ΜΙΚΡΟΚΥΜΑΤΙΚΗ ΧΗΜΕΙΑ ΚΑΙ ΜΙΚΡΟΚΥΜΑΤΙΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ. ΠΟΣΟ ΠΡΑΣΙΝΗ ΕΙΝΑΙ;

Α. Ι. Μαρούλης[1], Κ. Π. Χατζηαντωνίου[1], Δ. Α. Χατζημιμίκου
(1)Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
apm@chem.auth.gr, conm@chem.auth.gr, demi18@otenet.gr

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το 1926 ο Σοβιετικός νατουραλιστής V. Vernadskii έγραφε: «Είμαστε περικυκλωμένοι, δεχόμαστε εισβολή συνεχώς και από παντού, από αιωνίως εναλλασσόμενες, συνδεόμενες και αντίθετες ακτινοβολίες διαφόρων μηκών κύματος», αναφερόμενος στην ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία η οποία εκπέμπεται από τον ήλιο ή από διάφορες πηγές του γαλαξία μας, διαπερνά την ατμόσφαιρα και φτάνει στη Γη. Ο Vernadskii δε θα μπορούσε να φανταστεί ότι η ακτινοβολία για την οποία ανησυχούσε, σήμερα παράγεται και χρησιμοποιείται από τον ίδιο τον άνθρωπο (1).

Η ικανότητα του ανθρώπου να παράγει και να χρησιμοποιεί τη μικροκυματική ακτινοβολία είχε ως αποτέλεσμα την τεράστια διάδοση συσκευών που χρησιμοποιούν μικροκυματική ακτινοβολία (φούρνοι, ραντάρ, υπολογιστές κ.ά.).

Ο φούρνος μικροκυμάτων ανακαλύφθηκε τυχαία μετά το τέλος του Β΄ Παγκοσμίου Πολέμου στην Αμερική, μετά από κάποιο ατύχημα στις μελέτες των ραντάρ που χρησιμοποιούσαν λυχνίες (2), δηλαδή σωλήνες που παράγουν μικροκυματική ακτινοβολία μήκους κύματος 1mm έως 30cm. Το 1946, ο αυτοδίδακτος μηχανολόγος Dr. Percy LeBaron Spencer, που εργαζόταν στην Raytheon Corporation, δουλεύοντας στις λυχνίες ραντάρ, παρατήρησε ότι η σοκολάτα την οποία είχε στην τσέπη του είχε λιώσει. Συνειδητοποίησε ότι το λιώσιμο της σοκολάτας οφείλετο στην επίδραση της μικροκυματικής ακτινοβολίας με την οποία εργαζόταν.

Η παρατήρηση αυτή ώθησε τον Dr. Spencer να πειραματιστεί περαιτέρω. Τοποθέτησε μια σακούλα με σπόρους καλαμποκιού κοντά στο σωλήνα, και αφού απομακρύνθηκε λίγο, παρακολούθησε έκπληκτος τους σπόρους να διασπώνται και να δημιουργείται ποπ-κορν που πετάχθηκε σε ολόκληρο το εργαστήριό του.

Το 1945 ο Spencer κατασκεύασε μια συσκευή μαγειρέματος φαγητών με τη βοήθεια μικροκυματικής ακτινοβολίας. Η Raytheon Corporation είδε τις δυνατότητες της συσκευής αυτής και αφού συνεργάστηκε με την Amana Refrigeration κατάφερε να πουλήσει φούρνους μικροκυμάτων σε μεγάλη κλίμακα. Η Raytheon Corporation παρήγαγε τον πρώτο εμπορικό οικιακό φούρνο μικροκυμάτων το 1954 και ονομαζόταν 1161 Radarange. Ήταν αρκετά ογκώδης, ακριβός και είχε ισχύ 1600 Watts. Ο πρώτος οικιακός φούρνος μικροκυμάτων κατασκευάστηκε το 1967 από την Amana, ένα τμήμα της Raytheon Corporation (3).

ΧΡΗΣΕΙΣ – ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ – ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ - ΠΡΟΦΥΛΑΞΕΙΣ ΜΙΚΡΟΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ

Το φάσμα των μικροκυμάτων στο ηλεκτρομαγνητικό φάσμα αντιστοιχεί σε μήκη κύματος μεταξύ 1cm και 1m και συχνότητες από 30GHz έως 300MHz (4). Αυτό την τοποθετεί μεταξύ την υπέρυθρη ακτινοβολία, η οποία έχει μικρότερα μήκη κύματος, και τις ραδιοσυχνότητες.

Μέσα στη μικροκυματική ζώνη, έχουν καθοριστεί ποιες συχνότητες έχουν παραχωρηθεί για τα ραντάρ (1-25 cm), για τη θέρμανση και τη ξήρανση με μικροκύματα από τη βιομηχανία και την επιστημονική έρευνα (915 ± 25MHz, 2450 ± 13 MHz, 5800 ± 75 MHz και 22125 ± 125 MHz) και για την έρευνα και την εργαστηριακή χρήση (2450 MHz, που αντιστοιχούν σε μήκος κύματος 12,2 cm).

Εδώ και πολλές δεκαετίες οι άνθρωποι έχουν υιοθετήσει την χρήση της μικροκυματικής ακτινοβολίας (φούρνοι μικροκυμάτων, τηλεοράσεις, υπολογιστές κλπ). Αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί μέσω των φούρνων μικροκυμάτων, αλλά και όπως θα δούμε παρακάτω και σε έναν μεγάλο αριθμό συσκευών όπως τηλεοράσεις, υπολογιστές κλπ.

Μια από τις ιδιαίτερα σημαντικές χρήσεις της μικροκυματικής ακτινοβολίας είναι η επεξεργασία τροφίμων, η οποία παρέχει πολλά οφέλη (5).

