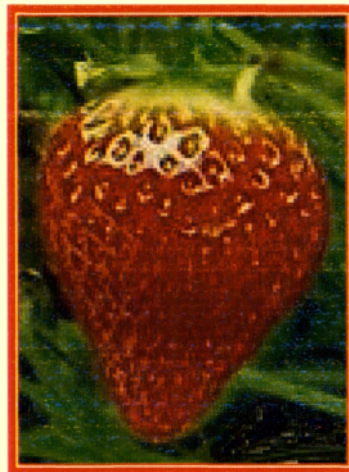




**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:  
«ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΗΣ ΦΡΑΟΥΛΑΣ, Η ΧΡΗΣΗ ΦΥΤΟΡΥΘΜΙΣΤΙΚΩΝ  
ΟΥΣΙΩΝ ΣΕ ΑΥΤΗΝ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ ΥΠΟΛΕΙΜΑΤΩΝ ΣΤΟ  
ΠΡΟΪΟΝ»**



**ΒΡΑΚΑΣ ΣΠΥΡΙΔΩΝ**

**ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ Ε. ΒΕΛΙΣΣΑΡΙΟΥ**

**ΚΑΛΑΜΑΤΑ, 2011  
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ .....	3
ΠΡΟΛΟΓΟΣ .....	4
1. ΦΡΑΟΥΛΑ.....	6
1.1. ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΦΡΑΟΥΛΑΣ & ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ.....	6
1.2. ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ & ΕΔΑΦΙΚΕΣ ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ .....	16
1.3. ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΦΡΟΝΤΙΔΕΣ & ΦΥΤΕΜΑ .....	17
1.3.1. ΛΙΠΑΝΣΗ, ΑΡΔΕΥΣΗ, ΦΥΤΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ .....	18
1.3.2. ΤΕΧΝΙΚΗ ΦΥΤΕΥΣΗΣ .....	26
2. ΦΥΤΟΡΥΘΜΙΣΤΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ .....	28
2.1. ΑΥΞΙΝΕΣ .....	29
Χρήση αυξινών στην καλλιέργεια της φράουλας .....	32
2.1.1 Τρόπος δράσης των αυξινών .....	38
2.2 ΓΙΒΒΕΡΕΛΛΙΝΕΣ .....	38
2.2.1 Χρήση γιββερελλινών στην καλλιέργεια της φράουλας .....	40
2.3 ΚΥΤΟΚΙΝΙΝΕΣ .....	43
2.3.1. Χρήση κυτοκινινών στην καλλιέργεια της φράουλας .....	45
2.4 ΠΑΡΕΜΠΟΔΙΣΤΕΣ ΑΥΞΗΣΗΣ.....	46
Χρήση επιβραδυντών αύξησης στην καλλιέργεια της φράουλας ..	50
2.4.1 Τρόπος δράσης των επιβραδυντών αύξησης .....	51
2.5 ΑΙΘΥΛΕΝΙΟ ΓΕΝΙΚΑ .....	51
Χρήση του αιθυλενίου στην καλλιέργεια της φράουλας .....	53
2.6 ΣΥΝΔΙΑΣΜΟΣ ΦΥΤΟΡΥΘΜΙΣΤΙΚΩΝ ΟΥΣΙΩΝ .....	56
3 ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ ΥΠΟΛΕΙΜΑΤΩΝ ΣΤΟ ΠΡΟΪΟΝ .....	58
3.1 ΕΚΧΥΛΙΣΗ ΜΕ ΑΚΕΤΟΝΙΤΡΙΑΙΟ (ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΥΓΡΗΣ	
ΧΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑΣ & ΦΑΣΜΑΤΟΜΕΤΡΙΑΣ ΜΑΖΑΣ ΤΡΙΠΛΟΥ	
ΤΕΤΡΑΠΟΛΟΥ) .....	59
4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....	65
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	67

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου σε όλο το διδακτικό προσωπικό του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Καλαμάτας για την επιμονή και υπομονή του στην μετάδοση των γνώσεών του κατά την φοίτησή μου, όπως και το διοικητικό προσωπικό για την εξυπηρέτηση που παρείχε.

Τον Καθηγητή του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Καλαμάτας και Εισηγητή μου κ. Δημήτριο Βελισσαρίου για την πολύτιμη βοήθεια και τις οδηγίες που μου προσέφερε, στην παροχή στοιχείων, στην εκτέλεση και την συγγραφή της παρούσας εργασίας.

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Οι αυξημένες διατροφικές ανάγκες του ανθρώπινου πληθυσμού σήμερα, έχουν καταστήσει αναγκαία την αναζήτηση καλλιεργητικών μεθόδων για ποιοτική και ποσοτική αύξηση των καλλιεργειών και των παραγώγων αυτών. Τα υψηλής ποιότητας παραγόμενα προϊόντα, με ήπιες καλλιεργητικές μεθόδους παραγωγής φιλικές προς το περιβάλλον, είναι σήμερα περιζήτητα στη αγορά γιατί είναι ασφαλή και υγιεινά για τον καταναλωτή.

Οι φυτορρυθμιστικές ουσίες είναι οι οργανικές ουσίες που δεν είναι θρεπτικά συστατικά ( δεν παρέχουν στο φυτό ενέργεια ή μεταλλικά στοιχεία ) και σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις ( < 1 Μm ) προάγουν, παρεμποδίζουν, ή τροποποιούν ποιοτικά την αύξηση και την ανάπτυξη των φυτών. Οι φυτορρυθμιστικές ουσίες διακρίνονται σε φυσικές και συνθετικές ουσίες. Οι ουσίες αυτές εφαρμόζονται σε μεγάλη κλίμακα τόσο σε χειμερινές καλλιέργειες θερμοκηπίου, όσο και σε πρώιμες ανοιξιάτικες καλλιέργειες υπαίθρου.

