

ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΑ ΚΑΥΣΙΜΑ

του κ.Θανάση Κουτίνα, χημικού, καθηγητή Πανεπιστημίου Πατρών

Για τα εναλλακτικά καύσιμα αρχίσαμε να συζητάμε μετά την μεγάλη πετρελαϊκή κρίση της δεκαετίας του '70, συγκεκριμένα μετά το 1973. Μέχρι τότε το πετρέλαιο ήταν κυρίαρχο όπως άλλοτε είναι και σήμερα, αλλά με μια διαφορά. Τότε δεν υπήρχε ευαισθητοποίηση της κοινής γνώμης δεν υπήρχε ευαισθητοποίηση των επιστημόνων, της παγκόσμιας επιστημονικής κοινότητας. Σήμερα υπάρχει κάποια ευαισθητοποίηση του κοινωνικού συνόλου, και έχουν αρχίσει πολλές εργασίες εδώ και 25 περίπου χρόνια πάνω σ' αυτό το θέμα, για την αντιμετώπιση του προβλήματος του περιβάλλοντος με τη χρήση εναλλακτικών πηγών ενέργειας και συγκεκριμένα με την χρήση εναλλακτικών καυσίμων. Η ευθύνη δυστυχώς ανήκει στους επιστήμονες που πριν από το 1973 δεν είχαν ανάλογη ευαισθησία απέναντι στο ενεργειακό πρόβλημα. Μία ευθύνη η οποία επεκτείνεται στο σήμερα, δεδομένου ότι τα συμβατικά καύσιμα ρυπαίνουν με τη δημιουργία του φαινομένου του θερμοκηπίου, με το έλλειμμα στο όζον, με τα δηλητηριώδη νέφη των μεγαλουπόλεων (καπνομίχλης και φωτοχημικά).

Τα εναλλακτικά καύσιμα είναι η βιοαιθανόλη, το βιοαέριο, και το υδρογόνο. Και τα τρία παράγονται με πρώτες ύλες την βιομάζα και το νερό. Η βιοαιθανόλη και το βιοαέριο παράγεται με κύρια πρώτη ύλη τη βιομάζα και δευτερεύουσα το νερό, ενώ το υδρογόνο παράγεται με κύρια ύλη το νερό, ενώ η βιομάζα θα μπορέσει να αποτελέσει στο μέλλον πρώτη ύλη για την παραγωγή του.

Ας δούμε πιο αναλυτικά τον τρόπο παραγωγής των εναλλακτικών καυσίμων. Το διοξείδιο του άνθρακα και το νερό αποτελούν την πρώτη ύλη για να γίνει η αντίδραση της φωτοσύνθεσης με την βοήθεια βέβαια της ηλιακής ενέργειας και με την χλωροφύλλη σαν φωτοευαισθητοποιητή, δηλαδή καταλύτη. Έτσι δημιουργούνται τα σάκχαρα, οι πολυσακχαρίτες και στη συνέχεια με τα ένζυμα τα οποία παίρνουμε από τους μικροοργανισμούς οι πολυσακχαρίτες διασπώνται σε ζυμώσιμα σάκχαρα όπως είναι η γλυκόζη. Η γλυκόζη με τα ένζυμα των ζυμών και με την αλκοολική ζύμωση μας δίνει την βιοαιθανόλη. Η παραγωγή της βιοαιθανόλης δεν είναι τίποτε άλλο παρά η αποθήκευση της ηλιακής ενέργειας στο μόριο της. Η ηλιακή ενέργεια απορροφάται μέσω της φωτοσύνθεσης στα μόρια της κυτταρίνης που είναι ο πλουσιότερος υδατάνθρακας στη φύση. Η ηλιακή ενέργεια μπορεί να ληφθεί με έναν ηλιακό συλλέκτη, η φωτοσύνθεση δημιουργεί επίσης κυτταρίνη, με την αλκοολική ζύμωση παίρνουμε αλκοόλη, αλλά το ποσοστό της αλκοόλης που υπάρχει μέσα στο νερό είναι 8%. Κατά συνέπεια δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως έχει σαν καύσιμο. Έτσι η κυτταρίνη την οποία έχει το φυτό από όπου παίρνουμε την σακχαρόζη, μπορεί να καεί για να μας δώσει τον ατμό που χρειάζεται στο εργοστάσιο για να αποστάξουμε το 8% διάλυμα της αλκοόλης για να φτιάξουμε το 95% οινοπνευματώχο υγρό το οποίο θα χρησιμοποιηθεί σαν καύσιμο στο αυτοκίνητο αφού ξηρανθεί πρώτα και μετατραπεί σε προϊόν 100%. Ταυτόχρονα δημιουργούνται πρωτεΐνες οι οποίες μπορούν να αποτελέσουν τροφή για τα ζώα. Η βιοαιθανόλη στη συνέχεια καίγεται στο αυτοκίνητο, δίνει διοξείδιο του άνθρακα και νερό το οποίο επανέρχεται και πάλι στον κύκλο μέσω της φωτοσύνθεσης κατά συνέπεια έχουμε ένα ανανεώσιμο καύσιμο.

