



**ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ  
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ  
ΙΔΡΥΜΑ  
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ  
ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ  
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΠΡΟΨΗΜΕΝΗΣ ΠΑΤΑΤΑΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ  
ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ ΚΑΙ ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΑΙΘΕΡΙΟΥ ΕΛΑΙΟΥ ΡΙΓΑΝΗΣ**

**ΡΟΥΣΣΙΔΟΥ ΣΟΦΙΑ-ΠΟΛΥΞΕΝΗ**

**ΤΣΑΡΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ**

**ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2013**

**ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΠΡΟΨΗΜΕΝΗΣ ΠΑΤΑΤΑΣ ΜΕ  
ΧΡΗΣΗ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ ΚΑΙ ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΑΙΘΕΡΙΟΥ ΕΛΑΙΟΥ  
ΡΙΓΑΝΗΣ**

**ΡΟΥΣΣΙΔΟΥ ΣΟΦΙΑ-ΠΟΛΥΞΕΝΗ**

**ΤΣΑΡΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ**

Υποβολή πτυχιακής εργασίας που αποτελεί μέρος των απαιτήσεων για την απονομή του πτυχίου του Τμήματος Τεχνολογίας Τροφίμων του ΑΤΕΙ Θεσσαλονίκης.

ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2013

ΤΣΙΟΠΤΣΙΑΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστούμε θερμά τον καθηγητή της Σχολής Τεχνολογίας Τροφίμων Θεσσαλονίκης κ. Τσιόπσια Κωνσταντίνο για την καθοδήγηση και την συμβολή του στην περάτωση της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας. Ακόμα, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τους καθηγητές του Τμήματος Τεχνολογίας Τροφίμων, κ. Ριζούλη Χ. και κ. Πετρίδη Δ. για τις συμβουλές τους καθώς την κ. Καλογιάννη Ε. και τον κ. Ζώτο Α.

Επίσης, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε το Τμήμα Χημικών Μηχανικών του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης και τον κ. Παναγιώτου για την διεξαγωγή των πειραματικών μετρήσεων με χρήση συσκευής υπερκρίσιμου CO<sub>2</sub>.

Τέλος, ευχαριστούμε το οικογενειακό μας περιβάλλον για τη συνεχή στήριξη και κατανόηση που μας έδειξαν όλο αυτό το διάστημα.

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΠΡΟΨΗΜΕΝΗΣ ΠΑΤΑΤΑΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ  
ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ ΚΑΙ ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΑΙΘΕΡΙΟΥ ΕΛΑΙΟΥ ΡΙΓΑΝΗΣ

ΡΟΥΣΣΙΔΟΥ ΣΟΦΙΑ-ΠΟΛΥΞΕΝΗ  
ΤΣΑΡΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ

Αλεξάνδρειο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα (ΑΤΕΙ), Σχολή ΣΤΕΤΡΟ-Δ,  
Τμήμα Τεχνολογίας Τροφίμων, 57400 ΤΘ 141, Θεσσαλονίκη

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Είναι γνωστή σε όλους η διατροφική αξία που κατέχει η πατάτα στην εποχή μας. Είναι ένα ευρέως διαδομένο τρόφιμο, με ιδιαίτερα αυξημένη ζήτηση. Συνέπεια αυτού είναι η ανάγκη αναζήτησης οικονομικών και αποδοτικών μεθόδων επίλυσης προβλημάτων που παρουσιάζονται στην κατεργασία, συντήρηση και αποθήκευση της πατάτας.

Η παρούσα εργασία εστιάστηκε στην αφυδάτωση πατάτας με CO<sub>2</sub> σε διάφορες θερμοκρασίες με κύριο στόχο την αξιολόγηση της χρήσης CO<sub>2</sub> ως εναλλακτικού μέσου αφυδάτωσης και εμποτισμού με αιθέριο έλαιο ρίγανης. Για λόγους σύγκρισης, έγινε και αφυδάτωση πατάτας με αέρα και πλήρης αφυδάτωση με λυοφιλίωση. Κατά κύριο λόγο χρησιμοποιήθηκε αέριο CO<sub>2</sub> ενώ έγιναν και κάποια προκαταρκτικά πειράματα με υπερκρίσιμο CO<sub>2</sub>.

Το αιθέριο έλαιο που χρησιμοποιήθηκε για τον εμποτισμό, παραλήφθηκε με απόσταξη με νερό. Προσδιορίστηκε η απόδοση της ρίγανης σε αιθέριο έλαιο και έγινε ποσοτικός και ποιοτικός προσδιορισμός του ελαίου με χρήση αέριου χρωματογράφου-φασματογράφου μαζών (GC-MS).

Τα αφυδατωμένα δείγματα πατάτας χαρακτηρίστηκαν με διάφορες τεχνικές όπως θερμιδομετρία σάρωσης (DSC), φασματοσκοπία υπερύθρου (FTIR), γωνία επαφής και οργανοληπτικά. Η επίδραση της εκάστοτε κατεργασίας στην συντήρηση της πατάτας μελετήθηκε με οπτική παρατήρηση των δειγμάτων μετά από έκθεση σε διάφορες συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας.

Τα ποσοστά αφυδάτωσης που επετεύχθησαν με αέριο CO<sub>2</sub> και με αέρα ήταν παραπλήσια και της τάξης του 30%. Η σχηματιζόμενη κρούστα στην περίπτωση χρήσης CO<sub>2</sub>, έχει πολλές ομοιότητες με την κρούστα της λυοφιλιωμένης πατάτας. Αντίθετα η σχηματιζόμενη κρούστα της πατάτας σε αέρα, έχει υποστεί αλλοίωση και σημαντική αλλαγή στην δομή της. Ακόμα πιο ήπια είναι η κατεργασία της πατάτας με υπερκρίσιμο CO<sub>2</sub> με το οποίο μπορούν να επιτευχθούν ποσοστά αφυδάτωσης σε μεγάλο εύρος 10-50% με ελάχιστο σχηματισμό κρούστας. Η χρήση CO<sub>2</sub> δεν επηρεάζει την θερμοκρασία ζελατινοποίησης του αμύλου της πατάτας.

Ο εμποτισμός της πατάτας με αιθέριο έλαιο ρίγανης επηρεάζει θετικά τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά της. Εκτός αυτού το ριγανέλαιο προστατεύει την πατάτα από την ενζυμική αμαύρωση και υπήρξαν ισχυρές ενδείξεις ότι συνεισφέρει σημαντικά στην επιμήκυνση του χρόνου αποθήκευσης της πατάτας, καθώς παρατηρήθηκε μια επιβραδυμένη ανάπτυξη μούχλας σε σχέση με δείγματα που δεν εμποτίστηκαν με ριγανέλαιο. Με χρήση υπερκρίσιμου CO<sub>2</sub> οι ποσότητες ελαίου που μπορούν να εμποτιστούν είναι υψηλές (λόγω υψηλής διαλυτότητας λόγω της υψηλής πίεσης).

## Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή .....	8
2. Βιβλιογραφική ανασκόπηση.....	9
2.1 Προέλευση και Σύσταση των Αιθέριων Ελαίων .....	9
2.1.1 Ιδιότητες και χρήσεις των αιθέριων ελαίων.....	11
2.1.2 Ρίγανη.....	12
2.1.3 Το αιθέριο έλαιο της ρίγανης.....	13
2.1.4 Αντιοξειδωτικές ιδιότητες της ρίγανης .....	16
2.1.5 Τρόποι παραλαβής των αιθέριων ελαίων και της ρίγανης.....	18
2.1.6 Απόσταξη με νερό .....	19
2.2 Υπερκρίσιμα ρευστά.....	20
2.2.1 Ιδιότητες, χρήσεις και εφαρμογές του υπερκρίσιμου CO <sub>2</sub> .....	21
2.3 Πατάτα .....	26
2.3.1 Άμυλο .....	29
2.3.2 Ιδιότητες, Δομή.....	30
2.3.3 Ζελατινοποίηση του αμύλου .....	31
2.3.4 Μέθοδοι αφυδάτωσης.....	32
2.3.5 Κατεργασία πατάτας με λυοφιλίωση .....	33
2.3.6 Επίδραση της διεργασίας αφυδάτωσης στα ποιοτικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά των τροφίμων.....	35
3. Σκοπός .....	37
4. Μέθοδοι .....	37
4.1 Συσκευές και υλικά.....	37
4.2 Παραλαβή αιθέριου ελαίου ρίγανης .....	37
4.3 Αφυδάτωση με αέρα, CO <sub>2</sub> και λυοφιλίωση και υπερκρίσιμο CO <sub>2</sub> .....	38

4.4 Εμποτισμός πατάτας με αιθέριο έλαιο.....	40
4.5 Χαρακτηρισμός.....	41
5. Αποτελέσματα- Συζήτηση.....	46
5.1 Παραγωγή αιθέριου ελαίου ρίγανης.....	46
5.2 Αφυδάτωση- Προψήσιμο.....	46
6. Συμπεράσματα.....	72
7. Προτάσεις.....	73
8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	74
9. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α.....	76

## 1. Εισαγωγή

Από πολύ παλιά ο άνθρωπος χρησιμοποίησε διάφορα φυτά, τόσο για τις οργανοληπτικές τους όσο και για τις θεραπευτικές τους ιδιότητες. Αρωματικά φυτά γενικά είναι φυτά τα οποία περιέχουν αρωματικές ουσίες, που είναι γνωστές με την ονομασία αιθέρια έλαια. Ένα από τα πιο διαδεδομένα αιθέρια έλαια είναι αυτό της ρίγανης. Λαμβάνεται από τα φύλλα και τα άνθη της με διάφορες μεθόδους. Η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη μέθοδος παραλαβής στο εργαστήριο και στην βιομηχανία, είναι η απόσταξη με υδρατμούς. Το χρώμα του ελαίου ποικίλει και μπορεί να είναι από ανοιχτό κίτρινο μέχρι και σκούρο πορτοκαλί. Σαν έλαιο που είναι, έχει πυκνότητα μικρότερη από του νερού με τιμές που συνήθως κυμαίνονται μεταξύ 0,94-0,96 g/ml. Τόσο η γεύση του όσο και η οσμή του είναι πολύ έντονες (Kokkini S.1996).

Το διοξείδιο του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ ) χρησιμοποιείται ευρέως ως υπερκρίσιμο ρευστό σε διάφορες εφαρμογές. Είναι αρκετά διαδεδομένο επειδή είναι φτηνό, άφλεκτο, δεν είναι τοξικό και έχει χαμηλό κρίσιμο σημείο 73,8 bar και 31°C. (Cooper 2003, Quick et al 2004, Tsirintzilis et al 2007).

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη δυνατότητας παραγωγής μερικώς αφυδατωμένων κύβων πατατών με χρήση  $\text{CO}_2$  και η μελέτη δυνατότητας χρήσης  $\text{CO}_2$  ως μέσο αφυδάτωσης και εμποτισμός αιθερίου ελαίου ρίγανης σε πατάτα.

Ο αέρας ήταν σε αναλογία 21%  $\text{O}_2$  και 79%  $\text{N}_2$ . Με την φασματοφωτομετρία FTIR προσδιορίστηκε η απορρόφηση των αντίστοιχων κορυφών.



## 2. Βιβλιογραφική ανασκόπηση

### 2.1 Προέλευση και Σύσταση των Αιθέριων Ελαίων

Τα αιθέρια έλαια είναι πολυσύνθετα μίγματα οργανικών ενώσεων. Όπως δηλώνει το όνομά τους είναι ελαιώδεις και πτητικές ουσίες. Βρίσκονται, σε διαφορετική αναλογία, σε διάφορα μέρη των φυτών όπως άνθη, φύλλα, βλαστούς, κορμός, ρίζες. Αναφέρθηκε παραπάνω, ότι η περιεκτικότητα και σύσταση του αιθέριου ελαίου ενός αρωματικού φυτού εξαρτάται από την περίοδο συγκομιδής του φυτού. Αυτό συμβαίνει γιατί το αιθέριο έλαιο είναι το τελικό προϊόν μιας ολόκληρης σειράς αντιδράσεων. Παλιότερα κυριαρχούσε η άποψη ότι αυτές οι αντιδράσεις για να πραγματοποιηθούν απαιτούν μεγάλο χρονικό διάστημα. Βέβαια δεν μπορεί να γενικευτεί το συμπέρασμα αυτό για όλα τα αρωματικά φυτά (Σκουμπρής Β.Γ., 1971).

Γενικά τα συστατικά των αιθέριων ελαίων χωρίζονται σε οξυγονούχα και μη οξυγονούχα. Επειδή πρόκειται για οργανικές ενώσεις, μπορούν να γίνουν πολλοί διαχωρισμοί για παράδειγμα κορεσμένες ή ακόρεστες ενώσεις, κυκλικές ή αλειφατικές. Επίσης τα συστατικά ενός ελαίου μπορούν να διαχωριστούν σε πτητικά (αντιπροσωπεύουν το 90 με 95%) και σε μη πτητικά (5-10%) (Luque de Castro et al., 1999).

Στον παρακάτω πίνακα συνοψίζονται οι ομάδες ενώσεων που υπάρχουν στα αιθέρια έλαια (Σκουμπρής Β.Γ. 1971).

**Πίνακας 1.** Κατηγορίες των συστατικών των αιθέριων ελαίων

Μη οξυγονούχα συστατικά	Οξυγονούχα συστατικά				
	Υδρογονάνθρακες	Αλκοόλες	Αλδεΐδες	Κετόνες	Οξέα
Αλειφατικοί	Αλειφατικές	Αλειφατικές	Αλειφατικές	Αλειφα	Αλειφατικοί
Αρωματικοί	Αρωματικές	Αρωματικές	Αρωματικές	-τικά	Αρωματικοί
Κυκλικά τερπένια	Μονοτερπενικές	Μονοτερπενικές	Μονοτερπενικές	Αρωμα	Τερεπνικοί
Σεσκιτερπένια	Σεσκιτερπενικές	Ετεροκυκλικές	Σεσκιτερπενικές	-τικά	Περιέχοντες
Διτερπένια					άζωτο
Αζουλένια					

(Σκουμπρής Β.Γ.,1971).

Εκτός από τις παραπάνω ενώσεις σε κάποια αιθέρια έλαια έχουν βρεθεί και λακτόνες, παράγωγα του φουρανίου, οξειδία, αμίνες και σουλφίδια.

Το χαρακτηριστικό άρωμα του κάθε αιθέριου ελαίου είναι η συνισταμένη της οσμής όλων των συστατικών. Σημαντικό ρόλο παίζει η συγκέντρωση του συστατικού στο έλαιο, και έχει βρεθεί ότι ακόμα και ουσίες που βρίσκονται σε συγκεντρώσεις μικρότερες του 1% επηρεάζουν το άρωμα.

Εκτός από την συγκέντρωση, καθοριστικός παράγοντας για το άρωμα αλλά και την ποιότητα του ελαίου είναι το είδος των ενώσεων που περιέχονται σ' αυτό. Για παράδειγμα τα κυκλικά τερπένια ή μονοτερπένια επειδή είναι ακόρεστες ενώσεις έχουν την τάση να οξειδώνονται και να ρητινοποιούνται εύκολα. Έτσι ένα αιθέριο έλαιο που έχει τέτοιες ενώσεις σε μεγάλες συγκεντρώσεις υποβαθμίζεται εύκολα, τόσο το άρωμα όσο και η ποιότητά του γενικά. Τα οξυγονούχα συστατικά είναι αυτά που συμβάλλουν περισσότερο στο άρωμα (Μπαζαίος Κ. 2004, Τριανταφύλλου Α., 2004).

Τα φυτά αυτά βρίσκουν πολλές εφαρμογές τόσο στην καθημερινή ζωή (το τσάι σα ρόφημα ή η ρίγανη σαν μπαχαρικό είναι τυπικά παραδείγματα) όσο και στις διάφορες βιομηχανίες. Έτσι χρησιμοποιούνται στην βιομηχανία τροφίμων ως καρυκεύματα αλλά και ως φυσικά συντηρητικά και αντιοξειδωτικά μέσα. Στις βιομηχανίες ποτών, αρωμάτων και καλλυντικών χρησιμοποιούνται ευρέως λόγω του αρώματός τους. Μια άλλη σπουδαία εφαρμογή βρίσκουν στις βιομηχανίες φαρμάκων (Μπαζαίος Κ., 2004).

### **2.1.1 Ιδιότητες και χρήσεις των αιθέριων ελαίων**

Η κύρια ιδιότητα των αιθέριων ελαίων είναι η πτητικότητα. Πολλά αιθέρια έλαια έχουν συνεργιστική δράση και για αυτό χρησιμοποιούνται μίγματα αυτών.

Τα αιθέρια έλαια μπορούν να διεγείρουν τις φυσικές δυνάμεις άμυνας του οργανισμού εναντίον οποιασδήποτε μόλυνσης και για αυτό χρησιμοποιούνται όχι μόνο για να βοηθήσουν στην διατήρηση ενός υψηλού επιπέδου αντίστασης αλλά και για την θεραπεία διαφόρων μολύνσεων.

Πρέπει να τονιστεί ότι τα αιθέρια έλαια είναι πολύ δυνατά και γι' αυτό δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται σε καθαρή μορφή, είτε για εσωτερική είτε για εξωτερική χρήση. Πρέπει να αραιώνονται ή σε νερό ή σε κάποιο φυτικό λάδι (π.χ. ελαιόλαδο). Το ποσοστό αραιώσης είναι διαφορετικό για κάθε αιθέριο έλαιο (Σκουμπρής Β.Γ., 1971).

Γενικά τα αιθέρια έλαια έχουν τις ίδιες θεραπευτικές ιδιότητες και χρήσεις με αυτές των αρωματικών φυτών (βιομηχανίες τροφίμων, φαρμάκων, καλλυντικών κτλ) αφού αποτελούν την πεμπτουσία των φυτών. Όμως είναι πολύ πιο ευαίσθητα στην επίδραση του αέρα, του φωτός και της θερμότητας.

Τα φυτά αυτά βρίσκουν πολλές εφαρμογές τόσο στην καθημερινή ζωή (το τσάι σα ρόφημα ή η ρίγανη σαν μπαχαρικό είναι τυπικά παραδείγματα) όσο και στις διάφορες βιομηχανίες. Έτσι χρησιμοποιούνται στην βιομηχανία τροφίμων ως καρυκεύματα αλλά και ως φυσικά συντηρητικά και αντιοξειδωτικά μέσα. Στις βιομηχανίες ποτών, αρωμάτων και καλλυντικών χρησιμοποιούνται ευρέως λόγω

του αρώματός τους. Μια άλλη σπουδαία εφαρμογή βρίσκουν στις βιομηχανίες φαρμάκων (Μπαζαίος Κ., 2004).

Τα αιθέρια έλαια είναι πολύ ακριβά προϊόντα. Αυτό οφείλεται, εκτός από την χρησιμότητά τους, στις πολύ μικρές αποδόσεις, σε έλαιο, των φυτών. αν κάποιο φυτό έχει απόδοση σε αιθέριο έλαιο πάνω από 2% θεωρείται πλούσιο (Σκουμπρής Β.Γ., 1971).

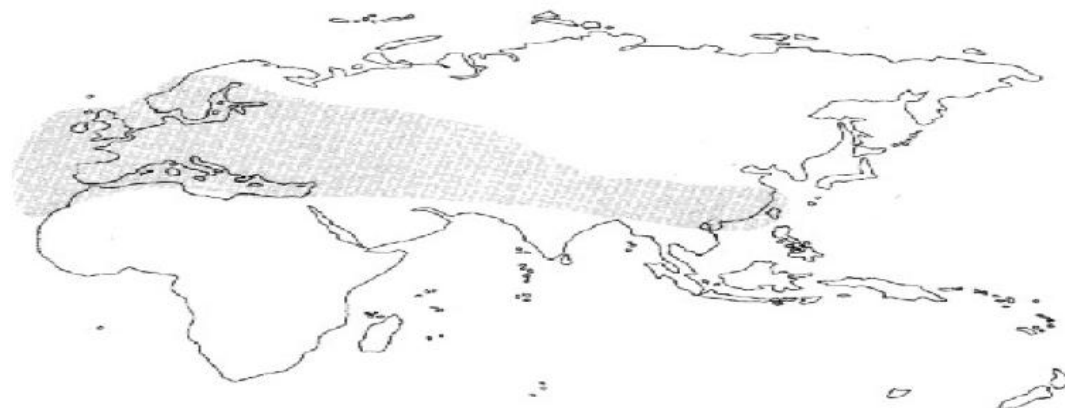
Απόδοση π.χ. 3% σημαίνει ότι από 100 γραμμάρια φυτού λαμβάνονται 3 ml αιθέριου ελαίου και αυτή θεωρείται μεγάλη απόδοση. Εύκολα λοιπόν γίνεται αντιληπτή η αιτία της αυξημένης τιμής των αιθέριων ελαίων.

### **2.1.2 Ρίγανη**

Η ρίγανη πριν χρησιμοποιηθεί, ξηραίνεται για κάποιο χρονικό διάστημα. Στην αποξηραμένη της μορφή περιέχει νερό (7,2%), πρωτεΐνες (11%), λίπος (10,3%), υδατάνθρακες (64,4%), ακατέργαστες ίνες (15%), τέφρα (7,2%) και πολύ μικρή ποσότητα σιδήρου(της τάξης των 500ppm).

Από την σκοπιά της βοτανολογίας, υπάρχουν δύο βασικοί τύποι ρίγανης. Η ρίγανη που ευδοκίμει στην Ευρώπη και ανήκει και ανήκει στην οικογένεια των χειλανθών και στο γένος *Origanum* και η μεξικάνικη ρίγανη που ανήκει στην οικογένεια *Verbenaceae* και στο γένος *Lippia* (Vernin. G., 2001 & Bernath J., 1996).

Διαπιστώθηκε ότι στο γένος *Origanum* ανήκουν 42 διαφορετικά είδη φυτών, κάποια από αυτά όμως χαρακτηρίζονται ως ρίγανη λόγω του κοινού χαρακτηριστικού αρώματος. Για παράδειγμα η πιο διαδεδομένη ρίγανη είναι το είδος *Origanum Vulgare* γνωστή και ως ελληνική ρίγανη, ενώ το είδος *Coridothymus capitatus* (Ισπανική Ρίγανη) χαρακτηρίζεται και αυτό ως ρίγανη. Επίσης η τούρκικη ρίγανη ανήκει στο είδος *Origanum Onites*. Στο σχήμα που ακολουθεί φαίνεται η γεωγραφική κατανομή του γένους *Origanum* (Spada P & Perrino P., 1996).



**Σχήμα 1.** Γεωγραφική κατανομή του γένους *Origanum*

(Spada P & Perrino P., 1996).

### **2.1.3 Το αιθέριο έλαιο της ρίγανης**

Ένα από τα πιο διαδεδομένα αιθέρια έλαια, είναι αυτό της ρίγανης. Λαμβάνεται από τα φύλλα και τα άνθη της με διάφορες μεθόδους. Η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη μέθοδος, και στο εργαστήριο και στην βιομηχανία, είναι η απόσταξη με υδρατμούς. Το χρώμα του ελαίου ποικίλει και μπορεί να είναι από ανοιχτό κίτρινο μέχρι και σκούρο πορτοκαλί. Σαν έλαιο που είναι, έχει πυκνότητα μικρότερη από του νερού με τιμές που συνήθως κυμαίνονται μεταξύ 0,94-0,96 g/ml. Τόσο η γεύση του όσο και η οσμή του είναι πολύ έντονη. Το αιθέριο έλαιο της ρίγανης είναι ένα από τα πιο δυνατά αιθέρια έλαια και γι' αυτό πριν χρησιμοποιηθεί θα πρέπει να αραιώνεται σε μεγάλο βαθμό. Ακολουθεί το σχήμα όπου απεικονίζεται ρίγανη του είδους *Origanum Vulgare*.

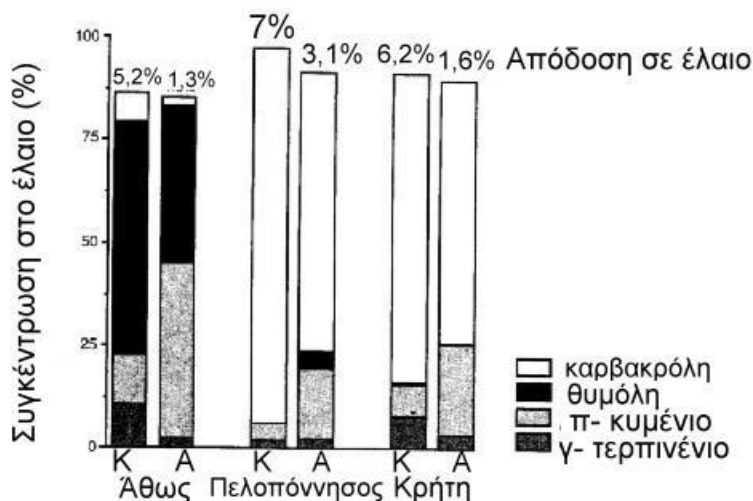


**Σχήμα 2:** Ρίγανη του είδους *Origanum Vulgare*

(Kokkini et al., 2003)

Οι αποδόσεις σε αιθέριο έλαιο των διάφορων ειδών και υποειδών ρίγανης, καλύπτουν ένα μεγάλο εύρος τιμών. Έχουν αναφερθεί περιπτώσεις όπου υπήρχαν σχετικά μικρές ποσότητες ελαίου (0,1 με 1%). Από την άλλη μεριά, δείγματα ρίγανης από την Κρήτη, την Αμοργό (Κυκλάδες), το Γύθειο (Πελοπόννησος) και το βουνό Άθως (Άγιο Όρος) είχαν απόδοση σε έλαιο μεγαλύτερη από 5%. Αυτές οι τιμές είναι οι μεγαλύτερες που έχουν αναφερθεί για οποιαδήποτε ποικιλία ρίγανης.

