόσο οπωροφόρων δέντρων όσο και των αμπελιών. Τέλος εδώ θα πρέπει να συμπεριλάβουμε και τις μεγάλες ποσότητες των υπολειμμάτων κατεργασίας από τα πριστήρια που βρίσκονται στην περιοχή. Τα ξυλώδη υπολείμματα των γεωργικών καλλιεργειών που προαναφέραμε στο κύριο τους μέρος αποτελούνται από λιγνινοκυτταρινική ύλη που ομοιάζει ως προς τη χημική του σύσταση με αυτή του ξύλου. Συμπερασματικά η έρευνα μας οδηγεί ότι τα βιοκαύσιμα αποτελούν μια διέξοδο που θα δώσει λύση σε πολλά ενεργειακά προβλήματα ιδιαίτερα της χώρας μας που παρουσιάζει έντονη εξάρτηση από τις πετρελαιοπαραγωγές χώρες.

SUMMARY

In order to become analysis of term "biofuels" it will be supposed first it is delimited so that can each moment be checked that we have not escaped from this. Thus for the biological fuels a enough good approach is that it concerns any fuels that are produced by organisms that recently lived or their metabolic by-products, as fertilizer from the cows etc Is a renewable source of energy, contrary to other natural resources as oil, the coal and the nuclear fuels.

In the frames of this work becomes restriction in the products that easily and without radical changes can be applied in the region of W. Macedonia where is also presented enough big need for thermic energy because the low temperatures that prevail at the duration of winter.

This products are those that mainly have small value of transformation and simultaneously lignified at the last period of their life, make that them yields also smaller humidity and bigger thermic value. Such materials mainly that are cultivated in the W. Macedonia are the cotton, the maize, the sunflower but also the remains from prunnings of so much fruiterer trees as from vineyards. Finally here it will be supposed we have to include also big quantities of remains of treatment from sawing mills that are found in the region. The woody remains of agricultural cultures that we mentioned before are constituted by lignocellulosic' matter that is similar as for his chemical constitution with that of timber. Deductively the research assume that biofuels are a solution that will particularly give solution in a lot of energy problems in our country which at the moment is dependent from the oil producing countries.

¹Αναπληρωτής Καθηγητής . Τμήμα Σχεδιασμού και Τεχνολογίας Ξύλου και Επίπλου. ΤΕΙ Λάρισας Παράρτημα Καρδίτσας. Τέρμα Μαυρομιχάλη 43100. Καρδίτσα email gntalos@teilar.gr

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το ενεργειακό πρόβλημα το οποίο αντιμετωπίζουν σήμερα οι περισσότερες χώρες του κόσμου, γίνεται ακόμη πιο έντονο λόγω των διαρκώς αυξανόμενων τιμών του πετρελαίου διεθνώς, αλλά και λόγω των διαρκώς μειούμενων ποσοτήτων των μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (πετρέλαιο, φυσικό αέριο, λιγνίτης κ.λ.π.) τις οποίες επιμένουμε πεισματικά να χρησιμοποιούμε για την κάλυψη των ενεργειακών μας αναγκών. Όσον αφορά τη χώρα μας, καθημερινά διαπιστώνουμε την έντονη ενεργειακή της εξάρτηση από το πετρέλαιο και τα ενεργειακά του παράγωγα, επιβαρύνοντας το φυσικό περιβάλλον με τις εκπομπές καυσαερίων, αλλά και τον προϋπολογισμό της χώρας καθώς δαπανώνται κάθε χρόνο τεράστια ποσά για εισαγωγή πετρελαίου και τη χρήση ορυκτών καυσίμων. Επιπλέον, αποτελεί υποχρέωση και της χώρας μας, οι περαιτέρω μειώσεις των εκπομπών καυσαερίων που απαιτούνται για να επιτευχθεί ο μακροπρόθεσμος στόχος της σύμβασης-πλαίσιου των Ηνωμένων Εθνών για την αλλαγή κλίματος, που συνίσταται στη σταθεροποίηση των συγκεντρώσεων θερμοκηπιακών αερίων στην ατμόσφαιρα σε επίπεδο το οποίο θα απέτρεπε την επικίνδυνη ανθρωπογενή παρέμβαση στο κλίμα (Οδηγία 2006/32/EK). Ως εκ τούτου, απαιτούνται συγκεκριμένες πολιτικές και μέτρα. Στη συγκεκριμένη μελέτη έγινε συλλογή στοιχείων για τον προσδιορισμό των υπαρχόντων ποσοτήτων τόσο των γεωργικών υπολειμμάτων από τρεις συγκεκριμένες καλλιέργειες (Βαμβάκι, καλαμπόκι, ηλίανθος) όσο και των υπολειμμάτων ξύλου από υλοτομίες αλλά και την κατεργασία του. Η περιοχή έρευνας περιορίστηκε στην Δ. Μακεδονία όπου λόγω χαμηλών θερμοκρασιών όλο το χρόνο υπάρχει και μεγάλη ανάγκη για θερμική ενέργεια.

Ιστορική αναδρομή

Τα βιοκαύσιμα δεν είναι κάτι που ξαφνικά εμφανίστηκε στα χρόνια μας. Η εμφάνιση τους είχε πάντα να κάνει με τις ενεργειακές κρίσεις και ιδίως αυτές του πετρελαίου. Ιστορικά οι πρώτες αναφορές γίνονται από την αρχή των ημερών της αυτοκινητοβιομηχανίας. Έτσι ο Nikolaus August Otto, ο γερμανός εφευρέτης της μηχανής εσωτερικής καύσεως, είχε στο μυαλό του η εφευρέσή του να τρέχει με βιοαιθανόλη. Ενώ ο Rudolf Diesel, ο γερμανός εφευρέτης της μηχανής diesel, είχε στο μυαλό του η μηχανή του να δουλεύει με πετρέλαιο που θα παρήγαγε από φιστίκια. Το μοντέλο της FORD T που παραγόταν μεταξύ 1903 και 1926 χρησιμοποιούσε για να κινηθεί την βιοαιθανόλη. Όταν όμως άρχισε η τιμή του ακατέργαστου πετρελαίου να γίνεται φθηνότερη λόγω της εξαγωγής του από βαθύτερα σημεία (χάρη στις νέες τεχνολογίες γεώτρησης που άρχισαν να χρησιμοποιούνται στο μέσο του 19ου αιώνα), τα αυτοκίνητα άρχισαν να χρησιμοποιούν για καύσιμο το πετρέλαιο. Παρόλα όμως αυτά, πριν από τον Δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο τα βιολογικά καύσιμα θεωρήθηκε πως παρέχουν μια εναλλακτική λύση στο εισαγόμενο πετρέλαιο στις χώρες όπως η Γερμανία, η οποία έφτασε να πουλήσει ένα μίγμα βενζίνης με οινόπνευμα που ζυμώθηκε από πατάτες με το όνομα Reichskraftspirit. Στη Μεγάλη Βρετανία, αντίστοιχα οινόπνευμα από σιτάρι συνδυάστηκε με βενζίνη από τους ποτοποιούς Comrpany Ltd με το όνομα Discol και πωλήθηκε μέσω της θυγατρικής εταιρείας Esso στο Κλήβελαντ. Στη σημερινή όμως κατάσταση εκτός από τις αυξανόμενες τιμές του πετρελαίου, έρχεται να προστεθούν και οι ανησυχίες σχετικά με τις εκπομπές αερίων που σχετίζονται με το φαινόμενο θερμοκηπίου (παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας) ενώ ταυτόχρονα η έλλειψη σταθερότητας στη Μέση Ανατολή ωθούν το ανανεώσιμο ενδιαφέρον για τα βιολογικά καύσιμα. Φτάνουμε λοιπόν ο Πρόεδρος των Ηνωμένων Πολιτειών George Bush να πει σε φετινή του (2006) ομιλία, ότι θέλει για τις Ηνωμένες Πολιτείες, μέχρι το 2025, να αντικαταστήσει 75% του πετρελαίου που προέρχεται από τη Μέση Ανατολή.