Μια τέτοια καλλιέργεια στην Ελλάδα είναι και η καλλιέργεια της φράουλας, η οποία είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη λόγω προσαρμογής στο κλίμα, καθώς είναι και αυτοφυές φυτό που βρίσκεται σε λοφώδεις, δασώδεις και ημιδασώδεις περιοχές, κύριο χαρακτηριστικό γνώρισμα του γεωγραφικού αναγλύφου της Ελλάδος. Η καλλιέργεια της φράουλας είναι σχετικά εύκολη και υπό ευνοϊκές συνθήκες μπορεί να αποδώσει τα μέγιστα. Η χρήση φυτορρυθμιστικών ουσιών διασφαλίζει τέτοιες αποδόσεις.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>

## 1.ΦΡΑΟΥΛΑ

### 1.1 ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ

#### ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Η εκλογή του κατάλληλου χωραφιού , αλλά και των σχετικών καλλιεργητικών φροντίδων για την φράουλα, καθορίζεται εφόσον ήμαστε γνώστες του φυτού, δηλαδή γνωρίζουμε επακριβώς τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της :

1. Την άνοιξη, όταν έχει γίνει η καρποφορία, η βλάστηση των φυτών είναι ιδιαίτερα έντονη και τότε τα φυτά βγάζουν νέες παραφυάδες (τους ονομαζόμενους στόλονες), οι οποίες , έως ότου ριζώσουν, μεγαλώνουν σε βάρος της μητρικής ρίζας.
2. Κατά τη νέα έντονη βλάστηση που παρουσιάζεται τους καλοκαιρινούς και κυρίως τους φθινοπωρινούς μήνες, τα φυτά συγκεντρώνουν τις θρεπτικές ουσίες, τις οποίες και θα χρησιμοποιήσουν για την καρποφορία της ερχόμενης περιόδου.
3. Τα μητρικά φυτά και οι παραφυάδες, κατά το τέλος του Αυγούστου με αρχές Σεπτεμβρίου, σχηματίζουν τα μάτια , που για να καρπίσουν είναι απαραίτητο να περάσουν, κατά τη διάρκεια του χειμώνα, από χαμηλές θερμοκρασίες ορισμένης διάρκειας.

## ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ ΦΡΑΟΥΛΑΣ

Οι ποικιλίες της φράουλας χωρίζονται σε : Α) Πρώιμες, Β) Μέσης εποχής(με μεγάλο καρπό), Γ) Όψιμες, Δ) Με παρατεταμένη καρποφορία

### ΠΡΩΙΜΕΣ

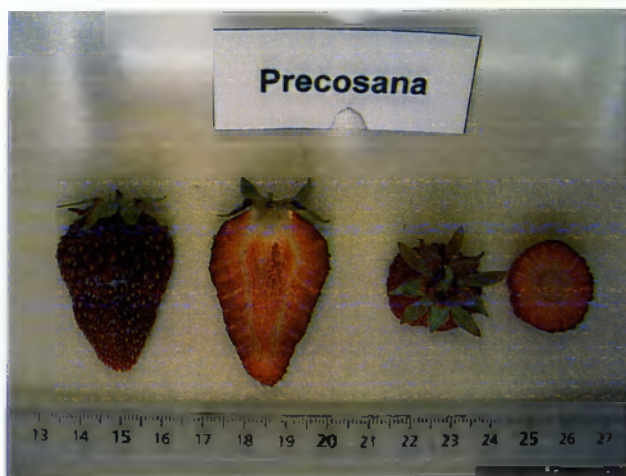
#### Σέγκα Παντακρουέλα ( Senga Pantagruella)

Από τις πιο πρώιμες ποικιλίες με εξαιρετική απόδοση (Βαρβέρης, Α. 1986). Ο καρπός της έχει μακρουλό σχήμα, ζωηρό κόκκινο χρώμα και εξαιρετικό άρωμα και η σάρκα της είναι σκληρή. Χρησιμοποιείται ως επιτραπέζια αλλά και στη βιομηχανία και διακρίνεται και για την πρωιμότητα της χωρίς κάλυμα.



#### Σέγκα Πρεκοζάνα ( Senga Precosana)

Ο καρπός της είναι κόκκινος, σκληρός και αρωματικός. Ανθεκτική στη συντήρηση και τις μεταφορές και καλλιεργείται τόσο στην ύπαιθρο όσο και με κάλυμμα σε κάθε περιοχή.



### **Ούμι Γκραντ (Hummi Grande)**

Αρκετά πρόιμη, με πολύ μεγάλο κόκκινο κωνικό καρπό, σάρκα σκληρή και χυμώδη, γλυκιά και χρωματισμένη. Ποικιλία μυρωδάτη, με μεγάλη απόδοση.



### **Μπέλ ε Μπόν (Belle et Bonne)**

Ποικιλία με μεγάλο στρογγυλό καρπό, που έχει γλυκιά γεύση. Χρησιμοποιείται φρέσκια. Προσαρμόζεται σε όλα τα κλίματα και είναι ανθεκτική στις μεταφορές. Καλλιεργείται στην ύπαιθρο.



### **Μαρί Φράνς (Marie France)**

Ποικιλία που έχει μεγάλο καρπό, σε σχήμα αχλαδιού, με λαμπερό κόκκινο χρώμα. Έχει καλή απόδοση, χρησιμοποιείται φρέσκια και καλλιεργείται στην ύπαιθρο.





