



Έρευνα για τα βιοκαύσιμα 2ης γενιάς

Κώστας Σ. Τριανταφυλλίδης

Λέκτορας Τμ. Χημείας ΑΠΘ

Συνεργαζόμενος ερευνητής ΙΤΧΗΔ/ΕΚΕΤΑ



«Σύγχρονες εξελίξεις στον ενεργειακό τομέα και επιπτώσεις στο περιβάλλον»

EXPOLINK '07, 21 Απριλίου 2007

Περιεχόμενα

- Γενικά στοιχεία – ορολογία – Κοινωνικές Οδηγίες και νομοθεσία για τα βιοκαύσιμα
- Σύντομη παρουσίαση βιοκαυσίμων 1^{ης} γενιάς και διαφαινόμενα προβλήματα
- Έρευνα και νέες τεχνολογίες παραγωγής βιοκαυσίμων 2^{ης} γενιάς

Ορολογία :

(σύμφωνα με Κοιν. Οδηγία 2003/30/ΕΚ και Ν.3423/2005)

- **Βιοκαύσιμο:** κάθε υγρό ή αέριο καύσιμο μεταφορών που παράγεται από βιομάζα
- **Βιομάζα:** το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα προϊόντων, αποβλήτων και υπολειμμάτων από γεωργικές, δασοκομικές και συναφείς βιομηχανικές δραστηριότητες, καθώς και από βιομηχανικά & αστικά απόβλητα
- **Βιοαιθανόλη:** αιθανόλη που παράγεται από βιομάζα ή/και βιοαποικοδομήσιμα κλάσματα αποβλήτων, για χρήση ως βιοκαύσιμο
- **Βιοντίζελ:** μεθυλ-εστέρες που παράγονται από φυτικά έλαια ή ζωικά λίπη και διαθέτουν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του ντίζελ, για χρήση ως βιοκαύσιμο
- *Βιοϋδρογόνο, βιομεθανόλη, συνθετικά βιοκαύσιμα, βιοαέριο, κ.α.*

Τι μας οδήγησε στα βιοκαύσιμα ;

- **Αυξανόμενη ατμοσφαιρική ρύπανση** (φαινόμενο θερμοκηπίου/ υπερθέρμανση του πλανήτη, όξινη βροχή, αιθαλομίχλη) από τη χρήση πετρελαϊκών καυσίμων, λόγω αύξησης των αερίων CO₂, NO_x, SO_x,κ.α.)
- **Οικονομική «εξάρτηση»** από τις ευμετάβλητες αγορές του αργού πετρελαίου (από 30 \$/βαρέλι το 2000 σε 60-70 \$/βαρέλι το 2006-07)
- **Διαφαινόμενη εξάντληση** των αποθεμάτων αργού πετρελαίου
- **Ανακάλυψη της δυνατότητας παραγωγής και χρήσης βιοκαυσίμων (μάλλον όχι)** : Η ιδέα της χρησιμοποίησης καυσίμων βασισμένων σε φυτικά έλαια χρονολογείται από 1895 όταν ανέπτυξε ο Δρ Ρούντολφ Ντίζελ την πρώτη μηχανή ανάφλεξης με συμπίεση σχεδιασμένη να λειτουργεί με φυτικά έλαια

Κοινοτική οδηγία 2003/30/ΕΚ:

- Ελάχιστη αναλογία βιοκαυσίμων επί του συνόλου της βενζίνης και του πετρελαίου ντίζελ κίνησης, ίση με 2% στο τέλος του 2005 και 5.75% στο τέλος του 2010

Χρήση βιοκαυσίμων, 2003-2005

Χώρα-μέλος	2003 (%)	2004 (%)	2005 (%)	Στόχος
Γερμανία	1.21	1.72	3.75	2.00
Σουηδία	1.32	2.28	2.23	3.00
Ισπανία	0.35	0.38	0.44	2.00
Πολωνία	0.49	0.30	0.48	0.50
Γαλλία	0.67	0.67	0.97	2.00
Ιταλία	0.50	0.50	0.51	1.00
Πορτογαλία	0.00	0.00	0.00	2.00
Ελλάδα	0.00	0.00	n.a.	0.70
Ε.Ε.	0.5	0.7	1.0	1.4