Το βιοαέριο παράγεται με την μεθανική ζύμωση. Μέσω της φωτοσύνθεσης παράγονται επίσης οι υδατάνθρακες, τα σάκχαρα και βέβαια με την ανάπτυξη των φυτών

δημιουργούνται σάκχαρα λίπη, πρωτεΐνες και στη συνέχεια αυτά τα υλικά με ένζυμα που υπάρχουν στους μικροοργανισμούς μετατρέπονται σε μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα. Χρησιμοποιούμε ένα αντιδραστήρα υδρόλυσης της βιομάζας και στη συνέχεια ένα δεύτερο βιοαντιδραστήρα όπου εκεί γίνεται η μεθανική ζύμωση για την παραγωγή του βιοαερίου. Παράγεται το βιοαέριο και στη συνέχεια το απόβλητο το οποίο περιέχει οργανικό φορτίο που μπορεί να βιοαποικοδομηθεί, αποβάλλεται καθαρισμένο στο περιβάλλον.

Το υδρογόνο τώρα παράγεται με τις πολύ απλές αντιδράσεις, της διάσπασης του νερού με τη βοήθεια ενέργειας που θα μπορούσε να αντικατασταθεί με ηλιακή, υπό προϋποθέσεις. Το νερό διασπάται με αυτή την απλή αλλά σπουδαία αντίδραση η οποία έχει το μεγαλύτερο οικονομικό ενδιαφέρον αλλά δυστυχώς δεν έχει επιτευχθεί ακόμα η συμφέρουσα οδός. Η βιομάζα τώρα είναι μια πρώτη ύλη που με μικροοργανισμούς μπορεί να μας δώσει υδρογόνο στη συνήθη θερμοκρασία. Αυτό έχει παρατηρηθεί κατά συνέπεια είμαστε ακόμα στην έρευνα, πάρα πολύ μακριά από το να μιλάμε για παραγωγή. Στη συνέχεια το υδρογόνο θα καεί στο αυτοκίνητο και θα μας δώσει νερό και την θερμότητα που απαιτείται για την κίνησή του. Απ' ότι βλέπουμε εδώ το μόνο προϊόν που δημιουργείται από την καύση του είναι το νερό, κατά συνέπεια είναι ένα άκρως φιλικό προς το περιβάλλον εναλλακτικό καύσιμο. Δεδομένου ότι ξαναδημιουργείται το νερό μπορούμε να μιλούμε για ανανεώσιμο καύσιμο, για μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας και κατά συνέπεια λύνουμε το ενεργειακό πρόβλημα, οριστικά με απόλυτα φιλικό τρόπο προς το περιβάλλον.