Είδη που χρησιμοποιούνται για παραγωγή βιοκαυσίμων

Φτάσαμε λοιπόν στο σημείο πολλά από τα γνωστά μας γεωργικά προϊόντα να καλλιεργούνται όχι για τους γνωστούς μέχρι σήμερα σκοπούς αλλά για τη χρήση ως βιολογικά καύσιμα. Βλέπουμε στις Ηνωμένες Πολιτείες την καλλιέργεια καλαμποκιού και σόγιας σε Ευρωπαϊκές περιοχές το λινάρι και το σινάπι, στην Βραζιλία το ζαχαροκάλαμο και στην Νοτιοανατολική Ασία την παραγωγή φοινικέλαιου. Δεν σταματάμε όμως εκεί, βιοδιασπώμενα υπολείμματα τόσο από βιομηχανίες, αγροτικές καλλιέργειες, δασικές βιομηχανίες αλλά και απευθείας από τα Δάση να χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ενέργειας. Στα παραπάνω μπορούμε να συμπεριλάβουμε : Άχυρο, Πριονίδι, Φλοιό ρυζιού, Κλαδιά δέντρων, στελέχη βαμβακιού αμπελιού κλπ. Αλλά και Οικιακά απόβλητα.

Γεωργικά υπολείμματα και υπολείμματα κατεργασίας ξύλου.

Η έρευνα περιορίστηκε στην περιοχή της Δ. Μακεδονίας όπου λόγω των χαμηλών θερμοκρασιών που επικρατούν κατά το μεγαλύτερο διάστημα του χρόνου υπάρχει και μεγάλη ανάγκη από θερμική ενέργεια. Τα υλικά στα οποία επικεντρώθηκε η έρευνα ήταν τα υπολείμματα καλλιέργειας Βαμβακιού, Καλαμποκιού και Ηλίανθου. Τα υλικά αυτά είναι εκείνα που κατά κύριο λόγο έχουν μικρή αξία μεταποίησης και ταυτόχρονα αποξυλώνονται κατά την τελευταία περίοδο της ζωής τους, γεγονός που τους αποφέρει και μικρότερη υγρασία και μεγαλύτερη θερμογόνο δύναμη.

Εκτός από τα παραπάνω μπορούμε σε αυτά να συμπεριλάβουμε και τα υπολείμματα από κλαδέματα τόσο οπωροφόρων δέντρων όσο και των αμπελιών. Τέλος εδώ θα πρέπει να συμπεριλάβουμε και τις μεγάλες ποσότητες των υπολειμμάτων κατεργασίας από τα πριστήρια που βρίσκονται στην περιοχή. Πληθώρα ερευνών είχαν και έχουν ως αντικείμενο την αξιοποίηση των γεωργικών υπολειμμάτων για την παραγωγή χαρτοπολτού (Κούκιος 1975, Οικονομίδης 1977, Saied 1986, Selvan et al 1983), την παραγωγή γεωφασμάτων (Geotextiles) δηλαδή υλικών για την κάλυψη γαιών με σκοπό την προστασία τους (Dewey 1993), την κατασκευή φίλτρων και γενικά ως απορροφητικών υλών (Randall and Hautalla 1975, Langseth and Pflum 1994), την κατασκευή μονωτικών υλικών (Rowell 1995), κλπ..

Τα ξυλώδη υπολείμματα των γεωργικών καλλιεργειών που προαναφέραμε στο κύριο τους μέρος αποτελούνται από λιγνινοκυτταρινική ύλη που ομοιάζει ως προς τη χημική του σύσταση με αυτή του ξύλου όπως φαίνεται στον Πίνακα 1 (Youngquist et al 1993). Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα η αξιοποίηση των υπολειμμάτων αυτών σε αμιγή μορφή ή σε μίξη με ξύλο να μην παρουσιάζει γενικά ιδιαίτερες δυσκολίες.

Πίνακας 1. Χημική σύνθεση επιλεγμένων λιγνινοκυτταρινικών υλικών (Youngquist et al 1993).

Σύνθεση (%)	Κυτταρίνη Α	Λιγνίνη	Ανόργανα συστατικά	Πυρίτιο
Λιγνινοκυτταρινική ύλη				
Στέλεχος ρυζιού	28-36	12-16	15-20	9-14
Άχυρο	38-46	16-21	5-9	3-7
Κέναφ	31-39	14-19	2-5	-
Στελέχη βαμβακιού	-	22	5	3
Κελύφη ρυζιού	38	22	20	19
Ξύλο κωνοφόρων	40-45	26-34	<1	αμελητέα ποσότητα
Ξύλο πλατύφυλλων	38-48	23-30	<1	αμελητέα ποσότητα

ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Στην Ελλάδα παράγονται ετησίως σημαντικές ποσότητες λιγνινοκυτταρινικής φύσεως υποπροϊόντων από διάφορες γεωργικές εκμεταλλεύσεις (άχυρα δημητριακών, ξυλώδη στελέχη βαμβακιού, καπνού, ηλίανθου και αραβόσιτου, κλαδιά οπωροφόρων δένδρων και ελαιοπυρηνόξυλο) τα οποία σε μεγάλα ποσοστά παραμένουν αναξιοποίητα.