Άλλες πολύ πρώιμες ποικιλίες με μεγάλη απόδοση και αντοχή στις μεταφορές είναι οι: **Αλίσο (Aliso)**

**Σεγκόγια (Sequoia)** και

**Σουπρίζε ντε Χάλ (Surprise des Halles)**

Οι τρεις αυτές ποικιλίες καλλιεργούνται ελάχιστα στη χώρα μας.

### **ΜΕΣΗΣ ΕΠΟΧΗΣ**

#### **Γκορέλα (Gorella)**

Ποικιλία με μεγάλο καρπό μακρουλού και κωνικού σχήματος, με κόκκινο χρώμα και σάρκα χυμώδη και γλυκιά. Έχει πολύ καλή αντοχή στις μεταφορές, ευδοκίμει ιδιαίτερα στις καλυμμένες καλλιέργειες, με εξαιρετική απόδοση. Είναι ανθεκτική στον ασβέστη του εδάφους και καλλιεργείται στη χώρα μας.



#### **Τιόγκα (Tioga)**

Φράουλα με μεγάλο ζωηρό κόκκινο καρπό, σάρκα σκληρή και χυμώδη. Έχει αντοχή στις μεταφορές και μεγάλη απόδοση. Παρόλο που είναι ευαίσθητη στον ασβέστη του εδάφους, καλλιεργείται περισσότερο από κάθε άλλη ποικιλία στη χώρα μας, γιατί είναι πολύ ανθεκτική στο Βοτρίτη.



### **Βόλα (Vola)**

Μεγαλόκαρπη ποικιλία με μακρουλό σχήμα. Έχει εξαιρετική εμφάνιση και πολύ μεγάλη απόδοση. Η συγκομιδή της είναι εύκολη. Χρησιμοποιείται φρέσκια και στη βιομηχανία. Καλλιεργείται στην ύπαιθρο.



### **Κέμπριτζ Φάβοριτ (Cambrige Favourite)**

Ποικιλία με μεγάλο ομοιόμορφο κωνικό καρπό, χρώματος κοκκινοπορτοκαλί. Η σάρκα του είναι σκληρή με καλή γεύση και είναι ανθεκτική στις μεταφορές. Έχει μεγάλη απόδοση και προσαρμόζεται σε όλα τα εδάφη και σε όλα τα κλίματα.



### **Φρέσνο (Fresno)**

Ποικιλία με σφαιρικό γυαλιστερό κόκκινο καρπό, σκληρή και χυμώδη σάρκα. Είναι ανθεκτική στις μεταφορές, προσαρμόζεται εύκολα στις θερμές χώρες και είναι ανθεκτική στις χλωρώσεις.



### **Σέγκα Φρουκτάνα (Senga Fructana)**

Ποικιλία με μεγάλο καρπό κόκκινου ανοιχτού χρώματος. Η σάρκα της είναι σκληρή και μυρωδάτη. Χρησιμοποιείται φρέσκια και είναι ανθεκτική στις ασθένειες. Καλλιεργείται στην ύπαιθρο.



Άλλες ποικιλίες μέσης εποχής, πολύ παραγωγικές, με εύκολη συγκομιδή, είναι **Σιβέτα (Sivetta)** και η **Τενίρα (Tenira)**, οι οποίες χρησιμοποιούνται φρέσκοι.

### **ΨΙΜΕΣ**

#### **Σέγκα Σεγκάνα (Senga Sengana)**

Ποικιλία με καρπό βαθύ κόκκινου χρώματος και γυαλιστερό. Η σάρκα της είναι ομοιόμορφα κόκκινη, υπόξινη και πλούσια σε άρωμα. Είναι ανθεκτική στις μεταφορές και καλλιεργείται στην ύπαιθρο. Χρησιμοποιείται φρέσκια και στη βιομηχανία.



### **Ντομανίλ (Domani)**

Ποικιλία πολύ όψιμη. Ο καρπός της είναι πολύ χοντρός, εύκολος στη συγκομιδή και ανθεκτικός στις μεταφορές. Έχει μεγάλη απόδοση, χρησιμοποιείται φρέσκια και καλλιεργείται στην ύπαιθρο.



### **Ρεντ Γκόντλετ (Red Gauntlet)**

Ποικιλία η οποία μπορεί να καλλιεργηθεί σε όλα τα κλίματα. Είναι πολύ μεγάλων αποδόσεων με μέτριο έως μεγάλο καρπό ανοιχτού κόκκινου χρώματος, κωνικό σχήμα και σάρκα υπόξινη αρκετά σκληρή. Έχει μεγάλη αντοχή στις μεταφορές, χρησιμοποιείται φρέσκια και καλλιεργείται στην ύπαιθρο.



### **Μοντρόζ (Montrose)**

Μοιάζει πολύ με τη Red Gauntlet. Δίνει φυτά ημιαναρριχώμενα και έχει πολύ μεγάλη απόδοση. Ο καρπός της είναι μεγάλος, κοκκινοπορτοκαλί χρώματος, πολύ σκληρός και ανθεκτικός στις μεταφορές. Καλλιεργείται στην ύπαιθρο.



### **Τάλισμαν (Talisman)**

Ποικιλία που μπορεί να καλλιεργηθεί σε όλα τα κλίματα, αλλά κυρίως κατάλληλη για θερμές χώρες. Ο καρπός της είναι αρκετά μεγάλος, κωνικός, με ανοιχτό κόκκινο χρώμα και σάρκα σκληρή και γλυκιά. Έχει μεγάλη απόδοση και χρησιμοποιείται κυρίως στη βιομηχανία.