Να εστιάσουμε τώρα στα προβλήματα που δημιουργούνται και πρέπει να λυθούν για να πούμε με σιγουριά ότι μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τα εναλλακτικά καύσιμα στην κίνηση των αυτοκινήτων. Σε ένα εργοστάσιο παραγωγής βιοαιθανόλης με την υπάρχουσα τεχνολογία απαιτείται απόσταση δηλαδή μία διεργασία η οποία χρειάζεται ενέργεια, δηλ. πετρέλαιο. Πιο συγκεκριμένα απαιτείται ένα κιλό πετρέλαιο για να παράγουμε ένα κιλό οινόπνευμα. Αυτό σημαίνει ότι το ενεργειακό ισοζύγιο στην προκειμένη περίπτωση είναι αρνητικό και η χρήση αυτού του εναλλακτικού καυσίμου στα μεταφορικά μέσα αδόκιμη. Κατά συνέπεια υπάρχει εδώ ένα σημαντικό πρόβλημα μείωσης της ενεργειακής κατανάλωσης στο εργοστάσιο παραγωγής της βιοαιθανόλης. Ήδη με την έρευνα που έχει γίνει στα τελευταία 25 χρόνια καταφέραμε να την μειώσουμε στο μισό. Όμως θα πρέπει να την μηδενίσουμε. Βέβαια σε βραχυπρόθεσμη βάση η βιοαιθανόλη μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν πρόσθετο στην βενζίνη. Η ριζική λύση θα είναι η υδρόλυση της κυτταρίνης για την παραγωγή γλυκόζης και έπειτα με αλκοολική ζύμωση, βιοαιθανόλη. Η παραγωγή βιοαιθανόλης 100% χωρίς κατανάλωση ενέργειας είναι ένα μεγάλο πρόβλημα που απασχολεί την παγκόσμια διεθνή κοινότητα. Δυστυχώς μέχρι σήμερα δεν έχει δοθεί λύση, ελπίζουμε να γίνει στις προσεχείς δεκαετίες.

Το πρόβλημα παραγωγής του βιοαερίου είναι ίσως πιο περίπλοκο απ' ότι είναι η παραγωγή της βιοαιθανόλης. Το πρόβλημα που υπάρχει εδώ είναι η μικρή σχετική ταχύτητα της μεθανικής ζύμωσης, αυτό σημαίνει μεγάλοι βιοαντιδραστήρες, μεγάλοι όγκοι εγκαταστάσεων. Θα πρέπει εδώ η επιστημονική έρευνα να μειώσει το χρόνο της ζύμωσης για να μειώσει τον όγκο των εγκαταστάσεων και βέβαια το κόστος. Για την παραγωγή του υδρογόνου, το εμπόδιο είναι το ότι για να γίνει η αντίδραση θερμικής διάσπασης του νερού χρειαζόμαστε 4600 °C, μια θερμοκρασία απαγορευτική δεδομένου ότι δεν βρίσκονται υλικά για να κατασκευάσουμε τον αντιδραστήρα παραγωγής υδρογόνου. Επίσης η υψηλή θερμοκρασία που απαιτείται για τη διάσπαση δημιουργεί αρνητικό ισοζύγιο, δηλαδή, όταν θέλουμε να δώσουμε στην κοινωνία ένα καύσιμο αυτό θα πρέπει να μα δίνει περισσότερη

ενέργεια απ'την ενέργεια που δίνουμε για να το παράγουμε. Στη συγκεκριμένη περίπτωση δεν συμβαίνει κάτι τέτοιο. Έτσι για να έχουμε ωφέλιμη ενέργεια θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε ένα καταλύτη ούτως ώστε να ρίξουμε την θερμοκρασία διάσπασης του νερού κάτω από τους 1.000 C και αν είναι δυνατόν να παράγουμε το υδρογόνο στη συνήθη θερμοκρασία. Αυτή θα ήταν μία πιο φιλική προς το περιβάλλον βιομηχανική μεθοδολογία. Βέβαια εδώ υπάρχει και ακόμα ένα μεγάλο εμπόδιο. Η μεγάλη εκρηκτική ικανότητα του υδρογόνου. Φανταστείτε ότι έχετε μία μπουκάλα υδρογόνου στο αυτοκίνητό σας, είναι σαν κάθεστε πάνω σε μια βόμβα.