Τα κυριότερα οφέλη από την επεξεργασία των τροφίμων με μικροκύματα	
1. Δυνατότητα συνεχούς λειτουργίας της μονάδας	Σε εφαρμογές όπου τα μικροκύματα αντικαθιστούν την ανάγκη για νερό ή ατμό ως πηγή θερμότητας είναι δυνατή η συνεχής διεργασία και χωρίς να υπάρχει ανάγκη να στεγνώσει το υλικό συσκευασίας μετά το πέρας της διεργασίας.
2. Ταχεία θέρμανση και ξήρανση	Επειδή η μικροκυματική θέρμανση επικεντρώνεται μέσα στο τρόφιμο, οι περιορισμοί που προκαλεί η συμβατική επιφανειακή θέρμανση μειώνονται και η διαδικασία μπορεί να τελειώνει πολύ γρήγορα.
3. Οικονομία στην κατανάλωση ενέργειας	Η ενέργεια δεν καταναλώνεται προς θέρμανση των τοιχωμάτων της συσκευής και του περιβάλλοντος. Η θερμότητα αναπτύσσεται εντοπισμένα, μέσα στο τρόφιμο το οποίο επεξεργαζόμαστε.
4. Οικονομία χώρου	Υπάρχει η δυνατότητα σχεδιασμού πιο μικρού και πρακτικού εξοπλισμού ώστε να αυξηθεί η χωρητικότητα (δυναμικότητα) χωρίς την αντίστοιχη αύξηση του συνολικού όγκου.
5. Γρήγορη εκκίνηση και τερματισμός της λειτουργίας	Επειδή κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας τα μικροκύματα δρουν άμεσα στο τρόφιμο, δεν περιμένουμε να ανέβει η θερμοκρασία για να ξεκινήσει η διαδικασία, όπως συμβαίνει στις συμβατικές μεθόδους.

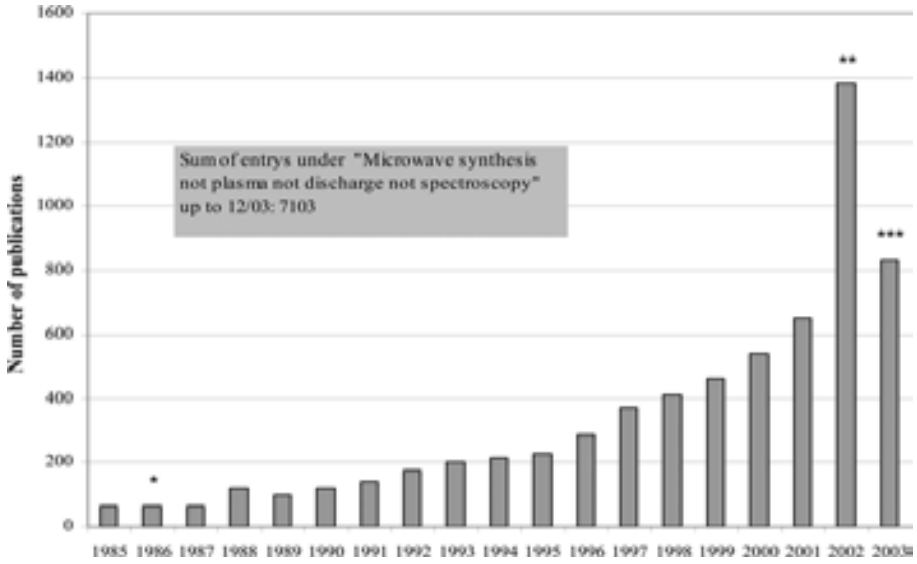
Οι φούρνοι μικροκυμάτων είναι ένα νέο σχετικά εργαλείο για τον άνθρωπο τα πλεονεκτήματα του οποίου είναι προφανή και όλοι μας τα ζούμε και τα απολαμβάνουμε καθημερινά.

Οι κυριότερες χρήσεις της μικροκυματικής ακτινοβολίας (6)
1. Στα κανάλια τηλεφωνίας για τηλεφωνικές επικοινωνίες μεγάλης απόστασης

2. Στο Bluetooth, στα Wireless LAN Protocols (ασύρματο Internet) της τάξης των 2,41GHz, ενώ ασύρματο δίκτυο που φτάνει μέχρι και 25km (εκτός από τις Η.Π.Α.) είναι της τάξης των 3,5-4,0GHz.
3. Στο δίκτυο κινητής τηλεφωνίας που είναι της τάξεως των 1,6-2,3GHz ή και μεγαλύτερη σε κάποιες συσκευές.
4. Στην καλωδιακή και στη δορυφορική τηλεόραση και στην πρόσβαση στο Internet, που χρησιμοποιούν χαμηλότερης συχνότητας ακτινοβολία.
5. Στις αναμεταδόσεις και στις τηλεπικοινωνίες. Η μικροκυματική ακτινοβολία χρησιμοποιείται κυρίως για την αναμετάδοση των ειδήσεων από την τηλεόραση, μέσω του σήματος που μεταδίδουν ειδικά εξοπλισμένα λεωφορεία (van).
6. Στα ραντάρ αεροπλάνων και πλοίων, καθώς και στα ραντάρ της αστυνομίας που ελέγχουν το όριο ταχύτητας στους δρόμους.
7. Στα ασύρματα συστήματα ανοίγματος των θυρών ή στις γκαραζόπορτες.
8. Στο μεγαλύτερο μέρος των συσκευών της αστρονομίας και από την NASA.
9. Στην απεικόνιση με βάση το φωτοακουστικό φαινόμενο στην βιοιατρική.
10. Στα συστήματα πλοήγησης GPS και GNSS.

Τα πλεονεκτήματα της χρήσης της μικροκυματικής ακτινοβολίας στο εργαστήριο απορρέουν από το γεγονός ότι η μικροκυματική ενέργεια δε μεταφέρεται πρωτίστως με επαφή ή με μεταφορά όπως ο συμβατός τρόπος θέρμανσης, αλλά μέσω της διηλεκτρικής απώλειας. Ο συντελεστής διηλεκτρικής απώλειας (ε΄΄) και η διηλεκτρική σταθερά (ε΄) ενός υλικού είναι δύο καθοριστικοί παράγοντες της ικανότητας μετάδοσης θερμότητας στο δείγμα. Το πηλίκο ε΄΄/ε΄ αποτελεί καθοριστικό παράγοντα καθώς υψηλές τιμές αυτού φανερώνουν μεγάλη ευαισθησία στη μικροκυματική ενέργεια.