Από τις πολυάριθμες ερευνητικές εργασίες που έγιναν διεθνώς ιδίως μετά το 1960 προκύπτει ότι ορισμένες κατηγορίες λιγνινοκυτταρινικής φύσεως υπολειμμάτων γεωργικών εκμεταλλεύσεων μπορούν αυτούσια ή σε μίξη με το ξύλο διαφόρων δασικών ειδών ν' αξιοποιηθούν επιτυχώς στην παραγωγή ξυλοπλακών. Ένας από τους κύριους ανασταλτικούς παράγοντες που δυσχεραίνει την αξιοποίηση των υπολειμμάτων αυτών είναι η εποχιακή διαθεσιμότητά τους η οποία οδηγεί σε μακρόχρονη αποθήκευση με αποτέλεσμα την υποβάθμιση της ποιότητας τους λόγω προσβολών από μικροοργανισμούς. Το μειονέκτημα αυτό μπορεί να αντιμετωπισθεί με την οργάνωση κατάλληλων συνθηκών αποθήκευσης (αποφυγή επαφής με το έδαφος, επαρκής αερισμός κ.α.) και χρήση εντομοκτόνων και μυκητοκτόνων ουσιών.

Ένας άλλος παράγοντας που επιβαρύνει με πρόσθετο κόστος τη χρήση αυτών των υπολειμμάτων είναι το μικρό βάρος τους ανά χωρικό μέτρο το οποίο συνεπάγεται μεγάλα μεταφορικά έξοδα. Η σημασία του μειονεκτήματος αυτού μπορεί να μετριασθεί με αύξηση του ειδικού βάρους των υπολειμμάτων κατόπιν κατάλληλης συμπίεσης και δεματοποίησης προ της μεταφοράς τους.

Στα υλικά αυτά έρχονται να προστεθούν και τα υπολείμματα από μικρές και μεσαίες μονάδες κατεργασίας ξύλου που παράγουν κάθε χρόνο σημαντικές ποσότητες υπολειμμάτων (πριονίδια, ροκανίδια, εξακρίδια, ξυλοτεμαχίδια, φλοιό, ξυλόσκονη). Μερικές από αυτές τις μονάδες/επιχειρήσεις μετατρέπουν την ποσότητα αυτή της βιομάζας σε ατμό ή θερμική ενέργεια με σκοπό να ικανοποιήσουν σε κάποιο βαθμό τις ανάγκες τους σε ενέργεια ή θέρμανση. Βέβαια,

σημαντικό ποσοστό αυτών των υπολειμμάτων κατεργασίας του ξύλου διατίθεται δωρεάν ή πωλείται σε χαμηλές τιμές από μικρότερες επιχειρήσεις (συνήθως μικρές βιοτεχνίες ή πριστήρια) σε μεγαλύτερες, οι οποίες και τα εκμεταλλεύονται για την παραγωγή μοριοπλακών ή ινοπλακών. Ένα μικρότερο ποσοστό αυτών των υπολειμμάτων διατίθεται επίσης σε εκτροφεία πουλερικών ή χοίρων κυρίως από επιχειρήσεις που αντιμετωπίζουν προβλήματα διάθεσης ή μόλυνσης από τη συσσώρευση μεγάλων ποσοτήτων υπολειμμάτων. Μονάδες ξύλου που αξιοποιούν τα υπολείμματά τους κατά τη χειμερινή περίοδο για θέρμανση συνήθως χρησιμοποιούν κοινές σόμπες (άμεση καύση). Τα υπολείμματα της κατεργασίας ξύλου είναι βέβαια λιγνινοκυτταρινικής φύσης υπολείμματα και μπορεί να αποτελούνται τόσο από υπολείμματα ξύλου όσο και φλοιού. Γενικά, οι ποσότητες των υπολειμμάτων κατεργασίας ξύλου που παράγονται σε μία μονάδα (βιοτεχνία, πριστήριο, βιομηχανία) εξαρτάται από το είδος του ξύλου, το μέγεθος των κορμοτεμαχίων ή τις διαστάσεις της πριστής ξυλείας, την περιεχομένη υγρασία του ξύλου και ακόμα πιο σημαντικά από τον τύπο του μηχανικού εξοπλισμού. Τυπικά, όσο μικρότερο είναι το μέγεθος των κορμοτεμαχίων ή της πριστής ξυλείας που καταργάζεται, τόσο μεγαλύτερες είναι οι ποσότητες των υπολειμμάτων. Εκτός από τα γνωστά καυσόξυλα, η χρήση της βιομάζας γίνεται συνήθως με την καύση θρυμμάτων ξύλου (wood chips) ή συσσωματωμάτων (pellets, μικρά πιεσμένα κομμάτια από σκόνη ξύλου ή αγροτικά παραπροϊόντα) σε σύγχρονους λέβητες υψηλής τεχνολογίας, με αυτόματη τροφοδοσία καυσίμου και ηλεκτρονικά ελεγχόμενη παροχή αέρα, οι οποίοι είναι σε θέση να αποδώσουν περισσότερο από το 90% της ενέργειας που περιέχεται στο ξύλο για θέρμανση. Οι σύγχρονοι λέβητες ξύλου δεν παράγουν ορατό καπνό και οι εκπομπές τους είναι πολύ χαμηλές (www.greapreace.gr). Τα woodchips προέρχονται από υπολείμματα δασοκομικών επεμβάσεων (μικρά κλαδιά, φλοιός, άχρηστα μέρη) τα οποία κόβονται σε μηχανικούς κοπτήρες. Τα pellets ξύλου συγκρινόμενα με τα υπόλοιπα καύσιμα αποτελούν μια νέα και ελκυστική μορφή καυσίμου. Τα pellets δημιουργούνται από την συμπίεση των πριονιδιών σε πρέσες. Τα pellets από ξύλο έχουν αρκετά χαμηλό περιεχόμενο σε υγρασία ιδιότητα που τους προσδίδει υψηλότερη αξία καύσης από τα υπόλοιπα καυσόξυλα. Το γεγονός ότι πιέζονται (πρεσάρονται) σημαίνει ότι καταλαμβάνουν λιγότερο χώρο, άρα έχουν περισσότερη ενέργεια ανά μονάδα όγκου (υψηλότερη ογκομετρική ενέργεια). Η μείωση του όγκου συμβάλλει και στην ευκολότερη και οικονομικότερη αποθήκευσή τους. Υπάρχουν πολλά πλεονεκτήματα εάν επιλέξει κάποιος τα pellets ως καύσιμη ύλη.