Παρ όλα τα προβλήματα που προαναφέραμε, οι έρευνες είναι απαραίτητες αν σκεφτούμε ότι το πετρέλαιο το χρησιμοποιούμε έναν αιώνα και θα το χρησιμοποιήσουμε άλλον έναν. Δεδομένου ότι ο άνθρωπος έζησε πολλές χιλιετίες πριν, και θα ζήσει ακόμα πολλές χιλιετίες χωρίς αυτό. Δύο αιώνες χρήσης του πετρελαίου είναι ένα πίκ πολύ απότομο στην παγκόσμια Ιστορία χρονικά πολύ λίγο. Κατά συνέπεια είναι πάρα πολύ εγωιστικό να σκεφτόμαστε μόνο το πετρέλαιο, γιατί τότε οι επόμενες γενιές δεν θα έχουν ενέργεια και κατά συνέπεια θα γυρίσουν πάρα πολύ πίσω.

Ας δούμε ποιά είναι η επίδραση των εναλλακτικών καυσίμων στο περιβάλλον.

Το υδρογόνο με την καύση του μας δίνει μόνο νερό, δεν δίνει κανένα απολύτως ρύπο. Διασπάται ξαναδημιουργείται με τη καύση του, κατά συνέπεια είναι απόλυτο ανανεώσιμο. Η βιοαιθανόλη καίγεται ομαλά, μας δίνει κυρίως νερό και διοξείδιο του άνθρακα, και πολύ μικρές περιεκτικότητας άλλων ρύπων.

Το βιοαέριο το οποίο είναι μίγμα μεθανίου και διοξειδίου του άνθρακα επειδή έχει λίγο άνθρακα, καίγεται με λιγότερους ρύπους, απ' ότι η βενζίνη. Η βενζίνη και το πετρέλαιο με την καύση τους παράγουν σαν κύρια συστατικά νερό και διοξείδιο του άνθρακα. Από εκεί και πέρα δημιουργούνται αιθάλη (κάπνα), διοξείδιο του θείου (εξαιρετικός ρυπαντής), μονοξείδιο του άνθρακα (συμμετέχει στις αντιδράσεις δημιουργίας των φωτοχημικών ρύπων), ακόρεστοι υδρογονάνθρακες (γνωστοί για την μείωση του όζοντος), συμπυκνωμένοι υδρογονάνθρακες και ενώσεις μολύβδου (βλαπτικές και καρκινογόνες ουσίες). Κατά συνέπεια είναι εύκολο να δει κανείς τη διαφορά μεταξύ των εναλλακτικών καυσίμων από τη βενζίνη και το πετρέλαιο.

Ενδιαφέρον παρουσιάζουν ορισμένα συγκριτικά στοιχεία για τα διάφορα καύσιμα, μεταξύ αυτών και τα εναλλακτικά. Μία παράμετρος που μας ενδιαφέρει, είναι η κατά μάζα πυκνότητας ενέργεια, δηλαδή, πόση ενέργεια παίρνουμε από ένα κιλό καυσίμου. Η κατά μάζα πυκνότητα ενέργειας του υδρογόνου είναι 120.000 Kjoules ανά Kg, περίπου 2,5 φορές μεγαλύτερη απ' αυτή του μεθανίου και τρεις φορές περίπου μεγαλύτερη απ' αυτή που δίνει η βενζίνη. Επομένως εδώ μπορούμε να πούμε ότι το υδρογόνο έχει μια μεγάλη υπεροχή. Η βιοαιθανόλη έχει περίπου τα 2/3 της κατά μάζα πυκνότητας ενέργειας σε σχέση με την βενζίνη. Αλλά, χρησιμοποιώντας ένα λίτρο βιοαιθανόλη στο αυτοκίνητο και ένα λίτρο βενζίνης, κάνεις τα ίδια χιλιόμετρα. Κατά συνέπεια το μειονέκτημα αυτό της βιοαιθανόλης αίρεται στην μηχανή του αυτοκινήτου.