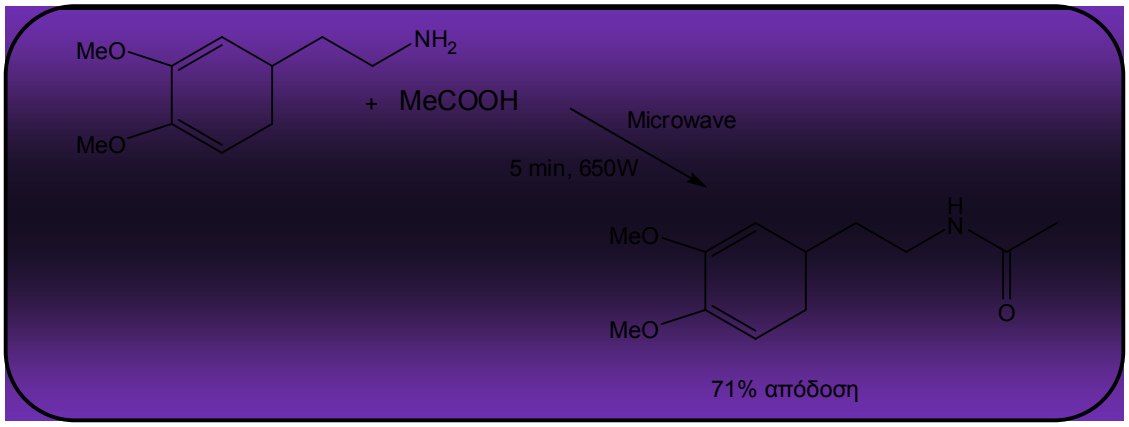
Από το 1986 που οι ανεξάρτητες ομάδες εργασίας των Gedye και του Giguere (7, 8) ανέφεραν ότι οι οργανικές αντιδράσεις μπορούν να επιταχυνθούν με τη χρήση οικιακών φούρνων μικροκυμάτων, έχουν γίνει πολλές μελέτες για τη χρήση τους και μεγάλη βελτίωση της τεχνολογίας τους. Οι δημοσιεύσεις των εργασιών που περιλαμβάνουν τη χρήση της μικροκυματικής ακτινοβολίας έχουν αυξηθεί παρά πολύ από τότε (9), όμως παράλληλα έχει αυξηθεί και το ενδιαφέρον για την περαιτέρω έρευνα τους.



Σχήμα 1: *Αριθμός δημοσιεύσεων που βρίσκονται με τη λέξη κλειδί «microwave synthesis…» ανά έτος. *Μόνο δύο δημοσιεύσεις αφορούσαν την οργανική σύνθεση με μικροκυματική υποβοήθηση **Περιλαμβάνονται 493 δημοσιεύσεις από την Κίνα που αφορούν την εξαγωγή φαρμάκων από φυτά με μικροκυματική υποβοήθηση ***Αποτελέσματα μελέτης μέχρι το Δεκέμβριο του 2003 (9).*

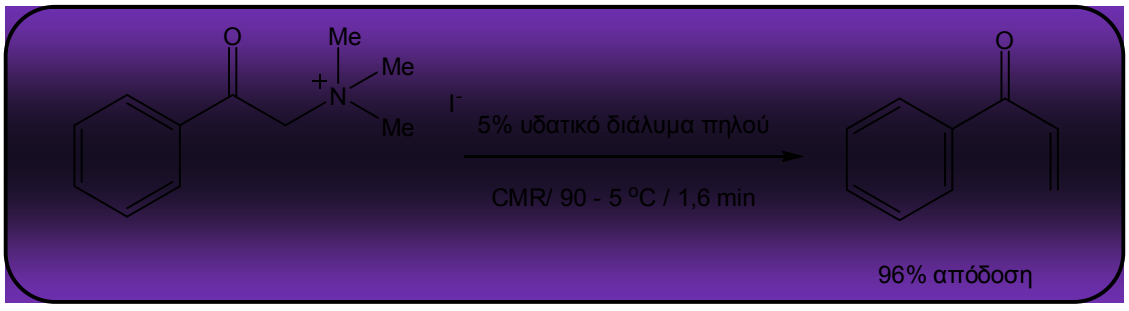
Οι εφαρμογές που περιλαμβάνουν χημικές αντιδράσεις απουσία διαλύτη χρησιμοποιούνται εκτενώς σήμερα (10), καθώς έχουν το πλεονέκτημα της υψηλής απόδοσης προϊόντων χωρίς τη συνεχή μέτρηση της θερμοκρασίας.

Η πιο απλή μέθοδος περιλαμβάνει τη χρήση καθαρών αντιδραστηρίων σε ανοιχτό δοχείο (11). Περιορίζονται σε αντιδράσεις συμπύκνωσης που μπορούν να εφαρμοστούν χωρίς την παρουσία καταλυτών ή των θερμολυτικών ενδομοριακών διαδικασιών, όπως αποσπάσεις ή επανατοποθετήσεις μορίων. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν οι αντιδράσεις 1,3-διπολικής κυκλοπροσθήκης πυριδινικών υλιδίων και νιτρονών προς ακρυλικούς και μεθακρυλικούς εστέρες, η αντίδραση των 4-χλωροαζιδικών παραγώγων με βενζοτριαζόλες και η απευθείας Παρασκευή αμιδίων από καρβοξυλικά οξέα.



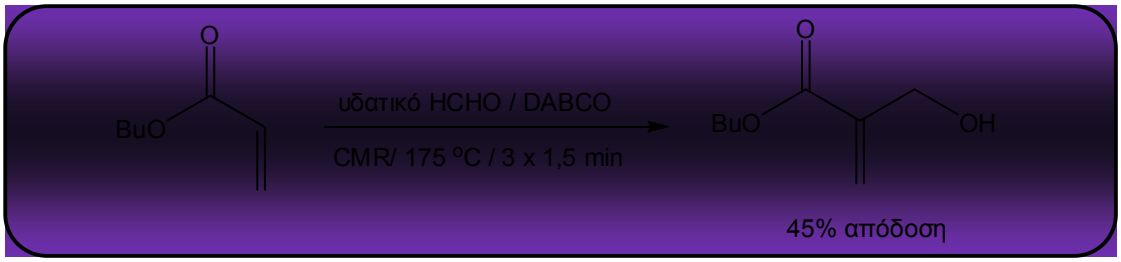
Σχήμα 2: *Απευθείας παραγωγή αμιδίων με μικροκυματική υποβοήθηση*

Για τις αντιδράσεις που απαιτούν οργανικούς διαλύτες σε υψηλές πιέσεις και θερμοκρασίες έχουν κατασκευαστεί μικροκυματικοί αντιδραστήρες που είναι αξιόπιστοι και ασφαλείς και συνοδεύεται από σύστημα ελέγχου της θερμοκρασίας και της πίεσης (11). Πολλές αντιδράσεις έχουν λάβει μέρος στις συσκευές αυτές με εξαιρετικά αποτελέσματα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η παρασκευή φιανυλο-βινυλοκετονών (11). Η παραλαβή του προϊόντος έγινε σε υψηλή απόδοση καθώς αποφεύχθηκε ο πολυμερισμός του μονομερούς που συνέβαινε με τις συνηθισμένες συνθήκες αντίδρασης.