Αξίζει να σημειωθεί ότι οι τιμές αυτές αναφέρονται σε δείγματα ρίγανης που συλλέχθηκαν το καλοκαίρι. Δείγματα που συλλέχθηκαν την άνοιξη δεν είχαν ούτε την μισή απόδοση. Στο ιστόγραμμα της επόμενης σελίδας, φαίνεται η διαφορά, λόγω εποχής συγκομιδής, στην απόδοση καθώς και στην περιεκτικότητα του αιθέριου ελαίου στα 4 κύρια συστατικά του αιθέριου ελαίου της ρίγανης (καρβακρόλη, θυμόλη, π-κυμένιο, γ-τερπινένιο) (Kokkini S. 1996).



**Σχήμα 3:** Συγκεντρώσεις των 4 κυρίων συστατικών του αιθέριου ελαίου ρίγανης, το καλοκαίρι (Κ) και την άνοιξη (Α) από δείγματα τριών περιοχών της Ελλάδας. Φαίνονται και οι αποδόσεις σε αιθέριο έλαιο (Kokkini S. 1996).

Όπως προκύπτει από το παρακάτω ιστόγραμμα εκτός από την απόδοση υπάρχουν και σημαντικές διαφορές στην σύσταση του αιθέριου ελαίου. Χαρακτηριστική είναι η μείωση της συγκέντρωσης του π-κυμενίου και η αύξηση της συγκέντρωσης της καρβακρόλης το καλοκαίρι. Παρά τις διαφοροποιήσεις στην σύσταση, παρατηρήθηκε ότι το άθροισμα των 4 αυτών συστατικών παραμένει περίπου σταθερό (κυμαίνεται από 85% μέχρι 96,8%). Έτσι μπορούν να εξαχθούν τα συμπεράσματα ότι η ελληνική ρίγανη χαρακτηρίζεται από σταθερότητα και στο έλαιό της επικρατούν οι φαινόλες και όχι τα τερπένια που όπως προαναφέρθηκε είναι ακόρεστα, αλλοιώνονται εύκολα και δεν συνεισφέρουν πολύ στο άρωμα. Επίσης πιστεύεται ότι το άθροισμα παραμένει σταθερό, λόγω της βιοσυνθετικότητας των τεσσάρων αυτών συστατικών. Αυτό γίνεται πιο κατανοητό αν ληφθεί υπόψη η δομή των ενώσεων. Η καρβακρόλη και η θυμόλη είναι ισομερείς ενώσεις. Ακόμα το π-κυμένιο και το γ-τερπινένιο διαφέρουν μόνο κατά ένα διπλό δεσμό. Το π-κυμένιο θεωρείται πρόδρομος της θυμόλης και το γ-τερπινένιο της καρβακρόλης.

Εκτός από τα τέσσερα αυτά συστατικά που συνήθως βρίσκονται σε μεγαλύτερη αναλογία, υπάρχει μία πληθώρα άλλων συστατικών που έχουν

ανιχνευτεί σε έλαια διαφόρων ποικιλιών ρίγανης. Το β-καρυοφυλλένιο βρίσκεται σε σχετικά μεγάλη αναλογία (της τάξης του 1 με 2%) σε κάποιες ποικιλίες ρίγανης. Επίσης η βορνεόλη. Σε μικρότερες συγκεντρώσεις υπάρχουν τα β-πινένιο, μυρσένιο, οξειδίο του καρυοφυλλενίου, τερπινε-4-όλη, 1-οκτέν-3-όλη, κινεόλη, φελαδρένιο, λιναλοόλη, λιναλεϊκός εστέρας κτλ. Συνολικά τα συστατικά σε ένα αιθέριο έλαιο ρίγανης είναι πάνω από 40.

Το αιθέριο έλαιο της ρίγανης παρουσιάζει ισχυρή αντιοξειδωτική δράση κατά την αποθήκευση λιπαρών και τηγανητών τροφίμων. Τα συνθετικά αντιοξειδωτικά μέσα όπως το BHT (butylated hydroxytoluene, βουτυλιομένο υδρόξυτολουένιο και η BHA (butylated hydroxyanisole, βουτυλιομένη υδρόξυανισόλη), παρουσιάζουν κάποια μειονεκτήματα (αποσύνθεση σε υψηλές θερμοκρασίες, αστάθεια), ενώ είναι ύποπτα για αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία, ακόμα και για καρκινογένεση. Έτσι το ενδιαφέρον στράφηκε προς τα φυσικά αντιοξειδωτικά όπως το αιθέριο έλαιο της ρίγανης. Ο μηχανισμός της αντιοξειδωτικής δράσης είναι ο γνωστός από την οργανική χημεία των ελεύθερων ριζών. Δηλαδή τα αντιοξειδωτικά (είτε φυσικά είτε συνθετικά) δεσμεύουν τις ελεύθερες ρίζες (Milos et al., 2000).

Γενικά τα αιθέρια έλαια που λαμβάνονται από φυτά που έχουν ανθίσει παρουσιάζουν την μέγιστη αντιμικροβιακή δράση. Η σύνθεση των αιθέριων ελαίων από διάφορα μέρη του ίδιου φυτού μπορεί επίσης να διαφέρει ευρέως (Burt Sara., 2004).

#### **2.1.4 Αντιοξειδωτικές ιδιότητες της ρίγανης**

Αποτελέσματα έδειξαν πως η αντιοξειδωτική δράση των αιθέριων ελαίων σχετίζεται με τα επίπεδα της καρβακρόλης και θυμόλης που βρίσκονται στα έλαια. Πολλά βότανα που εμφανίζουν αντιοξειδωτική δράση παρουσιάζουν και αντιμικροβιακή δράση, και οι δύο δραστηριότητες σχετίζονται με την δομή των φαινολικών ενώσεων.

Τα δεδομένα δείχνουν ότι η θυμόλη εμφανίζει μεγαλύτερη αντιοξειδωτική δράση εξ' αιτίας της παρουσίας της υδροξυλομάδας στον αρωματικό δακτύλιο.

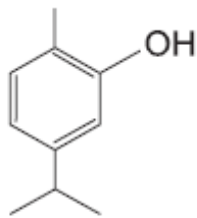


Είναι αποδεκτό πως η αντιοξειδωτική δράση των μονοτερπενίων σχετίζεται με την παρουσία της υδροξυλομάδας στον αρωματικό δακτύλιο. Οι φαινόλες είναι κυρίως υπεύθυνες για τις αντιμικροβιακές ιδιότητες των αιθέριων ελαίων. (Burt Sara., 2004).

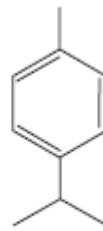
**Πίνακας 2.** Κύρια συστατικά του αιθέριου ελαίου ρίγανης που παρουσιάζει αντιβακτηριδιακές ιδιότητες.

<b>Αιθέριο έλαιο</b>	<b>Λατινικό όνομα του φυτού</b>	<b>Κύρια συστατικά</b>	<b>Περιεκτικότητα %</b>
Ρίγανη	Origanum vulgare	Καρβακρόλη Θυμόλη γ –Τερπινένιο π - Κυμένιο	80% 64% 2-52% 52%

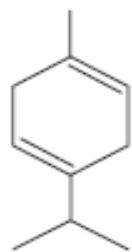
(Burt Sara., 2004).



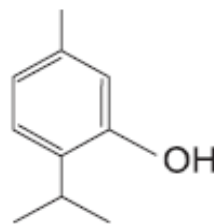
carvacrol



p-cymene



γ-terpinene



thymol

**Σχήμα 4.** Χημική δομή συγκεκριμένων αντιοξειδωτικών ενώσεων του αιθέριου ελαίου της ρίγανης.

(Burt Sara., 2004).

### 2.1.5 Τρόποι παραλαβής των αιθέριων ελαίων και της ρίγανης

Για την παραλαβή των αιθέριων ελαίων από τα φυτά χρησιμοποιούνται διάφορες μέθοδοι. Η επιλογή της κατάλληλης μεθόδου εξαρτάται από πολλούς παράγοντες φυσικούς, χημικούς και οικονομικούς. Έτσι, έχει σημασία το είδος και το τμήμα του φυτού (βλαστοί ή άνθη). Επίσης η περιεκτικότητα σε έλαιο και η τιμή του ελαίου είναι σημαντικοί παράγοντες. Τέλος η χημική σύνθεση των συστατικών του ελαίου καθορίζει ως ένα βαθμό την επιλογή της μεθόδου. Για παράδειγμα, συστατικά με χαμηλό σημείο ζέσεως θα αλλοιωθούν, αν η χρησιμοποιούμενη μέθοδος απαιτεί υψηλές θερμοκρασίες λειτουργίας.

Οι μέθοδοι παραλαβής των αιθέριων ελαίων χωρίζονται σε τρεις γενικές κατηγορίες: απόσταξη, εκχύλιση και μηχανικές μέθοδοι. Σε κάθε κατηγορία περιλαμβάνονται επιμέρους μέθοδοι. Αυτές φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

**Πίνακας 3.** Μέθοδοι παραλαβής αιθέριων ελαίων.

<b>Απόσταξη</b>	<b>Εκχύλιση</b>	<b>Μηχανικές μέθοδοι</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Με νερό</li> <li>• Με υδρατμούς</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Με πτητικούς διαλύτες</li> <li>• Με θερμό ή ψυχρό λίπος</li> <li>• Με υπερκρίσιμα ρευστά (CO<sub>2</sub>)</li> <li>• Με νερό σε υποκρίσιμες συνθήκες</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Σύνθλιψη</li> <li>• Απόξεση</li> </ul>

(Σκουμπρής., 1971)

Οι εκχυλίσεις με υπερκρίσιμα και υποκρίσιμα ρευστά, αναπτύχθηκαν πρόσφατα και προς το παρόν εφαρμόζονται κυρίως σε εργαστηριακή κλίμακα. Η απόσταξη είτε με νερό είτε με υδρατμούς είναι οι πιο συνηθισμένες μέθοδοι, τόσο στο εργαστήριο όσο και στην βιομηχανία, ενώ οι υπόλοιπες μέθοδοι βρίσκουν εφαρμογή σε ειδικές περιπτώσεις.

Τα αιθέρια έλαια και τα συστατικά τους είναι πολύ ευαίσθητα στην αύξηση της θερμοκρασίας. Έτσι σε όσο πιο υψηλές θερμοκρασίες εκτίθενται, τόσο πιο μεγάλη είναι η αποσύνθεσή τους. Για αυτό η θερμοκρασία θα πρέπει να είναι όσο γίνεται πιο χαμηλή και αν είναι υψηλή να είναι μικρός ο χρόνος εκχύλισης (Σκουμπρής., 1971).

### **2.1.6 Απόσταξη με νερό**

Κύριο χαρακτηριστικό της απόσταξης με νερό είναι η άμεση και διαρκής επαφή του φυτού με το νερό. Η πειραματική διάταξη μιας τέτοιας απόσταξης είναι απλή. Αποτελείται από την θερμαντική φωλιά, το δοχείο απόσταξης, τον συμπυκνωτή και ένα δοχείο διαχωρισμού. Στο δοχείο απόσταξης βρίσκεται το νερό και το φυτό. Ο ατμός που παράγεται και περιέχει διαλυμένο έλαιο συμπυκνώνεται. Στη συνέχεια το έλαιο διαχωρίζεται εύκολα από το νερό.

### **Τα πλεονεκτήματα αυτής της μεθόδου είναι τα παρακάτω**

1. Είναι απλή και εύκολη
2. Μικρό κόστος κατασκευής
3. Υπάρχει η δυνατότητα μεταφοράς του αποστακτικού συγκροτήματος
4. Μπορούν να αποσταχθούν υλικά με πολύ μικρό μέγεθος σωματιδίων
5. Έντονη υδροδιάχυση

Ωστόσο η μέθοδος αυτή έχει και αρκετά μειονεκτήματα με αποτέλεσμα να περιοριστεί η χρήση της (Σκουμπρής., 1971).

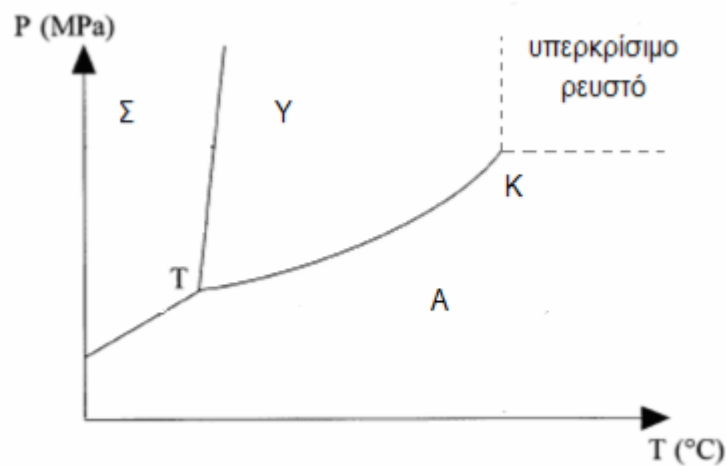
### **Τα σημαντικότερα μειονεκτήματα είναι**

1. Μεγάλος χρόνος απόσταξης που συνεπάγεται αυξημένη κατανάλωση ενέργειας
2. Μικρή απόδοση σε αιθέριο έλαιο
3. Κατώτερη ποιότητα του ελαίου λόγω αποσύνθεσης ορισμένων συστατικών
4. Μεγάλη χωρητικότητα του δοχείου απόσταξης
5. Υδατοδιαλυτές ουσίες με υψηλό σημείο ζέσης δεν εξατμίζονται αλλά παραμένουν στο νερό (Σκουμπρής., 1971).

## **2.2 Υπερκρίσιμα ρευστά**

Ως υπερκρίσιμο ρευστό πρακτικά ορίζεται το ρευστό που βρίσκεται σε συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας πάνω από το κρίσιμο σημείο του. Όπως φαίνεται στο Σχήμα 5, ως κρίσιμο σημείο ορίζεται το ζεύγος τιμών πίεσης και θερμοκρασίας όπου σταματάει η ύπαρξη ισορροπίας υγρού-αερίου. Στην πραγματικότητα η συνύπαρξη υγρού-αερίου σταματάει σε οποιαδήποτε θερμοκρασία ίση ή υψηλότερη από την κρίσιμη και ανεξάρτητα από την τιμή της πίεσης. Για αυτό ακόμα και αν ένα ρευστό βρίσκεται σε πίεση μικρότερη της κρίσιμης πίεσης αλλά σε θερμοκρασία υψηλότερη από την κρίσιμη μπορεί να χαρακτηριστεί ως υπερκρίσιμο. Σε χαμηλές βέβαια πιέσεις είναι αέριο, αλλά υγρή κατάσταση δεν μπορεί να υπάρξει. Στο κρίσιμο σημείο η υγρή και η αέρια φάση γίνονται ταυτόσημες, ενώ περαιτέρω αύξηση της πίεσης δεν οδηγεί σε

υγροποίηση (ή περαιτέρω αύξηση της θερμοκρασίας δεν οδηγεί σε ατμοποίηση). Τα υπερκρίσιμα ρευστά έχουν τιμές διαχυτότητας και ιξώδους πιο κοντά σε αυτές των αερίων ενώ η πυκνότητά τους είναι συγκρίσιμη με την πυκνότητα των υγρών (Cooper 2003, Quick et al 2004, Tsirintzilis et al 2007).



**Σχήμα 5.** Διάγραμμα φάσεων καθαρής ουσίας.

(Cooper 2003, Quick et al 2004, Tsirintzilis et al 2007).

### **2.2.1 Ιδιότητες, χρήσεις και εφαρμογές του υπερκρίσιμου CO<sub>2</sub>**

#### **Ιδιότητες**

Τις 2 τελευταίες δεκαετίες, αναπτύχθηκε μία καινούργια μέθοδος για την εκχύλιση φυσικών προϊόντων, που χρησιμοποιεί υπερκρίσιμα ρευστά σαν διαλύτες. Η εναλλακτική αυτή μέθοδος χρησιμοποιεί καθαρούς, φθηνούς, άφλεκτους, μη τοξικούς και φιλικούς προς το περιβάλλον διαλύτες όπως το CO<sub>2</sub>.

Ως γνωστόν, η θερμοκρασία βρασμού μιας καθαρής ουσίας εξαρτάται από την πίεση. Αυξάνοντας την πίεση αυξάνεται και η θερμοκρασία στην οποία βράζει η ουσία. Έτσι, για παράδειγμα, νερό συμπιεσμένο στα 20 bar δεν βράζει στους 100°C αλλά σε πολύ μεγαλύτερη θερμοκρασία.

Στην υπερκρίσιμη περιοχή το ρευστό αποκτά ιδιαίτερες ιδιότητες, που μοιάζουν και με αυτές του υγρού και με αυτές του αερίου. Σ' αυτήν την περιοχή

μπορούν να μεταβληθούν κατά βούληση, με αλλαγή της πίεσης και της θερμοκρασίας, ιδιότητες του διαλύτη όπως η διαχυτότητα, το ιξώδες και η επιφανειακή τάση. Έτσι ρυθμίζοντας την τιμή της διαχυτότητας, που είναι ο κύριος παράγοντας στην μεταφορά μάζας, μπορεί να επιτευχθεί πιο γρήγορη μεταφορά, με αποτέλεσμα μικρότερο χρόνος εκχύλισης (Mukhopadhyay M., 2000).

Σε κρίσιμες συνθήκες πίεσεως και θερμοκρασίας, δεν υπάρχει απότομη αλλαγή των ιδιοτήτων συστατικού (Brunner G., 2005). Ακολουθεί ο πίνακας 4 με τις χαρακτηριστικές τιμές για αέρια, υγρά και την υπερκρίσιμη φάση ρευστού.

**Πίνακας 4.** Χαρακτηριστικές τιμές για τα αέρια, τα υγρά, και την υπερκρίσιμη φάση του ρευστού.

Κατάσταση ρευστού	Πυκνότητα (g/cm <sup>3</sup> )	Διαχυτότητα (cm <sup>2</sup> /s)	Ιξώδες (g/cm/s)
Αέριο P=1 atm, T=15-30°C	(0,6-2,0) x10 <sup>-3</sup>	0,1-0,4	(0,6-2,0) x10 <sup>-4</sup>
Υγρό P=1 atm, T=15-30°C	0,6-1,6	(0,2-2,0)x10 <sup>-5</sup>	(0,2-3,0)x10 <sup>-2</sup>
Υπερκρίσιμο ρευστό P=P <sub>c</sub> : T≈T <sub>C</sub> P=4P <sub>c</sub> : T≈T <sub>C</sub>	0,2-0,5 0,4-0,9	0,7x10 <sup>-3</sup> 0,2x10 <sup>-3</sup>	(1-3)x10 <sup>-4</sup> (3-9)x 10 <sup>-4</sup>

(Brunner G., 2005).

Ένας διαλύτης για να είναι κατάλληλος και να χρησιμοποιηθεί σε υπερκρίσιμη εκχύλιση εκτός από το να είναι φτηνός, άφλεκτος και όσα προαναφέρθηκαν, θα πρέπει να μην αντιδρά με τα προϊόντα, να έχει χαμηλές κρίσιμες τιμές και να μπορεί να διαχωριστεί εύκολα από τα προϊόντα. Όλες τις παραπάνω “προδιαγραφές”, τις ικανοποιεί το διοξείδιο του άνθρακα και για

αυτό χρησιμοποιείται ευρέως σαν υπερκρίσιμος διαλύτης. Έχει κρίσιμη πίεση 73,8 bar και κρίσιμη θερμοκρασία 31,1°C. Διατίθεται στην αγορά ως παραπροϊόν διάφορων βιομηχανιών, και έτσι οι εκπομπές, προς την ατμόσφαιρα, σε διοξείδιο του άνθρακα δεν αυξάνονται (Mukhopadhyay M., 2000).

Ένα σοβαρό μειονέκτημα του διοξειδίου του άνθρακα, ως διαλύτη, είναι ότι δεν εκχυλίζει τις ισχυρά πολικές ενώσεις, αφού το ίδιο είναι μη πολική ένωση. Το πρόβλημα αυτό μπορεί να αντιμετωπιστεί με την χρήση ενός συνδιαλύτη ο οποίος προστίθεται στο υπερκρίσιμο διοξείδιο του άνθρακα για να αυξήσει την πολικότητά του. Πάντως η χρήση και η επιλογή του συνδιαλύτη δεν είναι καθόλου εύκολη υπόθεση, αφού πρέπει να προστίθεται σε μικρή και ορισμένη αναλογία, για να επιτευχθούν οι επιθυμητές αλλαγές στην πολικότητα.

Μία διάταξη εκχύλισης με υπερκρίσιμο ρευστό αποτελείται βασικά από το κελί εκχύλισης, όπου πρέπει να επικρατούν οι επιθυμητές τιμές πίεσης και θερμοκρασίας, από μία αντλία που απαιτείται για την κυκλοφορία του ρευστού και το δοχείο διαχωρισμού. Όμως συνήθως ο διαλύτης της δεν αποβάλλεται στο περιβάλλον αλλά ανακυκλώνεται, και έτσι απαιτείται και ένα σύστημα ανακύκλωσης μετά το δοχείο διαχωρισμού.

### **Χρήσεις**

Το διοξείδιο του άνθρακα CO<sub>2</sub> χρησιμοποιείται ευρέως ως υπερκρίσιμο ρευστό σε διάφορες εφαρμογές (π.χ. εκχύλιση). Είναι αρκετά διαδεδομένο επειδή είναι φθηνό, άφλεκτο, δεν είναι τοξικό και έχει χαμηλό κρίσιμο σημείο (73,8 bar και 31°C). Στην επιστήμη και τεχνολογία πολυμερών κατέχει ξεχωριστή θέση καθώς χρησιμοποιείται τόσο στη φυσική κατεργασία πολυμερών (π.χ. παραγωγή πορωδών υλικών ή νανοσωματιδίων) όσο και στη χημική σύνθεση ως μέσο πολυμερισμού (Cooper 2003, Quick et al 2004, Tsirintzilis et al 2007).

Η εκχύλιση με υπερκρίσιμο διοξείδιο του άνθρακα έχει βρει πολλές εφαρμογές, κυρίως στην βιομηχανία τροφίμων και φυσικών προϊόντων. Χρησιμοποιείται για την παραλαβή των αιθέριων ελαίων από τα φυτά. Με αυτήν την τεχνική παράγεται ο καφές με μειωμένη ή μηδενική ποσότητα καφεΐνης. Επίσης η νικοτίνη απομακρύνεται από τον καπνό με υπερκρίσιμη εκχύλιση.

Οι εφαρμογές της εκχύλισης με υπερκρίσιμα ρευστά στον τομέα αυτό συνοψίζονται στον πίνακα παρακάτω (Mukhopadhyay M., 2000). Ακολουθεί ο πίνακας 5 με τις εφαρμογές της εκχύλισης με υπερκρίσιμα ρευστά.

**Πίνακας 5:** Εφαρμογές της εκχύλισης με υπερκρίσιμα ρευστά στις βιομηχανίες τροφίμων και φυσικών προϊόντων.

Απομάκρυνση καφεΐνης από τον καφέ και το τσάι
Απομάκρυνση δυσάρεστων οσμών από τα λίπη και έλαια
Εκχύλιση φυτικών ελαίων από σπόρους
Σταθεροποίηση των φρουτοχυμών
Παραλαβή λανολίνης από το μαλλί
Μείωση των λιπαρών σε τρόφιμα
Παραλαβή φυσικών αντιοξειδωτικών από φυτά
Απομάκρυνση νικοτίνης από τον καπνό
Παραλαβή αιθέριων ελαίων από φυτά

(Mukhopadhyay M ., 2000).

Στον πίνακα 6 απεικονίζονται οι φυσικοχημικές παράμετροι σε πατάτες που έχουν αφυδατωθεί με διαφορετικές μεθόδους ξήρανσης.

**Πίνακας 6:** Φυσικοχημικές παράμετροι σε πατάτες που έχουν αφυδατωθεί με διαφορετικές μεθόδους ξήρανσης.

Μέθοδοι ξήρανσης	Πυκνότητα (g/cm <sup>3</sup> )	Περιεκτικότητα σε υγρασία (%)	Ποσοστό επανυδάτωσης	Όγκος επανυδάτωσης (cm <sup>3</sup> )
Ήλιος	0,457	7,5	36,1	35,9
Θάλαμος ξήρανσης	0,380	6,8	43,5	42,3
Ρευστοποιημένη κλίση	0,306	6,8	68,3	51,8
HTST (High Temperature Short Time)	0,147	5,6	73,2	59,8
Λυοφιλίωση	0,098	3,3	88,9	68,3

(Jagannath et al., 2001).



Η περιεκτικότητα σε υγρασία σε πατάτα που έχει αφυδατωθεί με λυοφιλίωση εμφανίζει το χαμηλότερο ποσοστό υγρασίας. Έχει αναφερθεί ότι η μειωμένη απομάκρυνση του νερού κατά την διάρκεια της ξήρανσης μειώνει την ποιότητα του προϊόντος και την ικανότητα επανυδάτωσης (Jagannath et al., 2001).

Ο κύριος σκοπός της αφυδάτωσης των τροφίμων είναι η μείωση της υγρασίας, για να μειωθεί η ικανότητα συγκράτησης νερού και να εμποδίσουμε την αλλοίωση. Η ικανότητα συγκράτησης νερού είναι ένας κρίσιμος παράγοντας που προσδιορίζει την διάρκεια ζωής με τα περισσότερα βακτήρια να μην μπορούν να αναπτυχθούν σε τιμές κάτω από 0,91 και οι μύκητες σε τιμές κάτω από 0,80. Η ικανότητα συγκράτησης νερού επίσης παίζει σημαντικό ρόλο στον προσδιορισμό της ενεργότητας του ενζύμου και των βιταμινών και έχει επίδραση στο χρώμα στην γεύση και στο άρωμα. Επιπλέον η απομάκρυνση υγρασίας μειώνει το βάρος διευκολύνοντας έτσι την μεταφορά και την αποθήκευση (Brown et al., 2008).