## **ΜΕ ΠΑΡΑΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΚΑΡΠΟΦΟΡΙΑ**

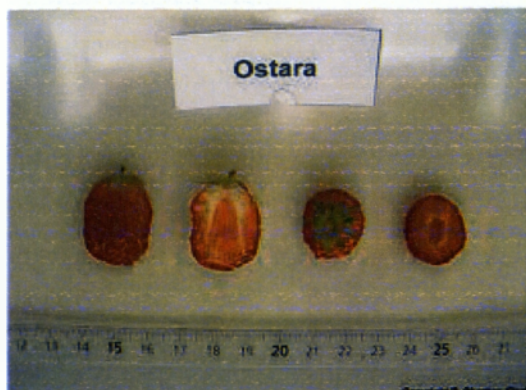
### **Ούμοι Ζέντο (Hummi Gento)**

Μεγάλος και ομοιόμορφος καρπός με σάρκα σκληρή χυμώδη και πολύ γλυκιά. Έχει μεγάλη αντοχή στις μεταφορές και μεγάλη απόδοση.



### **Οστάρα (Ostara)**

Καρποφορεί από Μάιο έως και Νοέμβριο. Ο καρπός είναι κανονικός κωνικός με ομοιόμορφα κόκκινο χρώμα. Η σάρκα του είναι χυμώδεις και σκληρή με ευχάριστη γεύση. Έχει πολύ καλή απόδοση, χρησιμοποιείται φρέσκια και καλλιεργείται στην ύπαιθρο.



### **Προφυζιόν (Profusion)**

Εύρωστη ποικιλία που αντέχει στην κονσερβοποίηση. Η σάρκα της έχει ανοιχτό χρώμα και καρποφορεί έως και το Φθινόπωρο.



### **Σαν Ριβάλ (Sans Rivales)**

Ο καρπός της έχει ανοιχτό κόκκινο χρώμα και μεσαίο μέγεθος. Είναι ποικιλία που ανανεώνεται κάθε χρόνο για να μη ξεραίνεται. Καρποφορεί από Μάιο έως Οκτώβριο, χρησιμοποιείται φρέσκια, είναι ανθεκτική στον βύττιη και καλλιεργείται στην ύπαιθρο.



## 1.2 ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΕΔΑΦΙΚΕΣ ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ

### Κλιματικές προϋποθέσεις

Είναι σημαντικό να μελετήσουμε τις κλιματικές προϋποθέσεις της καλλιέργειας της φράουλας καθώς είναι ένα φυτό με πολύ μεγάλη προσαρμοστικότητα που μπορεί να καλλιεργηθεί σε ευρύτατες γεωγραφικές ζώνες και σε υψόμετρο έως 1,100 μέτρα πάνω από τη θάλασσα, γι' αυτό και στη χώρα μας καλλιεργείται εντατικά στο κεντρικό και νότιο τμήμα της.

Συγκεκριμένα προτιμά τις δροσερές περιοχές ενώ στις πρώιμες υποφέρει από την ξηρασία και χρειάζεται συχνά ποτίσματα. Αντέχει στις χαμηλές θερμοκρασίες του Χειμώνα και αν η ρίζα της προστατεύεται από πλαστικό κάλυμα δεν επηρεάζεται από το χιόνι. Όταν ωστόσο οι παγωνιές, κυρίως της Άνοιξης, συμπέσουν με την εποχή της τρυφερής βλάστησης ή της καρποφορίας του φυτού υπάρχει περίπτωση ολικής καταστροφής του φυτού.

Όσον αφορά τις βροχοπτώσεις, έχουν ευεργετική δράση στην ανάπτυξη του φυτού με εξαίρεση τις καταρακτώδεις βροχές την περίοδο της άνθησης και της καρποφορίας, οπότε στην πρώτη περίπτωση πέφτουν τα άνθη και στην δεύτερη περίπτωση μαλακώνουν και σαπίζουν οι καρποί.

Ενδεδειγμένες θερμοκρασίες βλάστησης της φράουλας είναι έως 10°C, ανθοφορίας στους 20-22°C και ωρίμανσης του καρπού στους 25-30°C.

### Εδαφικές προϋποθέσεις

Όσο σημαντικές είναι κλιματικές συνθήκες για την καλλιέργεια της φράουλας άλλο τόσο σημαντική είναι και η κατάλληλη εκλογή εδάφους.

Το φυτό της φράουλας επιτυγχάνει τις μέγιστες αποδόσεις σε χωράφια με μέση σύσταση αμμοαργιλώδη, δηλαδή σε λεπτά ελαφρά εδάφη με αρκετή άμμο και πλούσια σε οργανικές ουσίες. Αντιθέτως σε βαρύτερα εδάφη με όχι καλό αποστραγγιστικό σύστημα κατά τους χειμερινούς μήνες, η ρίζα καταστρέφεται από την υπερβολική υγρασία. Επιπλέον είναι αξιοσημείωτο ότι επειδή η φράουλα είναι φυτό με επιπόλαιο ριζώμα με αποτέλεσμα να μη μπορεί να εκμεταλλευτεί την υγρασία των βαθύτερων στρωμάτων του εδάφους, σε χωράφια με πολύ ελαφριά και αμμουδερή σύσταση η διατήρηση των φυτών κατά τους θερινούς μήνες είναι προβληματική (<http://petie.4umer.com>).