Σχήμα 3: *Απόσπαση Hofmann με χρήση CMR.*

Οι αλκυλο-2-(υδροξυμεθυλο)ακρυλικοί εστέρες είναι ασταθή, πολύπλευρα μονομερή και χρησιμοποιούνται στις αντιδράσεις σύνθεσης. Όμως η διαθεσιμότητά τους ήταν περιορισμένη λόγω της υψηλής δραστικότητάς τους, και της πολύπλοκης διαδικασίας παρασκευής τους που απαιτούσε θέρμανση σε θερμοκρασία περιβάλλοντος για πολλές ημέρες. Η ανάπτυξη μιας μεθόδου αντίδρασης με χρήση μικροκυματικής ακτινοβολίας περιλαμβάνει μια αντίδραση Baylis-Hillman από την οποία μπορούν εύκολα να παρασκευαστούν οι ενώσεις αυτές. Περιλαμβάνει προσθήκη φορμαλδεΰδης στο ακρυλικό παράγωγο και κατάλυση με 1,4-διαζαδικυκλο[2,2,2]οκτάνιο (DABCO). Η σύνθεση από τους αρ5χικούς ακρυλικούς εστέρες γίνεται πλέον εφικτή μέσα σε λίγα λεπτά σε θερμοκρασίες της τάξης των 160-180 ^{o}C (11).



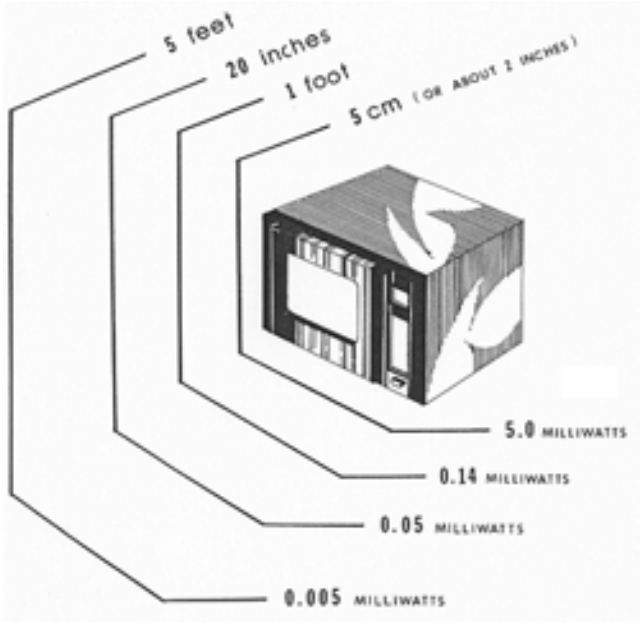
Σχήμα 4: *Σύνθεση n-βουτυλο-2-(υδροξυμεθυλο)ακρυλικού εστέρα με CMR.*

Λόγω της πληθώρας πλέον των εφαρμογών υπάρχουν γενικά πλεονεκτήματα, άλλα που είναι πιο συγκεκριμένα και άλλα που σχετίζονται με κάποια συγκεκριμένη μέθοδο (11).

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα χρήσης μικροκυματικής ακτινοβολίας στο χημικό εργαστήριο
1. Μείωση του χρόνου αντίδρασης.
2. Αύξηση της απόδοσης των προϊόντων αντίδρασης.
3. Εξοικονόμηση ενέργειας.
4. Πραγματοποίηση άλλοτε μη εφικτών χημικών αντιδράσεων.
5. Περιορισμός δημιουργίας παραπροϊόντων και χημικών αποβλήτων.
6. Ήπιες συνθήκες αντίδρασης. Μπορούν να επιτευχθούν αντιδράσεις με ελάχιστη ποσότητα διαλύτη ή απουσία αυτού ή ακόμα να αντικατασταθεί ο συνήθως τοξικός οργανικός διαλύτης από το νερό.
7. Η μικροκυματική ενέργεια μπορεί να εισαχθεί από απόσταση, χωρίς την επαφή μεταξύ πηγής και χημικών.
8. Αποφυγή χρήσης τεράστιων όγκων διαλυτών, οι οποίοι χρειάζονται διαδικασίες επαναπόσταξης και συμπύκνωσης για την αφαίρεση τους.
9. Οι εργασίες είναι απλές και περιλαμβάνουν απλή απόσταξη, απόχυση και εξάχνωση.
10. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν ανακυκλώσιμα στερεά υποστρώματα αντί για ανόργανα οξέα και οξειδωτικά που ρυπαίνουν το περιβάλλον.
11. Στους φούρνους μικροκυμάτων λαμβάνεται κατασκευαστική μέριμνα ώστε κατά την περάτωση της αντίδρασης να μειώνεται η δημιουργία υψηλής πίεσης, η οποία ενέχει κινδύνους έκρηξης.

Τα κυριότερα προβλήματα που συνδέονται με την ανάπτυξη σταθερής και ενιαίας βιομηχανικής επεξεργασίας με μικροκύματα αφορούν στην έλλειψη ικανού αριθμού μελετών για την επίδραση της μικροκυματικής ακτινοβολίας στα συστατικά των τροφίμων (12). Υπάρχει έλλειψη από μαθηματικά μοντέλα που συσχετίζουν τις φυσικές, θερμικές και ηλεκτρικές ιδιότητες των τροφίμων με το πεδίο κατανομής των θερμοκρασιών, που καθορίζει τη μικροβιολογική ασφάλεια και τη διατήρηση της ποιότητας του τροφίμου. Απαιτείται περισσότερη έρευνα ώστε να διευκρινιστούν οι επιδράσεις του σχήματος του τροφίμου στη μετάδοση της θερμότητας, οι επιδράσεις του σχεδιασμού του εξοπλισμού, συμπεριλαμβανομένης της συχνότητας των μικροκυμάτων, η κατασκευή φούρνων που λειτουργούν σε πολλαπλές συχνότητες (αν και είναι απαγορευτικό το κόστος τους για εφαρμογές τους στα τρόφιμα) για βελτιωμένη ομοιομορφία στη θέρμανση και η κατανόηση των παραγόντων που επηρεάζουν την κατανομή των θερμοκρασιών.

Ένα βασικό χαρακτηριστικό της μικροκυματικής ακτινοβολίας είναι η ταχύτητα διάδοσής της στον περιβάλλοντα χώρο (13).