Ποσότητες Υπολειμμάτων από γεωργικές καλλιέργειες, υλοτομίες και κατεργασία του ξύλου.
 Η βιομάζα είναι ένα χαρακτηριστικό μέγεθος ενός βιοτόπου. Εκφράζεται σε νωπό βάρος, ξηρό βάρος και σε τόνους ισοδύναμου πετρελαίου (tep=tonnes d'equivalent petrole).
 Για τον υπολογισμό των ποσοτήτων για τα υπολείμματα από διάφορες καλλιέργειες χρησιμοποιήθηκε η σχέση καρπού/φυτικών υπολειμμάτων ότι είναι για το καλαμπόκι 1,033, για τον ηλιάνθο 2 και για το σιτάρι 1 (Μ. Αποστολάκης κ.α. 1987).

Νομός Γρεβενών

Η συνολική παραγωγή δημοσίων και μη δημοσίων δασών του Ν.Γρεβενών ανέρχεται σε 32.564,11m³ από τα οποία τα 18.046,92m³ είναι τεχνική ξυλεία(Κων.+Πλατύφ.) και τα 14.517,19m³ είναι βιομηχανική ξυλεία(Κων.+Πλατύφ.). Σύμφωνα με την εκτίμηση του αρμόδιου γραφείου διαχείρισης δασών ένα ποσοστό 3-3,5% επί του συνολικού λήμματος παραμένει ως υπόλειμμα στο δάσος(περίπου 952-1110m³). Κάνοντας κανείς την παραδοχή ότι η ποσότητα της τεχνικής ξυλείας που προηγουμένως καταγράφηκαν τελικά φτάνουν στις επιχειρήσεις αυτές και ότι γενικά και μόνο από την πρίση οι απώλειες στην καλύτερη περίπτωση είναι 30% αναλογίζεται την επίσης μεγάλη ποσότητα που προκύπτει. Στο νομό Γρεβενών η μέση έκταση που καλλιεργήθηκε τη δεκαετία 1996-2005 με καλαμπόκι ανέρχεται σε 22.490 στρέμματα, με ηλιάνθο 2.311 στρέμματα και με σιτάρι 243.187 στρέμματα. Η μέση στρεμματική απόδοση των φυτικών υπολειμμάτων ανέρχεται 21.013 tn καλαμπόκι, 462 tn ηλιάνθο και 59.295 tn σιτάρι.

Νομός Φλώρινας

Από τα στοιχεία προκύπτει ότι η συνολική παραγωγή των δημοσίων και μη δημοσίων δασών του νομού Φλώρινας για το έτος 2005 ανέρχεται στα 38.866,04m³ με ποσοστό υπολειμμάτων υλοτομιών (κλαδόξυλο) της τάξεως του 5% περίπου(1.943,302m³). Αντίστοιχα για το 2004 η συνολική παραγωγή είναι 47.033,14m³ με ποσό υπολειμμάτων 2.351,657 m³. Για το έτος 2003 η παραγωγή δημοσίων και μη δημοσίων δασών είναι 40.304,58 m³ με τα υπολείμματα της τάξεως των 2.015,229 m³. Στο νομό Φλώρινας η μέση έκταση που καλλιεργήθηκε τη δεκαετία 1996-2005 με καλαμπόκι ανέρχεται σε 90.805 στρέμματα, με ηλιάνθο 5 στρέμματα και με σιτάρι 126.678 στρέμματα. Η μέση στρεμματική απόδοση των φυτικών υπολειμμάτων ανέρχεται 91.595 tn καλαμπόκι, 1 tn ηλιάνθο και 25.488 tn σιτάρι.

Νομός Καστοριάς

Για το έτος 2005 ο συνολικός όγκος μαύρης πεύκης είναι 5.808κ.μ., της ελάτης είναι 387,33κ.μ. και της δρυός 2.036,67κ.μ. και τα υπολείμματα που παραμένουν στο δάσος κυμαίνονται από 232,32κ.μ.-290,4κ.μ. για τη μαύρη πεύκη, για την ελάτη 15,49κ.μ.-19,36κ.μ. και για τη δρυ 40,73κ.μ.-61,10κ.μ. Στο νομό Καστοριάς η μέση έκταση που καλλιεργήθηκε τη δεκαετία 1996-2005 με καλαμπόκι ανέρχεται σε 8.485 στρέμματα, με ηλιάνθο 21 στρέμματα και με σιτάρι 180.456 στρέμματα. Η μέση στρεμματική απόδοση των φυτικών υπολειμμάτων ανέρχεται 7.592 tn καλαμπόκι, 9 tn ηλιάνθο και 48.115 tn σιτάρι.

Στο νομό Κοζάνης η μέση έκταση που καλλιεργήθηκε τη δεκαετία 1996-2005 με καλαμπόκι ανέρχεται σε 53.177 στρέμματα, με ηλιάνθο 19 στρέμματα και με σιτάρι 612.679 στρέμματα. Η μέση στρεμματική απόδοση των φυτικών υπολειμμάτων ανέρχεται 61.724 tn καλαμπόκι, 8 tn ηλιάνθο και 139.128 tn σιτάρι.

Συγκεντρωτικά θα μπορούσε κανείς να δει τις ποσότητες για τις τρεις καλλιέργειες αυτές σε πανελλαδικό επίπεδο στον Πίνακα 2.

Πίνακας 2. Ποσότητες υπολειμμάτων ξυλωδών στελεχών που παράγονται από τα φυτά του αμπελιού, βαμβακιού, καλαμποκιού.(χιλιάδες τόνοι)*

Κλημασιίδες αμπελιού	Στελέχη καλαμποκιού	Στελέχη βαμβακιού
673 932	1 534 380	2 125 468

*Οι τιμές του πίνακα προκύπτουν από την παραγωγή υπολειμμάτων που υπολογίζεται ανά στρέμμα στη μελέτη των Αποστολάκης κ.α (1986) προσαρμοσμένες όμως στις εκτάσεις του 2004.

Μηχανικές και Χημικές ιδιότητες των υπολειμμάτων

Βαμβάκι. Στο φυτό αυτό μελετήθηκε η καταλληλότητα των στελεχών του μετά τη συγκομιδή του βαμβακιού. Η ποικιλία που μελετήθηκε ήταν η Ακάλα-γ.

Αμπέλι. Στο φυτό αυτό μελετήθηκε η καταλληλότητα των κλημασιίδων αμπελιού που προκύπτουν μετά το κλάδεμα την περίοδο του Φεβρουαρίου.