Συμπερασματικά, στην καλλιέργεια της φράουλας είναι σημαντική το έδαφος να έχει καλό αρδευτικό και αποστραγγιστικό σύστημα. Παράλληλα, είναι απαραίτητη η αποφυγή ασβεστούχων εδαφών καθώς και εδαφών που υποφέρουν από παγετούς και πολύ χαμηλές θερμοκρασίες. Τέλος, πρέπει να αποφεύγονται εδάφη όπου έχουν προηγηθεί καλλιέργεια καλαμποκιού και έχει χρησιμοποιηθεί ζιζανιοκτόνα όπως το Simazine και εδάφη στα οποία έχουν προηγηθεί καλλιέργειες ευαίσθητες στο βερτισίλιο, όπως τομάτα, πατάτα, βαμβάκι, μελιτζάνα και πιπεριά.

### 1.3 ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΦΡΟΝΤΙΔΕΣ ΚΑΙ ΦΥΤΕΜΑ

Για την εγκατάσταση μιας φυτείας φράουλας πρέπει να γίνει σχολαστική και πλήρης κατεργασία του εδάφους. Ο λόγος για τον οποίο συμβαίνει αυτό είναι 'το το φυτό της φράουλας είναι πολύ ευαίσθητο και οποιαδήποτε παράλειψη ή αποτυχία στη φάση αυτή θα έχει σοβαρές συνέπειες στην απόδοση του φυτού και βαρύτερες οικονομικές επιπτώσεις στον παραγωγό.

#### **Καλλιέργεια –Απολύμανση**

Όταν το έδαφος στον οποίο θα εγκαταστήσουμε την καλλιέργεια είναι πατημένο ή πολύ υγρό, δηλαδή οι συνθήκες καλλιέργειας δεν είναι κανονικές, τότε το φυτό είναι ευάλωτο σε πληθώρα μυκητών. Στην περίπτωση αυτή τα φυτά δεν μπορούν να ριζοβολήσουν και είναι υπερβολικά ευαίσθητα σε όλες τις ασθένειες και τους μύκητες. Έτσι, είναι απαραίτητη η καλή προετοιμασία του εδάφους, δηλαδή, τουλάχιστον ένα ή δύο βαθιά οργώματα με απαραίτητη συνοδεία απολύμανσης και λίπανσης.

Για την αποφυγή προσβολής του φυτού από έντομα εδάφους, νηματώδεις, βερτισίλιο και άλλους μύκητες στο λαιμό και τη ρίζα του, χρειάζεται διεξοδική απολύμανση. Συγκεκριμένα, απαιτείται χημική καταπολέμηση, η οποία ανάλογα με το είδος της δραστικής ουσίας του φαρμάκου καθορίζει το χρόνο που θα απαιτηθεί για την εργασία της απολύμανσης. Τα συνηθέστερα φυτοπροσταυτικά προϊόντα μεταξύ άλλων που χρησιμοποιήθηκαν στο παρελθόν ευρύτατα ήταν το βρωμιούχο μεθύλιο ενώ στις μέρες μας χρησιμοποιείται η φορμαλδεΰδη, η χλωροπικρίνη και το βαπάμ. Σε περιπτώσεις που θέλουμε ηπιότερη μορφή απολύμανσης προτείνεται η ηλιοαπολύμανση ή με ατμό. Οι δύο τελευταίες μορφές απολύμανσης εφαρμόζονται κυρίως σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες που οι συνθήκες και το μέγεθος της καλλιέργειας είναι ελεγχόμενα.

### **1.3.1 Λίπανση - Άρδευση - Φυτοπροστασία**

#### **Λίπανση**

Τα φυτά για να αναπτυχθούν και να αποδώσουν ικανοποιητικά, χρησιμοποιούν τα θρεπτικά στοιχεία του εδάφους τα οποία παίρνουν με το εδαφικό διάλυμα. Τα κύρια θρεπτικά στοιχεία τα οποία χρησιμοποιεί το φυτό σε μεγάλες ποσότητες είναι: το άζωτο, ο φώσφορος και το κάλιο. Τα υπόλοιπα θρεπτικά στοιχεία: το ασβέστιο, το θείο και το μαγνήσιο τα φυτά τα χρησιμοποιούν σε μικρές ποσότητες. Τα ιχνοστοιχεία, από τα οποία τα φυτά χρησιμοποιούν ελάχιστες ποσότητες, είναι: ο σίδηρος, ο ψευδάργυρος, ο χαλκός, το βόριο, το μαγγάνιο, το μολυβδαίνιο και το χλώριο. Όλα τα παραπάνω θρεπτικά στοιχεία παίρνονται από τα φυτά με τη μορφή ιόντων που βρίσκονται διαλυμένα μέσα στο νερό του εδάφους.

Όσον αφορά τα φυτά της φράουλας, η λίπανση χωρίζεται σε τρία στάδια: α. Πριν από το φύτεμα, β. Μετά από το φύτεμα και γ. Μετά την συγκομιδή.

#### **α. Πριν από το φύτεμα.**

Ως βασική λίπανση χρησιμοποιείται πέντε τόνοι κοπριάς στο στρέμμα, πέντε με έξι μήνες πριν το φύτεμα και προστίθεται περίπου 100 κιλά μικτό λίπασμα τύπου 11-15-15 ή 16-20-0 ή 20-10-0 ή 15-15-15 ανάλογα με τις απαιτήσεις του εδάφους. Τα παραπάνω λιπάσματα είναι βραδείας αποδέσμευσης που αν και είναι ακριβότερα είναι πιο αποτελεσματικά. Οι μεγάλες δόσεις αζώτου (νιτρικής μορφής) πρέπει να αποφεύγονται γιατί μπορεί να γίνουν επιζήμιες. Επιπρόσθετα, πρέπει να αποφεύγεται η λίπανση του χωραφιού τις πρώτες δεκαπέντε μέρες μετά τη φύτευση.