Σχήμα 5: *Διαρροή μικροκυματικής ακτινοβολίας από έναν κοινό οικιακό φούρνο μικροκυμάτων (1 ιντσα= 1 πόδι =).*

Για παράδειγμα, η μέγιστη επιτρεπτή διαρροή από ένα φούρνο μικροκυμάτων είναι 5mWatt ανά 1cm^2 επιφάνειας, σε απόσταση περίπου 11cm από την επιφάνεια του φούρνου. Όμως, όπως φαίνεται και στο παραπάνω Σχήμα 5, καθώς απομακρυνόμαστε από τον φούρνο μικροκυμάτων το επίπεδο έκθεσης σε ακτινοβολία που διαρρέεται μειώνεται δραματικά.

Κατά τους A. Wayne και L. Newell (14B) καθώς και από τον W. P. Kopp (A. R. E. C. Research Operations, 1999, 14A) πιθανολογούνται οι παρακάτω επιδράσεις.

Επιδράσεις της μικροκυματικής ακτινοβολίας	
1.	Δημιουργία καρκινογόνων χημικών ενώσεων σε πρωτεΐνες υδρολασών του γάλατος και των δημητριακων.
2.	Μεταβολή των στοιχειακών ουσιών των τροφών, που προκαλούν αναταραχές στο πεπτικό σύστημα από τον ασταθή καταβολισμό των τροφών εξαιτίας των μικροκυμάτων.

3.	Εξαιτίας των χημικών μεταβολών στις ουσίες των τροφών, έχουν παρατηρηθεί δυσλειτουργίες στα λυμφατικά συστήματα, προκαλώντας τον εκφυλισμό των αντισωμάτων του σώματος που εμποδίζουν τη δημιουργία συγκεκριμένων μορφών νεοπλασιών.
4.	Η απορρόφηση τροφών που έχουν θερμανθεί σε φούρνο μικροκυμάτων έχει προκαλέσει την αύξηση του ποσοστού των καρκινογόνων κυττάρων στο αίμα (κυτταρομορφολογία: κυτταρικοί όγκοι, όπως το σάρκωμα).
5.	Η εκπομπή μικροκυμάτων έχει προκαλέσει μεταβολή στη συμπεριφορά του καταβολισμού των γλυκοζιδίων (υδρολυμένη δεξτρόζη) και των γαλακτοζιδίων (οξειδωμένη αλκοόλη), ενώσεις που βρίσκονται στα κατεψυγμένα φρούτα όταν ξεπαγώσουν με τον τρόπο αυτό.
6.	Όταν εκτίθενται ωμά, μαγειρεμένα ή κατεψυγμένα λαχανικά ακόμα και σε μικρής διάρκειας ακτινοβολία προκαλείται μεταβολή στη συμπεριφορά του καταβολισμού των αλκαλοειδών των φυτών (εμφάνιση οργανικών νιτροενώσεων).
7.	Καρκινογόνες ελεύθερες ρίζες σχηματίστηκαν σε συγκεκριμένους ανόργανους μοριακούς σχηματισμούς σε φυτικές ουσίες και συγκεκριμένα σε ρίζες λαχανικών.
8.	Σε ένα στατιστικά μεγάλο ποσοστό ανθρώπων, τα τρόφιμα που έχουν υποστεί μικροκυματική επεξεργασία, έχουν προκαλέσει στομαχικούς και εντερικούς όγκους, καθώς και έναν γενικότερο εκφυλισμό των περιφερειακών κυτταρικών ιστών, με συνέπεια τη σταδιακή κατάρρευση της λειτουργίας του πεπτικού και του εκκριτικού συστήματος.

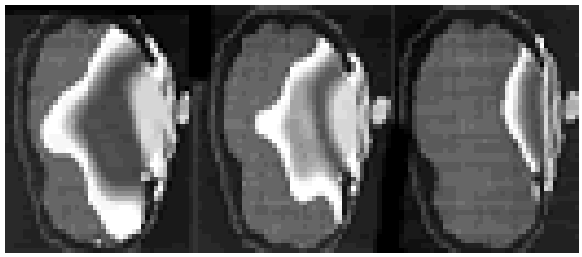
Η έκθεση σε μικροκυματική ακτινοβολία πιθανολογείται από τους A. Wayne και L. Newell (14B) καθώς και από τον W. P. Kopp (A. R. E. C. Research Operations, 1999, 14A) ότι έχει αρνητικές συνέπειες στη γενικότερη υγεία του ανθρώπου. Οι παραπάνω ερευνητές αναφέρονταν στους Ρώσους επιστήμονες, Drs L. R. Luria and Perov 1974, 1975, 1976 που πειραματίστηκαν με μηχανήματα υψηλής τεχνολογίας και ανακάλυψαν ότι ο άνθρωπος δεν χρειάζεται να απορροφήσει τις ουσίες από τα τρόφιμα που έχουν εκτεθεί σε μικροκυματική ακτινοβολία, αρκεί μόνο η έκθεσή του στο ενεργειακό πεδίο.

Επιπτώσεις από την έκθεση στη μικροκυματική ακτινοβολία κατά A. Wayne και L. Newell (14B) καθώς και από τον W. P. Kopp (A. R. E. C. Research Operations, 1999, 14A)	
1.	Κατάρρευση του «πεδίου ζωτικής ενέργειας» του ανθρώπου όταν εκτίθεται σε φούρνους μικροκυμάτων εν λειτουργία.
2.	Εκφυλισμός της παράλληλης τάσης των κυττάρων κατά τη διάρκεια της χρήσης της συσκευής, κυρίως στο αίμα και στη λυμφατική περιοχή.
3.	Εκφυλισμός και αποσταθεροποίηση των εξωτερικών δυναμικών των τροφίμων, που έχουν ενεργοποιηθεί, στη χρησιμοποίησή τους στη διαδικασία του ανθρώπινου μεταβολισμού.
4.	Εκφυλισμός και αποσταθεροποίηση των δυναμικών των κυτταρικών μεμβρανών καθώς μεταφέρονται διαδικασίες καταβολισμού στο αίμα από ακολουθώντας τη διαδικασία της πέψης.