Καλαμπόκι. Στο φυτό αυτό μελετήθηκε η καταλληλότητα των στελεχών που προκύπτουν μετά τη συλλογή των καρπών του. Επιλέχθηκε το πιο διαδεδομένο υβρίδιο (Pioneer 514) του καλαμποκιού Zea mays που καλλιεργείται στον Ελλαδικό χώρο. Τα γεωργικά φυτά παρουσιάζουν το πρόβλημα της εποχικότητας. Τα στελέχη δεν είναι διαθέσιμα σε όλες τις εποχές του έτους αλλά είναι διαθέσιμα σε πολύ μεγάλες ποσότητες μόνο αμέσως μετά από τη συγκομιδή των προϊόντων για τα οποία αυτά καλλιεργούνται και για πολύ λίγο χρόνο. Η συγκομιδή πρέπει να είναι άμεση επειδή ο αγρότης θέλει σύντομα να έχει στη διάθεση του την έκταση του αγρού απαλλαγμένου υπολειμμάτων για καλλιεργητικές εργασίες προετοιμασίας του εδάφους προ της επόμενης σποράς.

Τα στελέχη των γεωργικών φυτών που συλλέχθηκαν χρησιμοποιήθηκαν ως πρώτη ύλη για την παραγωγή, με τεχνικές θρυμματισμού, κατάλληλων ξυλοτεμαχιδίων

Η πρώτη συσκευή-μηχάνημα θρυμματισμού ή καλύτερα προθρυμματισμού που χρησιμοποιήθηκε μετέτρεψε τα στελέχη σε τεμαχίδια μεγάλων διαστάσεων. Στη συνέχεια το υλικό που επελέγη οδηγήθηκε στη δεύτερη συσκευή θρυμματισμού. Το υλικό που κάθε φορά προέκυπτε αξιολογούνταν με κλασματική ανάλυση. Τα ξυλοτεμαχίδια μετά το θρυμματισμό ξηράθηκαν σε εργαστηριακό ξηραντήριο μέχρι υγρασίας 3%.

Ποσοστό φλοιού - ξύλου - εντεριώνης

Κατά τη μέτρηση των ποσοστών φλοιού, ξυλώδους μέρους και εντεριώνης προέκυψαν τα πιο κάτω αποτελέσματα:

Πίνακας 3. Ποσοστιαία αναλογία φλοιού-ξύλου-εντεριώνης ανά θέση (βάση, μέση, κορυφή) στα

	Αμπέλι (%)				Βαμβάκι (%)				Καλαμπόκι (%)			
	B	M	K	Σ	B	M	K	Σ	B	M	K	Σ
Φλοιός	11,9 7	10,6	9,7	10,9	22,0 0	25,7	42,5	25,98	-	-	-	
Ξύλο	83,8 0	83,1 2	83,1 1	83,2 0	74,1 4	68,7 2	47,5	67,57	83,6	71,89	85,18	80,23
Εντεριώνη	4,22	6,21	7,19	5,87	3,84	5,53	10,0	6,45	16,4	28,11	14,82	19,77

στελέχη των φυτών αμπελιού, βαμβακιού και καλαμποκιού*

B: Βάση M: Μέση K: Κορυφή Σ: Σύνολο

*Μέσος όρος 5 δειγμάτων ανά θέση

Είναι φανερή η αύξηση του ποσοστού της εντεριώνης σε όλα τα φυτά στην κατεύθυνση της βάσης προς την κορυφή με εξαίρεση το καλαμπόκι που στην κορυφή μειώνεται το ποσοστό. Μεγάλη αναλογία φλοιού παρατηρείται στην κορυφή του βαμβακιού. Σε σχετικές βιβλιογραφικές αναφορές των Watson and Ramstad 1986 και Rowell et al (1996) αναφέρονται επίσης υψηλά ποσοστά εντεριώνης στο καλαμπόκι με 25% και 21% αντίστοιχα.

Επίσης από μετρήσεις άλλων ερευνητών (Rowell et al 1996) που έγιναν στο φλοιό του βαμβακιού επιβεβαιώνεται το μεγάλο ποσοστό (33%).

Όπως δείχνεται στον Πίνακα 3 το ποσοστό του ξύλου των στελεχών στην κατεύθυνση βάση - κορυφή παραμένει αμετάβλητο στην περίπτωση του αμπελιού μειώνεται στην περίπτωση του βαμβακιού ενώ στην περίπτωση του καλαμποκιού τα μεγαλύτερα ποσοστά παρατηρούνται στη βάση και στην κορυφή.

Υγρασία κατά τη συγκομιδή

Η υγρασία των στελεχών υπολογίστηκε στο στάδιο της συγκομιδής και οι τιμές τους φαίνονται στον Πίνακα 4.

Πίνακας 4. Περιεχόμενη υγρασία των στελεχών κατά τη συγκομιδή.

Είδος	Υγρασία (%)
Αμπέλι*	69,06
Βαμβάκι**	139,57
Καλαμπόκι**	350,4

* Μέσος όρος όλων των ποικιλιών (τρεις μετρήσεις κατά ποικιλία)

**Μέσος όρος τριών μετρήσεων

Πολύ μεγάλη ήταν η υγρασία των στελεχών του καλαμποκιού προφανώς λόγω του μεγάλου ποσοστού εντεριώνης η οποία περιέχει μεγάλο ποσοστό υγρασίας όπως δείχνεται και στον Πίνακα. 5

Πίνακας 5. Υγρασία του ξυλώδους μέρους και της εντεριώνης των στελεχών καλαμποκιού

Μέρος του φυτού	Υγρασία(%)
Ξυλώδες	159,12
Εντεριώνη	430,30

*Μέσος όρος 5 μετρήσεων

Αυτός ήταν και ο λόγος τοποθέτησης των στελεχών για μεγάλο χρονικό για ξήρανση. Προτείνεται η μεγαλύτερη παραμονή των υπολειμμάτων καλαμποκιού στο χώρο καλλιέργειας μετά τη συγκομιδή του καρπού όταν η εποχή ευνοεί την απώλεια υγρασίας εφ' όσον δεν υπάρχει κίνδυνος προσβολών από μύκητες και έντομα. Αυτό δεν προτείνεται για το βαμβάκι για λόγους υποβάθμισης του υλικού από προσβολές μυκήτων και εντόμων αλλά και μετάδοσης των ασθενειών σε διπλανές καλλιέργειες. Σύμφωνα με τον Rowell (1996) από προβλήματα μυκήτων στα στελέχη βαμβακιού που υποβαθμίζουν σημαντικά το υλικό (Nagieb et al. 1988) έκλεισε εργοστάσιο παραγωγής μοριοπλακών στο Ιράκ.