Η μείωση της υγρασίας μπορεί να επηρεάσει την δομή του προϊόντος. Η δομή του τροφίμου επηρεάζει την θρεπτική αξία την χημική και μικροβιολογική σταθερότητα, την υφή, και τις φυσικές ιδιότητες (Brown et al., 2008).

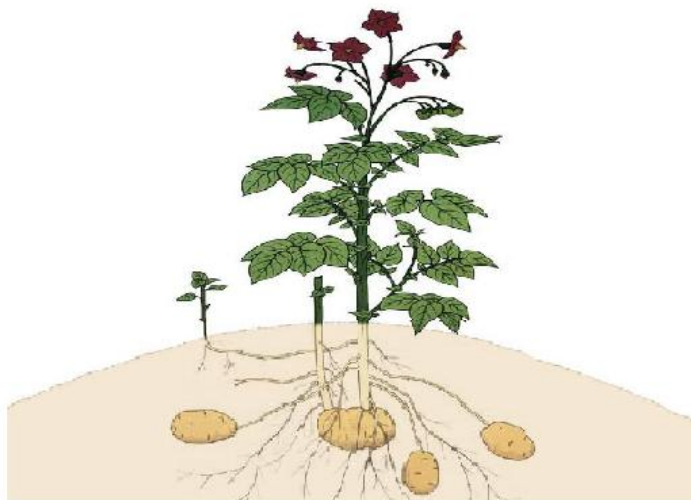
Ο συμβατικός τρόπος ξήρανσης με τον αέρα είναι ο πιο συνηθισμένος τρόπος που χρησιμοποιείται για την αφυδάτωση στα τρόφιμα, δίνοντας προϊόντα με χαμηλό πορώδες και υψηλή πυκνότητα. Οι θερμοκρασίες που χρησιμοποιούνται συνήθως στην βιομηχανία είναι 65-85°C αλλά έχουν επιπτώσεις στην δομή και στο χρώμα στην υφή στη γεύση στο άρωμα και στην διαθρεπτική αξία του προϊόντος. Παρ όλα αυτά υπάρχουν εναλλακτικές μεθόδους ξήρανσης η κάθε μία με τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της (Brown et al., 2008).

Η ξήρανση είναι μια διαδικασία στην οποία το νερό απομακρύνεται για να σταματήσει ή να επιβραδύνει την ανάπτυξη των μικροοργανισμών. Οι όροι ξηρά και αφυδατωμένα δεν είναι συνώνυμοι. Το Τμήμα Γεωργίας των ΗΠΑ ορίζει τα αφυδατωμένα τρόφιμα να μην περιέχουν περισσότερο από 2,5% νερό ( επί ξηρής βάσης), ενώ για τα αποξηραμένα τρόφιμα ισχύει για οποιοδήποτε προϊόν

διατροφής με περισσότερο από 2,5% νερό (επί ξηρής βάσης) (Vega Mercado H et al., 2001).

### 2.3 Πατάτα

Η πατάτα (*Solanum tuberosum*) είναι ένα ποώδες ετήσιο που μεγαλώνει μέχρι 100 εκατοστά (40 ίντσες) σε ύψος και παράγει ένα κόνδυλο που ονομάζεται επίσης πατάτα, τόσο πλούσια σε άμυλο που την κατατάσσει ως τέταρτη πιο σημαντική καλλιέργεια τροφίμων στον κόσμο, μετά τον αραβόσιτο, το σιτάρι και το ρύζι. Η πατάτα ανήκει στην Solanaceae - οικογένεια των ανθοφόρων φυτών, και μοιράζεται το γένος *Solanum* με τουλάχιστον 1.000 άλλα είδη, όπως ντομάτα και μελιτζάνα. Το είδος *S. tuberosum* διαιρείται σε δύο υποείδη: *andigena*, που καλλιεργείται κυρίως στις Άνδεις, και το είδος *tuberosum*, που καλλιεργείται σήμερα σε όλο τον κόσμο, και πιστεύεται ότι προέρχεται από την εισαγωγή του στην Ευρώπη του είδους *andigena* (FAO., 2008). Στη συνέχεια φαίνεται το σχήμα 6 με τη μορφολογία του φυτού της πατάτας.



**Σχήμα 6.** Μορφολογία του φυτού της πατάτας σε πλήρη ανάπτυξη.

(FAO., 2008).

Η βιοποικιλότητα της πατάτας είναι μεγάλη: περίπου 5000 ποικιλίες είναι γνωστές. Οι περισσότερες ποικιλίες που καλλιεργούνται ανήκουν στο είδος *Solanum tuberosum*. Παρ' όλα αυτά ακόμα 10 διαφορετικά είδη *Solanum* καλλιεργούνται.

Οι πατάτες έχουν μια πιο κυρίαρχη θέση στη διατροφή των ανθρώπων στις αναπτυσσόμενες χώρες από τις αναπτυσσόμενες χώρες (Burlingame B et al., 2009).

### **Χρήσεις πατάτας**

Ο Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας των Ηνωμένων Πολιτειών εκτιμά ότι μόλις πάνω από τα δύο τρίτα από 320 εκατομμύρια τόνους πατάτας που παρήχθησαν από το 2005 καταναλώθηκαν είτε ψημένες, είτε βραστές είτε τηγανητές και χρησιμοποιούνται σε πολλές συνταγές: πουρέ πατάτας, τηγανίτες από πατάτα, πατατοκεφτέδες, σούπα πατάτας, πατατοσαλάτα και πατάτες ογκρατέν κτλ.

Οι αφυδατωμένες νιφάδες πατάτας σε κόκκους παρασκευάζονται με ξήρανση ενός πολλού των μαγειρεμένων πατατών σε ένα επίπεδο υγρασίας από 5 έως 8%. Οι νιφάδες χρησιμοποιούνται στη λιανική αγορά σαν πουρέ πατάτας, ως συστατικά σε σνακ. Μια άλλη μορφή σε αφυδατωμένο προϊόν, αλεύρι πατάτας, αλέθεται από μαγειρευμένες, ολόκληρες πατάτες και διατηρεί μια ξεχωριστή γεύση της πατάτας. Χωρίς γλουτένη και πλούσια σε άμυλο, το άμυλο πατάτας χρησιμοποιείται από τη βιομηχανία τροφίμων για να δέσει σάλτσες και σούπες.

Μετά τη συγκομιδή, οι πατάτες χρησιμοποιούνται για διάφορους σκοπούς, και όχι μόνο ως λαχανικό για το μαγείρεμα στο σπίτι. Στην πραγματικότητα, είναι πιθανό ότι λιγότερο από το 50% των πατατών που καλλιεργούνται παγκοσμίως καταναλώνονται φρέσκα. Το υπόλοιπο υποβάλλεται σε επεξεργασία και έχουμε τα τροποποιημένα άμυλα για τη βιομηχανία, και το υπόλοιπο μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί ως κόνδυλοι σπόρων για καλλιέργεια της πατάτας την

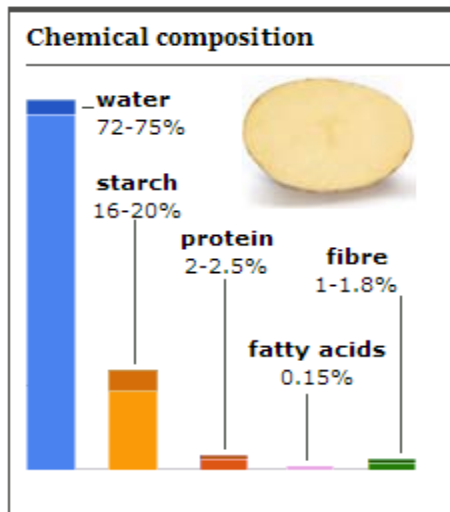
επόμενη σεζόν (FAO., 2008). Ακολουθεί ο πίνακας 7 με τη σύσταση των διαθρεπτικών συστατικών σε διάφορες ποικιλίες πατατών.

**Πίνακας 7.** Διαθρεπτικά συστατικά σε διαφορετικές ποικιλίες πατατών που έχουν ληφθεί από ολόκληρες πατάτες.

<b>Διαθρεπτικές πληροφορίες</b>	<b>Εύρος</b>	<b>Μέσος όρος</b>
Ενέργεια	240-423KJ/100g	340,00
Νερό	62,68-87,0g/100g	78
Λίπη	0,05-0,51g/100g	0,20
Πρωτεΐνες	0,85-4,2g/100g	2,12
Φυτικές ίνες	0,3-3,67g/100g	2,04
Διαλυτές φυτικές ίνες	0,87-1,22g/100g	1,04
Αδιάλυτες φυτικές ίνες	0,41-2,53g/100g	1,31
Άμυλο	9,1-22,6g/100g	16,13
Γλυκόζη	0,015-0,34g/100g	0,12
Φρουκτόζη	0,00-0,18g/100g	0,07
Σουκρόζη	0,08-1,39g/100g	0,40
Αμυλόζη	3,5-4,3g/100g	3,86

(Burlingame B et al., 2009)

Ακολουθεί το σχήμα 7 με τη χημική σύσταση της πατάτας.



**Σχήμα 7.** Χημική σύσταση της πατάτας % (FAO., 2008).

### 2.3.1 Άμυλο

Το άμυλο είναι ευρέως καταμελημένο στα διάφορα όργανα των φυτών ως αποθηκευτικός υδατάνθρακας. Ως συστατικό πολλών τροφίμων, είναι επίσης η περισσότερη σημαντική πηγή υδατανθράκων στη διατροφή των ανθρώπων. Το άμυλο λαμβάνεται κυρίως από καλαμπόκι, πατάτες, κασσάβα, και σιτάρι στη φυσική και τροποποιημένη μορφή. Άμυλα διαφορετικής προέλευσης έχουν μοναδικές χαρακτηριστικές ιδιότητες που αφορούν τη μορφή, το μέγεθος, την κατανομή του μεγέθους, τη σύνθεση, και την κρυσταλλικότητα των κόκκων. Σε μερικές περιπτώσεις, π.χ., σε κονδύλους πατάτας, οι αμυλόκοκοι βρίσκονται ελεύθεροι, αποθηκευμένοι σε κυτταρικές κοιλότητες ως εκ τούτου, η απομόνωση τους είναι σχετικά απλή. Ο φυτικός ιστός αποσυντίθεται, οι αμυλόκοκοι ξεπλένονται με νερό, και έπειτα κατακρημνίζονται από το 'αμυλόγαλα' και ξηραίνονται. Σε άλλες περιπτώσεις, όπως στα δημητριακά, το άμυλο είναι ενσωματωμένο στο πρωτεϊνικό πλέγμα του ενδοσπερμίου, και επομένως η απομόνωση των κόκκων είναι πιο απαιτητική διαδικασία.

Το άμυλο είναι μίγμα δύο γλυκανών, της αμυλόζης και της αμυλοπηκτίνης. Τα περισσότερα άμυλα περιέχουν αμυλόζη 20-30%. Έχουν αναπτυχθεί νέες ποικιλίες καλαμποκιού (amylomaize) που περιέχουν αμυλόζη 50-80%. (Belitz et al., 2006).

Η αμυλόζη μπορεί να παραληφθεί από το άμυλο, πχ, με κρυστάλλωση αιωρήματος αμύλου, συνήθως παρουσία αλάτων ( $MgSO_4$ ) ή με κατακρήμνιση λόγω προσθήκης μιας πολικής οργανικής ένωσης (αλκοόλες, όπως η n-βουτανόλη, ή με κατώτερα λιπαρά οξέα, όπως καπρυλικό ή καπρικό), που σχηματίζει ένα σύμπλοκο με την αμυλόζη και ενισχύεται έτσι η καταβύθισή της. Οι κανονικοί αμυλόκοκοι περιέχουν αμυλοπηκτίνη 70-80%, ενώ κάποιες ποικιλίες καλαμποκιού και κεχριού, που ονομάζονται κηρώδης αραβόσιπος ή κηρώδες κεχρί, περιέχουν αμυλοπηκτίνη σχεδόν 100% (Belitz et al., 2006).

### 2.3.2 Ιδιότητες, Δομή

Οι αμυλόκοκοι σχηματίζονται στους αμυλοπλάστες. Αυτοί οι κόκκοι είναι απλοί ή σύνθετοι και αποτελούνται από ομόκεντρες ή έκκεντρες στοιβάδες διαφορετικής πυκνότητας. Είναι ποικίλου μεγέθους (2-150μm), κατανομής μεγέθους και μορφής. Έκτος από την αμυλόζη και την αμυλοπηκτίνη, συνήθως περιέχουν μικρές ποσότητες πρωτεϊνών και λιπιδίων. Εξετάζονται με τη χρήση διάφορων φυσικών μεθόδων, συμπεριλαμβανομένων οπτικής μικροσκοπίας, μικρής γωνίας σκέδασης φωτός, ηλεκτρονικής μικροσκοπίας, περίθλασης ακτίνων X, μικρής γωνίας- σκέδασης φωτός, ηλεκτρονικής μικροσκοπίας, και μικρής γωνίας σκέδασης ακτίνων X. Με βάση πειράματα περίθλασης ακτίνων X, οι αμυλόκοκοι θεωρείται ότι έχουν ημικρυσταλλικό χαρακτήρα, που δείχνει μεγάλο βαθμό προσανατολισμού των μορίων των γλυκανών. Περίπου 70% της μάζας ενός αμυλόκοκκου θεωρείται ότι είναι άμορφο και περίπου το 30% είναι κρυσταλλικό. Οι άμορφες περιοχές περιέχουν τη κύρια ποσότητα της αμυλόζης, αλλά και ένα σημαντικό μέρος της αμυλοπηκτίνης. Οι κρυσταλλικές περιοχές αποτελούνται πρώτιστα από αμυλοπηκτίνη. Ο βαθμός κρυσταλλικότητας εξαρτάται από την περιεκτικότητα σε νερό. Είναι 24% για αφυδατωμένο στον

αέρα, άμυλο πατάτας(19,8% νερό), 29-35% για το υγρό προϊόν, (45-55% νερό), και μόνο 17% για το άμυλο που έχει ξηραθεί με P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> και στη συνέχεια επανυδατωθεί (Belitz et al., 2006).

### 2.3.3 Ζελατινοποίηση του αμύλου

Όταν προστίθενται σε κρύο νερό, οι αφυδατωμένοι αμυλόκοκκοι διογκώνονται με αύξηση στη διάμετρο κατά 30-40%. Εάν αυτό το αιώρημα θερμανθεί, συμβαίνουν μη αναστρέψιμες μεταβολές που αρχίζουν σε μια θερμοκρασία, η οποία είναι χαρακτηριστική για κάθε τύπο αμύλου (50-70°C), που ονομάζεται θερμοκρασία ζελατινοποίησης. Ζελατινοποίηση είναι ένας όρος που χρησιμοποιείται για να περιγράψει τις αμετάκλητες αλλαγές που συμβαίνουν όταν διασπάται η στρωτή δομή του αμύλου. Κατά την διάρκεια της υψηλής πίεσης η ζελατινοποίηση αποσυνθέτει τα μόρια, η διαλυτότητα της αμυλόζης μειώνεται, και η διόγκωση των κόκκων είναι περιορισμένη. Η πίεση προκαλεί ζελατινοποίηση σε διαφορετικές περιοχές του αμύλου (Belitz et al., 2006).

Οι αμυλόκοκκοι απορροφούν 20-40g νερού/g αμύλου, και το ιξώδες του εναιωρήματος αυξάνεται απότομα. Συγχρόνως ένα μέρος της αμυλόζης διαχέεται έξω από τον κόκκο και πηγαίνει στο διάλυμα. Τέλος οι κόκκοι διαρρηγνύονται. Στην πρώτη φάση της ζελατινοποίησης, οι κρύσταλλοι του αμύλου τήκονται και σχηματίζουν ένα πλέγμα πολυμερούς. Αυτό το πλέγμα σπάζει σε υψηλότερες θερμοκρασίες (περίπου 100°C), και δημιουργείται ένα διάλυμα αμυλόζης και αμυλοπηκτίνης. Κατά τη ζελατινοποίηση το νερό διαχέεται αρχικά μέσα στον κόκκο, οι κρυσταλλικές περιοχές κατόπιν τήκονται με τη βοήθεια της ενυδάτωσης, και τελικά η διόγκωση δημιουργεί ένα διάλυμα μέσω της περαιτέρω διάχυσης του νερού. Σε αυτήν την διαδικασία, οι γέφυρες υδρογόνου μεταξύ των αλυσίδων γλυκόζης στους κρυστάλλους σπάζουν αρχικά, και ίσως επίσης μερικές από εκείνες στις άμορφες περιοχές. Είναι πιθανό ότι η διόγκωση των άμορφων περιοχών διευκολύνει τη διάλυση της αμυλόζης από τους κρυστάλλους, οι οποίοι με αυτόν τον τρόπο αποσταθεροποιούνται. Όπως με τη θέρμανση στο νερό, το ίδιο φαινόμενο εμφανίζεται όταν το άμυλο διασπείρεται σε

άλλους διαλύτες, πχ., υγρή αμμωνία η διμεθυλοσουλφοξείδιο, η λόγω καταστροφής με μηχανικά μέσα, πχ., με ξηρή άλεση (Belitz et al., 2006).

Η πορεία της ζελατινοποίησης εξαρτάται όχι μόνο από τη βοτανική προέλευση του αμύλου και τη θερμοκρασία που χρησιμοποιείται, αλλά και από την περιεκτικότητα σε υγρασία του αιωρήματος. Κατά συνέπεια, ξηρό άμυλο με 1-3% υγρασία υπόκεινται μόνο σε μικρές αλλαγές μέχρι μιας θερμοκρασίας 180°C, ενώ άμυλο με 60% υγρασία ζελατινοποιείται εντελώς σε θερμοκρασίες τόσο χαμηλές όσο των 70°C. Εάν ένα υδατικό εναιώρημα αμύλου διατηρηθεί για κάποιο χρόνο σε θερμοκρασίες κάτω από τη θερμοκρασία ζελατινοποίησης, μια διαδικασία γνωστή ως tempering, η θερμοκρασία ζελατινοποίησης αυξάνει, προφανώς λόγω της αναδιοργάνωσης της δομής του κόκκου. Η κατεργασία του αμύλου σε χαμηλές περιεκτικότητες υγρασίας και υψηλότερες θερμοκρασίες οδηγεί σε σταθεροποίηση των κρυστάλλων και, συνεπώς, σε μείωση της ικανότητας διόγκωσης (Belitz et al., 2006).

Το άμυλο πατάτας παρουσιάζει ένα πολύ υψηλό μέγιστο (-4000 μονάδες brabender), που ακολουθείται μια απότομη πτώση. Είναι γνωστό ότι η θερμοκρασία ζελατινοποίησης αυξάνει από τις πολυυδροξυ-ενώσεις (γλυκερόλη, ζάχαρη) και μειώνεται από τα άλατα (NaCl, CaCl<sub>2</sub>). Τα λιπίδια επηρεάζουν επίσης τις ιδιότητες του αμύλου. Όπως τα ελεύθερα αμινοξέα, τα μονογλυκερίδια η οι εστέρες λιπαρών οξέων των υδροξύ οξέων, τα λιπίδια σχηματίζουν ενώσεις εγκλεισμού με την αμυλόζη. Όπως τα δι- και τριγλυκερίδια, μειώνουν επίσης την ικανότητα διάχυσης του νερού. Επομένως, τόσο η απολίπανση όπως επίσης και η προσθήκη λιπιδίων είναι σημαντικές ως φυσικές μέθοδοι τροποποίησης αμύλων (Belitz et al., 2006).

### **2.3.4 Μέθοδοι αφυδάτωσης**

Υπάρχουν πολλοί μέθοδοι αφυδάτωσης που εφαρμόζονται στα τρόφιμα

#### **1. Ξήρανση με θερμό αέρα**

Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει τις



- i. σήραγγες ξήρανσης (tunnel driers)
- ii. τις σήραγγες ρευστοποιημένης στοιβάδας (fluidized bed driers)
- iii. ξηραντήρια εκνέφωσης (spray driers)

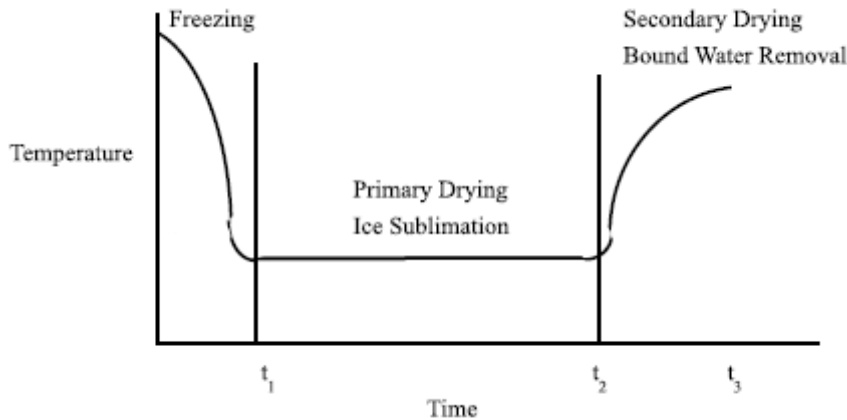
## **2. Ξήρανση με επαφή σε θερμή επιφάνεια**

Τα μηχανήματα που εφαρμόζουν αυτή τη τεχνική αφυδάτωσης ονομάζονται ξηραντήρια τυμπάνων( drum driers) και αποτελούνται συνήθως από δύο, σπανιότερα απ' ένα, περιστρεφόμενα τύμπανα όπου στο εσωτερικό τους διοχετεύεται το μέσο θέρμανσης που είναι ατμός πίεσης 4-6 bars.

## **3. Λυοφιλίωση**

### **2.3.5 Κατεργασία πατάτας με λυοφιλίωση**

Η λυοφιλίωση έχει ως χαρακτηριστικό την απουσία υγρής φάσης που είναι υπεύθυνη για την κατάρρευση/συρρίκνωση της δομής κατά την απομάκρυνση του διαλύτη. Αν γίνει η ξήρανση σε ένα απλό φούρνο τα κύτταρα συρρικνώνονται και καταστρέφεται το μακροσκοπικό τους σχήμα. Για την αποφυγή αυτού τα κύτταρα υποβάλλονται σε λυοφιλίωση, οπότε και το νερό απομακρύνεται ως αέριο απευθείας από την στερεά κατάσταση με αποτέλεσμα τη διατήρηση της αρχικής δομής και σχήματος.



(Vega Mercado H et al., 2001).

### Σχήμα 8. Στάδια Λυοφιλίωσης

Η τεχνική αυτή περιλαμβάνει δύο στάδια: το στάδιο της κατάψυξης του τροφίμου και κατόπιν το στάδιο της απομάκρυνσης του νερού, που είναι υπό μορφή πάγου, με εξάχνωση που πραγματοποιείται σε υψηλό κενό. Η διεργασία επιτελείται στους  $-10^{\circ}\text{C}$  όπου το μέγιστο ποσοστό του νερού είναι υπό τη μορφή πάγου και για να επιτευχθεί η εξάχνωση του η απόλυτη πίεση που εφαρμόζεται είναι  $< 2 \text{ mbar}$ . Η παρεχόμενη θερμότητα εξάτμισης θα πρέπει να ελέγχεται ώστε το προϊόν να μην αποψυχθεί. Η εξάχνωση αρχίζει από την επιφάνεια του προϊόντος και προχωρεί προς το εσωτερικό. Η πορώδης υφή που δημιουργείται παρεμποδίζει την εξάχνωση και ο ρυθμός της ελαττώνεται όσο η πορώδης στοιβάδα αυξάνει. Όταν έχει απομακρυνθεί περίπου το 98% του πάγου η θερμοκρασία αυξάνει και βαθμιαία φτάνει αυτή του χώρου ώστε ο ρυθμός εξάχνωσης να παραμείνει σε ικανοποιητικά επίπεδα χωρίς καταστρεπτικές για τη ποιότητα του προϊόντος συνέπειες.

Η λανθάνουσα θερμότητα εξάχνωσης που απαιτείται μπορεί να δοθεί είτε με επαφή του προϊόντος με θερμή επιφάνεια, είτε με υπέρυθη ακτινοβολία, είτε με μικροκύματα, είτε με τη διοχέτευση αερίου που είναι καλός αγωγός όπως το ήλιο. Η πρώτη μέθοδος θεωρείται η πλέον ικανοποιητική.

Οι καλύτεροι ρυθμοί αφυδάτωσης επιτυγχάνονται όταν το προϊόν έχει πάχος 1,5-2 cm.

### **Το μεγάλο πλεονέκτημα της τεχνικής αυτής**

Δίνει αφυδατωμένα προϊόντα πολύ υψηλής ποιότητας και γι' αυτό το λόγο χρησιμοποιείται για την παραγωγή υψηλής αγοραστικής αξίας προϊόντων όπου το μειονέκτημα του υψηλού κόστους παραγωγής του αντισταθμίζεται από την υψηλή ποιότητα που προσφέρει η τεχνική αυτή σε σχέση με άλλες τεχνικές ξήρανσης όπως π.χ. ο στιγμιαίος καφές, η σκόνη αυγού κλπ.

Η απομάκρυνση του μεγαλύτερου μέρους του νερού με εξάχνωση, συντελεί στην δημιουργία προϊόντος με πορώδη υφή που συγχρόνως διατηρεί το σχήμα και το μέγεθος του αρχικού υλικού.