5.	Εκφυλισμός και κατάρρευση των ηλεκτρικών παλμών του νευρικού συστήματος κατά τη διασταύρωση δυναμικών στο μπροστινό μέρος του εγκεφάλου, όπου συνδέεται η σκέψη με λειτουργίες μεγαλύτερης σημασίας.
6.	Εκφυλισμός και κατάρρευση των ηλεκτρικών κυκλωμάτων των νεύρων και απώλεια της συμμετρίας του ενεργειακού πεδίου των νευρικών αποπλήξεων, και του μπροστινού και του πίσω μέρους των κεντρικών και αυτόνομων νευρικών συστημάτων.
7.	Απώλεια ισορροπίας και της συνδεσιμότητας των βιοηλεκτρικών δυνάμεων του ανερχόμενου δικτυακού, ενεργοποιού συστήματος, δηλαδή του συστήματος που ενεργοποιεί τη συνείδηση.
8.	Μεγάλης διάρκειας απώλεια της ζωτικής ενέργειας των ανθρώπων, των ζώων και των φυτών, που βρίσκονταν σε ακτίνα έως και 500 μέτρων από τη συσκευή παραγωγής μικροκυματικής ακτινοβολίας.
9.	Δημιουργία μαγνητικών «αποθεμάτων» στο νευρικό και στο λυμφατικό σύστημα, που είτε παρέμειναν για μεγάλο χρονικό διάστημα είτε ήταν μόνιμα.
10.	Αποσταθεροποίηση και παρεμπόδιση της λειτουργίας των ορμονών και της διατήρησης της ισορροπίας των αντρικών και γυναικείων ορμονών.
11.	Αξιοσημείωτα υψηλά επίπεδα διαταραχών των εγκεφαλικών κυμάτων υπό μορφή άλφα, θήτα και δέλτα κυματικών σημάτων σε άτομα που είχαν εκτεθεί σε πεδία μικροκυματικής ακτινοβολίας.
12.	Αρνητικά ψυχολογικά φαινόμενα λόγω διαταραχής των εγκεφαλικών κυττάρων που περιλαμβάνουν απώλεια μνήμης, απώλεια της ικανότητας συγκέντρωσης, επιβράδυνση διανοητικής διαδικασίας, μεγάλη συναισθηματική συσσώρευση, διακοπτόμενος ύπνος παρατηρήθηκαν επίσης σε ποσοστά στατιστικά υψηλότερα σε άτομα που εκτίθενται σε πεδία μικροκυματικής ακτινοβολίας (φούρνοι μικροκυμάτων, ραδιοσυχνότητες κ.ά.).

Η δημιουργία τυχαίων και μόνιμων μαγνητικών αποθεμάτων στο σώμα και η σύνδεσή τους με βιολογικά συστήματα, όπως το νευρικό και το λυμφατικό, μπορεί να επηρεάσει κύρια νευρικά κέντρα και να αποπολωθούν οι ιστοί των νευροηλεκτρικών κυκλωμάτων του σώματος (14A). Επίσης επειδή οι επιδράσεις αυτές μπορούν να προκαλέσουν ζημία στην νευροηλεκτρική ακεραιότητα διαφόρων μερών του νευρικού συστήματος, μελετάται η απορρόφηση τροφών που έχουν θερμανθεί ή μαγειρευτεί με μικροκυματική υποβοήθηση (14A).

Το φαινόμενο του μόνιμου μαγνητισμού μπορεί να διαχειριστεί μέρη ψυχονευρικών αποδεκτών του εγκεφάλου πολύ περισσότερο από ότι συμβαίνει με τεχνητές επιδράσεις, πεδία μικροκυματικής ακτινοβολίας από σταθμούς μετάδοσης και δίκτυα αναμετάδοσης τηλεόρασης. Σοβιετικοί νευροψυχολόγοι στην Uralyera και στο Novosibirsk (Drs L. R. Luria and Perov 1974, 1975, 1976) δέχονται θεωρητικά την πιθανότητα ψυχολογικής επίδρασης, π.χ. επίδραση της ανθρώπινης συμπεριφοράς από την μετάδοση σημάτων σε ελεγχόμενες συχνότητες, και συγκεκριμένα ότι έχει ως αποτέλεσμα τα άτομα να συμμορφώνονται, ακούσια και εκούσια, σε εντολές που λαμβάνουν δια μέσου μεταδοτών μικροκυμάτων, που επιδρούν στο ψυχολογικό ενεργειακό τους πεδίο.



5 χρονών **10 χρονών** **Ενήλικας**

Εικόνα 1: *Διείσδυση ακτινοβολίας στον εγκέφαλο με την απευθείας χρήση κινητού τηλεφώνου.*

Στο σημείο αυτό αξίζει να αναφερθεί ότι η μικροκυματική ακτινοβολία που εκπέμπεται από τα κινητά τηλέφωνα διεισδύει απευθείας στον εγκέφαλο του ανθρώπου, και όπως προαναφέρθηκε είναι της ίδιας συχνότητας με αυτή των φούρνων μικροκυμάτων (15). Τον Απρίλιο του 2000, ο M. Hayden, πρόεδρος της Αμερινικής Υπηρεσίας Εθνικής Ασφάλειας δημοσίευσε πραγματικές φωτογραφίες της διείσδυσης της ακτινοβολίας στον εγκέφαλο από την χρήση του κινητού τηλεφώνου. Στα παιδιά η διείσδυση είναι βαθύτερη διότι έχουν λεπτότερο κρανίο από τους ενήλικους. Σημειώνεται ότι οι ανωτέρω φωτογραφίες αφορούν στη λειτουργία λίγων λεπτών χρήσης του κινητού τηλεφώνου, ενώ οι συνήθεις κλήσεις γενικότερα διαρκούν πολύ περισσότερο. Από την ίδια χρονιά, ξεκίνησαν ανησυχίες για τη χρήση τους και υιοθετήθηκε η χρήση των ακουστικών, που αρχικά αποδείχτηκαν πιο επικίνδυνα από τα ίδια τα τηλέφωνα, αλλά με την ενσωμάτωση ειδικών φίλτρων σε αυτά αποτελούν ιδανική λύση για την παρεμπόδιση της διείσδυσης της μικροκυματικής ακτινοβολίας.