Πυκνότητα

Η απόλυτα ξηρή πυκνότητα των στελεχών όπως αυτή διαμορφώνεται στο κάθε είδος φαίνεται στον Πίνακα 6

Πίνακας 6 .Απόλυτα ξηρή πυκνότητα ανά είδος και ποικιλία των στελεχών

Είδος	Πυκνότητα (g/cm ³)
Αμπέλι*	0,607
Βαμβάκι*	0,329
Καλαμπόκι*	0,150

*Μέσος όρος όλων των ποικιλιών (40 μετρήσεις ανά ποικιλία).

Ο βαθμός συμπιεστικότητας (πηλίκο της πυκνότητας της μπρικήτας προς την πυκνότητα της πρώτης ύλης) των παραπάνω υλικών στην περίπτωση που κατασκευαστούν μπρικήτες με ενδεικτική με πυκνότητα 0,70g/cm³ είναι αυτός που δείχνεται στον Πίνακα 7 .

Πίνακας 7.Βαθμός συμπιεστικότητας ανά είδος

Πρώτη ύλη	Βαθμός συμπιεστικότητας
Κληματασίδες αμπελιού	1,15

Στελέχη βαμβακιού	2,12
Στελέχη καλαμποκιού	4,60

Η επιπλέον ανάλυση των στοιχείων της πυκνότητας σε βάση, μέση κορυφή και στα τρία φυτά μας δίνει τα πιο κάτω αποτελέσματα.

Οξύτητα (pH)

Η τιμή του pH των διαφόρων στελεχών δείχνονται στον επόμενο Πίνακα 8.

Πίνακας 8 . Τιμές pH των διαφόρων ειδών*

Είδος	pH
Αμπέλι	5,13
Βαμβάκι	5,84
Καλαμπόκι	5,99
Υλικό βιομηχανίας	4,69

*Μέσος όρος δύο μετρήσεων

Οι τιμές του pH των ξυλωδών στελεχών των φυτών που χρησιμοποιήθηκαν παρουσιάζουν παραπλήσιες τιμές pH με αυτών των κωνοφόρων και πλατύφυλλων ειδών (Fengel and Wegener, 1984)(Πίνακας 9).

Πίνακας 9. Τιμές pH διαφόρων δασοπονικών ειδών (Fengel and Wegener, 1984)

Κωνοφόρα	Τιμή pH	Πλατύφυλλα	Τιμή pH
Picea abies	5.3	Carpinus betulus	5.2
Pinus resinosa	6.0	Fagus silvatica	5.4
Pinus silvestris	5.1	Fraxinus excelsior	5.8
Pinus strobus	4.9	Quercus petraea	3.9
Pseudotsuga menziensis	3.3	Ulmus sp.	6.4

Χημικές ιδιότητες

Διαλυτότητα των πρώτων υλών σε θερμό νερό (100° C)

Τα ποσοστά των ουσιών των τεσσάρων υλικών που είναι διαλυτά σε θερμό νερό δίνονται στον πιο κάτω Πίνακα 10.

Πίνακας 10. Εκχυλίσματα διαλυτά σε θερμό νερό*

Είδος	(%)
Αμπέλι	13,27
Βαμβάκι	10,19
Καλαμπόκι	18,34
Υλικό βιομηχανίας	8,82

*Μέσος όρος δύο μετρήσεων

Από τα παραπάνω αποτελέσματα είναι φανερό ότι το ποσοστό των υδατοδιαλυτών ουσιών (ταννίνες, κόμια, σάκχαρα, έγχρωμα συστατικά και άμυλα) στα τρία φυτά είναι αρκετά μεγαλύτερο από εκείνο του υλικού βιομηχανίας. Μεγαλύτερη τιμή παρουσιάζουν τα στελέχη καλαμποκιού, με το αμπέλι και το βαμβάκι να έπονται. Σε σχετικές βιβλιογραφικές αναφορές ο Χαρίτος (1994) αναφέρει για το βαμβάκι υδατοδιαλυτά εκχυλίσματα σε ζεστό νερό 5,65% και ο Rowell et. al. (1996) για τα στελέχη καλαμποκιού ποσοστά 14,9%.

Διαλυτότητα των πρώτων υλών σε μίγμα αλκοόλης - βενζολίου

Τα ποσοστά των ουσιών που είναι διαλυτά σε μίγμα αλκοόλης - βενζολίου δίνονται στον πιο κάτω Πίνακα 11.

Πίνακας 11. Εκχυλίσματα διαλυτά σε μίγμα αλκοόλης - βενζολίου*

Είδος	(%)
Αμπέλι	2,76
Βαμβάκι	2,92
Καλαμπόκι	8,07

Υλικό βιομηχανίας	2,12
-------------------	------

*Μέσος όρος δύο μετρήσεων

Τα εκχυλίσματα που είναι διαλυτά σε αλκοόλη και βενζόλιο είναι οι κηροί, λίπη, ρητίνες, έλαια, ταννίνες και άλλα συστατικά αδιάλυτα στον αιθέρα. Όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα τα στελέχη καλαμποκιού περιέχουν έως και το τετραπλάσιο ποσοστό απ' ότι τα άλλα δυο είδη στελεχών όπως επίσης και από το υλικό της βιομηχανίας. Το γεγονός αυτό συντελεί στην υπόνοια για ύπαρξη κηρών στην επιφάνεια του καλαμποκιού το οποίο έχει παρατηρηθεί και από άλλους ερευνητές (Winslow 1951). Σχετική βιβλιογραφία αναφέρει για το βαμβάκι ποσοστό 1,90% (Χαρίτος 1994) και για το καλαμπόκι 7% (Rowell et. al. 1996). Οι μετρήσεις των ερευνητών αυτών δεν απέχουν από τις μετρήσεις της παρούσας μελέτης.

Λιγνίνη

Η λιγνίνη αποτελεί εκείνο το χημικό συστατικό που ξεχωρίζει το ξύλο από τις άλλες κυτταρινικές ύλες. Η απόθεση λιγνίνης στο κύτταρο γίνεται στα τελευταία στάδια εξέλιξης του κυττάρου και πριν το κύτταρο νεκρωθεί (αποξυλωθεί). Συναντάται πάντα στενά συνδεδεμένο με την κυτταρίνη. Στα δασικά είδη κυμαίνεται από 18-40% (Φιλίππου 1986, Τσουμής 1999) και λειτουργεί σαν ο ενδιάμεσος κρίκος ανάμεσα στην κυτταρίνη και ημικυτταρίνη. Συχνά αναφέρεται ότι αποτελεί τη συγκολλητική ουσία των κυτταρικών τοιχωμάτων (Rowell et al. 1996).