Ας δούμε τώρα την διαθέσιμη βιομάζα προκειμένου να μιλάμε για μια ολοκληρωτική λύση του προβλήματος των καυσίμων, με αντικατάσταση της βενζίνης και του πετρελαίου ντίζελ από εναλλακτικό καύσιμο όπως η βιοαιθανόλη. Η βιομάζα είναι το ξύλο, τα αγροτικά απορρίμματα, τα δημητριακά όπως είναι το καλαμπόκι, το σιτάρι, το σόργο, τα

σακχαρότευτλα, τα στερεά απόβλητα των πόλεων όπως επίσης και τα απόβλητα των βιομηχανιών τροφίμων. Ποιά φυτά θα μπορούσαμε να καλλιεργήσουμε στα χωράφια μας έτσι ώστε να παράγουμε υδατάνθρακες και από εκεί πρώτες ύλες και στην συνέχεια βιοκαύσιμα;

Το σόργο, δίνει την μεγαλύτερη απόδοση ανά στρέμμα, αλλά έχει ένα μειονέκτημα που σχετίζεται με τη μικρή περιεκτικότητα σε ζυμώσιμα σάκχαρα και μεγάλη περιεκτικότητα σε κυτταρίνη. Θα πρέπει επομένως να πετύχουμε επιστημονικά την υδρόλυση της κυτταρίνης για να έχουμε έτσι πιθανότητα το σόργο να χρησιμοποιηθεί σαν πρώτη ύλη. Τα τεύτλα ίσως σήμερα είναι το φυτό το οποίο θα πρέπει να καλλιεργήσουμε προκειμένου να αρχίσουμε την παραγωγή βιοκαυσίμων γιατί έχει τέτοια περιεκτικότητα σε σακχαρόζη, που βοηθάει ενεργειακά την παραγωγή της βιοαιθανόλης. Το σιτάρι και το καλαμπόκι που περιέχουν μικρότερες αποδόσεις σε βιοκαύσιμα, έχουν ένα μεγάλο πλεονέκτημα διότι παρέχουν ταυτόχρονα και πρωτεΐνες. Ταυτόχρονα δηλαδή με την καλλιέργεια αυτών των αγροτικών προϊόντων μπορούμε να παράγουμε βιοκαύσιμα και γλουτένη η οποία είναι η πρωτεΐνη του ψωμιού και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν τρόφιμο. Αλλά βέβαια εδώ υπάρχει ένα εμπόδιο, η υδρόλυση του αμύλου, που είναι ένα στάδιο που θα πρέπει να πετύχουμε στο εργοστάσιο οικονομικοτεχνικά για να παράγουμε στην συνέχεια την βιοαιθανόλη.

Τι γίνεται όμως σε παγκόσμια κλίμακα, είναι δυνατή η παραγωγή βιομάζας σε ποσά τέτοια που να καλύπτουν τις παγκόσμιες ενεργειακές ανάγκες; Ορισμένοι δίνουν ότι η παγκόσμια παραγωγή βιομάζας μπορεί να είναι στα 146 δισ. τόνους, που σημαίνει ότι αυτή η ποσότητα μπορεί να καλύψει 30 φορές την ενέργεια που χρειάζονται οι ΗΠΑ. Και αν λάβουμε υπόψη μας ότι οι ΗΠΑ καταναλίσκουν περίπου το 25% της παγκόσμιας ενέργειας, βλέπουμε πράγματι ότι αυτό το ποσό καλύπτει πολλαπλάσια την ενέργεια που απαιτείται σε ολόκληρο τον κόσμο. Μόνο στις ΗΠΑ η διαθέσιμη βιομάζα υπολογίζεται σε 1δισ τόνους από την οποία μπορούν να παραχθούν 350 εκατομμύρια τόνοι βιοαιθανόλης, ποσότητα που υπερκαλύπτει την κατανάλωση καυσίμου στην χώρα αυτή.