Ενδεικτικοί στόχοι, 2006-2010

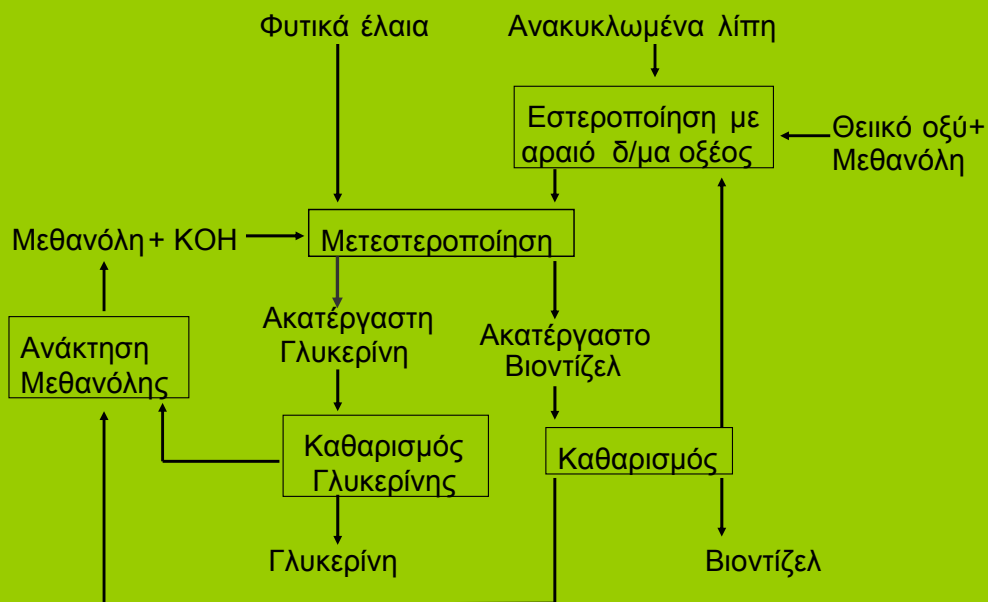
Χώρα-μέλος	2006 (%)	2007 (%)	2008 (%)	2009 (%)	2010 (%)
Γερμανία	2.00				5.75
Σουηδία					5.75
Ισπανία					
Πολωνία	1.50	2.30	17/6/07	17/6/07	5.75
Γαλλία			5.75		7.00
Ιταλία	2.00	2.00	3.00	4.00	5.00
Πορτογαλία	2.00	3.00	5.75	5.75	5.75
Ελλάδα	2.50	3.00	4.00	5.00	5.75
Ε.Ε.					5.45

Πηγή: «Biofuels Progress Report, COM(2006) 845, Brussels, 10/1/2007 – Εθνικές αναφορές στα πλαίσια της Κοιν. Οδηγίας για τα βιοκαύσιμα

Βιοκαύσιμα 1ης γενιάς:

- **Βιοντίζελ** : μεθυλεστέρες λιπαρών οξέων προερχόμενων από φυτικά έλαια ή ζωικά λίπη

ΒΑΣΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΜΕΤΕΣΤΕΡΟΠΟΙΗΣΗΣ



Πηγή
http://www.afdc.doe.gov/pdfs/biodiesel_chart.pdf

Πρώτες ύλες για την παραγωγή βιοντίζελ στην Ελλάδα

Ηλιέλαιο

Βαμβακέλαιο

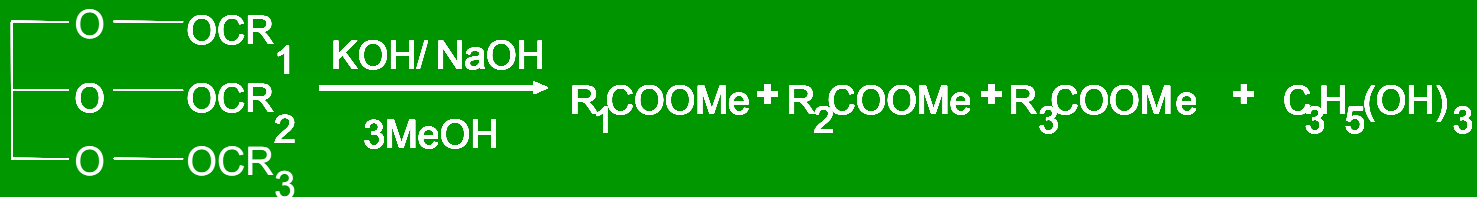
Καπνέλαιο

Σογιέλαιο

Χρησιμοποιημένα μαγειρικά λίπη

Αγριαγκινάρα

Παραπροϊόντα ελαιοτριβείων



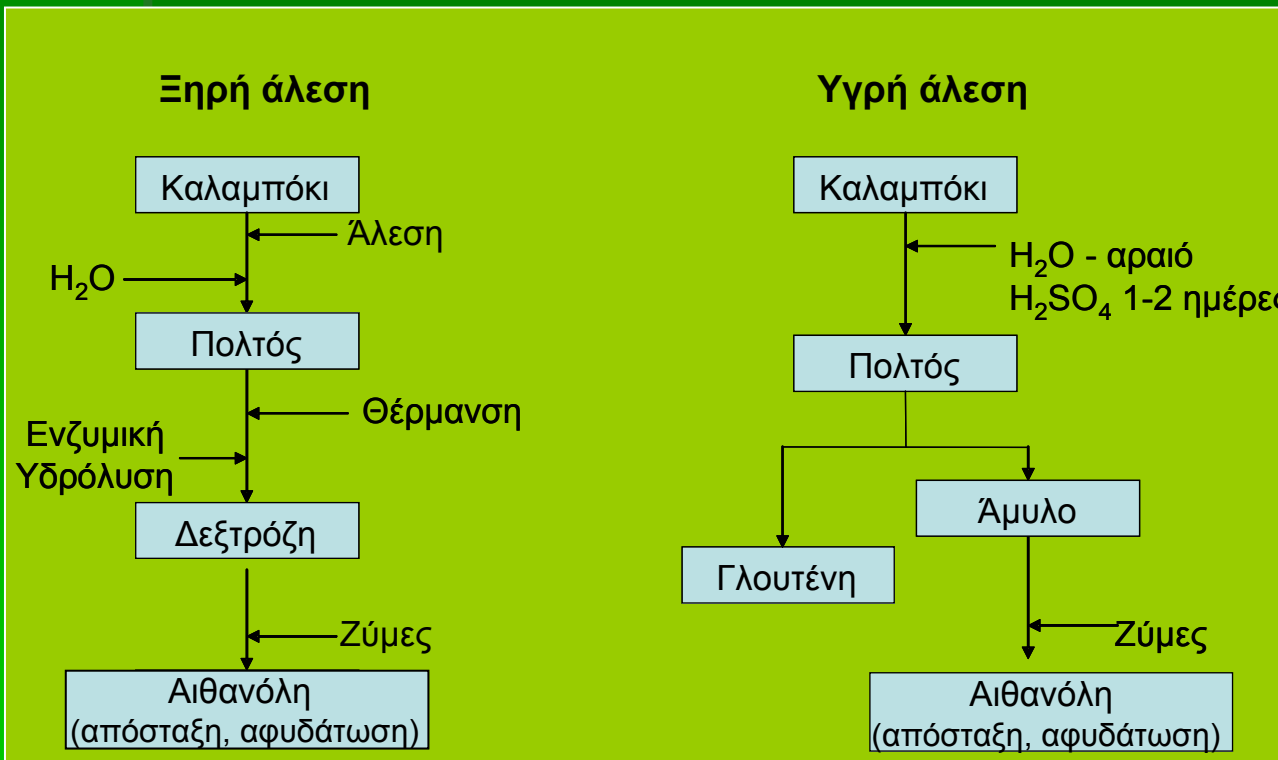
Τριγλυκερίδιο

Μέθυλ-εστέρες λιπαρών οξέων

Γλυκερόλη

Βιοκαύσιμα 1ης γενιάς:

- Βιοαιθανόλη : αιθανόλη που παράγεται από απλά σάκχαρα και αμυλούχες ουσίες



Πρώτες ύλες για την παραγωγή βιοαιθανόλης στην Ελλάδα

Ζαχαρότευτλα

Αραβόσιτο

Σιτάρι

Γλυκύ σόργο



Βιοκαύσιμα 2ης γενιάς:

- Βιοκαύσιμα τα οποία παράγονται από **λιγνοκυτταρινούχες πρώτες ύλες**, όπως:
 - αγροτικά και δασικά προϊόντα/υπολείμματα (ξυλεία, άχυρα)
 - Παραπροϊόντα επεξεργασίας ξύλου
 - Βιομηχανικά και αστικά οργανικά απόβλητα
 - Ενεργειακές καλλιέργειες μικρού περιόδου χρόνου ή ετήσιες με απόδοσεις 1-4 τον/στρ/χρόνο (ακακία, ιτιά, μίσχανθος,καλάμι)
- Τροφοδοσίες μη-ανταγωνιστικές των καλλιεργειών παραγωγής τροφίμων
- Αξιοποίηση παραπροϊόντων και αποβλήτων

Βιοκαύσιμα 2ης γενιάς (συν.):

- Αιθανόλη (ή Αιθανόλη από κυτταρίνη)
- Ντίζελ και βενζίνη (BtL – Biomass to Liquid)
- Πυρολυτικό βιοέλαιο
- Υδρογόνο
- Μεθάνιο - Συνθετικό φυσικό αέριο
- Όλες οι τεχνολογίες παραγωγής βιοκαυσίμων 2ης γενιάς βρίσκονται σε ερευνητικό / πιλοτικό επίπεδο εφαρμογής
- Μονάδες επίδειξης διεργασίας BtL για παραγωγή Βιο-ντίζελ και βιο-DME (διμεθυλαιθέρας) λειτουργούν στην Γερμανία και Δανία
- Στην Ελλάδα (ΕΚΕΤΑ/ΙΤΧΗΔ, Τεχνολογικό Πάρκο Θεσσαλονίκης) έχει αναπτυχθεί τεχνολογία BtL σε πιλοτικό επίπεδο

Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος:

- Περιορισμό στη ζήτηση γης για ενεργειακές καλλιέργειες
- Προστασία της βιοποικιλότητας
- *Δεν είναι μόνο τα βιοκαύσιμα:*
- Δεν πρέπει να ενθαρρύνεται η χρήση γης για ενεργειακές καλλιέργειες με στόχο την παραγωγή βιοκαυσίμων αντί της χρήσης τους για παραγωγή άλλης μορφής ενέργειας (π.χ. σε ηλεκτροπαραγωγικές μονάδες), καθώς το συνολικό ενεργειακό και περιβαλλοντικό όφελος είναι αρκετά μεγαλύτερο στην δεύτερη περίπτωση
- Ενδεικτικός στόχος 12% της ακαθάριστης εσωτερικής κατανάλωσης ενέργειας το 2010 από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (Λευκή Βίβλος: Ενέργεια για το Μέλλον: Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, com(1997) 599).

Ευρωπαϊκή πολιτική προώθησης βιοκαυσίμων 2ης γενιάς:

- Σχέδιο δράσης για τη Βιομάζα, com(2005) 628, 7/12/2005
- Στρατηγική για τα Βιοκαύσιμα, com(2006) 34, 8/2/2006
- Αναφορά προόδου στα Βιοκαύσιμα, com(2006) 845, 10/1/2007
- Προκηρύξεις προγραμμάτων έρευνας & τεχνολογίας στο 7ο Πρόγραμμα Πλαίσιο στην θεματική ενότητα της «Ενέργειας»

Τεχνολογίες παραγωγής βιοκαυσίμων 2ης γενιάς:

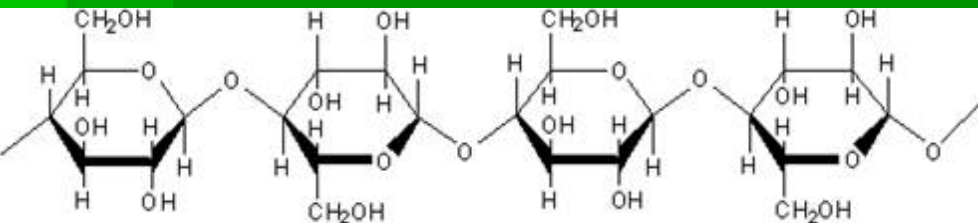
- Παραγωγή βιοαιθανόλης μέσω βιοχημικής μετατροπής λιγνοκυτταρινούχων πρώτων υλών:
Ενζυματική υδρόλυση βιομάζας και ζύμωση παραγόμενων σακχάρων προς αιθανόλη
- Θερμοχημική μετατροπή βιομάζας προς υγρά καύσιμα –Τεχνολογία BtL: Biomass to Liquids (Βιομάζα προς Υγρά):
 - Αεριοποίηση βιομάζας προς παραγωγή αερίου σύνθεσης ($\text{CO} + \text{H}_2$)
 - Μετατροπή του $\text{CO} + \text{H}_2$ προς βιο-ντίζελ και ελαφρύτερα προϊόντα (βενζίνη, πρόσθετα βενζίνης) μέσω της καταλυτικής σύνθεσης Fischer-Tropsch
- Πυρόλυση βιομάζας προς παραγωγή βιο-ελαίου (μίγμα υδατικής και οργανικής φάσης)

Δομή και σύσταση λιγνοκυτταρινούχας βιομάζας:

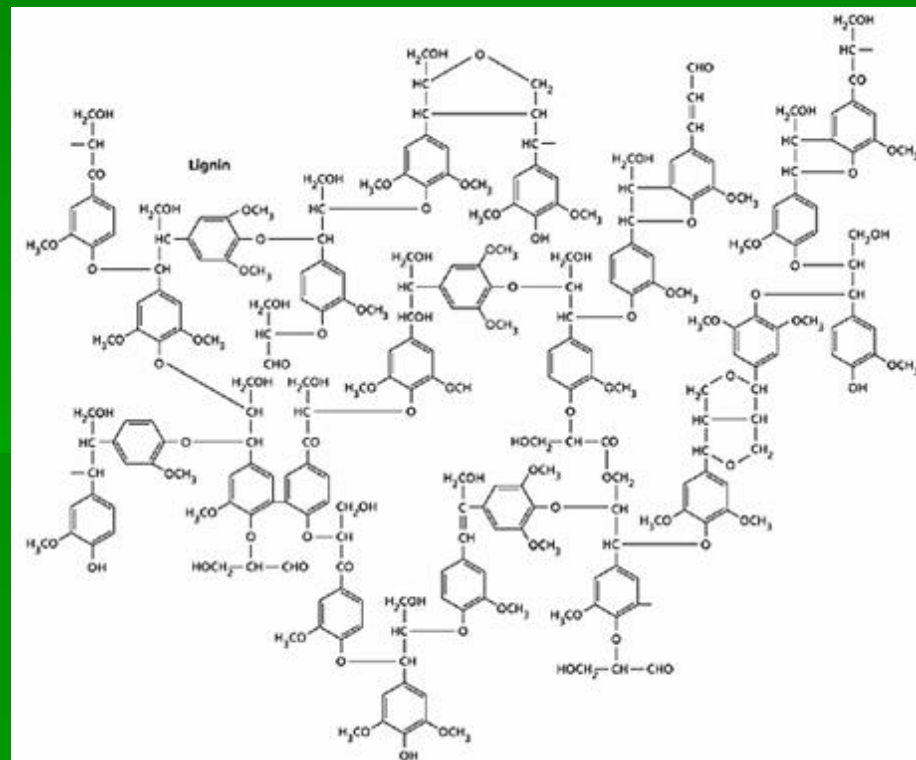
Κύρια οργανικά συστατικά
βιομάζας:

- Κυτταρίνη: γενικός τύπος $(C_6H_{10}O_5)_n$,
MB: 300.000-500.000 (30-50%)
- Ημικυτταρίνη: γενικός τύπος
 $(C_5H_8O_4)_n$ (20-35%)
- Λιγνίνη (20-30%)

Τμήμα μορίου κυτταρίνης



Λιγνίνη



Βιοαιθανόλη 2ης γενιάς: πιθανά σενάρια



Βιοαιθανόλη 2ης γενιάς: πιθανά σενάρια



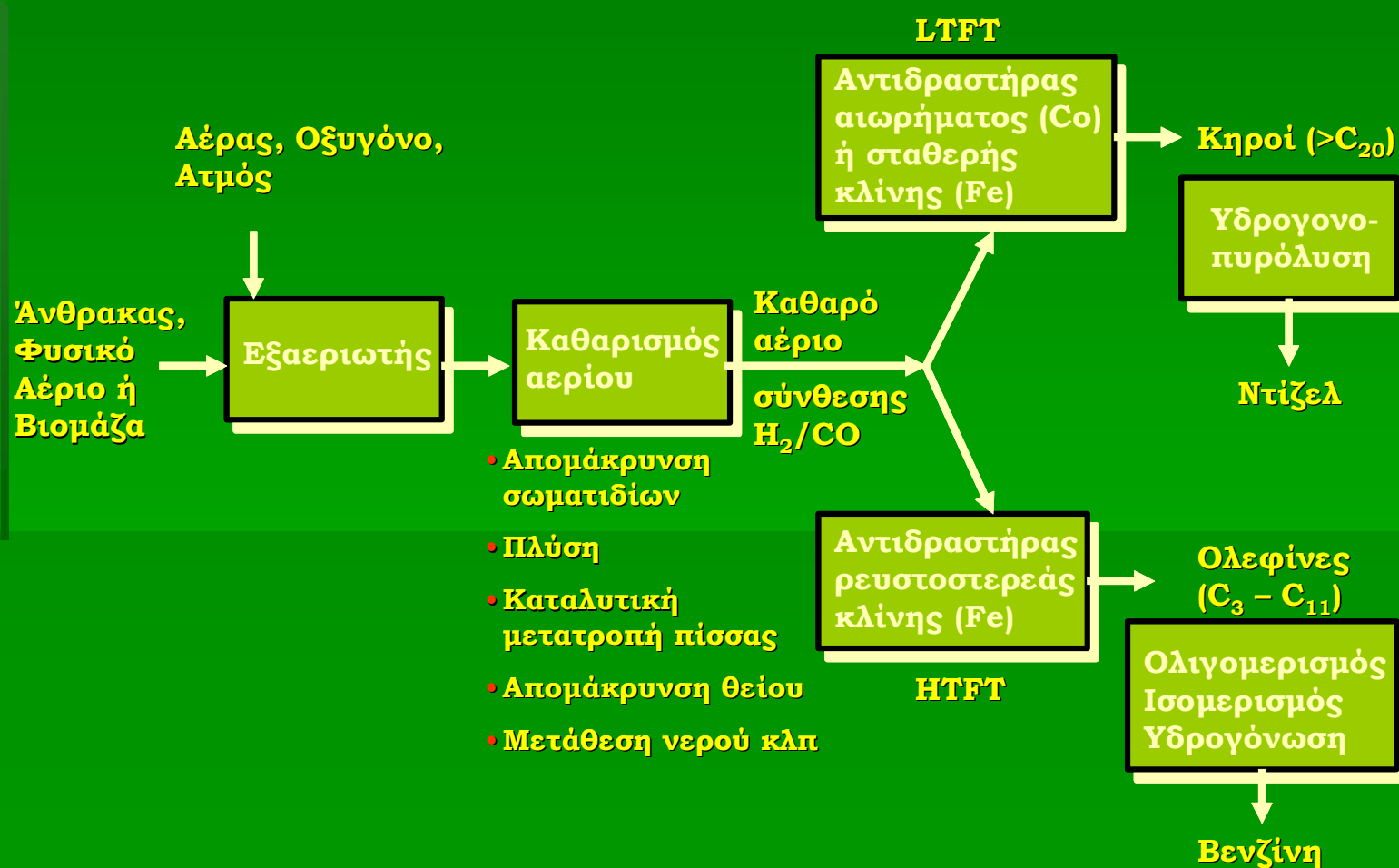
Πιλοτική μονάδα παραγωγής βιοαιθανόλης 2ης γενιάς:



- SEKAB E-TECHNOLOGY, NILE EU funded project, Örnköldsvik, Sweden (December 2006)

Διεργασία BtL (Βιομάζα προς Υγρά):

- Αεριοποίηση Βιομάζας
- Fischer-Tropsch σύνθεση



Πιλοτική μονάδα υδρογονοπυρόλυσης κηρών Fischer-Tropsch προς παραγωγή βιοκαυσίμων



- Εργαστήριο Περιβαλλοντικών Καυσίμων & Υδρογονανθράκων, ΙΤΧΗΔ / ΕΚΕΤΑ, Τεχνολογικό Πάρκο Θεσσαλονίκης

Προϊόντα υδρογονοπυρόλυσης κηρών Fischer-Tropsch

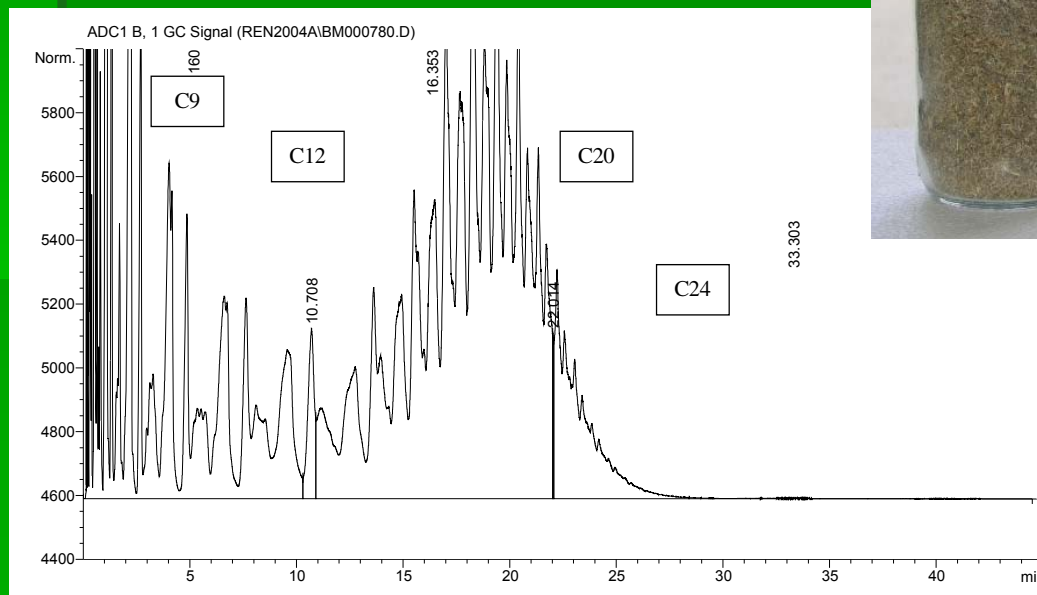