Στον Πίνακα 12 παρατίθενται οι τιμές της ποσοστιαίας αναλογίας σε λιγνίνη των υλικών που θα χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή των μπρικετών

Πίνακας 12. Περιεκτικότητα σε λιγνίνη *

Είδος	(%)
Αμπέλι	21,07
Βαμβάκι	27,11
Καλαμπόκι	15,75
Υλικό βιομηχανίας	20,85

*Μέσος όρος δύο μετρήσεων

Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η τιμή περιεκτικότητας του αμπελιού σε λιγνίνη βρίσκεται πολύ κοντά με την αντίστοιχη του υλικού βιομηχανίας σε αντίθεση με τα άλλα δύο φυτά. Το βαμβάκι παρουσιάζει τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα ενώ αντίθετα το καλαμπόκι τη μικρότερη σε σχέση με τα άλλα δύο υλικά. Μετρήσεις άλλων ερευνητών δείχνουν ότι η τιμή που προσδιορίστηκε για το βαμβάκι είναι παρόμοια με αυτές που συναντώνται και σε άλλες γεωγραφικές περιοχές. Σύμφωνα με σχετικές μελέτες η λιγνίνη των στελεχών βαμβακιού προσδιορίστηκε σε 29,2 % (Mobarak and Nada 1975) ενώ σύμφωνα με τους Fadl et al. (1978) το ποσοστό λιγνίνης σε 22,38%. Ο Padney and Mehta (1979) αναφέρουν ποσοστό λιγνίνης 23 % ενώ σε άλλη δημοσίευση τους (Padney and Mehta 1980) ποσοστό λιγνίνης των στελεχών βαμβακιού 19 %. Ο Χαρίτος (1994) αναφέρει για το βαμβάκι ποσοστό λιγνίνης 23,8 %.

Ο Chow (1976) αναφέρει τιμή 5% για τη λιγνίνη των στελεχών του καλαμποκιού ενώ οι Watson and Ramstad (1986) αναφέρουν ότι η λιγνίνη του καλαμποκιού υπολογίζεται σε 34,3 %. Ο Rowell et al.(1996) αναφέρει για το στέλεχος του καλαμποκιού τιμές από 14-16,7% για τη λιγνίνη οι οποίες συμφωνούν και με την τιμή της λιγνίνης του καλαμποκιού που υπολογίστηκε στην παρούσα εργασία.

Τέφρα

Τα ποσοστά τέφρας δείχνονται στον ακόλουθο Πίνακα 13.

Πίνακας 13. Ποσοστά ανόργανων συστατικών *

Είδος	(%)
Αμπέλι	2,82
Βαμβάκι	3,43
Καλαμπόκι	6,01
Υλικό βιομηχανίας	0,55

*Μέσος όρος δύο μετρήσεων

Οι μετρήσεις δείχνουν μεγαλύτερη περιεκτικότητα και των τριών φυτών σε ανόργανα συστατικά σε σχέση με το υλικό βιομηχανίας. Τα στελέχη του καλαμποκιού περιέχουν το μεγαλύτερο ποσοστό ενώ

οι κλημασιδές του αμπελιού το μικρότερο. Κατά τον Rowell et al.(1996) το ποσοστό των ανόργανων συστατικών του στελέχους του καλαμποκιού κυμαίνεται από 3,6 έως και 7%.

Κατά τους Mobarak and Nada (1975) η περιεκτικότητα σε ανόργανα συστατικά των στελεχών βαμβακιού έφτασε το 3,8 % ενώ κατά τους Naim et al. (1978) σε 5,05 %. Ο Χαρίτος (1994) αναφέρει για το βαμβάκι περιεκτικότητα σε ανόργανα συστατικά 2,25%.

Ιδιότητες των ξυλοτεμαχιδίων Χωρική Πυκνότητα

Η χωρική πυκνότητα των διαφόρων ειδών δίνεται στον Πίνακα 14.

Πίνακας 14. Χωρική πυκνότητα τεμαχιδίων των διαφόρων υλικών*

Είδος	g/cm ³
Αμπέλι	0,162
Βαμβάκι	0,135
Καλαμπόκι	0,103
Υλικό βιομηχανίας	0,149

*Μέσοι όροι 10 επαναλήψεων

Σε σχετική έρευνα ο Chow (1975) υπολόγισε τη χωρική πυκνότητα των θρυμματισμένων στελεχών καλαμποκιού σε 0,099g/cm³.

Παραγωγή μπρικέτας

Στη συνέχεια τα υλικά αυτά οδηγούνται στη συσκευή συμπίεσης η οποία λειτουργεί είτε υδραυλικά είτε μηχανικά και γίνεται η παραγωγή της μπρικέτας η οποία μπορεί να έχει υδραυλικό σύστημα συμπίεσης η μηχανικό .

Η όλη παραγωγή έγινε στις εγκαταστάσεις βιομηχανίας ξύλου στο Νομό Γρεβενών. Εκεί μεταφέρθηκαν ποσότητες από Βαμβάκι, Καλαμπόκι , Λιγνίτη, και Ξυλοκάρβουνο, όπως και υπολείμματα κατεργασίας ξύλου από μονάδες του Νομού Γρεβενών.

Οι μίξεις που επιχειρήθηκαν ήταν :

- α) Μπρικέτα μόνο με υπολείμματα κατεργασίας ξύλου από πριστήριο (Ελάτη 50%-Πεύκη 50%)
- β) Μπρικέτα από υπολείμματα κατεργασίας ξύλου (50%) και υπολείμματα καλλιέργειας βαμβακιού (50%) (στελέχη)
- γ) Μπρικέτα από υπολείμματα κατεργασίας ξύλου (50%) και υπολείμματα καλλιέργειας καλαμποκιού (50%) (στελέχη)
- δ) Μπρικέτα από υπολείμματα κατεργασίας ξύλου (50%) και λιγνίτη (50%)
- ε) Μπρικέτα από υπολείμματα κατεργασίας ξύλου (50%) και ξυλοκάρβουνο (50%)

δείγματα από τις παραπάνω μπρικέτες εστάλειςαν σε εργαστήριο του Τμήματος Χημικών Μηχανικών για προσδιορισμό της θερμογόνου δύναμης των παρακάτω.

Στη συνέχεια έγινε ο προσδιορισμός ιδιοτήτων των μπρικετών όπου προσδιορίστηκαν η Υγρασία τους

A/A	Είδος	Αρχική Μάζα (gr)	Τελική Μάζα (gr)	Υγρασία (%)
1	Ξυλοκάρβουνο- Ξύλο	42,76	39,57	8,061
2	Ξύλο	82,63	76,33	8,253
3	Κλαμπόκι – Ξύλο	49,89	45,68	9,216
4	Βαμβάκι – Ξύλο	47,91	44,35	8,027
5	Λιγνίτης - Ξύλο	62,93	55,09	14,231

όπως επίσης προσδιορίστηκε και η πυκνότητα τους.