Η συρρίκνωση του τροφίμου είναι αμελητέα και η αλλοίωση λόγω της θερμότητας είναι επίσης ελάχιστη. Η διατήρηση των πτητικών αρωματικών συστατικών είναι επίσης πολύ καλή και ο βαθμός επανυδάτωσης του προϊόντος είναι πολύ υψηλός.

### **Μειονέκτημα**

Η κυτταρική δομή μπορεί να καταστραφεί λόγω της κατάψυξης, έτσι ώστε η υφή του ενυδατωμένου προϊόντος να μην είναι καλή, ενώ ακόμη, το ίδιο το αφυδατωμένο προϊόν είναι πολύ εύθραυστο.

### **2.3.6 Επίδραση της διεργασίας αφυδάτωσης στα ποιοτικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά των τροφίμων**

Στις περισσότερες από τις τεχνικές που εφαρμόζονται για την αφυδάτωση των τροφίμων αυτά παραμένουν καθ' όλη την διάρκεια της διεργασίας σε υψηλή θερμοκρασία πράγμα που προκαλεί μια σειρά από ανεπιθύμητες μεταβολές στα χαρακτηριστικά των τροφίμων οι κυριότερες των οποίων είναι

1. Αντιδράσεις αμαύρωσης. Κατά την αφυδάτωση λόγω των υψηλών θερμοκρασιών που συνήθως επικρατούν, τα τρόφιμα υφίστανται κυρίως μη ενζυμική αμαύρωση και συγκεκριμένα καραμελοποίηση και Maillard με συνέπεια να υπάρξουν μεταβολές στο χρώμα, στην οσμή, στην υφή και σε λειτουργικά χαρακτηριστικά όπως η διαλυτότητα. Η αντίδραση Maillard

πραγματοποιείται μεταξύ των ζαχάρων και των ενώσεων που περιέχουν μια ελεύθερη αμινο ομάδα. Είναι σημαντική για την επεξεργασία των τροφίμων επειδή επηρεάζει την γεύση, το χρώμα και την διαθρεπτική αξία (Casal E et al., 2006).

2. Οξειδωση λιπαρών. Τα αφυδατωμένα τρόφιμα είναι επιρρεπή στο οξειδωτικό τάγγισμα των λιπαρών που περιέχουν και αυτό οφείλεται κυρίως στη πορώδη υφή τους που επιτρέπει το ατμοσφαιρικό οξυγόνο να διεισδύει σε μεγαλύτερη επιφάνεια του όγκου και να προκαλεί οξειδώσεις.

3. Απώλεια χρώματος. Χρωστικές όπως τα καροτενοειδή λόγω της ακόρεστης χημικής δομής τους υφίσταται οξειδωση από το οξυγόνο, όπως ακριβώς και τα λιπαρά κατά την αποθήκευση των αφυδατωμένων τροφίμων, με αποτέλεσμα τη καταστροφή τους.

4. Μεταβολή της υφής. Οι χημικές μεταβολές που σχετίζονται με την αλλοίωση της υφής περιλαμβάνουν τη κρυστάλλωση της κυτταρίνης, διάσπαση της πηκτίνης και ζελατινοποίηση του αμύλου, όπως επίσης μεταφορά των διαλυτών στερεών από το εσωτερικό του τροφίμου στην επιφάνεια. Το αποτέλεσμα είναι ότι σχηματίζεται μια στοιβάδα(κρούστα) στην επιφάνεια του τροφίμου που είναι σκληρή και αδιαπέραστη στην υγρασία και το φαινόμενο αυτό ονομάζεται "σκλήρυνση κελύφους" (case hardening).

Επιπλέον κατά τη διάρκεια της ξήρανσης όλα τα τρόφιμα υφίστανται κάποιο βαθμό συρρίκνωσης. Αν ο αρχικός ρυθμός ξήρανσης είναι υψηλός τότε η συρρίκνωση που γίνεται στα πρώτα στάδια της ξήρανσης είναι περιορισμένη και το τρόφιμο διατηρεί ικανοποιητικά το αρχικό του σχήμα. Με την ολοκλήρωση της διεργασίας της ξήρανσης το τρόφιμο σχηματίζει ανοικτή δομή λόγω καταστροφής των ιστών του, που συντελεί στο να έχει το προϊόν μικρή πυκνότητα και καλή ενυδάτωση. Αν όμως ο ρυθμός ξήρανσης είναι χαμηλός τότε το τρόφιμο συρρικνώνεται πολύ, αποκτά υψηλή πυκνότητα και η ικανότητα ενυδάτωσης του δεν είναι ικανοποιητική (Ραφαηλίδης., 2008).

### **3. Σκοπός**

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν:

- ✓ Η μελέτη της δομής των πατατών με την φασματοφωτομετρία FTIR σε αφυδατωμένα κυβάκια πατατών με αέρα, με CO<sub>2</sub> και με υπερκρίσιμο CO<sub>2</sub>.
- ✓ Ο προσδιορισμός της θερμοκρασίας ζελατινοποίησης στα κυβάκια πατάτας που έχουν υποστεί θέρμανση με αέρα και με CO<sub>2</sub>.
- ✓ Η μελέτη της προσθήκης του αιθέριου ελαίου ρίγανης στα κυβάκια πατάτας σαν φυσικό συντηρητικό.

### **4. Μέθοδοι**

#### **4.1 Συσκευές και υλικά**

Στο πείραμά μας, για την παραγωγή αιθέριου ελαίου ρίγανης χρησιμοποιείται εργαστηριακή συσκευή απόσταξης ασυνεχούς λειτουργίας, απεσταγμένο νερό, ρίγανη του εμπορίου προέλευσης Χαλκιδικής, συγκομιδής άνοιξης 2012. Για την παραγωγή προψημένης πατάτας χρησιμοποιείται ποικιλία πατάτας Angría καθώς και υπερκρίσιμο διοξείδιο του άνθρακα, CO<sub>2</sub>, όπως και συσκευή λυοφιλίωσης. Επίσης, τη συσκευή φασματομετρίας μαζών, GC- MS, καθώς και συσκευή διαφορικής θερμιδομετρίας σάρωσης, DSC, αλλά και συσκευή μετασχηματισμού Fourier φασματοσκοπίας υπερύθρου, FTIR, για τη μελέτη της κρούστας της πατάτας, γωνιόμετρο επαφής και για την αφυδάτωση των πατατών με υπερκρίσιμο CO<sub>2</sub> χρησιμοποιήθηκε συσκευή υπερκρίσιμου CO<sub>2</sub>. Η πατάτα τηγανίζεται σε ηλιέλαιο του εμπορίου μάρκας Ηλέκτρα. Για την παραλαβή αμύλου, χρησιμοποιείται τρίφτης, νερό και ποτήρι ζέσεως. Το τρίμμα πατάτας αφήνεται σε ποτήρι ζέσεως γεμισμένο με νερό και σταδιακά παρατηρείται η κατακάθιση του αμύλου.

#### **4.2 Παραλαβή αιθέριου ελαίου ρίγανης**

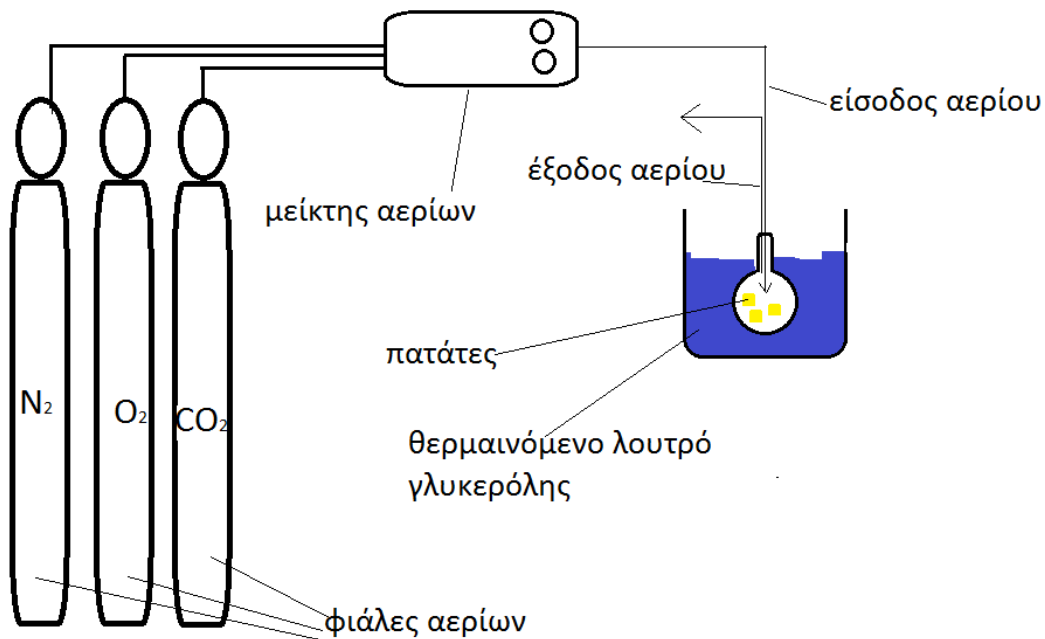
Η παραλαβή του αιθέριου ελαίου ρίγανης έγινε με τη μέθοδο της απόσταξης με νερό. Προκειμένου να παραληφθεί αιθέριο έλαιο ρίγανης προστίθεται στον

περιστρεφόμενο αποστακτήρα, σε κυλινδρική φιάλη 700ml νερό και 60g ρίγανης. Θερμαίνεται το νερό και ανακατεύεται με τη ρίγανη. Η θέρμανση γίνεται με γλυκερόλη, σε θερμοκρασία μεγαλύτερη των 100°C, λόγω του υψηλού σημείου βρασμού της.

#### 4.3 Αφυδάτωση με αέρα, CO<sub>2</sub> και λυοφιλίωση και υπερκρίσιμο CO<sub>2</sub>

##### Αέρας

Δείγματα πατάτας τοποθετούνται σε κωνική φιάλη συνδεδεμένη με φιάλη αέρα, προκειμένου να αφυδατωθούν μερικώς. Η ροή του αέρα είναι 20ml/min. Ακολουθεί το σχήμα 9 με την πειραματική διάταξη που χρησιμοποιήσαμε:



**Σχήμα 9.** Πειραματική διάταξη για την αφυδάτωση κύβων πατάτας

### Ξήρανση με αέριο CO<sub>2</sub>

Ίδια διαδικασία ακολουθείται για άλλα δείγματα πατάτας τα οποία αφυδατώνονται με αέριο CO<sub>2</sub>.

### Λυοφιλίωση

Στη συνέχεια κάποια άλλα δείγματα τοποθετούνται σε συσκευή λυοφιλίωσης, όπου απομακρύνεται η περιεχόμενη υγρασία από το κατεψυγμένο τρόφιμο μέσω εξάχνωση. Η αφυδάτωση σε συσκευή λυοφιλίωσης έγινε σε θερμοκρασία -12<sup>0</sup>C και τα δείγματα διατηρήθηκαν εκεί για 2 μέρες.

### Ξήρανση με υπερκρίσιμο CO<sub>2</sub>

Στο πείραμά μας για την παραγωγή προψημένης πατάτας με χρήση υπερκρίσιμου CO<sub>2</sub> χρησιμοποιείται κατάλληλη πειραματική διάταξη. Το δείγμα πατάτας τοποθετείται σε δοχείο υψηλής πίεσης και εκτίθεται σε ατμόσφαιρα υπερκρίσιμου CO<sub>2</sub> για αρκετό χρονικό διάστημα έτσι ώστε να επιτευχθεί ισορροπία (**το CO<sub>2</sub> ροφάται από την πατάτα**). Ακολουθεί το σχήμα 10 στο οποίο φαίνεται η πειραματική διάταξη του υπερκρίσιμου διοξειδίου του άνθρακα. Στο σχήμα 10 φαίνεται η συσκευή υπερκρίσιμου CO<sub>2</sub>.



**Σχήμα 10.** Συσκευή υπερκρίσιμου διοξειδίου του άνθρακα.

Κατόπιν, κόβουμε από κάθε κυβάκι πατάτας την σχηματιζόμενη κρούστα, τα τοποθετούμε σε συνθήκες τροποποιημένης ατμόσφαιρας, για κάθε απομάκρυνση εναπομείνουσας υγρασίας και τέλος, εξετάζουμε τη δομή της κρούστας με FTIR.

#### **4.4 Εμποτισμός πατάτας με αιθέριο έλαιο**

Ο εμποτισμός της πατάτας με αιθέριο έλαιο ρίγανης έγινε με διαδικασία όμοια με αυτήν της αφυδάτωσης με CO<sub>2</sub>, με μόνη διαφορά την προσθήκη μέσα στη φιάλη ξήρανσης ποσότητας αιθέριου ελαίου. Πιο συγκεκριμένα, τοποθετούνται 4 κύβοι πατάτας με 0.1ml έλαιο σε λουτρό στους 100°C προψημένη με 100% CO<sub>2</sub> για 35min. Ακολουθεί ίδια διαδικασία για συγκεντρώσεις ελαίου 0.3 και 0.6ml. Ακολουθεί τηγάνισμα στους 95°C για 30min.



Ακόμη, ο εμποτισμός της πατάτας με αιθέριο έλαιο ρίγανης έγινε με διαδικασία όμοια με αυτήν της αφυδάτωσης με υπερκρίσιμο CO<sub>2</sub>, με μόνη διαφορά την προσθήκη μέσα στη φιάλη ξήρανσης ποσότητας 0.3ml αιθέριου ελαίου.

#### **4.5 Χαρακτηρισμός**

##### **GC-MS –απόδοση σε έλαιο**

Στη συσκευή GC-MS, εισάγονται (με μικροσύριγγα) 10 μl διαλύματος αιθέριου ελαίου σε εξάνιο της εταιρείας Aldrich συγκέντρωσης 0,054 % w/v. Ακόμη, η ροή του ηλίου στη στήλη είναι 1.83ml/min. Η θερμοκρασία που επικρατεί στο φούρνο είναι 50°C ενώ η θερμοκρασία του ιντζέκτορα- εισαγωγέα είναι 220°C.

##### **DSC:**

Η διαφορική θερμιδομετρία σάρωσης (DSC) είναι μια θερμική τεχνική, στην οποία μετρείται η διαφορά ροής θερμότητας προς μια ουσία-δείγμα και προς μια ουσία αναφοράς, ως συνάρτησης της θερμοκρασίας του δείγματος, όταν οι 2 ουσίες υπόκεινται σε ελεγχόμενο πρόγραμμα θερμοκρασίας. Η πιθανή επίδραση του τρόπου αφυδάτωσης (αέρας ή αέριο CO<sub>2</sub>) στην θερμοκρασία ζελατινοποίησης του αμύλου της πατάτας εξετάζεται με DSC. Χρησιμοποιήθηκε 10% w/v υδατικό αιώρημα αμύλου κατεργασμένο με αέρα και με CO<sub>2</sub> στους 130°C οι μετρήσεις έγιναν σε αδρανή ατμόσφαιρα αζώτου με ρυθμό θέρμανσης 10°C/min από τους 11 ως τους 95°C. Το άζωτο συνεισφέρει στην παρεμπόδιση ανεπιθύμητων αντιδράσεων του δείγματος με το οξυγόνο του αέρα.

##### **FTIR:**

Η φασματομετρία υπέρυθρου (FTIR) βασίζεται στην απορρόφηση της υπέρυθρης ακτινοβολίας από τα μόρια της ένωσης, τα οποία διεγείρονται σε υψηλότερες στάθμες δόνησης ή περιστροφής. «Ενεργά υπέρυθρες ενώσεις» είναι μόνο αυτές στις οποίες οι δονήσεις και οι περιστροφές έχουν μια διαρκή διπολική ροπή (π.χ. όπως τα μόρια που αποτελούνται από 2 ετεροάτομα CO,

HCL, NO), ή μόρια των οποίων αλλάζει η διπολική ροπή κατά τη διάρκεια της διαδικασίας (π.χ. μόρια που περιέχουν ομοιοπολικούς δεσμούς –C-C-, -C=C-).

Με FTIR μελετήθηκαν δείγματα αφυδατωμένα με αέρα και CO<sub>2</sub> στους 150°C και δείγματα που υπέστησαν λυοφιλίωση στους -12°C. Οι μετρήσεις έγιναν με 32 σαρώματα (scans) και διακριτική ικανότητα (resolution) 2 cm<sup>-1</sup>. Μετρήθηκε η απορρόφηση διαφόρων κορυφών σύμφωνα με τη μέθοδο που αναφέρεται στη βιβλιογραφία (Χατζηϊωάννου & Κούπαρης ., 1997).

### **Προσδιορισμός γωνίας επαφής**

Στη συνέχεια εξετάζεται στο γωνιόμετρο η γωνία επαφής νερού και ελαίου σε πατάτα αφυδατωμένη με αέρα, CO<sub>2</sub>, και με λυοφιλίωση.

### **Μούχλιασμα-αμαύρωση**

Τα δείγματα πατάτας αφυδατώθηκαν με τη χρήση CO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> και εμποτισμός με έλαιο ρίγανης και τέλος δείγματα αφυδατωμένα με αέρα, στους 150°C, προστέθηκαν στο ψυγείο σε θερμοκρασία 2°C για χρονικό διάστημα 2 εβδομάδων για την μελέτη της ανάπτυξης μούχλας.

Το μούχλιασμα/αμαύρωση των δειγμάτων αξιολογήθηκε με οπτική παρατήρηση για αυτό το λόγο τα δείγματα φωτογραφίζονταν κατά τακτά χρονικά διαστήματα.

### **Προκαταρκτικός οργανοληπτικός έλεγχος**

Προκειμένου να εκλεγεί το καταλληλότερο δείγμα για τον τελικό οργανοληπτικό έλεγχο διενεργήθηκε προκαταρκτικός οργανοληπτικός έλεγχος σε 3 δείγματα πατάτας συγκεντρώσεων 0.1, 0.3, 0,6 ml αιθερίου ελαίου ρίγανης και 3 επιπλέον δείγματα χωρίς προσθήκη ελαίου σε σταθερή θερμοκρασία και χρόνο, 95°C και 22 min.

## **Τηγάνισμα-οργανοληπτικός έλεγχος**

Τα δείγματα για τον τελικό οργανοληπτικό έλεγχο προστέθηκαν σε λουτρό με αιθυλενογλυκόλη, θερμοκρασίας 150°C, 200ml ηλιέλαιο και κάκια πατάτας εμποτισμένα με 0.1ml αιθέριου ελαίου ρίγανης καθώς και ένα δείγμα χωρίς έλαιο, για τον έλεγχο της μούχλας. Οι πατάτες εξετάζονται ως προς το χρώμα, τη γεύση και το άρωμά τους.

## **ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ**

Στον οργανοληπτικό έλεγχο που διεξήχθη δοκιμάστηκαν κυβάκια πατάτας που είχαν αφυδατωθεί με CO<sub>2</sub> στους 100°C και άλλα κυβάκια με αφυδάτωση με CO<sub>2</sub> για 35min και με προσθήκη αιθέριου ελαίου ρίγανης με την βοήθεια 9 δοκιμαστών. Τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν ήταν: το χρώμα στην επιφάνεια της πατάτας, το χρώμα στο εσωτερικό της πατάτας, η ένταση του αρώματος, η αρεστότητα του αρώματος η ένταση γεύσης, η ένταση της πικρότητας, η ένταση της γλυκύτητας και η ένταση τραγανότητας. Για την βαθμολόγηση της έντασης κάθε οργανοληπτικού χαρακτηριστικού χρησιμοποιήθηκε αδιαβάθμιστη κλίμακα μήκους 10cm όπως φαίνεται στο έντυπο οργανοληπτικού ελέγχου.

Τα αποτελέσματα του οργανοληπτικού ελέγχου εκτιμήθηκαν με εφαρμογή t-test εξαρτημένων δειγμάτων.

## Έντυπο οργανοληπτικού ελέγχου

### ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΔΟΚΙΜΗΣ ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗΣ

**ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΔΟΚΙΜΑΣΤΗ:**

**ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ:**

**ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ: 2**

**ΔΕΙΓΜΑ 1: 282**

**ΔΕΙΓΜΑ 2 : 522**

### ΕΝΤΥΠΟ ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ

Παρουσιάζονται 2 διαφορετικά δείγματα τηγανισμένης πατάτας. Παρακαλούμε να εκτιμήσετε τα δείγματα χρησιμοποιώντας την παρακάτω αδιαβάθμιστη κλίμακα (0-10) γράφοντας τον κωδικό του κάθε δείγματος στο σημείο που επιθυμείτε.

#### **Χρώμα**

Εκτιμήστε το χρώμα στην επιφάνεια της πατάτας

-----

Κίτρινο

καφέ

Εκτιμήστε το χρώμα στο εσωτερικό της πατάτας

-----

Κίτρινο

καφέ

#### **Άρωμα**

Εκτιμήστε την ένταση του αρώματος της πατάτας

-----

Καθόλου άρωμα

έντονο άρωμα

Εκτιμήστε την αρεστότητα ως προς το άρωμα της πατάτας

-----

Καθόλου αρεστή

πολύ αρεστή

### **Γεύση**

Εκτιμήστε την ένταση της γεύσης της πατάτας

-----

Καθόλου γευστική

πολύ γευστική

Εκτιμήστε την ένταση της πικρότητας της πατάτας

-----

Καθόλου πικρή

πολύ πικρή

Εκτιμήστε την ένταση της γλυκύτητας της πατάτας

-----

Καθόλου γλυκιά

πολύ γλυκιά

### **Λιπαρότητα**

Εκτιμήστε την ένταση της λιπαρότητας της πατάτας

-----

Καθόλου λιπαρή

πολύ λιπαρή

### **Τραγανότητα**

Εκτιμήστε την ένταση της τραγανότητας της πατάτας

-----

Καθόλου τραγανή

πολύ τραγανή

## 5. Αποτελέσματα- Συζήτηση

### 5.1 Παραγωγή αιθέριου ελαίου ρίγανης

Από την απόσταξη με νερό παραλήφθηκε ριγανέλαιο σε απόδοση 1,33ml ανά 100 g ρίγανης. Ακόμη, στην ανάλυση του ριγανέλαιου μέσω της συσκευής GC-MS ανιχνεύονται περισσότερες από 25 ενώσεις σε ασήμαντο ποσοστό, μικρότερο του 0.5%, ενώ τα 4 κύρια συστατικά απεικονίζονται στον ακόλουθο πίνακα.

Αποτελέσματα GC-MS

Συστατικά ρίγανης	Περιεκτικότητα %
καρβακρόλη	88
θυμόλη	3.66
π- κυμένιο	1.33
γ- τερπινένιο	0.4

### 5.2 Αφυδάτωση- Προψήσιμο

Στον πίνακα 8 φαίνεται το ποσοστό αφυδάτωσης σε δείγματα πατάτας αφυδατωμένα με χρήση CO<sub>2</sub> και στο σχήμα 11 τα δείγματα αφυδατώνονται με αέρα. Επιλέγονται 3 θερμοκρασίες για τα ποσοστά αφυδάτωσης, η όποια αλλοίωση συμβαίνει με O<sub>2</sub> ή CO<sub>2</sub> επιθυμούμε να είναι μεγάλη προκειμένου να φανεί στο FTIR. Όπως φαίνεται και στους πιο κάτω πίνακες τα ποσοστά αφυδάτωσης που επιτυγχάνονται με αέρα και CO<sub>2</sub> είναι παραπλήσια για τις ίδιες συνθήκες (χρόνου και θερμοκρασίας) ξήρανσης. Οι διακυμάνσεις στα ποσοστά αφυδάτωσης των δειγμάτων που υπέστησαν την ίδια κατεργασία αποδίδεται στις διακυμάνσεις του μεγέθους και άρα της επιφάνειας των δειγμάτων.