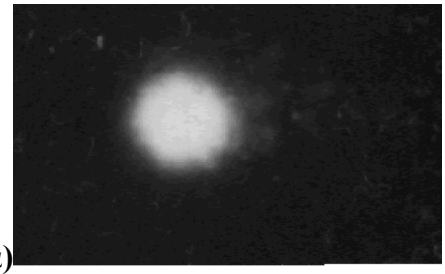
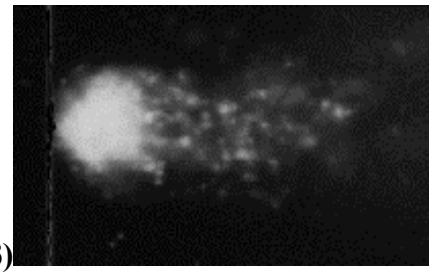
Οι «**Νέες Οικογένειες**», μια υπηρεσία του Πανεπιστημίου της Μινεσότα, δημοσίευσε το 1989 (16): «Αν και οι φούρνοι μικροκυμάτων θερμαίνουν γρήγορα τα φαγητά, δεν προτείνονται για τη θέρμανση των μπιμπερών. Το μπιμπερό μπορεί να φαίνεται χλιαρό, μπορούμε να το αγγίξουμε αλλά το υγρό μέσα στο μπουκάλι μπορεί να είναι τόσο ζεστό ώστε να κάψει το στόμα και το λαιμό του βρέφους. Επίσης η συσσώρευση ατμού σε ένα κλειστό δοχείο, όπως το μπουκάλι του μπιμπερό μπορεί να προκαλέσει την ανατίναξή του. Η θέρμανση του βρεφικού γάλακτος με μικροκυματική υποβοήθηση μπορεί να προκαλέσει μικρές αλλαγές στο γάλα, όπως μερική απώλεια βιταμινών. Στο μητρικό γάλα μπορεί να καταστραφούν ουσίες που λειτουργούν προστατευτικά για τον οργανισμό του παιδιού (αντισώματα).

Η Dr. Lita Lee (16) από το Πανεπιστήμιο της Χαβάης δημοσίευσε στις 9 Δεκεμβρίου του 1989 στο Lancet (ένα από τα τρία κορυφαία περιοδικά δημοσίευσης ιατρικών εργασιών): «Η θέρμανση γάλακτος βρεφικού τύπου με μικροκυματική υποβοήθηση προκαλεί τη μετατροπή συγκεκριμένων trans- αμινοξέων στα αντίστοιχα cis-ισομερή τους. Τα συνθετικά ισομερή, είτε τα cis-αμινοξέα είτε τα trans-λιπαρά οξέα δεν είναι βιολογικά ενεργά. Επιπλέον ένα από τα αμινοξέα και συγκεκριμένα η L-προλίνη, μετατρέπεται στο d-ισομερές του, το οποίο είναι γνωστό ότι είναι νευροτοξικό, δηλαδή αποτελεί δηλητήριο του νευρικού συστήματος. Είναι αρκετά δυσάρεστο ότι πολλά βρέφη δε θηλάζουν, αλλά ακόμα πιο δυσάρεστο είναι ότι σε κάποια χορηγείται ψεύτικο μητρικό γάλα (βρεφικές συνταγές γάλακτος) που γίνεται ακόμα πιο τοξικό με την μικροκυματική θέρμανσή του.

Στις 3 Απριλίου του 2008 η Dr. Sophie Ohana (16) αναφέρει σε μια δημοσίευση της στο διαδίκτυο ότι κάποια από τα μπιμπερό, οι θηλές και τα διάφορα άλλα εξαρτήματα που τα συνοδεύουν να περιέχουν τοξικές χημικές ενώσεις, όπως δις-φαινόλη-Α και φθαλικά άλατα ή εστέρες, μπορούν να μεταφερθούν στο βρεφικό γάλα. Έτσι

λοιπόν προτείνεται να ελέγχεται κάθε μπουκάλι μπιμπερό, έτσι ώστε να μην είναι φτιαγμένο από πολυκαρβονικούς εστέρες, φθαλικούς εστέρες και να μην περιλαμβάνουν BPA. Υπάρχουν επίσης μπουκάλια που κατασκευάζονται από PVC, ένα από τα χειρότερα πλαστικά για το περιβάλλον και την υγεία. Με την αύξηση της θερμοκρασίας των μπουκαλιών αυτών κυρίως με μικροκυματική θέρμανση μπορούν να μεταφερθούν πολύ πιο εύκολα οι χημικές αυτές ενώσεις στο βρεφικό γάλα.

Μετά την διατύπωση της θεωρίας της μικροκυματικής διάσπασης δεσμών DNA έδειξε με μια σειρά πειραμάτων ότι ακολουθούν κοινή πορεία: στα πρώτα λεπτά έκθεσης σε μικροκυματική ακτινοβολία δεν παρατηρείται κάποια επίδραση, αλλά στη συνέχεια εμφανίζεται μια σειρά διαδοχικών καταστροφών μικροβίων (17). Ο οργανισμός δηλαδή λειτουργεί όπως ο πυκνωτής, συσσωρεύοντας ένα μεγάλο ποσό ενέργειας που στη συνέχεια απελευθερώνεται με σαφώς καταστρεπτικές συνέπειες, γεγονός που δείχνει ότι το σύστημα φτάνει σε μια επικίνδυνη θερμοκρασία ή αλλιώς ότι πρόκειται για διαδικασία δύο σταδίων. Το δεύτερο στάδιο θα μπορούσε κάλλιστα να περιλαμβάνει συσσώρευση ελεύθερων ριζών οξυγόνου, οι οποίες αποσπούν υδρογόνο από τα ευκίνητα υδρογόνα των αμινομάδων, των υδροξυλομάδων και των σουλφιδριλομάδων, οι οποίες συμμετέχουν σε δεσμούς υδρογόνου, στους οποίους οφείλεται η τριτοταγής δομή των πρωτεϊνών, οπότε καταρρέει η πρωτεϊνική αλυσίδα και προκαλείται αλλαγή της δομής του DNA στο χώρο.

α)  **β)** 

Εικόνα 2: α) *Μη εκτεθειμένη απεικόνιση με ακτίνες Χ. Η δέσμη αποτελεί απλά το DNA,* **β)** Οι σχάσεις των δεσμών είναι πλέον προφανείς μετά από λίγη ώρα παραμονής στο φούρνο μικροκυμάτων

Το είδος και ο αριθμός των δεσμών αυτών επηρεάζονται από τη θερμοκρασία και από τα μικροκύματα. Αν και ακόμα δεν είναι γνωστή η ποσότητα των ριζών οξυγόνου που δημιουργούνται, είναι αναπόφευκτο κάτω από τέτοιες να μη δημιουργηθεί κάποιος αριθμός από αυτές. Επίσης οι ρίζες αυτές υπάρχουν μόνες τους για απειροελάχιστο χρόνο καθώς ενώνονται με το πλησιέστερο προς αυτές άτομο.