A/A	Είδος	Μάζα (gr)	Όγκος (cm ³)	Πυκνότητα(gr/cm ³)
1	Ξυλοκάρβουνο- Ξύλο	39.57	39.72	0.996
2	Ξύλο	76.33	76.8	0.993
3	Κλαμπόκι – Ξύλο	45.68	50.48	0.904
4	Βαμβάκι – Ξύλο	44.35	40.85	1.085
5	Λιγνίτης - Ξύλο	55.09	54.13	1.032

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Οι ποσότητες που βρέθηκε ότι υπάρχουν στην Περιοχή της Δ. Μακεδονίας από τα υπολείμματα των τριών καλλιεργειών που μελετήθηκαν είναι σημαντικές και σε συνδυασμό με τις μεγάλες ποσότητες

των υπολειμμάτων από τις υλοτομίες αλλά και από την κατεργασία στις επιχειρήσεις ξύλου μας δίνει μια ποσότητα βιομάζας που σε καμία περίπτωση δεν πρέπει να μείνει αναξιοποίητη. Από την άλλη πλευρά οι ιδιότητες των υλικών αυτών αν εξαιρεθούν η μεγάλη υγρασία που απαιτεί ενέργεια για να φτάσει στα επιθυμητά επίπεδα όπως και η μικρή χωρική πυκνότητα δεν αποτελούν σημαντικά προβλήματα. Η αξιοποίηση λοιπόν των πιο πάνω υπολειμμάτων αποδεικνύεται άλλη μια πρόκληση που θα πρέπει να αξιοποιηθεί ιδίως στην περιοχή της Δ. Μακεδονίας που η ανάγκες για ενέργεια είναι μεγάλες.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Chow, P. 1975. Dry formed composite board from selected agricultural fiber residues. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) world consultation on wood based panels. 1975 New Delhi India 8pp
- Chow, P. 1976. The use of crop residues for board-making. Environmental Conservation, Vol 3.No1 pp59-62
- Dewey, C.S. 1993. Use of geotextiles on federal lands highway projects, Engineering Field Notes, 26, pp.17
- Fadl, N.A., Sefain, M.Z., Rakha, M. 1978. Hardening of cotton Stalks Hardboard. Indian Pulp and Paper. August- September 1978.pp3-4
- Fengel, D., Wegener, G., 1984 . Wood Chemistry, Ultrastructure, Reactions. Walter De Gruyter, Berlin. New York.
- Langseth, S., Pflum, D. 1994. Weyerhaeuser tests large pilot biofilters for VOCs removal, PanelWorld, March 1994
- Mobarak, F. And Nada, A.M., 1975 Fiberboard from Exotic raw materials II Hardboard from underbarked cotton stalks. Journal of applied Chem. Biotechnology.(25) 659-662
- Nagieb, Z.A., El-Meadaway, S.A. and El-Gammal, A.A. 1988. Chemical characterization of native and degraded lignins from both rice straw and cotton stalks decayed by white rot fungi. Holzforschung und Holzverwertung 40 (1988),2 pp33-37
- Padney, S.N. and Mehta, A.K. 1979 Industrial utilization of agricultural waste products : Cotton Plant stalk. Research and Industry Vol. 24. June 1979, pp75-79
- Padney, S.N. and Mehta, A.K. 1980. Particleboards from Cotton stalks . Research and Industry . Vol. 25 . June 1980.pp 67-70
- Randall, J., M., Hautala, E., I. 1975. Removal of heavy metal ions from waste solutions by contact with agricultural by products, In: Proceedings: Industrial Waste Conference , Purdue University Lafayette, IN, 30, 412.
- Rowell, R. 1995. A new generation of composite materials from Agro-Based fiber . In: Proceedings of the 3d International conference on frontiers of polymers and advance materials ; 1995 January 16-20; Kuata Lumpur, Malaysia. New York ,NY:Plenum Press:659-6
- Rowell, R. 1995. Composite Materials from Agricultural Resources. In : Olesen , Ole, Finn; Larsen, Jorgen, eds. Resesarch in industrial application of non food crops, I: plant fibers: Proceedings of a seminar , 1995 May; Copenhagen, Denmark. Lyngby, Denmar
- Shelvan, P.V., Ghose, T.K., Ghosh, P. 1983. Catalytic Solvent Delignification of Agricultural Residues: Inorganic Catalysts. Process Biochemistry, May/June 1983 pp. 13-15
- Watson, S.A., Ramstad, P.E., 1986. Corn: Chemistry and Technology. Published : American Association of Cereal Chemists Inc. St. Paul Minnesota, USA.pp590
- Youngquist, J.A, B.E. English , H. Spelter, P. Chow, 1993. "Agricultural fibers in composition panels" Proceedings of the 27th international particleboard / composite materials symposium; 1993 March 30-31 Pullman WA. Pullman WA: 133-152
- Αποστολάκης, Μ. Κυρίτσης, Σ., Σούτερ, Χ. 1986. Το ενεργειακό δυναμικό της βιομάζας γεωργικών και δασικών υποπροϊόντων. (Έρευνα στον Ελληνικό χώρο). ΕΛΚΕΠΑ. Αθήνα
- Κούκιος Μ. 1975. Η παραγωγή χαρτοπολτού σε συνδυασμό με την παραλαβή ζυμώσιμων σακχάρων από τα ελληνικά άχυρα. Διδακτορική διατριβή. Αθήνα 1975. ΕΜΠ
- Οικονομίδης Δ. 1977. Η παραλαβή ζυμώσιμων ζακχάρων εκ του άχρου εν συνδυασμό προς την παραγωγή της χαρτομάζης. Διδακτορική διατριβή Αθήνα 1977 ΕΜΠ.
- Τσουμής, Γ. 1986. Επιστήμη και Τεχνολογία του Ξύλου. Τόμος Α' Δομή και Ιδιότητες . Πρώτη έκδοση 1983. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. Υπηρεσία Δημοσιευμάτων.
- Φιλίππου, Ι. 1986. Χημεία και Χημική Τεχνολογία του Ξύλου. Εκδόσεις Γιαχούδη Γιαπούλη Θεσσαλονίκη. Σελ. 357
- Χαρίτος, Ν. 1994. Αξιοποίηση του ξύλου των στελεχών του βαμβακιού. Γεωργία και Ανάπτυξη. Μαΐος 1994. Σελ. 99-109