**Πίνακας 8:** Ποσοστά αφυδάτωσης σε δείγματα πατάτας με χρήση CO<sub>2</sub>

Δείγμα	Χρόνος ξήρανσης (min)	Θερμοκρασία ξήρανσης (°C)	Μάζα αρχική (g)	Μάζα τελική (g)	Ποσοστό αφυδάτωσης (%)	Τυπική απόκλιση (%)
1	35	70	0.682	0.508	25.5	
2	35	70	0.659	0.548	16.8	
3	35	70	0.713	0.600	15.9	
M.O.					<b>19,4</b>	5.3
<b>Δείγμα</b>						
1	35	100	0.597	0.378	36.6	
2	35	100	0.815	0.633	22.3	
3	35	100	0.798	0.634	20.6	
M.O.					<b>26.5</b>	8.8
<b>Δείγμα</b>						
1	35	130	0.759	0.521	31.3	
2	35	130	0.720	0.326	54.6	
3	35	130	0.703	0.380	46	
M.O.					<b>43.9</b>	11.8
<b>Δείγμα</b>						
1	35	150	0,53	0,17	67	
2	35	150	0,76	0,40	46,7	
3	35	150	0,53	0,25	53,4	

M.O.		<b>55,7</b>	10,3
------	--	-------------	------

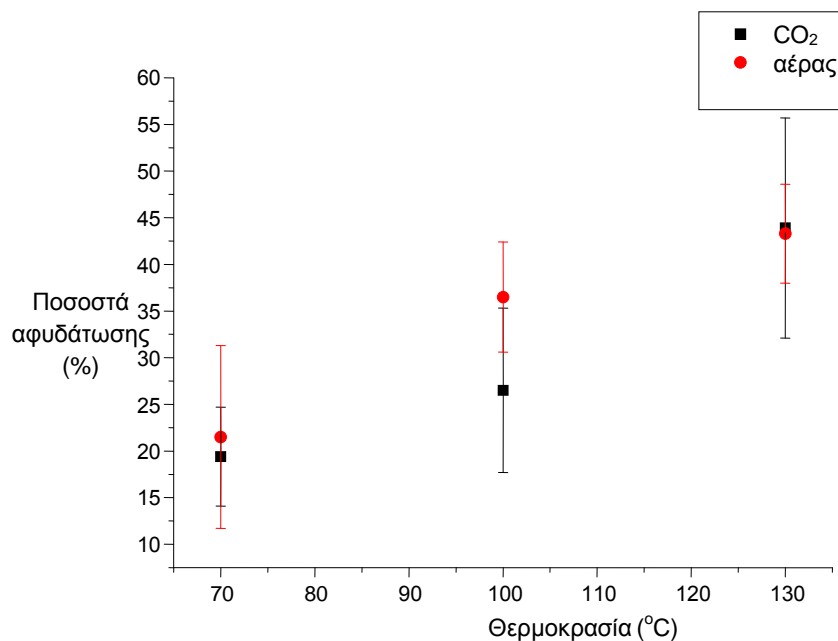
**Πίνακας 9:** Ποσοστά αφυδάτωσης σε δείγματα πατάτας με χρήση αέρα

Δείγμα	Χρόνος ξήρανσης (min)	Θερμοκρασία ξήρανσης (°C)	Μάζα αρχική (g)	Μάζα τελική (g)	Ποσοστό αφυδάτωσης (%)	Τυπική απόκλιση (%)
1	35	70	0,539	0,452	16.2	
2	35	70	0,95	0,805	15.4	
3	35	70	0,619	0,415	32.9	
M.O.					<b>21.5</b>	9.9
<b>Δείγμα</b>						
1	35	100	0,854	0,590	30.9	
2	35	100	0,593	0,380	35.9	
3	35	100	0,581	0,331	42.9	
M.O.					<b>36.6</b>	6
<b>Δείγμα</b>						
1	35	130	0,644	0,370	42.5	
2	35	130	0,623	0,383	38.4	
3	35	130	0,691	0,352	49	
M.O.					<b>43.3</b>	5.4
<b>Δείγμα</b>						



1	35	150	0,72	0,38	46.8	
2	35	150	0,58	0,19	66.8	
3	35	150	0,66	0,40	39.5	
M.O.					<b>51</b>	14,1

Στη συνέχεια, παρατηρείται στατιστικό διάγραμμα ορίων αλληλεπικάλυψης των δειγμάτων πατάτας προψημένων με αέρα και CO<sub>2</sub> (Σχήμα 11).



**Σχήμα 11.** Διάγραμμα ορίων αλληλεπικάλυψης δειγμάτων πατάτας προψημένων με αέρα και CO<sub>2</sub>.

Στη συνέχεια απεικονίζονται οι πίνακες 10 και 11 με τα ποσοστά αφυδάτωσης δειγμάτων πατάτας αφυδατωμένων με χρήση υπερκρίσιμου διοξειδίου του άνθρακα στα 200 και 300 bar αντίστοιχα.

**Πίνακας 10:** Ποσοστά αφυδάτωσης σε δείγματα πατάτας με υπερκρίσιμο CO<sub>2</sub> στα 200 bar στους 60°C για 35 min.

Δείγμα	Χρόνος ξήρανσης (min)	Θερμοκρασία ξήρανσης (°C)	P(bar)	Μάζα αρχική (g)	Μάζα τελική (g)	Ποσοστό αφυδάτωσης (%)	Τυπική απόκλιση
1	35	60	200	0.47	0,42	10,1	2,3
2	35	60	200	0.58	0,54	5,63	
3	35	60	200	0.70	0,64	8,89	
M.O.						<b>8,21</b>	

**Πίνακας 11:** Ποσοστά αφυδάτωσης σε δείγματα πατάτας με υπερκρίσιμο CO<sub>2</sub> στους 60°C στα 300 bar για 35 min.

Δείγμα	Χρόνος ξήρανσης (min)	Θερμοκρασία ξήρανσης (°C)	P(bar)	Μάζα αρχική (g)	Μάζα τελική (g)	Ποσοστό αφυδάτωσης (%)	Τυπική απόκλιση
1	35	60	300	0,86	0,50	41,3	0,82
2	35	60	300	1,01	0,61	40,1	
M.O.						<b>40,7</b>	

**Πίνακας 12:** Ποσοστά αφυδάτωσης σε δείγματα πατάτας με υπερκρίσιμο CO<sub>2</sub> στους 80°C στα 200 bar για 35 min.

Δείγμα	Χρόνος ξήρανσης (min)	Θερμοκρασία ξήρανσης (°C)	P(bar)	Μάζα αρχική (g)	Μάζα τελική (g)	Ποσοστό αφυδάτωσης (%)	Τυπική απόκλιση
1	35	80	200	0,84	0,80	5,4	3,4
2	35	80	200	0,76	0,66	12,2	
3	35	80	200	0,63	0,58	8,8	
M.O.						<b>8,8</b>	

**Πίνακας 13:** Ποσοστά αφυδάτωσης σε δείγματα πατάτας με υπερκρίσιμο CO<sub>2</sub> στους 40°C στα 200 bar για 35 min.

Δείγμα	Χρόνος ξήρανσης (min)	Θερμοκρασία ξήρανσης (°C)	P(bar)	Μάζα αρχική (g)	Μάζα τελική (g)	Ποσοστό αφυδάτωσης (%)	Τυπική απόκλιση
1	35	40	200	0,94	0,81	13,0	1,7
2	35	40	200	0,75	0,67	10,6	
M.O.						<b>11,8</b>	

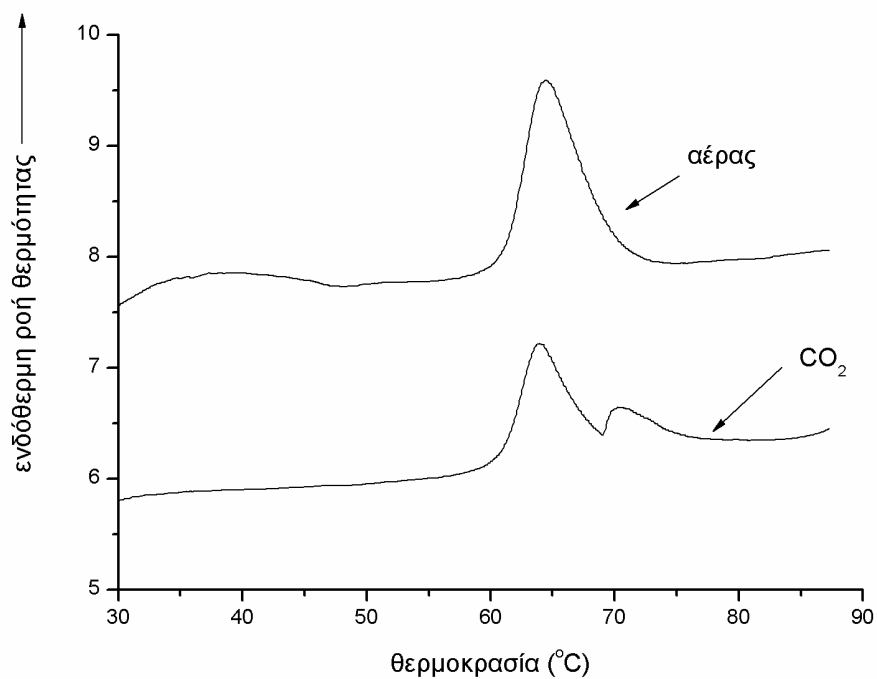
Ακολουθεί ο πίνακας 14 δειγμάτων πατάτας με αιθέριο έλαιο ρίγανης συγκέντρωσης 0,3 ml αφυδατωμένων με υπερκρίσιμο CO<sub>2</sub> στα 300bar.

**Πίνακας 14:** Ποσοστά αφυδάτωσης σε δείγματα πατάτας με προσθήκη αιθερίου ελαίου ρίγανης συγκέντρωσης 0,3ml με υπερκρίσιμο CO<sub>2</sub> στους 60°C στα 300 bar για 35 min.

Δείγμα	Χρόνος ξήρανσης (min)	Θερμοκρασία ξήρανσης (°C)	P(bar)	Μάζα αρχική (g)	Μάζα τελική (g)	Ποσοστό αφυδάτωσης (%)	Τυπική απόκλιση
1	35	60	300	0,42	0,26	38,8	12.2
2	35	60	300	0,48	0,21	56,2	
M.O.						<b>47,5</b>	

**DSC:**

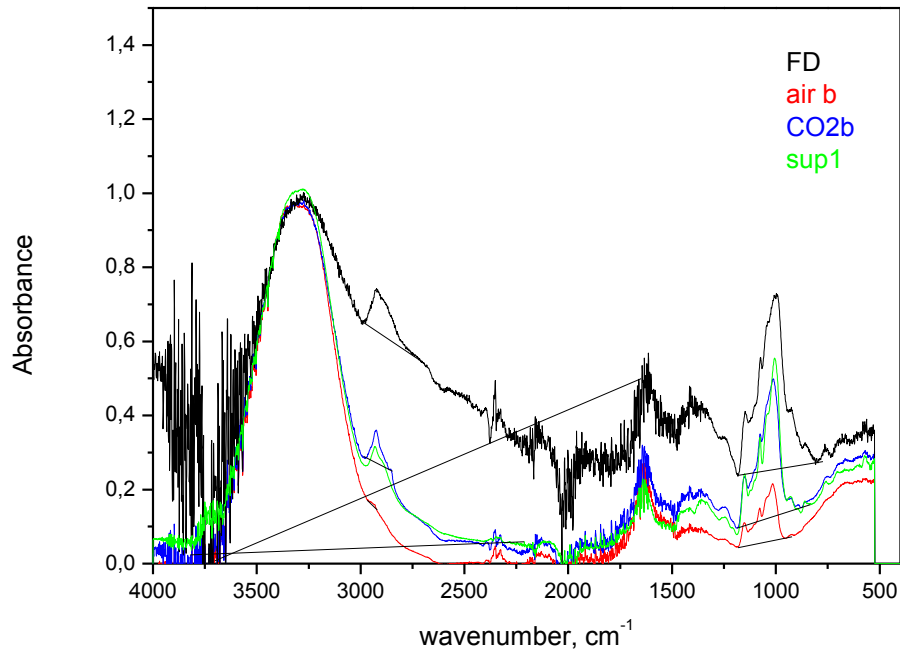
Η θερμοκρασία ζελατινοποίησης του αμύλου υπολογίζεται ότι ισούται με 63,5°C και για τους 2 τρόπους αφυδάτωσης του αμύλου. Στο σχήμα 12 φαίνεται πως η ύπαρξη μιας δεύτερης μικρής κορυφής στην περίπτωση του CO<sub>2</sub> αποδίδεται σε κακή μεταφορά θερμότητας λόγω μεγάλης ποσότητας δείγματος και όχι σε δεύτερη θερμοκρασία ζελατινοποίησης.



**Σχήμα 12.** Διάγραμμα διαφορικής θερμιδομετρίας σάρωσης

**FTIR:**

Ακολουθεί διάγραμμα FTIR (σχήμα 13) για δείγματα πατάτας αφυδατωμένα με αέρα στους 150<sup>0</sup>C, CO<sub>2</sub> στους 150<sup>0</sup>C όπως και με λυοφιλίωση,



**Σχήμα 13.** Διάγραμμα FTIR σε δείγματα πατάτας προψημένα με αέρα, CO<sub>2</sub> και με λυοφιλίωση.

Ακολουθεί ο πίνακας 15 στον οποίο φαίνονται ποιες ομάδες απορροφούν σε συγκεκριμένους κυματάριθμους και αν καταστρέφονται ή όχι σε δείγματα πατάτας αφυδατωμένα με CO<sub>2</sub>.

**Πίνακας 15:** Απορρόφηση ομάδων με FTIR σε δείγματα πατάτας αφυδατωμένα με CO<sub>2</sub>

α/α	Κυματάριθμος	Απορρόφηση	Ομάδα	A/A <sub>3300</sub>
1	3302.52	1.503	N-H αμίνες, αμίδια	1
2	2925.56	0.052	C-H αλκάνια	0.034
3	2857.49	-	C-H αλκάνια	-

4	2158.33	0.07	-C≡C-H αλκίνια	0.046
5	1643.06	0.31	C=C αλκένια	0.206
6	1415.8	0.2	C-H αλκάνια	0.133
7	1242.46	-	C-N αμίνες ή C-O αλκοόλες, αιθέρες, καρβοξυλικά οξέα, εστέρες	-
8	1150.91	-	C-O αλκοόλες, αιθέρες, καρβοξυλικά οξέα, εστέρες	-
9	1075.71	-	C-O αλκοόλες, αιθέρες, καρβοξυλικά οξέα, εστέρες	-
10	1040.35	-	-	-
11	1010.61	0.17	C=C αλκένια	0.113

Στη συνέχεια, ακολουθεί ο πίνακας 16 όπου φαίνεται η απορρόφηση ή καταστροφή ομάδων δειγμάτων αφυδατωμένων με αέρα με τη χρήση συσκευής FTIR.

**Πίνακας 16:** Απορρόφηση ομάδων με FTIR σε δείγματα πατάτας αφυδατωμένα με αέρα.

α/α	Κυματάριθμος	Απορρόφηση	Ομάδα	A/A <sub>3300</sub>
1	3312.85	1.424	N-H αμίνες, αμίδια	1
2	-	-	-	-
3	-	-	-	-
4	2157.66	0.052	-C≡C αλκίνια	0.036
5	1642.14	0.28	C=C αλκένια	0.196
6	1414.48	0.12	C-H αλκάνια	0.084
7	-	-	-	-
8	1150.91	-	C-O αλκοόλες, αιθέρες, καρβοξυλικά οξέα, εστέρες	-
9	1077.85	-	C-O αλκοόλες, αιθέρες, καρβοξυλικά οξέα, εστέρες	-
10	1047.49	-	C-O αλκοόλες, αιθέρες, καρβοξυλικά	-



			οξέα, εστέρες	
11	1014.28	0.045	C=C αλκένια	0.032

**Πίνακας 17:** Απορρόφηση ομάδων με FTIR σε δείγματα πατάτας αφυδατωμένα με λυοφιλίωση.

α/α	Κυματάριθμος	Απορρόφηση	Ομάδα	A/A3300
1	3301.8417	1.409	-C≡C-H αλκίνια	1
2	2925.56	0,148	C-H αλκάνια	0.105
11	1011	0.429	C=C αλκένια	0.304

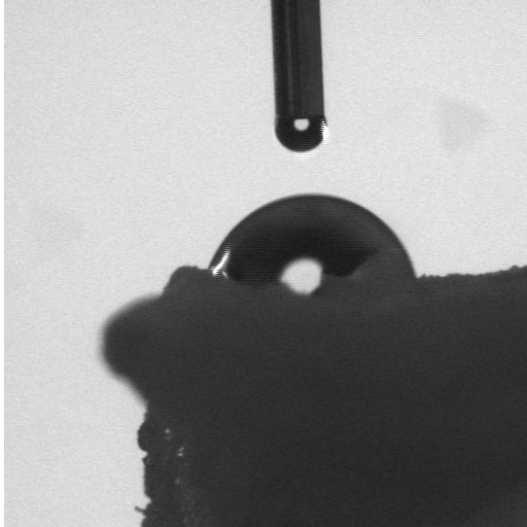
Όπως φαίνεται και από το διάγραμμα και από τους πίνακες στην κρούστα της πατάτας που προέκυψε από αφυδάτωση με αέρα, κάποιες κορυφές έχουν εξαφανιστεί ενώ άλλες έχουν σαφή μείωση στην σχετική απορρόφηση, πράγμα που υποδεικνύει μερική καταστροφή. Αντίθετα στην κρούστα από το CO<sub>2</sub> παρατηρούνται πάρα πολλές ομοιότητες με την δομή της λιοφιλομένης πατάτας (που χρησιμοποιήθηκε ως πρότυπο ελάχιστης αλλοίωσης της δομής λόγω χαμηλή θερμοκρασίας). Έτσι προκύπτει το σημαντικό συμπέρασμα ότι αν και παραπλήσια τα ποσοστά αφυδάτωσης, η αλλοίωση με το CO<sub>2</sub> είναι μικρότερη σε σχέση με την κατεργασία με αέρα.

### Γωνιόμετρο

Στο γωνιόμετρο υπολογίζεται η γωνία επαφής ενός υγρού με ένα στερεό υπόστρωμα. Στην περίπτωση μας το υπόστρωμα είναι αφυδατωμένη πατάτα ενώ χρησιμοποιούνται 2 υγρά νερό και λάδι. Η γωνία επαφής παρέχει πληροφορίες σχετικά με την υδροφιλικότητα και την ελαιοφιλικότητα της πατάτας. Αυτές οι παράμετροι συνδέονται άμεσα με την απορρόφηση υγρασίας και

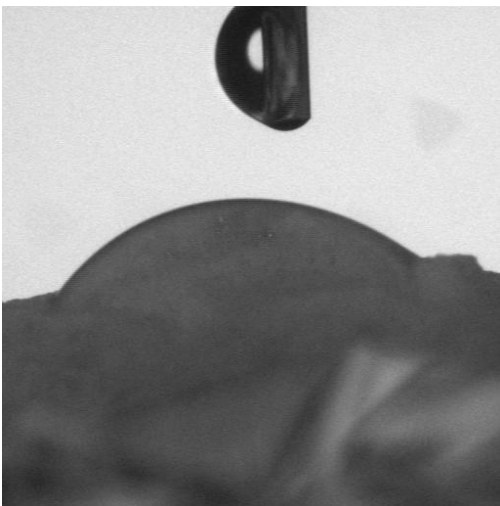
συνεπώς με το μούχλιασμα και την απορρόφηση λαδιού. Φυσικά η απορρόφηση λαδιού και υγρασίας εξαρτώνται και από άλλους παράγοντες (πορώδες της κρούστας και τραχύτητα επιφάνειας) και όχι μόνο από την υδρόφιλη ή ελαιόφιλη φύση του υποστρώματος. Η επιφάνεια της κρούστας της πατάτας, αφενός επηρεάζει τη γωνία επαφής, αφετέρου καθιστά πιο δύσκολη και λιγότερο αξιόπιστη τη μέτρηση της γωνίας. Για όλους τους πιο πάνω λόγους τα προκαταρκτικά αποτελέσματα σχετικά με τη γωνία επαφής δε θεωρούνται αξιόπιστα και παρουσιάζονται ως απλές ενδείξεις για περαιτέρω έρευνα.

Στο γωνιόμετρο υποβάλλονται δείγματα πατάτας προψημένα με νερό και άλλα με λάδι. Στην περίπτωση των δειγμάτων με νερό, όταν η γωνία επαφής μεταξύ του δείγματος και του γωνιόμετρου είναι οξεία, δηλαδή μικρότερη από  $90^\circ$ , τότε το δείγμα χαρακτηρίζεται υδρόφιλο. Συγκεκριμένα, όταν η γωνία επαφής είναι πολύ μικρότερη των  $90^\circ$  τότε το δείγμα θεωρείται ακόμη πιο υδρόφιλο από δείγμα με γωνία επαφής που πλησιάζει στις  $90^\circ$  και άρα μουχλιάζει ακόμη πιο γρήγορα. Αντίθετα, στα δείγματα πατάτας με λάδι όσο μικρότερη είναι η γωνία επαφής από τις  $90^\circ$  τόσο πιο υδρόφοβο είναι το δείγμα, δείχνει πόσο πιο εύκολα μπορεί να απορροφηθεί το λάδι. Καθώς τα δείγματά μας απορροφούν τις σταγόνες νερού, λόγω του πορώδους της κρούστας, δεν μπορούμε να τις χαρακτηρίσουμε. Γι' αυτό έγινε προσπάθεια να εξαχθούν κάποια συμπεράσματα από την ταχύτητα απορρόφησης της σταγόνας. Ακολουθεί το σχήμα 14 που απεικονίζει γωνία επαφής δείγματος πατάτας με νερό αφυδατωμένη με  $\text{CO}_2$  στους  $130^\circ\text{C}$ .



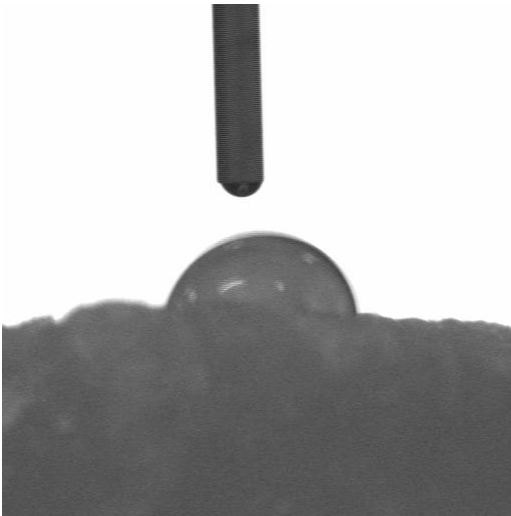
**Σχήμα 14.** Γωνία επαφής δείγματος πατάτας με νερό αφυδατωμένη με CO<sub>2</sub> στους 130°C.

Το επόμενο σχήμα απεικονίζει πατάτα με νερό αφυδατωμένη με αέρα στους 130°C.



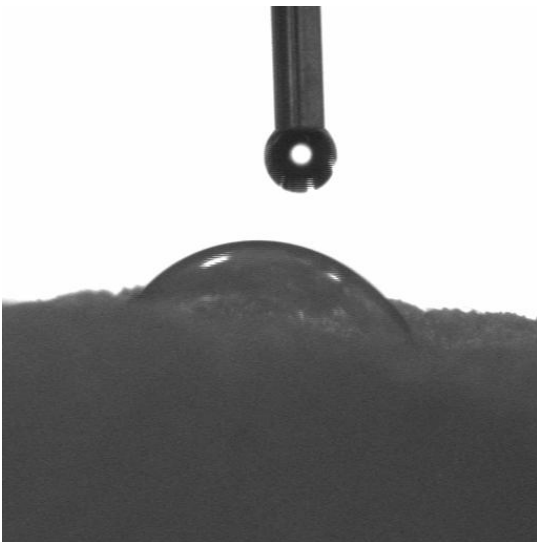
**Σχήμα 15.** Γωνία επαφής δείγματος με αέρα αφυδατωμένη στους 130°C

Ακολουθεί σχήμα που δείχνει γωνία επαφής δείγματος πατάτας αφυδατωμένη με αέρα στους 150°C.



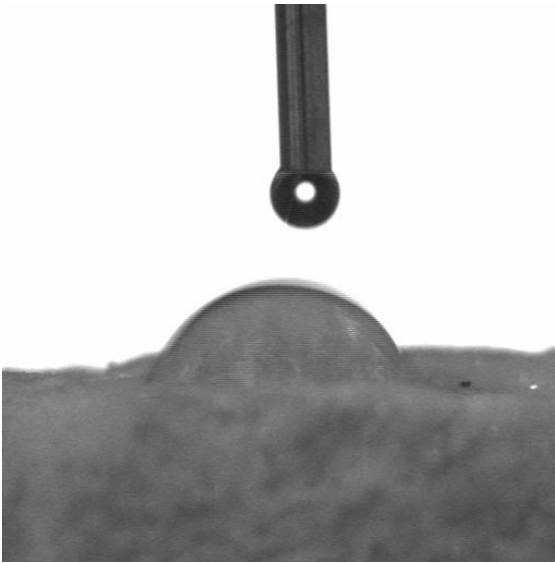
**Σχήμα 16.** Γωνία επαφής δείγματος αφυδατωμένο με αέρα στους 150°C

Στο σχήμα 17 φαίνεται το ίδιο δείγμα πατάτας αλλά η επιφάνειά της έχει ήδη διαβραχεί



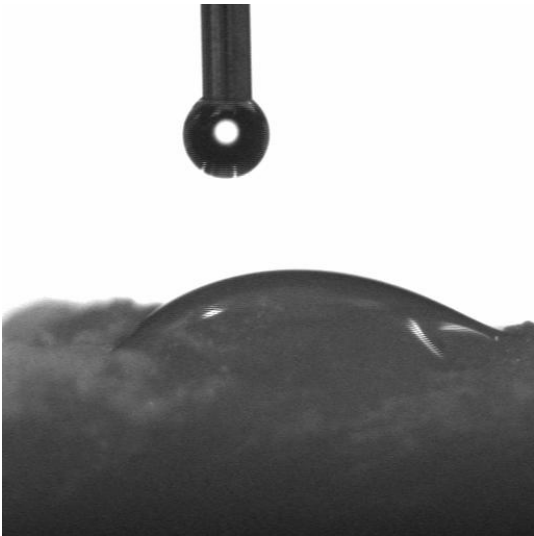
**Σχήμα 17.** Το ίδιο δείγμα με βρεγμένη επιφάνεια

Συνεχίζουμε με το ίδιο δείγμα αυτή τη φορά από τη στεγνή του πλευρά.