Βαθμός μετατροπής: 77.3 %

Νάφθα: 11.7 %

Κηροζίνη: 11.5 %

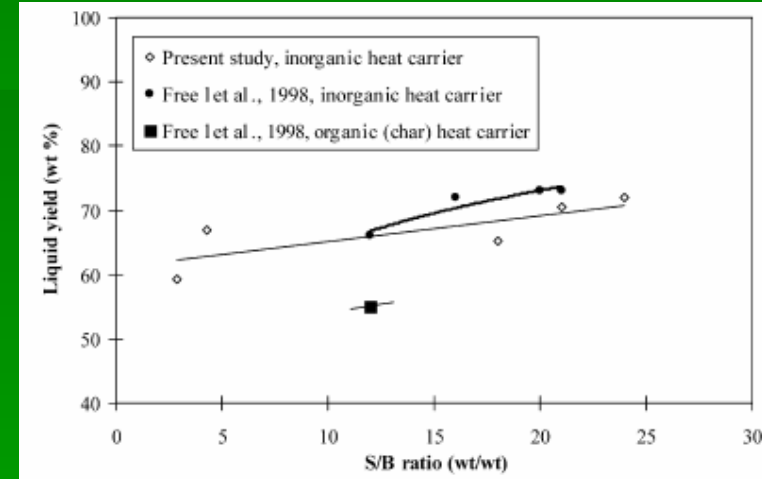
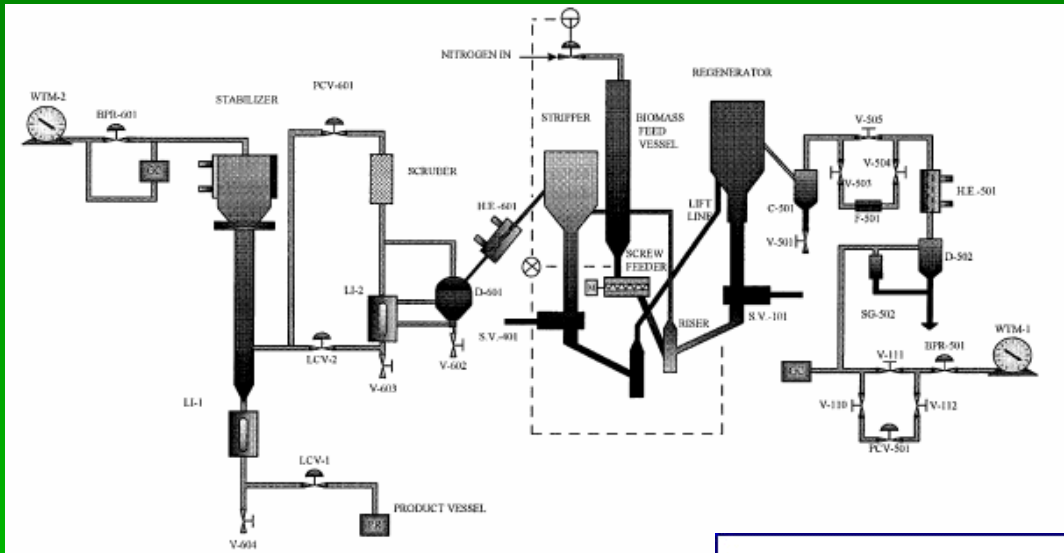
Ντίζελ: 49.5 %

Δοκιμή αναφοράς:



- Εργαστήριο Περιβαλλοντικών Καυσίμων & Υδρογονανθράκων, ΙΤΧΗΔ / ΕΚΕΤΑ, Τεχνολογικό Πάρκο Θεσσαλονίκης

Πυρόλυση βιομάζας προς παραγωγή βιο-ελαίου:

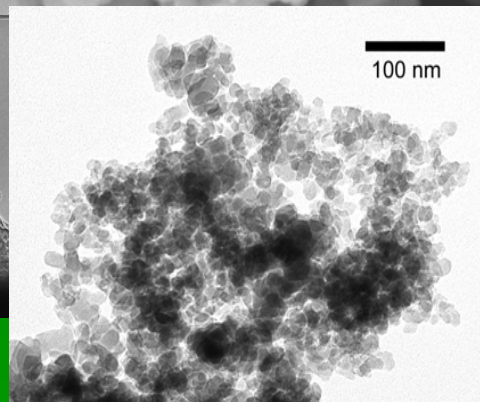
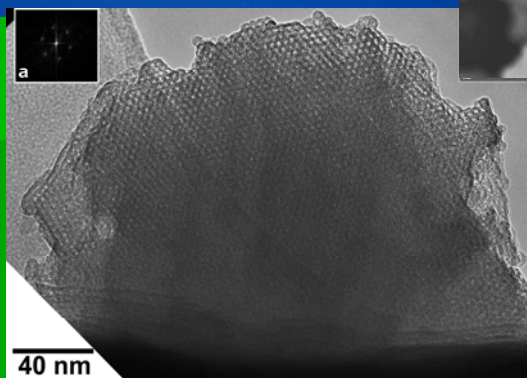
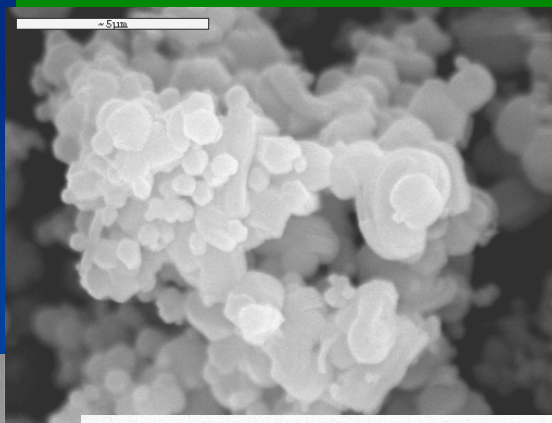