#### **β. Μετά από το φύτεμα.**

Ως επιφανειακή λίπανση και εφόσον δεν αναπτύσσεται κανονικά το φυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί νιτρική αμμωνία ή αντίστοιχος τύπος λιπάσματος 10-15 κιλά στο στρέμμα. Προτιμάται να γίνεται ομοιόμορφη κατανομή του λιπάσματος και όχι γραμμική όπως συνηθίζεται σε άλλες καλλιέργειες. Άν τέλος του Χειμώνα με αρχές Άνοιξης η ανάπτυξη δεν είναι και πάλι ικανοποιητική, μπορεί να γίνει και μια δεύτερη επιφανειακή λίπανση, με τον ίδιο τύπο και κιλά λιπάσματος και με τον ίδιο τρόπο, έτσι ώστε να ξυπνήσουν τα φυτά από τον λήθαργο και να ενισχυθεί η ανάπτυξή τους.

#### **γ. Μετά την συγκομιδή.**

Στις περιπτώσεις που η φυτεία διατηρείται και δεύτερο χρόνο, γίνεται λίπανση η δόση της οποίας είναι περίπου 100 κιλά μικτού λιπάσματος τύπου 11-15-15 σε μία ή δύο εφαρμογές.

Συμπερασματικά, για μια αναμενόμενη παραγωγή 3 τόνου/στρέμμα η λίπανση πρέπει να είναι:

Άζωτο (N) : 20 – 35 μονάδες/στρέμμα

Φώσφορος (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) : 5 – 15 μονάδες/στρέμμα

Κάλιο (K<sub>2</sub>O) : 30 – 45 μονάδες/στρέμμα

Μαγνήσιο (MgO) : 10 – 15 μονάδες/στρέμμα

### Βασική Λίπανση

Φώσφορος: το 100 % της ποσότητας (22 – 24 μονάδες/στρέμμα)

Κάλιο: τα 2/3 της ποσότητας (25 – 27 μονάδες/στρέμμα)

### Επιφανειακή Λίπανση

Επίσης εναλλακτικά μπορεί να γίνουν 4–5 υδρολίπανσεις με Νιτρική ή Θεϊκή Αμμωνία κατά τη διάρκεια των οποίων θα δοθούν 10 – 15 μονάδες Αζώτου.

Το υπόλοιπο Άζωτο (22 – 23 μονάδες/στρέμμα) και Κάλιο (13 μονάδες/στρέμμα) θα δοθούν κατά την περίοδο της ανάπτυξης των καρπών, μέσω του συστήματος άρδευσης, με τη μορφή Νιτρικού Καλίου.

Όταν πρόκειται να κρατήσουμε την καλλιέργεια για δεύτερο χρόνο, θα πρέπει να γίνει υδρολίπανση με άζωτο (N) με 5 – 8 μονάδες/στρέμμα και συγκεκριμένα:

- μετά την αποφύλλωση
- μετά 10 – 15 ημέρες πριν από την έναρξη του νέου βλαστικού κύκλου.

### **Φυτοπροστασία**

Στη φυτοπροστασία είναι πολύ σημαντικό να επιλέγεται το κατάλληλο γεωργικό φάρμακο με γνώμονα τον εχθρό ή την ασθένεια, την αποτελεσματικότητα, την οικονομία και την υπολειμματικότητα του ώστε να τηρείται πιστά ο χρόνος ασφάλειας.

Επιπλέον, θα πρέπει να ακολουθούνται οι παρακάτω γενικές οδηγίες για την σωστή χρήση και αποτελεσματικότερη φυτοπροστασία:

- Να εφαρμόζεται η χαμηλή δοσολογία που συστήνεται στην ετικέτα. Η δόση που καθορίζεται στην ετικέτα για 100 λίτρα νερό, είναι αρκετή για να καλυφθεί ένα δεκάριο (1000 τετρ. μέτρα) με φράουλα. Η δόση αυτή μπορεί να χρησιμοποιείται με λιγότερο νερό (40-60 λίτρα/δεκάριο) με σχετική τροποποίηση του ψεκαστήρα. Αυτό

επιτυγχάνεται με αύξηση της πίεσης του ψεκαστήρα και τη χρήση κατάλληλων ακροφυσίων.

- Να αποφεύγονται οι ψεκασμοί όταν η θερμοκρασία είναι χαμηλή και η ηλιοφάνεια είναι περιορισμένη. Με τις συνθήκες αυτές η διάσπαση των γεωργικών φαρμάκων επιβραδύνεται.

- Να χρησιμοποιούνται μόνο τα γεωργικά φάρμακα που έχουν εγκριθεί για τις φράουλες και αναφέρονται στο πολυγραφημένο αυτό φυλλάδιο. Επίσης, οι ψεκασμοί να γίνονται μετά τη συγκομιδή του καρπού για να μη μολύνεται η παραγωγή.