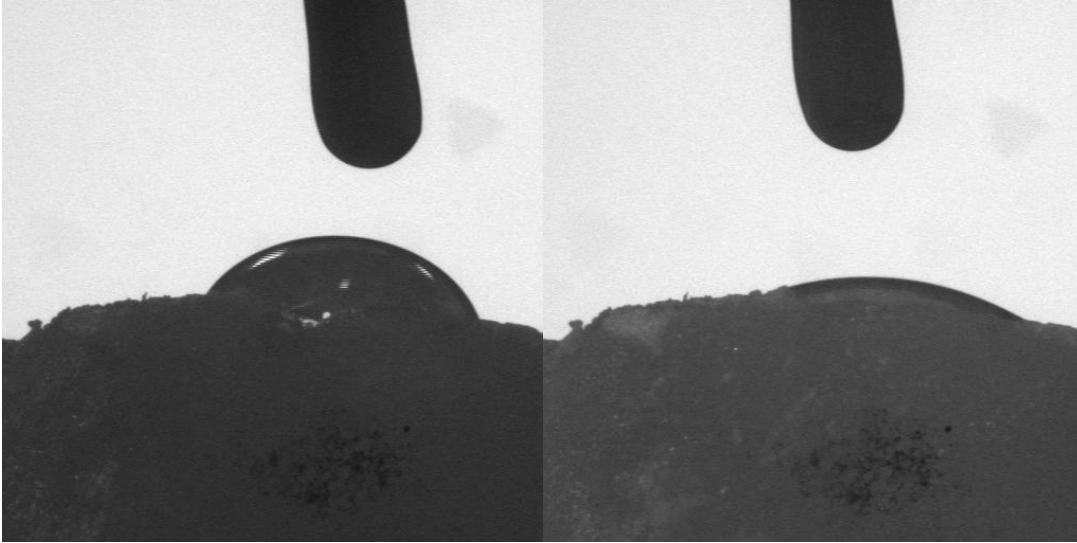
**Σχήμα 18.** Το ίδιο δείγμα από τη στεγνή του πλευρά

Ακολουθεί το σχήμα 19 στο οποίο φαίνεται δείγμα πατάτας με νερό αφυδατωμένο με CO<sub>2</sub> στους 150°C.



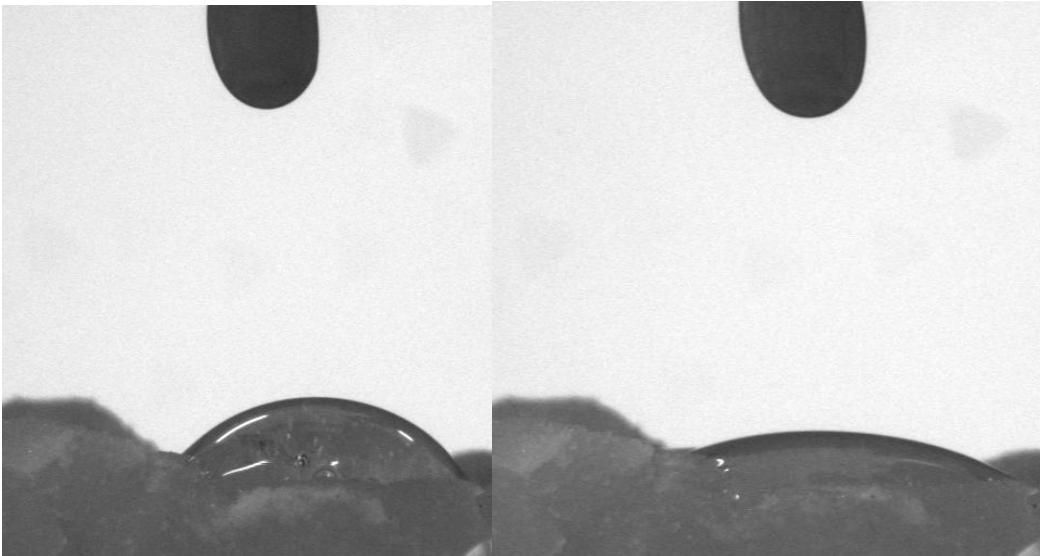
**Σχήμα 19.** Δείγμα πατάτας αφυδατωμένο με CO<sub>2</sub> στους 150°C

Στο σχήμα 20 φαίνεται το δείγμα πατάτας με λάδι αφυδατωμένο με χρήση CO<sub>2</sub> στους 150°C σε πλευρά καθαρή από νερό.



**Σχήμα 20.** Δείγμα πατάτας με λάδι αφυδατωμένο με CO<sub>2</sub> στους 150°C

Στο επόμενο σχήμα φαίνεται δείγμα πατάτας με λάδι, αφυδατωμένο με αέρα στους 150°C σε καθαρή από νερό πλευρά.



**Σχήμα 21.** Δείγμα πατάτας με λάδι, αφυδατωμένο με αέρα στους 150°C

Το δείγμα του σχήματος 14 απορροφάει τη σταγόνα σε 32sec, και σχηματίζει γωνία επαφής 80°. Συνεχίζοντας, το δείγμα του σχήματος 15 απορροφάει τη σταγόνα σε 10-14 sec και σχηματίζει γωνία επαφής ίση με 55°.

Το δείγμα του σχήματος 16 απορροφάει τη σταγόνα σε 39sec σχηματίζοντας γωνία επαφής ίση με 83°. Συνεχίζοντας, το δείγμα 17 σχηματίζει γωνία επαφής ίση με 35°. Το δείγμα 18 την απορροφάει σε 16sec με γωνία επαφής ίση με 71°. Το δείγμα 19 την απορροφάει σε 47sec, ενώ το δείγμα 20 αναφέρεται σε πατάτα με λάδι αφυδατωμένη με CO<sub>2</sub> και σχηματίζει αρχική και τελική γωνία επαφής ίση με 74° και 29° αντίστοιχα. Τέλος, το δείγμα 21 σχηματίζει αρχική και τελική γωνία επαφής ίση με 57°.

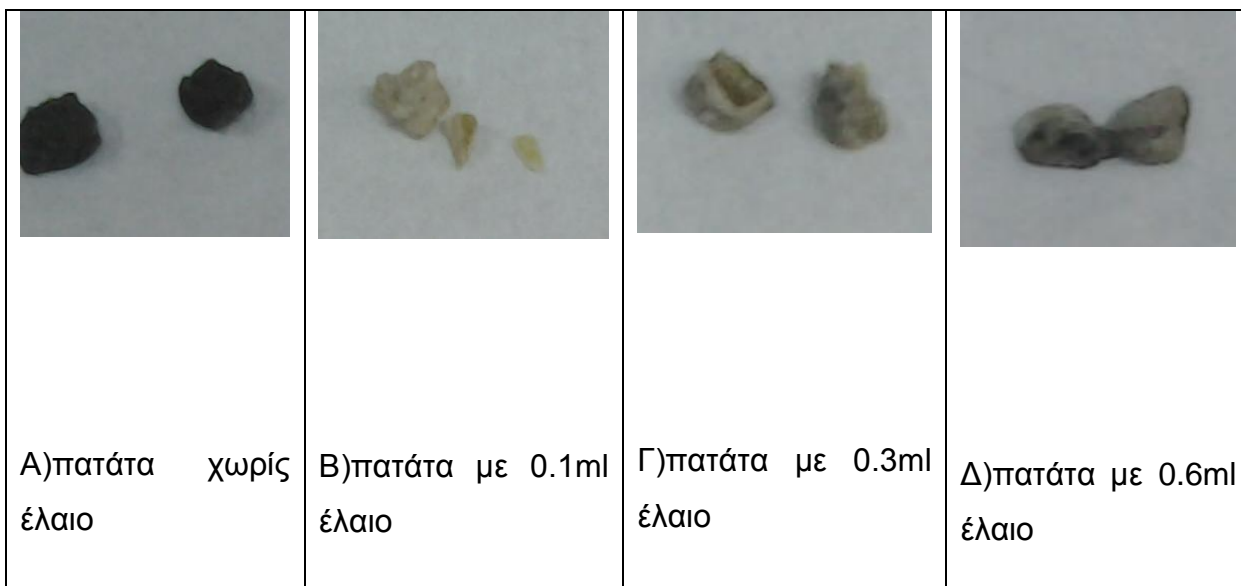
Αρχικά εμποτίστηκαν διάφορες ποσότητες ριγανέλαιου και έγινε σύγκριση αυτών με ωμή πατάτα ως προς την αλλοίωσή τους μετά από παραμονή 10 μέρες σε ψυγείο για 14 ημέρες στους 2°C.

Ακολουθεί το σχήμα 22 με δείγματα πατάτας χωρίς έλαιο ρίγανης αλλά και δείγματα εμποτισμένα με έλαιο σε συγκεντρώσεις 0.1, 0.3 και 0.6ml κατά τη 2<sup>η</sup> μέρα της εφαρμογής τους.



**Σχήμα 22.** Όψεις πατάτας κατά τη 2<sup>η</sup> μέρα, σε δείγματα με και χωρίς έλαιο ρίγανης

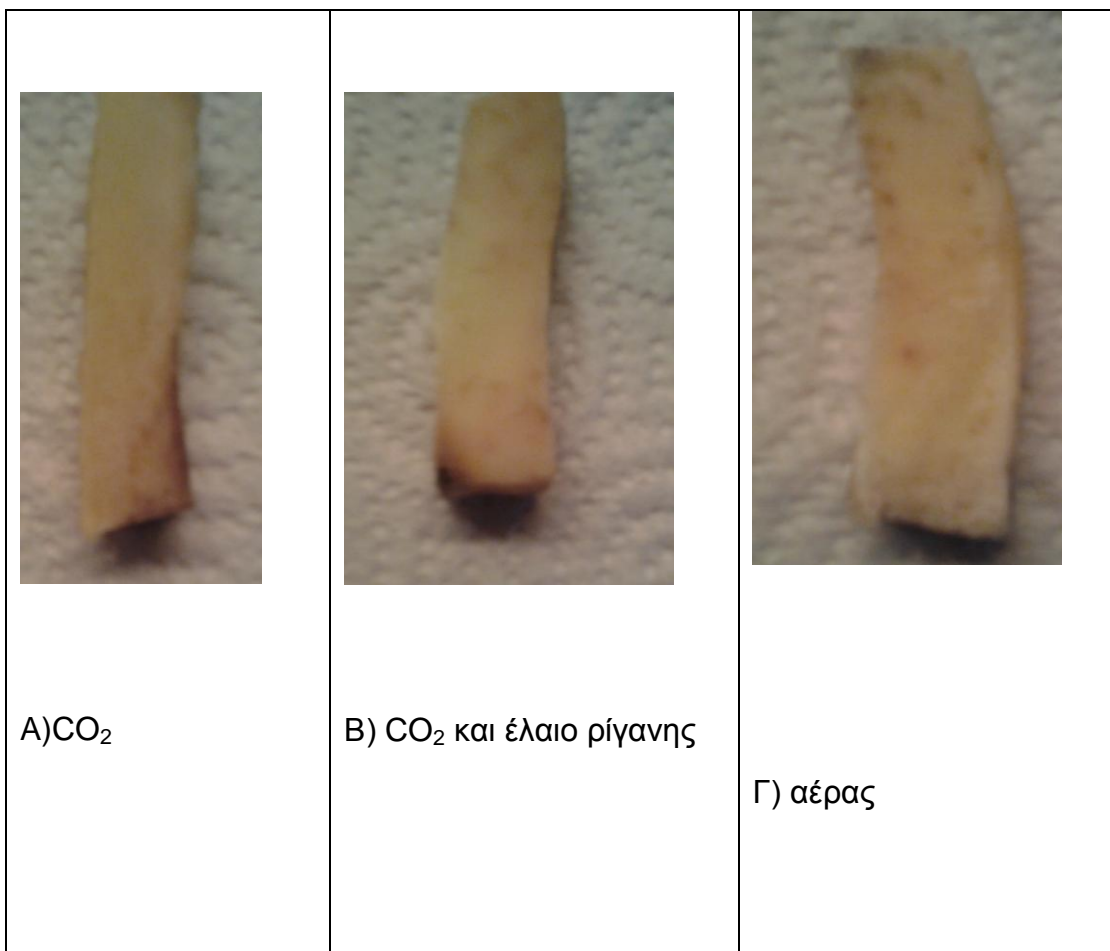
Ακολουθεί το σχήμα 23 με τα ίδια δείγματα πατάτας κατά την 10η μέρα



**Σχήμα 23.** Όψεις πατάτας με και χωρίς έλαιο κατά την 10<sup>η</sup> μέρα

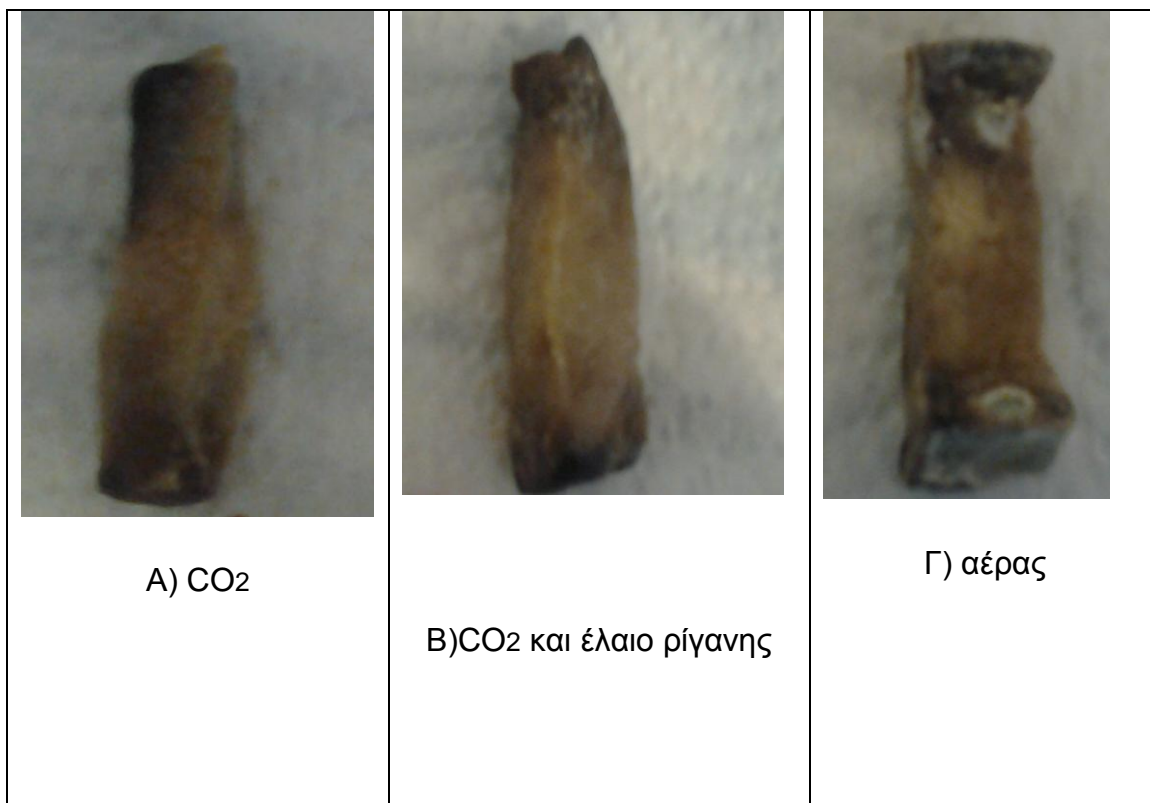
Όπως είναι εμφανές από τα παραπάνω σχήματα η αφυδάτωση πατάτας με χρήση CO<sub>2</sub> συνδυασμένη με εμποτισμό αιθέριου ελαίου ρίγανης δρα παρεμποδιστικά για την ενζυμική αμαύρωση της πατάτας. Επίσης προκύπτει, σε συνδυασμό με άλλα βοηθητικά πειράματα που δεν παρουσιάζονται, ότι σε μεγάλες ποσότητες εμποτισμένου λαδιού υπάρχει αλλοίωση του ελαίου λόγω φωτοοξειδωσης κατά πάσα πιθανότητα. Αυτά είναι δυο σημαντικά συμπεράσματα. Επειδή όμως τα δείγματα που χρησιμοποιήθηκαν, είχαν μικρές διαστάσεις, αφυδατώνονται κατά την αποθήκευσή τους πριν προλάβουν να αναπτυχθούν μικροοργανισμοί, μούχλα κτλ. Και δεν κατέστη δυνατό να μελετηθεί η χρησιμότητα του ριγανελαίου ως φυσικό συντηρητικό. Για αυτό το λόγο έγινε νέα σειρά δειγμάτων με μεγαλύτερες διαστάσεις έτσι ώστε η εξάτμιση του νερού της πατάτας να είναι αργή. Εκτός της σύγκρισης με την ωμή πατάτα έγινε και σύγκριση με αφυδατωμένη πατάτα με αέρα και CO<sub>2</sub> χωρίς έλαιο. Τα σχετικά αποτελέσματα παρουσιάζονται στα επόμενα σχήματα.





**Σχήμα 24.** Δείγματα πατάτας προψημένα με CO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> και εμποτισμένο με έλαιο ρίγανης και δείγμα προψημένο με αέρα, μέρα πρώτη.

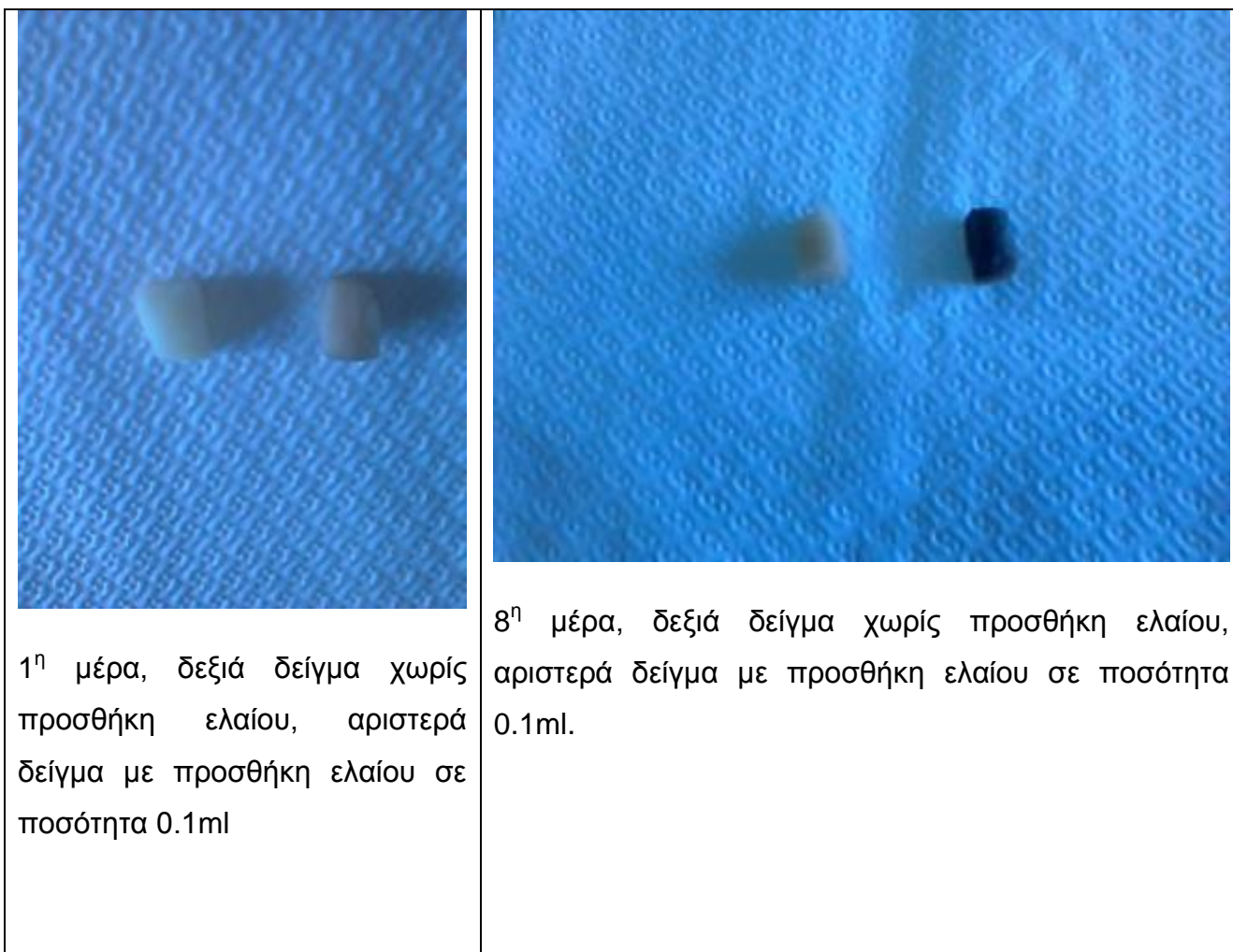
Συνεχίζοντας, στο σχήμα 25 φαίνονται τα ίδια δείγματα πατάτας κατά την 14η μέρα.



**Σχήμα 25.** Μεταβολή δειγμάτων πατάτας αφυδατωμένων με CO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> και εμποτισμός με έλαιο ρίγανης και δείγμα με αέρα, μετά από 14 μέρες.

Στο σχήμα 25 φαίνεται ότι η πατάτα που αφυδατώθηκε με αέρα παρουσιάζει μεγαλύτερη αλλοίωση (μεγαλύτερη επιφάνεια μαυρίσματος, ύπαρξη και άσπρου χρώματος μούχλας) σε σχέση με τις πατάτες που αφυδατώθηκαν με CO<sub>2</sub> με ή χωρίς έλαιο ρίγανης. Σύμφωνα με αυτά τόσο το CO<sub>2</sub> που γενικά χρησιμοποιείται και για αποστείρωση (White et al., 2006) όσο και το αιθέριο έλαιο ρίγανης έχουν επίδραση στην προστασία της πατάτας κατά την αποθήκευσή της.

Ακολουθεί το σχήμα 26, το οποίο δείχνει δείγματα πατάτας αφυδατωμένα με χρήση υπερκρίσιμου CO<sub>2</sub> στα 200 bar, 40oC κατά την 1η και 8<sup>η</sup> μέρα συντήρησής τους σε θερμοκρασία ψυγείου 2<sup>o</sup>C.



**Σχήμα 26.** Δείγματα πατάτας αφυδατωμένα με υπερκρίσιμο CO<sub>2</sub> στα 200 bar στους 40°C με και χωρίς προσθήκη ελαίου.

### ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΟΥ ΕΛΕΧΟΥ

Πραγματοποιήθηκε δίπλευρος έλεγχος εξαρτημένων δειγμάτων για κάθε εξεταζόμενο χαρακτηριστικό των πατατών με τη χρήση του στατιστικού προγράμματος MINITAB.

$p < 0,05$  δείχνει στατιστικά σημαντικές διαφορές.

1) Χρώμα στην επιφάνεια

**H<sub>0</sub>: d=0** (μηδενική υπόθεση: η κατά ζεύγη μέση διαφορά του χρώματος στην επιφάνεια της πατάτας δε διαφέρει σημαντικά από το 0.)

**H<sub>a</sub>: d≠0** (εναλλακτική υπόθεση: η κατά ζεύγη μέση διαφορά του χρώματος στην επιφάνεια της πατάτας διαφέρει σημαντικά από το 0.)

$p < 0,001$  άρα ισχύει η H<sub>a</sub>. Με άλλα λόγια υπάρχει διαφορά στο μέσο χρώμα της επιφάνειας μεταξύ των 2 πατατών διαφορετικής συνταγής.

2) Χρώμα στο εσωτερικό

**H<sub>0</sub>: d=0** (μηδενική υπόθεση: η κατά ζεύγη μέση διαφορά του χρώματος στο εσωτερικό της πατάτας δε διαφέρει σημαντικά από το 0.)

**H<sub>a</sub>: d≠0** (εναλλακτική υπόθεση: η κατά ζεύγη μέση διαφορά του χρώματος στο εσωτερικό της πατάτας διαφέρει σημαντικά από το 0.)

$p < 0,001$  άρα ισχύει η H<sub>a</sub>. Με άλλα λόγια υπάρχει διαφορά στο μέσο χρώμα του εσωτερικού μεταξύ των 2 πατατών διαφορετικής συνταγής.

3) Ένταση αρώματος

**H<sub>0</sub>: d=0** (μηδενική υπόθεση: η κατά ζεύγη μέση διαφορά της έντασης του αρώματος της πατάτας δε διαφέρει σημαντικά από το 0.)

**H<sub>a</sub>: d≠0** (εναλλακτική υπόθεση: η κατά ζεύγη μέση διαφορά της έντασης του αρώματος της πατάτας διαφέρει σημαντικά από το 0.)

$p = 0,052$  άρα ισχύει η H<sub>0</sub> με άλλα λόγια δεν υπάρχει διαφορά στην μέση ένταση αρώματος μεταξύ των 2 πατατών διαφορετικής συνταγής.

4) Αρεστότητα αρώματος

**H<sub>0</sub>: d=0** (μηδενική υπόθεση: η κατά ζεύγη μέση διαφορά της αρεστότητας του αρώματος της πατάτας δε διαφέρει σημαντικά από το 0.)

**H<sub>a</sub>: d≠0** (εναλλακτική υπόθεση: η κατά ζεύγη μέση διαφορά της αρεστότητας του αρώματος της πατάτας διαφέρει σημαντικά από το 0.)

p=0,120) άρα ισχύει η H<sub>0</sub>. Με άλλα λόγια δεν υπάρχει διαφορά στην μέση αρεστότητα αρώματος μεταξύ των 2 πατατών διαφορετικής συνταγής.

5) Ένταση γεύσης

**H<sub>0</sub>: d=0** (μηδενική υπόθεση: η κατά ζεύγη μέση διαφορά της έντασης της γεύσης της πατάτας δε διαφέρει σημαντικά από το 0.)

**H<sub>a</sub>: d≠0** (εναλλακτική υπόθεση: η κατά ζεύγη μέση διαφορά της έντασης της γεύσης της πατάτας διαφέρει σημαντικά από το 0.)

p<0,001 άρα ισχύει η H<sub>a</sub>. Με άλλα λόγια υπάρχει διαφορά στην μέση ένταση γεύσης μεταξύ των 2 πατατών διαφορετικής συνταγής.

6) Ένταση πικρότητας

**H<sub>0</sub>: d=0** (μηδενική υπόθεση: η κατά ζεύγη μέση διαφορά της έντασης της πικρότητας της πατάτας δε διαφέρει σημαντικά από το 0.)