Έχουμε δυνατότητα να παράγουμε στην Ελλάδα βιοαιθανόλη χωρίς να έχουμε σοβαρά προβλήματα, στο περιβάλλον; Αν καλλιεργήσουμε το 15% των πεδιάδων της Βόρειας Ελλάδας, Θεσσαλία, Μακεδονία, Θράκη, μπορούμε να παράγουμε βιοκαύσιμο το οποίο να καλύπτει περίπου το 35% των αναγκών της χώρας, στα μεταφορικά μέσα και ταυτόχρονα 240 τόνους την ημέρα πρωτεΐνες για ζωοτροφές. Το κόστος παραγωγής πλησιάζει περίπου την τιμή πώλησης της βενζίνης (όχι τιμή παραγωγής). Υπάρχει κανένα πρόβλημα σήμερα έτσι ώστε η βιοαιθανόλη να μπει στα αυτοκίνητα;

Κατά την γνώμη μου, το πρόβλημα που υπάρχει αυτή τη στιγμή είναι ότι το οινόπνευμα που παράγεται στα εργοστάσια είναι 95%. Το πρόβλημα είναι να ξηραίνουμε αυτό και να παράγουμε προϊόντα 100%. Νομίζω πως αν χρηματοδοτηθούν τέτοιες έρευνες στο εγγύς μέλλον μπορεί να δοθεί σε αυτό το θέμα λύση.

Τι γίνεται σε μακροπρόθεσμη βάση; Έχουμε την δυνατότητα να λύσουμε ολοκληρωτικά το πρόβλημα των καυσίμων και να αντικαταστήσουμε την βενζίνη και το πετρέλαιο ντήζελ με εναλλακτικά καύσιμα; Αυτό κατά την γνώμη μου θα μπορούσε να γίνει υπό την προϋπόθεση ότι θα επιτευχθεί οικονομικοτεχνικά η υδρόλυση της κυτταρίνης. Αν υδrolύσουμε την κυτταρίνη και δεν μεταβάλουμε το σύστημα παραγωγής με βάση τα τεύτλα που είπαμε προηγούμενα, δηλαδή να καλλιεργούμε το 15% των πεδιάδων της

Βόρειας Ελλάδας, και να παράγουμε ζαχαρότευτλα, μπορούμε να αυξήσουμε αυτό το 35% που είπα προηγουμένως με τα κυταριούχα συστατικά που περιέχονται στις πρώτες ύλες χρησιμοποιώντας και την αχυροκυτταρίνη των πεδιάδων από την παραγωγή των δημητριακών μαζί με την μελάσα. Έτσι μπορούμε να αυξήσουμε αυτό το ποσοστό στο 60%. Από εκεί και πέρα εάν θα γίνει ολοκληρωτική αντικατάσταση των συμβατικών καυσίμων εξαρτάται από το εάν θα πρέπει να αυξήσουμε τα ποσοστά αυτά στις καλλιέργειες ή όχι. Μπορούμε όμως να συνδυάσουμε την παραγωγή του βιοκαυσίμου - όπως είπαμε προηγουμένως - με την παραγωγή τροφίμων, την παραγωγή πρωτεϊνών.

Μπορούμε να κάνουμε αυτή τη στιγμή άμεση παραγωγή αλκοόλης, βιοαιθανόλης και να την βάλουμε στο αυτοκίνητο. Είναι δυνατόν να γίνει προσθήκη στην βενζίνη με ένα ποσοστό 3% χωρίς να διαταραχθεί η γεωργική παραγωγή. Μπορούμε να παράγουμε 40 εκατ. λίτρα από μελάσα και 50 εκατ. λίτρα από ζαχαρότευτλα και ταυτόχρονα φτιάχνουμε επίσης και κάπου 7.000 χλγρ. ζύμη αρτοποιίας ή κατά κάποιον τρόπο πρωτεϊνούχες κτηνοτροφές τον χρόνο.

Συμπερασματικά μπορούμε να πούμε:

1. Τα εναλλακτικά καύσιμα είναι φιλικά προς το περιβάλλον.
2. Η βιοαιθανόλη είναι το εναλλακτικό καύσιμο το οποίο έχει πιθανότητες στο εγγύς μέλλον να χρησιμοποιηθεί υπό την προϋπόθεση ότι θα υπάρξει ανάλογη πολιτική βούληση.
3. Η χρήση του υδρογόνου μπορεί να δώσει ολοκληρωτική λύση στο ενεργειακό ζήτημα, υπό την προϋπόθεση ότι θα υπερβεί τα προβλήματα που αναφέραμε

Αυτό μπορεί να γίνει στο μέλλον ή και ποτέ.