Τέλος ερευνάται μια διαφορετική θεωρητική πρόταση από το Πανεπιστήμιο Fukuoka της Ιαπωνίας (17), η οποία υποστηρίζει καταστροφή του DNA μέσω ελευθέρων ριζών υδροξυλίου.

Οι αρχές της Πράσινης Χημείας στοχεύουν στην διατήρηση της υγείας του ανθρώπου και αποφυγή της καταστροφής του περιβάλλοντος. Η χρήση της μικροκυματικής ακτινοβολίας και κυρίως των φούρνων μικροκυμάτων, που χρησιμοποιούνται στο εργαστήριο, δεν ικανοποιούν και τις δώδεκα αρχές, αφενός λόγω της φύσης της ακτινοβολίας και αφετέρου λόγω της κακής χρήσης της από τον άνθρωπο. Επειδή όμως η φύση της ακτινοβολίας είναι δεδομένη, θα πρέπει να αλλάξει ο τρόπος που την χρησιμοποιεί ο άνθρωπος. Σε καμία περίπτωση εδώ δεν υποστηρίζεται η κατάργησή των φούρνων μικροκυμάτων, καθώς αυτό θα αποτελούσε οπισθοδρόμηση. Προτείνεται όμως εκπαίδευση για την ασφαλέστερη χρήση τους από άτομα που δε

γνωρίζουν και κυρίως από παιδιά, αλλά και καλύτερη ενημέρωση των πολιτών από τους ειδικούς.

Η ανάπτυξη των συστημάτων ασφάλειας στις εργαστηριακές συσκευές που προορίζονται για έρευνα καθώς και καλά μελετημένη πειραματική διαδικασία θα μπορούσε να έχει μόνο θετικά «πράσινα» αποτελέσματα για τη συνθετική χημεία. Η φύση της μικροκυματικής ακτινοβολίας ποτέ δε θα επιτρέψει μια απόλυτη φιλική σχέση με τον άνθρωπο και το περιβάλλον, αλλά η σωστή εκμετάλλευσή της μπορεί να διορθώσει κάποιες αρνητικές συνέπειες που έχει προκαλέσει η αλόγιστη χρήση της από τον άνθρωπο μέχρι σήμερα.

Αξίζει να σημειωθεί ότι υπάρχουν δημοσιευμένες έγκυρες συμβουλές για την σωστή και ασφαλή χρήση των φούρνων μικροκυμάτων (18) η οποία στηρίζεται σε αξιόπιστες παραπομπές στην εξειδικευμένη περιοδική έκδοση της FDA (Food and Drug Administration) που απευθύνεται στον καταναλωτή.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Paul Brodeur, *The Zapping of America,* (Norton, 1977) p. *15*.
2. **A)** "The Complete Microwave Oven Handbook. Operation, Maintenance, Troubleshooting and Repair", J. C. Gallawa, 1989, chapter 1, **B)** http://www.gallawa.com/microtech/history.html.
3. Courtesy of Article Resource Association, www.aracopy.com.
4. "The Complete Microwave Oven Handbook. Operation, Maintenance, Troubleshooting and Repair", J. C. Gallawa, 1989, chapter 3.
5. http://www.foodpress.gr/2006/04/16/plirofories-gia-ta-mikrokimata-meros-1o/.
6. http://en.wikipedia.org/wiki/Microwave#Uses.
7. **A)** R. N. Gedye, F. E. Smith, K. Ch. Westaway, H. Ali, *et al. Tetrahedron Lett.*, **1986**, *27*, 279, **B)** R. N. Gedye, F. E. Smith, K. Ch. Westaway, *Can. J. Chem.*, **1988**, *17*, 66.
8. R. J. Giguere, T. L. Bray, S. M. Duncan, G Majetich, *Tetrahedron Lett.*, **1986**, *27*, 4945.
9. M. Nuchter, B. Ondruschka, W. Bonrath, A. Gum, *Green Chem.*, **2004**, *6*, 128.
10. **A) Rapid Access to Bio-Active Heterocycles: One-Pot Solvent-Free Synthesis of 1,3,4-Oxadiazoles and 1,3,4-Thiadiazoles.** V. Polshettiwar and R.S. Varma: *Tetrahedron Lett.,* **2008,** 49, **B) Microwave-assisted Cu(I) Catalyzed Solvent-free Three Component Coupling of Aldehyde, Alkyne and Amine.** Y. Ju, C.-J. Li and R.S. Varma: *QSAR and Combinatorial Science*, **2004**, ***23***, 891**, Γ) Microwave-induced, solvent-free transformations of benzoheteracyclanones by HTIB (Koser's reagent).** T. Patonay, A. Lévai, É. Rimán and R.S. Varma: *ARKIVOC,* **2004**, **Δ) An Expeditious Synthesis of 1-Aryl-4-Methyl-1,2,4-Triazolo[4,3a]Quinoxalines Under Solvent-free Conditions Using Iodobenzene Diacatate.** D. Kumar, K.V.G. Chandra Sekhar, H. Dhillon, V.S. Rao and R.S. Varma: *Green Chem.*, **2004**, ***6***, 156, **E)** Solvent-free Sonochemical Preparation of Ionic Liquids. V.V. Namboodiri and R.S. Varma: *Organic Letters*, **2002**, *4*, 3161.
11. "Handbook of Green Chemistry and Technology", J. Clark, D. Macquarrie, Blackwell Publishing **2002**, C. R. Strauss, chapter 17.
12. http://www.foodpress.gr/2006/06/04/plirofories-gia-ta-mikrokimata-meros-3o/.
13. "The Complete Microwave Oven Handbook. Operation, Maintenance, Troubleshooting and Repair", J. C. Gallawa, 1989, chapter 3.

14. A) The Alarming Effects of Microwave Apparatus on Food and Humans, W. P. Kopp, *Truth Campaign Magazine,* **1996**. http://www.mindfully.org/Food/Irradiate-Microwave-Effects-FoodMay96.htm **B)** The Hidden Hazards of Microwave Cooking, A. Wayne, L. Newell, http://www.mercola.com/article/microwave/hazards.htm.
15. http://www.rfsafe.com/computer_models_rfs.htm.
16. Are Microwave Ovens Health Hazards?, S. Ohana, *Green Prophet*, 03/04/**2008**. http://greenprophet.com/2008/04/03/268/ecomum-safe-bottlefeeding/.
17. http://www.rfsafe.com/research/rf_hazards/dna_damage/microwave_effect.htm.
18. Michigan State University Extension, http://web1.msue.msu.edu/imp/mod02/01500615.html.