Οι εγκεκριμένες δραστικές ουσίες για την καλλιέργεια της φράουλας σύμφωνα με το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων για το τρέχον έτος φαίνονται στον παρακάτω Πίνακα (Πίνακας1):

**Πίνακας 1. Κατάλογος φυτοπροστατευτικών προϊόντων και βιοκτόνων της φράουλας (www.minagric.gr).**

<b>Δραστική Ουσία</b>	<b>Κατηγορία</b>
<b><u>Ampelomyces quisqualis</u></b>	ΜΥΚΗΤΟΚΤΟΝΟ
<b><u>Azoxystrobin</u></b>	ΜΥΚΗΤΟΚΤΟΝΟ
<b><u>Beauveria bassiana</u></b>	ΕΝΤΟΜΟΚΤΟΝΟ
<b><u>Bupirimate</u></b>	ΜΥΚΗΤΟΚΤΟΝΟ
<b><u>Copper hydroxide</u></b>	ΜΥΚΗΤΟΚΤΟΝΟ
<b><u>Copper oxide</u></b>	ΜΥΚΗΤΟΚΤΟΝΟ
<b><u>Cyprodinil</u></b>	ΜΥΚΗΤΟΚΤΟΝΟ
<b><u>Deltamethrin</u></b>	ΕΝΤΟΜΟΚΤΟΝΟ
<b><u>Etozazole</u></b>	ΑΚΑΡΕΟΚΤΟΝΟ
<b><u>Fenhexamid</u></b>	ΜΥΚΗΤΟΚΤΟΝΟ
<b><u>Ferric phosphate</u></b>	ΚΟΧΛΙΟΛΕΙΜΑΤΟΚΤΟΝΟ
<b><u>Fludioxonil</u></b>	ΜΥΚΗΤΟΚΤΟΝΟ
<b><u>Fosetyl aluminium</u></b>	ΜΥΚΗΤΟΚΤΟΝΟ
<b><u>Gibberellic acid</u></b>	ΦΥΤΟΡΡΥΘΜΙΣΤΙΚΗ ΟΥΣΙΑ
<b><u>Iprodione</u></b>	ΜΥΚΗΤΟΚΤΟΝΟ
<b><u>Laminarin</u></b>	ΑΛΛΟ ΓΕΩΡΓΙΚΟ ΦΑΡΜΑΚΟ
<b><u>Lenacil</u></b>	ΖΙΖΑΝΙΟΚΤΟΝΟ
<b><u>MCPA</u></b>	ΦΥΤΟΡΡΥΘΜΙΣΤΙΚΗ ΟΥΣΙΑ
<b><u>Mepanipyrim</u></b>	ΜΥΚΗΤΟΚΤΟΝΟ
<b><u>Milbemectin</u></b>	ΑΚΑΡΕΟΚΤΟΝΟ
<b><u>Napropamide</u></b>	ΖΙΖΑΝΙΟΚΤΟΝΟ
<b><u>Pendimethaline</u></b>	ΖΙΖΑΝΙΟΚΤΟΝΟ
<b><u>Pyrimicarb</u></b>	ΕΝΤΟΜΟΚΤΟΝΟ
<b><u>Quizalofop-p-ethyl</u></b>	ΖΙΖΑΝΙΟΚΤΟΝΟ

Οι κυριότεροι εχθροί που αντιμετωπίζει η καλλιέργεια της φράουλας:

#### **A. Αφίδες (Aphis sp.)**

Οι αφίδες είναι έντομα που προσβάλλουν τα φύλλα και τους τρυφερούς βλαστούς και αντιμετωπίζονται συνήθως με τρεις – τέσσερις ψεκασμούς, κατά το διάστημα από την άνθιση μέχρι λίγο πριν την συγκομιδή, αλλά πάντοτε αφού πρώτα εμφανιστούν. Τα εγκεκριμένα από το Υπουργείο Αγρ. Αν. και Τροφίμων, όπως φαίνεται και στον Πίνακα 1 είναι το Primicarb Και το Deltamethrin.



#### **B. Τετράνυχος**

Ο τετράνυχος προσβάλλει συνήθως τα φύλλα, συγκεκριμένα βρίσκεται κατά τη χειμερινή και θερινή περίοδο στην κάτω επιφάνεια του φύλλου, ενώ η πάνω επιφάνεια φαίνεται ξεθωριασμένη.

Ο κόκκινος τετράνυχος

(*Metatetranychus ulmi* ) αντιμετωπίζεται

με το σκεύασμα Milbemectin και

φαίνεται χαρακτηριστικά στη διπλανή

Εικόνα.





Οι δραστικές ουσίες που εφαρμόζονται για την αντιμετώπιση του κίτρινου τετρανύχου (*Tetranychus urticae*) είναι *Beauveria bassiana*, Etoxazole και Mibelmectin.

Οι κυριότερες ασθένειες που αντιμετωπίζει η καλλιέργεια της φράουλας:

#### **A. Βοτρύτης (*Botrytis cinerea*)**

Προκαλεί σάπισμα των καρπών της φράουλας. Η μόλυνση ξεκινάει κατά την περίοδο της ανθοφορίας και ευνοείται από την υψηλή υγρασία. Συνιστώνται ψεκασμοί κάθε οχτώ μέρες, με τον πρώτο να γίνεται όταν αρχίζει η ανθοφορία. Μπορεί επίσης να συνεχιστούν οι ψεκασμοί μέχρι και λίγο πριν από την συγκομιδή (ανάλογα με τις οδηγίες της ετικέτας του φυτοφαρμάκου) (Βαρβέρης, Λ. 1986).

Τα εγκεκριμένα φυτοφάρμακα σύμφωνα με τις οδηγίες του Υπουργείου Αγρ. Αν. και Τροφίμων είναι Cyprodinil, Fenhexamid, Fludioxonil, Iprodione και Meramipryrim.