- Πιλοτική μονάδα με αντιδραστήρα ρευστοστερεάς κλίνης με ανακυκλοφορία



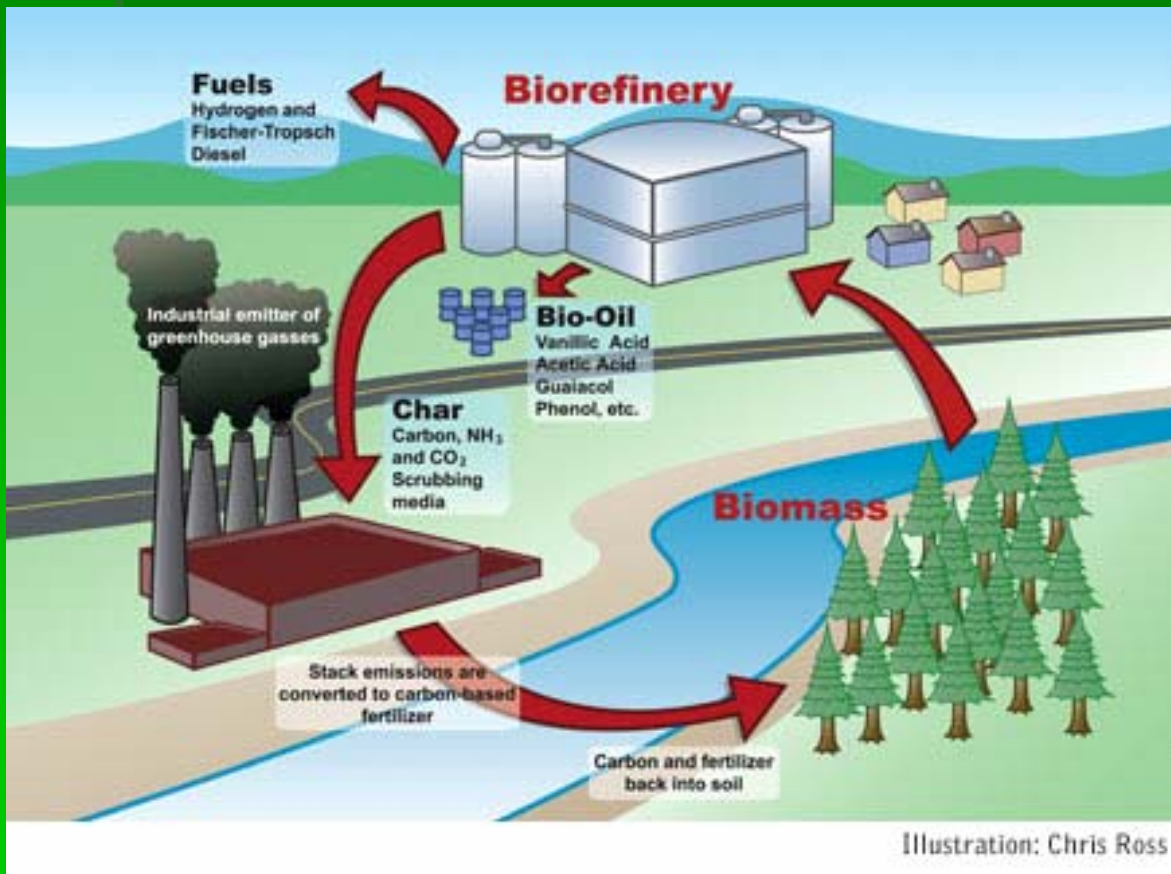
Bio-oil production via biomass catalytic pyrolysis

Ανάπτυξη καταλυτών για μετατροπή βιομάζας και αναβάθμιση βιο-ελαίου



- Ζεόλιθοι, Μεσοπορώδη υλικά, Μεταλλικοί καταλυτές
- Συνδυασμός νανοτεχνολογίας και βασικής χημείας για βελτιστοποίηση ιδιοτήτων

Η ιδέα του *Βιο-διυλιστηρίου* (*Biorefinery*)



- Συνδυασμός παραγωγικών διεργασιών μετατροπής βιομάζας προς καύσιμα, ενέργεια και χημικά προϊόντα
- Αξιοποίηση όλων των συστατικών της βιομάζας

Συνοψίζοντας ...

- Η βιομάζα είναι η μοναδική ανανεώσιμη πηγή ενέργειας που μπορεί να οδηγήσει σε ταυτόχρονη παραγωγή υγρών, αερίων και στερεών καυσίμων, φιλικών προς το περιβάλλον
- Τα βιοκαύσιμα 2ης γενιάς αναμένεται να βελτιώσουν τις «επιδόσεις» των βιοκαυσίμων 1ης γενιάς αναφορικά με τους τομείς αποδοτικότητας/κόστους και συνδυασμένης μακροχρόνιας προστασίας του περιβάλλοντος και της γεωργίας, καθώς αξιοποιούν παραπροϊόντα και απόβλητα ως πρώτες ύλες

Ευχαριστώ για την προσοχή σας