**H<sub>a</sub>: d≠0** (εναλλακτική υπόθεση: η κατά ζεύγη μέση διαφορά της έντασης της πικρότητας της πατάτας διαφέρει σημαντικά από το 0.)

P=0,058 άρα ισχύει η H<sub>0</sub>. Με άλλα λόγια δεν υπάρχει διαφορά στην μέση ένταση πικρότητας μεταξύ των 2 πατατών διαφορετικής συνταγής.

7) Ένταση γλυκύτητας

**H<sub>0</sub>: d=0** (μηδενική υπόθεση: η κατά ζεύγη μέση διαφορά της έντασης της γλυκύτητας της πατάτας δε διαφέρει σημαντικά από το 0.)

**H<sub>a</sub>: d≠0** (εναλλακτική υπόθεση: η κατά ζεύγη μέση διαφορά της έντασης της γλυκύτητας της πατάτας διαφέρει σημαντικά από το 0.)

p=0,554 άρα ισχύει η H<sub>0</sub>. Με άλλα λόγια δεν υπάρχει διαφορά στην μέση ένταση γλυκύτητας μεταξύ των 2 πατατών διαφορετικής συνταγής.

8) Ένταση τραγανότητας

**H<sub>0</sub>: d=0** (μηδενική υπόθεση: η κατά ζεύγη μέση διαφορά της έντασης της τραγανότητας της πατάτας δε διαφέρει σημαντικά από το 0.)

**H<sub>a</sub>: d≠0** (εναλλακτική υπόθεση: η κατά ζεύγη μέση διαφορά της έντασης της τραγανότητας της πατάτας διαφέρει σημαντικά από το 0.)

$p < 0,001$  άρα ισχύει η H<sub>a</sub>. Με άλλα λόγια υπάρχει διαφορά στην μέση ένταση τραγανότητας μεταξύ των 2 πατατών διαφορετικής συνταγής.

Ακολουθεί ο πίνακας 18 όπου παρουσιάζονται συνολικά οι διαφορές ανάμεσα στους μέσους όρους των εξεταζόμενων χαρακτηριστικών των δειγμάτων πατάτας.

**Πίνακας 18:** Σύγκριση των μέσων όρων των δειγμάτων.

<b>ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ</b>		
<b>Χρώμα επιφάνειας</b>	<b>Χρώμα εσωτερικού</b>	<b>Ένταση γεύσης</b>
$M.O_{\text{ΣΚ ΠΑΤ}} < M.O_{\text{ΕΛ}}$ 1,3<5,2 (πολύ κίτρινο – ελαφρώς καφέ)	$M.O_{\text{ΣΚ}} < M.O_{\text{ΕΛ}}$ 1,3<4,5 (πολύ κίτρινο- ουδέτερο)	$M.O_{\text{ΣΚ}} < M.O_{\text{ΕΛ}}$ 3,3<6,8 (λίγη ένταση –αρκετή ένταση)
<b>Ένταση πικρότητας</b>	<b>Ένταση γλυκύτητας</b>	<b>Ένταση τραγανότητας</b>
$M.O_{\text{ΣΚ}} < M.O_{\text{ΕΛ}}$ 1,4<3,5 (καθόλου πικρή- ελαφρώς πικρή)	$M.O_{\text{ΣΚ}} > M.O_{\text{ΕΛ}}$ 5.0>4,1 (ουδέτερα γλυκιά- ελαφρώς γλυκιά)	$M.O_{\text{ΣΚ}} < M.O_{\text{ΕΛ}}$ 1,1<4,8 (καθόλου τραγανή- ελαφρώς τραγανή)

<b>ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΟ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΟ</b>
<b>Αρεστότητα αρώματος</b>
$M.O_{\text{ΣΚ}} < M.O_{\text{ΕΛΑΙΟ}}$  $4,0 < 6,1$  (ελαφρά αρεστό- αρκετά αρεστό)

ΣΚ: Σκέτη πατάτα

ΕΛ: Πατάτα με έλαιο

## 6. Συμπεράσματα

Εν συντομία τα συμπεράσματα της εργασίας είναι τα εξής:

- Η χρήση αέριου CO<sub>2</sub> για αφυδάτωση πατάτας, είναι το ίδιο αποτελεσματική με την χρήση αέρα ως προς τα ποσοστά αφυδάτωσης. Με χρήση υπερκρίσιμου CO<sub>2</sub> και αλλαγή της πίεσης μπορούν να επιτευχθούν διάφορα ποσοστά αφυδάτωσης.
- Η κατεργασία της πατάτας με CO<sub>2</sub> είναι πιο ήπια και υπάρχει μικρότερη αλλοίωση κατά την αφυδάτωση σε σχέση με την κατεργασία με αέρα.
- Ο εμποτισμός της πατάτας με αιθέριο έλαιο ρίγανης συμβάλλει στην προστασία της από την ενζυμική αμαύρωση.
- Ο εμποτισμός της πατάτας με αιθέριο έλαιο ρίγανης βελτιώνει κάποια οργανοληπτικά χαρακτηριστικά της.



- Υπάρχουν ισχυρές ενδείξεις ότι τόσο η χρήση CO<sub>2</sub> (ως μέσο παστερίωσης) όσο και η χρήση ριγανέλαιου συμβάλλει στην συντήρηση της πατάτας και καθυστερεί την ανάπτυξη μούχλας κτλ.

## 7. Προτάσεις

Από την παρούσα εργασία προέκυψαν διάφορα ενδιαφέροντα συμπεράσματα που μπορούν να δράσουν ως έναυσμα για περαιτέρω έρευνα. Στη συνέχεια παρατίθενται κάποιες προτάσεις για την συνέχιση της εργασίας.

- Ποσοτική μελέτη της μικροβιακής ανάπτυξης σε πατάτες αφυδατωμένες με αέρα, CO<sub>2</sub> και εμποτισμένες με έλαιο.
- Μελέτη της διαβροχής της σχηματιζόμενης κρούστας με λάδι και νερό καθώς και μελέτη της απορρόφησης λαδιού κατά το τηγάνισμα.
- Μελέτη για την οικονομική βιοσιμότητα της χρήσης CO<sub>2</sub> σε βιομηχανική κλίμακα.

## 8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### Ελληνική Βιβλιογραφία

1. Belitz, W.H. –D., Grosch, P. and Schieberle (2006). Χημεία Τροφίμων, σελ. 498–515, 522–523, 551–552, 757, 1231.
2. Πετρίδης, Δ. (2000). Εφαρμοσμένη Στατιστική με Έμφαση στην Τεχνολογία Τροφίμων, Εκδοτική Όμηρος, Θεσσαλονίκη, σελ. 168–195.
3. Ραφαηλίδης, Σ.Ν. (2008). ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ II, Α.Τ.Ε.Ι.Θ., Θεσσαλονίκη, σελ. 141-143,147-148, 149-152
4. Skoog D. A., F.J.Holler & T.A.Nieman (2005). Αρχές Ενόργανης ανάλυσης, σελ. 446-447,480-481.
5. Χατζηϊωάννου Θ.Π. – Κουπάρη Μ.Α.(1997) ΑΘΗΝΑ Ενόργανη Ανάλυση
6. Σκουμπρής Β.Γ.(1971). Αρωματικά φυτά και αιθέρια έλαια σελ.19-58, 59-95.
7. Μπαζαίος Κ.,(2004) 100 βότανα 2000 θεραπείες, Εκδόσεις Διατροφή και υγεία 36<sup>η</sup> έκδοση
8. Τριανταφύλλου Α., Διπλωματική Εργασία, “Χρωματογραφική μελέτη του αιθέριου ελαίου διαφόρων ποικιλιών ρίγανης μετά από απόσταξη με νερό, με υδρατμούς και εκχύλιση με υπερκρίσιμο CO<sub>2</sub>”, Εργαστήριο Φυσικής Χημείας, τμήμα Χημικών Μηχανικών, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη (2004), σελ 8.

## Ξένη Βιβλιογραφία

1. Luque de Castro, M.D., Jimenez –Carmona, M.M., Fernandez Perez, V.,(1999). Towards more rational techniques for the isolation of valuable essential oils from plants, trends in analytical chemistry 18, 708-714.
2. Burt Sara (2004). Essentials oils: their antibacterial properties and potential applications in foods- a review. International Journal of Food Microbiology 94, 225-253.
3. Kokkini S, Karousou R, Hanlidou E.(2003). Herbs of the Labiatae.
4. Kokkini S (1996). Taxonomy, diversity and distribution of Origanum Species, Proceedings of the IPGRI International Workshop on Oregano CIHEAM, 2-12.
5. Milos, M., Mastelic, J., I.,(2000) Chemical composition and antioxidant effect from oregano (*Origanum vulgare* L. ssp *hirtum*). Food chemistry 71, 79.
6. Mukhopadhyay M (2000).Natural extracts using supercritical carbon dioxide.CRC Press Florida USA 1-13.
7. Brown Z.K, Fryer P.J, Norton I.T, Bakalis S., Bridson R.H.(2008). Drying of foods using supercritical carbon dioxide. Investigations with carrot .Innovative Food Science and Emerging Technologies 9, 280-289.
8. Marc Sims & Erwin Estigarribia. Membrane carbon dioxide sterilization of liquid foods: Scale up of a commercial continuous process.
9. Casal E., Ramirez P., Ibanez E., Corzo N., Olano A.(2006). Effect of supercritical carbon dioxide treatment on the Maillard reaction in the model food systems. Food Chemistry 97, 272-276.
10. Burlingame B., Mouille B., Charrondiere R.(2009). Nutrients, bioactive non-nutrients and anti-nutrients in potatoes. Journal of Food Composition and Analysis 22, 494-502
11. Vernin. G., Lageot, C., Gaydou, E.M., Parkanyi, C.(2001), ``Analysis of the essential oil of *Lippia graveolens* HBK from El Salvador´´, Flavour Fragr. J.,16, 219

12. Bernath J., (1996) " Some scientific and practical aspects of production and utilization of oregano in central Europe ". Proceedings of the IPGRI International Workshop on Oregano, CIHEAM, Valenzano, Bari, Italy, 75-92.
13. Spada P., Perrino P.,(1996) " Conservation of oregano species in national and international collections: an assement ". Proceedings of the IPGRI International Workshop on Oregano, CIHEAM, Valenzano, Bari, Italy, 14-23.
14. White A., Burns D., Christensen W.T., (2006) "Effective terminal sterilization using supercritical carbon dioxide". Journal of Biotechnology 123, 504-515
15. Andrew I.Cooper., (2003) " Porous materials and supercritical fluids". Advanced Mater, 15, No 13.

## **ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

1) [www.fao.gr](http://www.fao.gr)

## **9. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α**

### Library Search Report

Data Path : C:\MSDCHEM\1\DATA\TSIOPTS\

Data File : OIL1.D

Acq On : 4 Apr 2012 13:19

Operator :

Sample :

Misc :

ALS Vial : 1 Sample Multiplier: 1

Search Libraries: C:\Database\NIST05.L

Minimum Quality: 0

Unknown Spectrum: Apex

Integration Events: RTE Integrator - rteint.p

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	4.207	0.13	C:\Database\NIST05.L			
			Dimethylamine	87	000124-40-3	9
			Ethylamine	85	000075-04-7	9
			1-Propanol	282	000071-23-8	4
2	5.058	0.01	C:\Database\NIST05.L			
			Octodrine	12611	000543-82-8	64
			1-Methyldodecylamine	56583	013205-57-7	9
			1-Octadecanamine, N-methyl-	114097	002439-55-6	9
3	5.410	0.01	C:\Database\NIST05.L			
			Acetic acid, [(aminocarbonyl)amino	13684	000585-05-7	9
			]oxo-			
			Cyclobutanol	646	002919-23-5	9
			Oxiranemethanol, (S)-	797	060456-23-7	4
4	5.608	0.01	C:\Database\NIST05.L			
			1-Methyldodecylamine	56583	013205-57-7	9
			Cyclobutanol	647	002919-23-5	4
			2-Octanamine	12614	000693-16-3	4
5	6.475	0.03	C:\Database\NIST05.L			
			1-[\alpha-(1-Adamantyl)benzyliden	132776	1000222-83-3	28
			e]thiosemicarbazide			

	4-Fluorohistamine	12436 049872-60-8 23
	1-Methyldodecylamine	56583 013205-57-7 12
6	6.604 0.10 C:\Database\NIST05.L	
	1S-.alpha.-Pinene	15185 007785-26-4 70
	Bicyclo[3.1.1]hept-2-ene, 3,6,6-trimethyl-	15314 004889-83-2 70
	.alpha.-Pinene	15178 000080-56-8 70
7	6.905 0.04 C:\Database\NIST05.L	
	4-Fluorohistamine	12436 049872-60-8 25
	Acetamide, 2-cyano-	1311 000107-91-5 9
	1-Methyldodecylamine	56583 013205-57-7 9
8	7.137 0.01 C:\Database\NIST05.L	
	4-Fluorohistamine	12436 049872-60-8 40
	1-Methyldodecylamine	56583 013205-57-7 9
	2-Octanamine	12619 000693-16-3 9
9	7.463 0.09 C:\Database\NIST05.L	
	Hexanal	3690 000066-25-1 38
	1-Hepten-3-one	6297 002918-13-0 17
	Hexane, 1-(hexyloxy)-4-methyl-	57286 074421-20-8 16
10	7.540 0.01 C:\Database\NIST05.L	
	1-Methyldodecylamine	56583 013205-57-7 64
	2-Octanamine	12619 000693-16-3 9
	1-Methyldecylamine	37095 013205-56-6 4
11	7.618 0.02 C:\Database\NIST05.L	
	Hexanal	3688 000066-25-1 23

- |    |                                    |                    |    |
|----|------------------------------------|--------------------|----|
|    | 1-Propene, 3-methoxy-              | 679 000627-40-7    | 9  |
|    | 2-Hexanamine, 5-methyl-            | 7678 028292-43-5   | 9  |
| 12 | 7.678 0.08 C:\Database\NIST05.L    |                    |    |
|    | 2-Pyridinemethanamine, N-methyl-   | 9565 021035-59-6   | 25 |
|    | 3,5-Methanocyclopentapyrazole, 3,3 | 32015 087143-58-6  | 16 |
|    | a,4,5,6,6a-hexahydro-3a,4,4-trimet |                    |    |
|    | hyl-                               |                    |    |
|    | Acrylic acid, (5-cyclopropylidenep | 42952 1000156-23-5 | 10 |
|    | entyl) ester                       |                    |    |
| 13 | 7.781 0.01 C:\Database\NIST05.L    |                    |    |
|    | 2-Hexanamine, 5-methyl-            | 7678 028292-43-5   | 39 |
|    | 1-Methyldodecylamine               | 56583 013205-57-7  | 9  |
|    | Acetic acid, hydroxy[(1-oxo-2-prop | 20510 006737-24-2  | 4  |
|    | enyl)amino]-                       |                    |    |
| 14 | 7.832 0.02 C:\Database\NIST05.L    |                    |    |
|    | 1-Methyldodecylamine               | 56583 013205-57-7  | 9  |
|    | 1-Methyldeacylamine                | 37095 013205-56-6  | 4  |
|    | 1-Octadecanamine, N-methyl-        | 114097 002439-55-6 | 4  |
| 15 | 7.944 0.03 C:\Database\NIST05.L    |                    |    |
|    | Acetamide, 2-chloro-               | 2426 000079-07-2   | 9  |
|    | 2,4-Dimethylamphetamine            | 31417 075659-61-9  | 9  |
|    | 1-Methyldodecylamine               | 56583 013205-57-7  | 9  |
| 16 | 8.056 0.01 C:\Database\NIST05.L    |                    |    |
|    | Acetic acid, [(aminocarbonyl)amino | 13684 000585-05-7  | 9  |
|    | ]oxo-                              |                    |    |
|    | 1-Methyldodecylamine               | 56583 013205-57-7  | 9  |

Acetamide, 2-cyano- 1311 000107-91-5 9

17 8.167 0.13 C:\Database\NIST05.L

1,3-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1- 15349 000099-86-5 95  
methylethyl)-

1,3-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1- 15357 000099-86-5 95  
methylethyl)-

Cyclohexene, 4-methyl-3-(1-methyle 15333 099805-90-0 89  
thylidene)-

18 8.305 1.33 C:\Database\NIST05.L

Benzene, 1-methyl-4-(1-methylethyl 14425 000099-87-6 95  
)-

Benzene, 1-methyl-2-(1-methylethyl 14430 000527-84-4 95  
)-

Benzene, 1-methyl-2-(1-methylethyl 14429 000527-84-4 95  
)-

19 8.391 0.06 C:\Database\NIST05.L

Cyclohexene, 1-methyl-5-(1-methyle 15361 001461-27-4 43  
thenyl)-, (R)-

Cyclohexene, 1-methyl-5-(1-methyle 15313 013898-73-2 43  
thenyl)-

Tricyclo[2.2.1.0(2,6)]heptane, 1,3 15345 000488-97-1 30  
,3-trimethyl-

20 8.468 0.01 C:\Database\NIST05.L

2-Hexanamine, 5-methyl- 7678 028292-43-5 9

Methanesulfonamide, N,N-dimethyl- 9766 000918-05-8 9

1-Methyldodecylamine 56583 013205-57-7 9



- 21 8.915 0.40 C:\Database\NIST05.L  
 1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1- 15347 000099-85-4 94  
 methylethyl)-  
 1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1- 15355 000099-85-4 94  
 methylethyl)-  
 Bicyclo[4.1.0]hept-3-ene, 3,7,7-tr 15369 000498-15-7 90  
 imethyl-, (1S)-
- 22 9.078 0.05 C:\Database\NIST05.L  
 Acetamide, 2-cyano- 1310 000107-91-5 35  
 Acetamide, 2-cyano- 1311 000107-91-5 35  
 1-[.alpha.-(1-Adamantyl)benzyliden 132776 1000222-83-3 32  
 e]thiosemicarbazide
- 23 9.353 0.01 C:\Database\NIST05.L  
 R-(-)-Cyclohexylethylamine 11530 005913-13-3 4  
 Acetaldehyde 70 000075-07-0 3  
 Ethyne, fluoro- 76 002713-09-9 3
- 24 9.430 0.03 C:\Database\NIST05.L  
 1-[.alpha.-(1-Adamantyl)benzyliden 132776 1000222-83-3 33  
 e]thiosemicarbazide  
 4-Fluorohistamine 12436 049872-60-8 9  
 2-Octanamine 12619 000693-16-3 9
- 25 9.611 0.10 C:\Database\NIST05.L  
 3-Carene 15158 013466-78-9 41  
 .alpha.-Phellandrene 15203 000099-83-2 38  
 Tricyclo[2.2.1.0(2,6)]heptane, 1,3 15345 000488-97-1 30  
 ,3-trimethyl-

- 26 9.765 0.01 C:\Database\NIST05.L  
 1-Methyldodecylamine 56583 013205-57-7 4  
 Ethyne, fluoro- 75 002713-09-9 3  
 Acetaldehyde 70 000075-07-0 3
- 27 9.817 0.01 C:\Database\NIST05.L  
 Acetic acid, [(aminocarbonyl)amino  
 ]oxo- 13684 000585-05-7 9  
 Cyclobutanol 647 002919-23-5 4  
 Cyclobutanol 639 002919-23-5 4
- 28 9.997 0.02 C:\Database\NIST05.L  
 2-Hexanamine, 5-methyl- 7678 028292-43-5 25  
 4-Fluorohistamine 12436 049872-60-8 9  
 Benzenemethanol, 3-hydroxy-.alpha. 34515 000059-42-7 9  
 -[(methylamino)methyl]-, (R)-
- 29 10.281 0.02 C:\Database\NIST05.L  
 Benzenemethanol, 2-(2-aminopropoxy  
 )-3-methyl- 53504 053566-98-6 9  
 Acetamide, 2-cyano- 1311 000107-91-5 9  
 1-Adamantanemethylamine, .alpha.-m 42411 013392-28-4 9  
 ethyl-
- 30 10.392 0.01 C:\Database\NIST05.L  
 Mercaptamine 964 000060-23-1 4  
 Ethylamine 84 000075-04-7 4  
 Benzenemethanol, 2-(2-aminopropoxy  
 )-3-methyl- 53504 053566-98-6 4
- 31 10.727 0.26 C:\Database\NIST05.L

Bicyclo[2.2.1]heptan-2-ol, 1,7,7-t 25830 000464-45-9 80  
rimethyl-, (1S-endo)-  
Borneol 25499 010385-78-1 80  
Borneol 25497 000507-70-0 80

32 10.891 0.35 C:\Database\NIST05.L  
3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-m 25750 000562-74-3 91  
ethylethyl)-  
3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-m 25784 020126-76-5 64  
ethylethyl)-, (R)-  
3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-m 25745 000562-74-3 64  
ethylethyl)-

33 10.994 0.05 C:\Database\NIST05.L  
Benzenepropanamine, .alpha.-methyl 22436 022374-89-6 36  
Methanesulfonamide, N,N-dimethyl- 9766 000918-05-8 32  
2,4-Dimethylamphetamine 31417 075659-61-9 9

34 11.097 0.17 C:\Database\NIST05.L  
p-menth-1-en-8-ol 25545 1000157-89-9 64  
3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha., 25797 000098-55-5 64  
.alpha.4-trimethyl-  
3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha., 25843 010482-56-1 59  
.alpha.,4-trimethyl-, (S)-

35 11.148 0.03 C:\Database\NIST05.L  
1-[.alpha.-(1-Adamantyl)benzyliden 132776 1000222-83-3 45  
e]thiosemicarbazide  
1-Methyldodecylamine 56583 013205-57-7 37  
Pyridinium, 1-(2-carboxyethyl)-, h 23906 024935-26-0 36  
ydroxide, inner salt

- 36 11.200 0.10 C:\Database\NIST05.L  
 Cyclohexanone, 2-methyl-5-(1-methy 24301 005948-04-9 64  
 lethenyl)-, trans-  
 Cyclohexanone, 2-methyl-5-(1-methy 24205 007764-50-3 60  
 lethenyl)-  
 Cyclohexanone, 2-methyl-5-(1-methy 24305 005948-04-9 50  
 lethenyl)-, trans-
- 37 11.269 0.01 C:\Database\NIST05.L  
 1-Methyldodecylamine 56583 013205-57-7 39  
 1,2-Ethanediamine, N-methyl- 783 000109-81-9 9  
 2-Octanamine 12619 000693-16-3 9
- 38 11.329 0.04 C:\Database\NIST05.L  
 2-Hexanamine, 5-methyl- 7678 028292-43-5 9  
 4-Fluorohistamine 12436 049872-60-8 9  
 Methanesulfonamide, N,N-dimethyl- 9766 000918-05-8 9
- 39 11.449 0.01 C:\Database\NIST05.L  
 1-Methyldodecylamine 56583 013205-57-7 9  
 1-Hexanamine 4048 000111-26-2 4  
 2-Octanamine 12614 000693-16-3 4
- 40 11.561 0.01 C:\Database\NIST05.L  
 Pterin-6-carboxylic acid 62284 000948-60-7 5  
 N-Carbomethoxy-N-methoxymethylamin 8781 153654-07-0 4  
 1-(5-Bicyclo[2.2.1]heptyl)ethylami 17294 1000222-20-9 4  
 ne
- 41 11.664 0.01 C:\Database\NIST05.L

1-Propanol, 2-amino-, (.+/-)-	888 006168-72-5 9
1-Octanamine, N-methyl-	19634 002439-54-5 9
1-Methyldodecylamine	56583 013205-57-7 9

42 11.861 0.19 C:\Database\NIST05.L

Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-m ethylethyl)- 32105 001076-56-8 81

Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-m ethylethyl)- 32109 001076-56-8 74

Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-m ethylethyl)- 32108 001076-56-8 74

43 11.904 0.05 C:\Database\NIST05.L

S-[Tri-t-butoxysilyl]-2-mercaptoet hylamine 138266 1000252-63-8 32

Pyridinium, 1-(2-carboxyethyl)-, h ydroxide, inner salt 23906 024935-26-0 28

Methanesulfonamide, N,N-dimethyl- 9766 000918-05-8 17

44 11.973 0.03 C:\Database\NIST05.L

1-Methyldodecylamine 56583 013205-57-7 38

4-Fluorohistamine 12436 049872-60-8 28

1-Methyldecylamine 37095 013205-56-6 28

45 12.420 0.02 C:\Database\NIST05.L

4-Fluorohistamine 12436 049872-60-8 9

5,6-Dihydro-5-methyl-4H-1,3,5-dith iazine 14901 006302-94-9 5

n-Hexylmethylamine 7674 035161-70-7 5

46 12.514 3.69 C:\Database\NIST05.L

3-Methyl-4-isopropylphenol 22746 003228-02-2 93  
Phenol, 2-methyl-5-(1-methylethyl) 22821 000499-75-2 90  
Phenol, 2-methyl-5-(1-methylethyl) 22815 000499-75-2 90

47 12.669 88.95 C:\Database\NIST05.L

3-Methyl-4-isopropylphenol 22746 003228-02-2 91  
Phenol, 2-methyl-5-(1-methylethyl) 22815 000499-75-2 91  
Phenol, 2-methyl-5-(1-methylethyl) 22821 000499-75-2 91

48 13.880 0.02 C:\Database\NIST05.L

4-Fluorohistamine 12436 049872-60-8 28  
Phenethylamine, p,.alpha.-dimethyl 22435 000064-11-9 9  
Benzenemethanol, 2-(2-aminopropoxy 53504 053566-98-6 9  
)-3-methyl-

49 14.653 0.40 C:\Database\NIST05.L

Caryophyllene 59797 000087-44-5 99  
Caryophyllene 59802 000087-44-5 98  
Bicyclo[5.2.0]nonane, 2-methylene- 59917 242794-76-9 97  
4,8,8-trimethyl-4-vinyl-

50 14.911 0.04 C:\Database\NIST05.L

4-Fluorohistamine 12436 049872-60-8 28  
2-Amino-1-(o-hydroxyphenyl)propane 23967 073470-00-5 9  
3-Propoxyamphetamine 52000 1000124-04-4 9

51 15.306 0.06 C:\Database\NIST05.L

Thiophene-3-ol, tetrahydro-, 1,1-d 15431 013031-76-0 37  
ioxide  
1-[.alpha.-(1-Adamantyl)benzyliden 132776 1000222-83-3 32  
e]thiosemicarbazide

	4-Fluorohistamine	12436 049872-60-8 17
52	15.744 0.01 C:\Database\NIST05.L	
	4-Fluorohistamine	12436 049872-60-8 36
	1-Propanol, 2-amino-	872 000078-91-1 33
	1-Octanamine, N-methyl-	19632 002439-54-5 9
53	15.812 0.01 C:\Database\NIST05.L	
	Ethylamine	84 000075-04-7 4
	4-Fluorohistamine	12436 049872-60-8 4
	(+)-2-Aminoheptane	7673 006240-90-0 4
54	15.958 0.01 C:\Database\NIST05.L	
	1-Methyldodecylamine	56583 013205-57-7 9
	2-Hexanamine, 5-methyl-	7678 028292-43-5 4
	Acetic acid, hydroxy[(1-oxo-2-prop enyl)amino]-	20510 006737-24-2 4
55	16.053 0.01 C:\Database\NIST05.L	
	1-Methyldodecylamine	56583 013205-57-7 39
	1-Propanol, 2-amino-	872 000078-91-1 39
	1-Methyldecylamine	37095 013205-56-6 9
56	16.397 0.38 C:\Database\NIST05.L	
	Cyclohexene, 1-methyl-4-(5-methyl- 1-methylene-4-hexenyl)-, (S)-	59929 000495-61-4 95
	Cyclohexene, 1-methyl-4-(5-methyl- 1-methylene-4-hexenyl)-, (S)-	59932 000495-61-4 90
	Cyclohexene, 1-methyl-4-(5-methyl- 1-methylene-4-hexenyl)-, (S)-	59931 000495-61-4 89

57 16.465 0.02 C:\Database\NIST05.L  
 4-Methylpent-3-enylamine 3472 013296-28-1 9  
 Ethylamine, 2-(adamantan-1-yl)-1-methyl- 52043 1000310-59-0 9  
 ethyl-  
 Cyclobutanol 639 002919-23-5 9

58 16.568 0.01 C:\Database\NIST05.L  
 1-Methyldodecylamine 56583 013205-57-7 4  
 4-Fluorohistamine 12436 049872-60-8 4  
 Propylamine, 3-(furan-2-yl)-1-methyl- 17245 1000315-88-1 4  
 yl-

59 16.835 0.08 C:\Database\NIST05.L  
 Phosphorocyanidic diamide, tetramethyl- 30242 014445-60-4 38  
 thyl-  
 4-Fluorohistamine 12436 049872-60-8 23  
 1-[(1-Adamantyl)benzylidene]thiosemicarbazide 132776 1000222-83-3 9

60 16.929 0.01 C:\Database\NIST05.L  
 4-Fluorohistamine 12436 049872-60-8 9  
 3-Amino-2-ethylbutyric acid 13456 121006-12-0 9  
 1-Methyldodecylamine 56583 013205-57-7 9

61 16.989 0.01 C:\Database\NIST05.L  
 dl-Alanine 2116 000302-72-7 9  
 4-Fluorohistamine 12436 049872-60-8 9  
 1,2-Ethanediamine, N-methyl- 783 000109-81-9 9

62 17.754 0.02 C:\Database\NIST05.L  
 Ethylamine, 2-(adamantan-1-yl)-1-methyl- 52043 1000310-59-0 9



ethyl-

R-(-)-Cyclohexylethylamine 11530 005913-13-3 9

Acetic acid, hydroxy[(1-oxo-2-prop  
enyl)amino]- 20510 006737-24-2 9

63 18.200 0.01 C:\Database\NIST05.L

Acetic acid, [(aminocarbonyl)amino  
]oxo- 13684 000585-05-7 9

4-Fluorohistamine 12436 049872-60-8 9

Benzeneethanamine, 2-fluoro-.beta.  
,3-dihydroxy-N-methyl- 46925 103439-04-9 4

64 18.424 0.03 C:\Database\NIST05.L

R-(-)-Cyclohexylethylamine 11530 005913-13-3 9

4-Fluorohistamine 12436 049872-60-8 9

Acetic acid, hydroxy[(1-oxo-2-prop  
enyl)amino]- 20510 006737-24-2 9

65 18.595 0.74 C:\Database\NIST05.L

Bicyclo[5.2.0]nonane, 2-methylene-  
4,8,8-trimethyl-4-vinyl- 59917 242794-76-9 86

Caryophyllene 59800 000087-44-5 50

Naphthalene, 1,2,3,5,6,7,8,8a-octa  
hydro-1,8a-dimethyl-7-(1-methyleth  
enyl)-, [1S-(1.alpha.,7.alpha.,8a.  
alpha.)]- 60051 010219-75-7 46

66 18.707 0.54 C:\Database\NIST05.L

Diethyl Phthalate 72415 000084-66-2 98

Diethyl Phthalate 72412 000084-66-2 96

Diethyl Phthalate 72414 000084-66-2 95

67 18.930 0.03 C:\Database\NIST05.L  
 4-Fluorohistamine 12436 049872-60-8 38  
 2-Hexanamine, 5-methyl- 7678 028292-43-5 9  
 Tuaminoheptane 7670 000123-82-0 9

68 19.051 0.01 C:\Database\NIST05.L  
 4-Fluorohistamine 12436 049872-60-8 9  
 2-Methylaminomethyl-1,3-dioxolane 8265 057366-77-5 9  
 Cyclobutanol 647 002919-23-5 9

69 19.188 0.09 C:\Database\NIST05.L  
 Acetamide, 2-chloro- 2426 000079-07-2 40  
 Benzyl alcohol, p-hydroxy-.alpha.- 34505 000094-07-5 37  
 [(methylamino)methyl]-  
 1-.[.alpha.-(1-Adamantyl)benzyliden 132776 1000222-83-3 25  
 e]thiosemicarbazide

70 19.618 0.02 C:\Database\NIST05.L  
 Ethylamine, 2-(adamantan-1-yl)-1-m 52043 1000310-59-0 56  
 ethyl-  
 R-(-)-Cyclohexylethylamine 11530 005913-13-3 9  
 Acetamide, 2-cyano- 1310 000107-91-5 9

71 19.703 0.01 C:\Database\NIST05.L  
 1-Methyldodecylamine 56583 013205-57-7 9  
 1-Methyldecylamine 37095 013205-56-6 9  
 Thiophene-3-ol, tetrahydro-, 1,1-d 15431 013031-76-0 7  
 ioxide

72 19.858 0.01 C:\Database\NIST05.L

Ethyl hydrogen oxalate	8412 000617-37-8 4
R-(-)-Cyclohexylethylamine	11530 005913-13-3 4
Octodrine	12610 000543-82-8 4

73 19.978 0.02 C:\Database\NIST05.L

Ethylamine, 2-(adamantan-1-yl)-1-methyl-	52043 1000310-59-0 9
ethyl-	
1,2-Ethanediamine, N-methyl-	782 000109-81-9 4
1-Propanol, 2-amino-	869 000078-91-1 4

74 20.056 0.03 C:\Database\NIST05.L

1-[.alpha.-(1-Adamantyl)benzylidenethiosemicarbazide	132776 1000222-83-3 9
1-Methyldodecylamine	56583 013205-57-7 9
Ethylamine, 2-(adamantan-1-yl)-1-methyl-	52043 1000310-59-0 7
ethyl-	

75 20.279 0.03 C:\Database\NIST05.L

1-[.alpha.-(1-Adamantyl)benzylidenethiosemicarbazide	132776 1000222-83-3 42
1-Propanol, 2-amino-	872 000078-91-1 38
1-Methyldodecylamine	56583 013205-57-7 28

76 20.434 0.01 C:\Database\NIST05.L

Pterin-6-carboxylic acid	62284 000948-60-7 5
Acetic acid, hydroxy[(1-oxo-2-propenyl)amino]-	20510 006737-24-2 4
1-(5-Bicyclo[2.2.1]heptyl)ethylamine	17294 1000222-20-9 4

77 20.468 0.01 C:\Database\NIST05.L

Pterin-6-carboxylic acid 62284 000948-60-7 5  
1,2-Ethanediamine, N-methyl- 783 000109-81-9 4  
Ethylamine, 2-(adamantan-1-yl)-1-m 52043 1000310-59-0 4  
ethyl-

78 20.562 0.01 C:\Database\NIST05.L

dl-Alanine 2116 000302-72-7 9  
dl-Alanine 2115 000302-72-7 4  
d-Alanine 2113 000338-69-2 4

79 20.614 0.01 C:\Database\NIST05.L

Acetic acid, [(aminocarbonyl)amino 13684 000585-05-7 39  
]oxo-  
Cycloserine 4092 000068-41-7 9  
1-Methyldodecylamine 56583 013205-57-7 9

80 21.112 0.01 C:\Database\NIST05.L

1-Adamantanemethylamine, .alpha.-m 42411 013392-28-4 9  
ethyl-  
Acetic acid, [(aminocarbonyl)amino 13684 000585-05-7 9  
]oxo-  
Ethylamine, 2-(adamantan-1-yl)-1-m 52043 1000310-59-0 9  
ethyl-

81 21.834 0.01 C:\Database\NIST05.L

dl-Alanine 2116 000302-72-7 9  
Acetic acid, hydroxy[(1-oxo-2-prop 20510 006737-24-2 9  
enyl)amino]-  
(+)-2-Aminoheptane 7673 006240-90-0 9

82 22.675 0.01 C:\Database\NIST05.L

1-Methyldodecylamine	56583 013205-57-7 38
1,2-Ethanediamine, N-methyl-	783 000109-81-9 9
R-(-)-Cyclohexylethylamine	11530 005913-13-3 9

83 22.796 0.01 C:\Database\NIST05.L

1,2-Ethanediamine, N-methyl-	783 000109-81-9 9
Ethylamine, 2-(adamantan-1-yl)-1-methyl-	52043 1000310-59-0 9
ethyl-	
1-Adamantanemethylamine, .alpha.-methyl-	42411 013392-28-4 9
ethyl-	

84 23.028 0.01 C:\Database\NIST05.L

Cyclobutanol	647 002919-23-5 9
Pterin-6-carboxylic acid	62284 000948-60-7 5
Ethylamine	84 000075-04-7 4

85 23.191 0.01 C:\Database\NIST05.L

1-Propanol, 2-amino-	872 000078-91-1 36
Pterin-6-carboxylic acid	62284 000948-60-7 9
1-Methyldodecylamine	56583 013205-57-7 9

86 23.277 0.05 C:\Database\NIST05.L

Tenamfetamine	42206 051497-09-7 42
Tenamfetamine	42208 051497-09-7 36
1-(3,5-Dimethyl-1-adamantanoyl)semicarbazide	101830 351327-47-4 25

87 23.423 0.04 C:\Database\NIST05.L

Pterin-6-carboxylic acid	62284 000948-60-7 59
Octodrine	12612 000543-82-8 50
Cycloserine	4092 000068-41-7 39

88 24.007 0.01 C:\Database\NIST05.L  
dl-Alanine 2115 000302-72-7 4  
Alanine 2109 000056-41-7 4  
Tuaminoheptane 7666 000123-82-0 4

89 24.342 0.01 C:\Database\NIST05.L  
Ethylamine, 2-(adamantan-1-yl)-1-m 52043 1000310-59-0 38  
ethyl-  
4-Fluorohistamine 12436 049872-60-8 9  
3-Chloro-N-methylpropylamine 5000 065232-62-4 9

90 24.780 0.02 C:\Database\NIST05.L  
2-Butanamine, (S)- 740 000513-49-5 36  
Acetic acid, [(aminocarbonyl)amino 13684 000585-05-7 9  
]oxo-  
Benzeneethanamine, 2,5-difluoro-.b 70677 152434-78-1 9  
eta.,3,4-trihydroxy-N-methyl-

91 25.244 0.01 C:\Database\NIST05.L  
Acetic acid, [(aminocarbonyl)amino 13684 000585-05-7 9  
]oxo-  
Benzenemethanamine, 4-methoxy-N,N- 62755 122687-84-7 5  
dimethyl-.alpha.-(dimethylamino)-  
Benzaldehyde, 2-nitro-, diaminomet 62327 102632-31-5 4  
hylidenhydrazone

92 25.415 0.03 C:\Database\NIST05.L  
2-Butanamine, (S)- 740 000513-49-5 9  
Benzeneethanamine, 2-fluoro-.beta. 46927 103439-07-2 9  
,5-dihydroxy-N-methyl-

1-Methyldodecylamine 56583 013205-57-7 9

93 26.343 0.01 C:\Database\NIST05.L

4-Fluorohistamine 12436 049872-60-8 39  
Benzeneethanamine, 2-fluoro-.beta. 46927 103439-07-2 38  
,5-dihydroxy-N-methyl-  
Benzeneethanamine, 4-fluoro-.beta. 46926 103439-06-1 9  
,3-dihydroxy-N-methyl-

94 26.455 0.02 C:\Database\NIST05.L

Acetic acid, hydroxy[(1-oxo-2-prop 20510 006737-24-2 39  
enyl)amino]-  
Ethyl oxamate 8204 000617-36-7 9  
2-Methylaminomethyl-1,3-dioxolane 8265 057366-77-5 9

95 26.678 0.02 C:\Database\NIST05.L

Ethylamine, 2-(adamantan-1-yl)-1-m 52043 1000310-59-0 33  
ethyl-  
1-Methyldecylamine 37095 013205-56-6 28  
1-Propanol, 2-amino-, (.+/-)- 888 006168-72-5 9

96 27.992 0.01 C:\Database\NIST05.L

Acetic acid, hydroxy[(1-oxo-2-prop 20510 006737-24-2 36  
enyl)amino]-  
1-Methyldecylamine 37095 013205-56-6 36  
2-Butanamine, (S)- 740 000513-49-5 36

97 28.027 0.01 C:\Database\NIST05.L

3-Amino-2-ethyl-butyric acid 13456 121006-12-0 9  
Acetaldehyde 71 000075-07-0 4  
Benzaldehyde, 2-nitro-, diaminomet 62327 102632-31-5 4

hylidenhydrazone

98 28.121 0.23 C:\Database\NIST05.L  
Ethylamine, 2-(adamantan-1-yl)-1-m 52043 1000310-59-0 47  
ethyl-  
Benzyl alcohol, p-hydroxy-.alpha.- 34505 000094-07-5 38  
[(methylamino)methyl]-  
Benzyl alcohol, .alpha.-(1-aminoet 34499 000054-49-9 33  
hyl)-m-hydroxy-, (-)-

99 28.748 0.01 C:\Database\NIST05.L  
Acetic acid, hydroxy[(1-oxo-2-prop 20510 006737-24-2 9  
enyl)amino]-  
Amphetamine-3-methyl 22395 000588-06-7 9  
dl-Alanine 2116 000302-72-7 9

100 29.521 0.02 C:\Database\NIST05.L  
3-Amino-2-ethyl-butyric acid 13456 121006-12-0 9  
Acetic acid, hydroxy[(1-oxo-2-prop 20510 006737-24-2 9  
enyl)amino]-  
4-Fluorohistamine 12436 049872-60-8 9

ESSENCES1.M Wed Apr 04 13:45:12 2012

### Area Percent Report

Data Path : C:\MSDCHEM\1\DATA\TSIOPTS\  
Data File : OIL1.D  
Acq On : 4 Apr 2012 13:19



Operator :  
Sample :  
Misc :  
ALS Vial : 1 Sample Multiplier: 1

Integration Parameters: rteint.p

Integrator: RTE

Smoothing : ON

Filtering: 5

Sampling : 1

Min Area: 1000 Area counts

Start Thrs: 0.2

Max Peaks: 100

Stop Thrs : 0

Peak Location: TOP

If leading or trailing edge < 100 prefer < Baseline drop else tangent >

Peak separation: 5

Method : C:\MSDCHEM\1\METHODS\ESSENCES1.M

Title : 1

Signal : TIC: OIL1.D\data.ms

peak #	R.T. min	first scan	max scan	last scan	PK TY	peak height	corr. area	corr. % max	% of total
1	4.207	4	14	29	rVB8	3647	30012	0.15%	0.134%
2	5.058	110	113	120	rVB7	1006	2723	0.01%	0.012%
3	5.410	150	154	158	rVB4	953	2128	0.01%	0.009%
4	5.608	170	177	181	rVB5	667	1724	0.01%	0.008%
5	6.475	273	278	286	rVB	4181	6770	0.03%	0.030%
6	6.604	286	293	298	rVB	11877	21418	0.11%	0.095%
7	6.905	320	328	335	rVB3	3402	8764	0.04%	0.039%

8	7.137	350	355	358	rBV4	901	2430	0.01%	0.011%
9	7.463	384	393	399	rVV3	9942	20429	0.10%	0.091%
10	7.540	399	402	405	rVV3	1173	2183	0.01%	0.010%
11	7.618	405	411	414	rVV3	2739	5349	0.03%	0.024%
12	7.678	414	418	423	rVV2	10310	17952	0.09%	0.080%
13	7.781	427	430	432	rVV3	1422	2238	0.01%	0.010%
14	7.832	432	436	442	rVV8	1019	3490	0.02%	0.016%
15	7.944	442	449	453	rVV4	2734	5904	0.03%	0.026%
16	8.056	458	462	466	rVV5	1451	2747	0.01%	0.012%
17	8.167	470	475	481	rVB	20310	30186	0.15%	0.135%
18	8.305	486	491	497	rBV	191466	298514	1.50%	1.330%
19	8.391	497	501	507	rVB4	5772	12382	0.06%	0.055%
20	8.468	507	510	513	rBV3	1941	2832	0.01%	0.013%
21	8.915	553	562	569	rBV	60433	89784	0.45%	0.400%
22	9.078	576	581	588	rBV4	6906	12146	0.06%	0.054%
23	9.353	607	613	616	rBV2	616	1724	0.01%	0.008%
24	9.430	616	622	628	rVB5	3072	6676	0.03%	0.030%
25	9.611	636	643	648	rVV5	9936	23045	0.12%	0.103%
26	9.765	659	661	666	rVB2	822	1767	0.01%	0.008%
27	9.817	666	667	672	rBV2	833	1872	0.01%	0.008%
28	9.997	682	688	693	rVB5	2649	4916	0.02%	0.022%
29	10.281	718	721	727	rVB3	2148	3765	0.02%	0.017%
30	10.392	730	734	739	rVB6	888	1990	0.01%	0.009%
31	10.727	766	773	778	rBV	34382	57713	0.29%	0.257%
32	10.891	787	792	799	rVB	46537	78659	0.39%	0.350%
33	10.994	799	804	807	rBV2	4808	11358	0.06%	0.051%

34	11.097	809	814	817	rVV	21768	38237	0.19%	0.170%
35	11.148	818	820	823	rVV3	4650	7568	0.04%	0.034%
36	11.200	823	826	832	rVV3	12615	21858	0.11%	0.097%
37	11.269	832	834	837	rVV3	1387	2134	0.01%	0.010%
38	11.329	837	841	849	rVB6	3500	8425	0.04%	0.038%
39	11.449	852	855	859	rVV5	1090	1944	0.01%	0.009%
40	11.561	865	868	874	rVB5	1369	2985	0.01%	0.013%
41	11.664	878	880	883	rVB4	1124	1657	0.01%	0.007%
42	11.861	898	903	906	rBV	27521	42930	0.22%	0.191%
43	11.904	906	908	913	rVV2	7603	11307	0.06%	0.050%
44	11.973	913	916	920	rVB6	4016	6217	0.03%	0.028%
45	12.420	965	968	971	rBV3	3816	5597	0.03%	0.025%
46	12.514	973	979	990	rBV	548837	828333	4.15%	3.691%
47	12.669	990	997	1033	rBV	11598408	19962983	100.00%	88.951%
48	13.880	1135	1138	1146	rBV8	1749	4141	0.02%	0.018%
49	14.653	1220	1228	1235	rBV3	42204	90834	0.46%	0.405%
50	14.911	1253	1258	1265	rBV6	2531	8433	0.04%	0.038%
51	15.306	1297	1304	1310	rVB6	5651	13202	0.07%	0.059%
52	15.744	1352	1355	1358	rVB4	2098	3165	0.02%	0.014%
53	15.812	1358	1363	1366	rVB4	1076	2562	0.01%	0.011%
54	15.958	1377	1380	1385	rVB4	1106	2168	0.01%	0.010%
55	16.053	1388	1391	1393	rBV4	1327	2320	0.01%	0.010%
56	16.397	1422	1431	1437	rBV3	31508	85763	0.43%	0.382%
57	16.465	1437	1439	1448	rVB4	1347	3884	0.02%	0.017%
58	16.568	1448	1451	1453	rBV3	1362	2195	0.01%	0.010%
59	16.835	1468	1482	1490	rBV9	4422	18715	0.09%	0.083%

60	16.929	1492	1493	1497	rVB4	1232	1858	0.01%	0.008%
61	16.989	1498	1500	1504	rBV5	841	1626	0.01%	0.007%
62	17.754	1583	1589	1591	rVB6	1604	4758	0.02%	0.021%
63	18.200	1638	1641	1646	rBV3	839	1839	0.01%	0.008%
64	18.424	1663	1667	1673	rVB5	2631	6798	0.03%	0.030%
65	18.595	1677	1687	1693	rVV5	56551	165464	0.83%	0.737%
66	18.707	1693	1700	1722	rVB2	22408	121485	0.61%	0.541%
67	18.930	1722	1726	1733	rBV8	1747	6552	0.03%	0.029%
68	19.051	1738	1740	1745	rBV5	853	1672	0.01%	0.007%
69	19.188	1750	1756	1761	rBV6	9737	19697	0.10%	0.088%
70	19.618	1799	1806	1808	rBV6	1478	3828	0.02%	0.017%
71	19.703	1811	1816	1819	rVV4	1815	3104	0.02%	0.014%
72	19.858	1830	1834	1835	rVB3	1182	2059	0.01%	0.009%
73	19.978	1844	1848	1852	rBV4	1270	3587	0.02%	0.016%
74	20.056	1854	1857	1863	rVB4	2367	6310	0.03%	0.028%
75	20.279	1879	1883	1888	rBV5	3947	7114	0.04%	0.032%
76	20.434	1898	1901	1904	rVB3	1381	1952	0.01%	0.009%
77	20.468	1904	1905	1909	rVV3	1422	1690	0.01%	0.008%
78	20.562	1913	1916	1917	rVB2	1303	1617	0.01%	0.007%
79	20.614	1919	1922	1925	rVB3	1307	2650	0.01%	0.012%
80	21.112	1979	1980	1984	rVB3	1383	2480	0.01%	0.011%
81	21.834	2061	2064	2069	rBV4	795	1816	0.01%	0.008%
82	22.675	2158	2162	2165	rVB4	1454	2398	0.01%	0.011%
83	22.796	2175	2176	2181	rVB3	1685	2627	0.01%	0.012%
84	23.028	2200	2203	2207	rBV3	1075	2606	0.01%	0.012%
85	23.191	2219	2222	2226	rVB4	1624	2278	0.01%	0.010%

86	23.277	2226	2232	2236	rBV4	6390	12329	0.06%	0.055%
87	23.423	2246	2249	2256	rBV5	3452	8287	0.04%	0.037%
88	24.007	2314	2317	2319	rBV2	1214	2447	0.01%	0.011%
89	24.342	2355	2356	2362	rBV6	1171	1844	0.01%	0.008%
90	24.780	2403	2407	2409	rBV4	1656	3449	0.02%	0.015%
91	25.244	2460	2461	2464	rBV3	1095	1794	0.01%	0.008%
92	25.415	2476	2481	2488	rBV7	1532	6459	0.03%	0.029%
93	26.343	2586	2589	2591	rBV3	1387	2052	0.01%	0.009%
94	26.455	2599	2602	2609	rVB5	1279	3964	0.02%	0.018%
95	26.678	2623	2628	2633	rBV5	2085	4411	0.02%	0.020%
96	27.992	2778	2781	2783	rBV3	1883	2410	0.01%	0.011%
97	28.027	2783	2785	2786	rVV2	1309	1662	0.01%	0.007%
98	28.121	2787	2796	2811	rVB10	8623	50647	0.25%	0.226%
99	28.748	2867	2869	2873	rBV2	1106	2190	0.01%	0.010%
100	29.521	2958	2959	2966	rBV5	1789	3784	0.02%	0.017%

Sum of corrected areas: 22442741

Signal : TIC: OIL1.D\datasim.ms

peak #	R.T. min	first scan	max scan	last scan	PK TY	peak height	corr. area	corr. %	% of max.	% of total
1	6.609	289	294	303	rVB2	4144	6573	4.86%	1.976%	
2	7.683	414	419	430	rBV2	3106	4544	3.36%	1.366%	
3	8.164	470	475	482	rBV	4627	7447	5.50%	2.239%	
4	8.310	483	492	497	rVV	92540	135339	100.00%	40.689%	

5	8.920	556	563	577	rBV	19630	29713	21.95%	8.933%
6	10.895	788	793	801	rBV	7990	12264	9.06%	3.687%
7	12.519	974	980	991	rBV	3571	6180	4.57%	1.858%
8	12.673	991	998	1034	rVV	75607	126358	93.36%	37.989%
9	18.592	1674	1687	1707	rBV2	1299	4197	3.10%	1.262%

Sum of corrected areas: 332615

ESSENCES1.M Wed Apr 04 13:45:10 2012