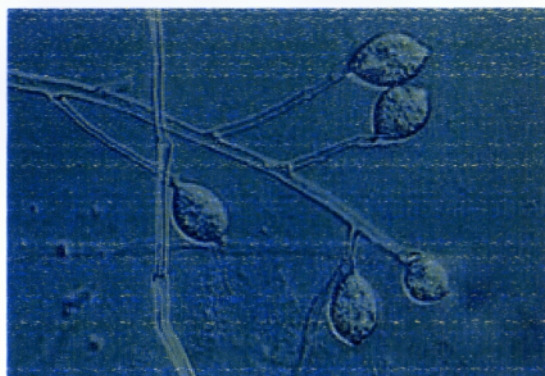
#### **B. Ωίδιο (*Sphaceloma manihoticola*)**

Το σύμπτωμα είναι ένα άσπρο χνούδι πάνω στα φύλλα, το οποίο σταδιακά προκαλεί τη νέκρωση του φύλλου. Το εγκεκριμένο φυτοφάρμακο σύμφωνα με τις οδηγίες του Υπουργείου Αγρ. Αν. και Τροφίμων είναι το Laminarin.



### **Γ. Περονόσπορος (*Plasmopara viticola*)**

Ο περονόσπορος αντιμετωπίζεται κυρίως με προληπτικά μέσα και ως τέτοιο είναι η αποφυγή υπερβολικής ποσότητας νερού κοντά στο λαιμό του φυτού. το κύριο σύμπτωμα είναι η εμφάνιση ενός υπόλευκου στρώματος σαν βαμβάκι που μπορεί να καλύψει εντελώς βλαστούς και φύλλα. Τα τυπικά συμπτώματα του περονόσπορου είναι καφέτιασμα και νέκρωση των φύλλων και καφέ ξηρή σήψη στους καρπούς Το εγκεκριμένο μηκυτοκτόνο σύμφωνα με τις οδηγίες του Υπουργείου Αγρ. Αν. και Τροφίμων είναι το Copper hydroxide.



### **Ζιζαντιοκτονία**

Η χρήση ζιζανιοκτόνων πρέπει να αποφεύγεται σε θερμοκήπια, ιδιαίτερα όταν πρόκειται να ακολουθήσει άλλη ευαίσθητη φυτεία. Δυνατό να χρησιμοποιηθούν τα ακόλουθα ζιζανιοκτόνα: Ντεβρινόλ, Στομπ, Στομθαλίν, Πετανάλ, Πετασίπ, Φιουσιλέιτ Σούπερ, Γκάλαντ, Ατζίλ, Λείζερ, Φόκους και Ιλλοξάν. Εφαρμόζονται κατά τη μεταφύτευση ή στα πρώτα στάδια της φυτείας μέχρι την έναρξη της άνθησης, σύμφωνα με τις οδηγίες της ετικέτας.



Τα ζιζάνια που συναντώνται στην καλλιέργεια της φράουλας είναι 84 γνωστά είδη σύμφωνα με το Υπουργείο Αγρ. Αν. και Τροφίμων μεταξύ αυτών πολλά αγρωστώδη ετήσια (μουχρίτσα, ήρα κ.α.) και πολυετή (αγριάδα, κύπερη, βέλιουρα κ.α.), πλατύφυλλα ετήσια (κολιτσίδα, αγριοντοματιά, γλιστρίδα κ.α.) και πολυετή (λάπαθο, οξαλίδα κ.α.) και γι'αυτό συνιστάται η κάλυψη του εδάφους με μαύρο πλαστικό έτσι ώστε να αποφευχθεί η ανάπτυξη ζιζανίων και παραφυάδων.

### Άρδευση

Η άρδευση έχει πολύ μεγάλη σημασία για την καλλιέργεια της φράουλας. Αρχικά, κατά τις πρώτες ημέρες της φύτευσης καλό είναι να εφαρμόζεται ένα πλούσιο πότισμα για την ψύξη των φυτών, ενώ στη συνέχεια η άρδευση που συνήθως πραγματοποιείται είναι η στάγδην. Προτείνεται πριν το κανονικό πότισμα να εξασφαλίσουμε την εξομάλυνση της επιφάνειας του εδάφους και να ανοίξουμε αυλάκια για την διακίνηση του νερού, έτσι ώστε να μη λιμνάζει το νερό σε κοιλάτητες.



Στις θερμότερες περιοχές της χώρας μας που ο κίνδυνος της ξηρασίας είναι μεγάλος εφαρμόζουμε το σύστημα της τεχνητής βροχής.

Μετά τη φύτευση, το φυτό πρέπει να ποτίζεται αμέσως και τα ποτίσματα να γίνονται σε τακτά χρονικά διαστήματα έως ότου αναπτυχθεί το ριζικό σύστημα των φυτών.



### 1.3.2 Τεχνική φύτευσης

Η φύτευση είναι η πιο σημαντική εργασία γιατί από αυτήν εξαρτάται η επιτυχία της καλλιέργειας. Μεγάλη σημασία έχουν:

A. Η σωστή τοποθέτηση των ριζών. Κατά την διάρκεια της φύτευσης οι ρίζες πρέπει να τοποθετούνται σωστά χωρίς να κοπούν ή να διπλωθούν στο έδαφος και να μη ταλαιπωρούνται με υπερβολική συμπίεση.

B. Κατάλληλη εποχή φύτευσης. Στα φυτά υπαίθρου μετά την παραλαβή τους φυτεύονται απευθείας στην οριστική τους θέση κατά τους μήνες Σεπτέμβριο με Οκτώβριο. Ενώ στα φυτά ψυγείου η φύτευση γίνεται κατά τον Ιούνιο με Ιούλιο και το αργότερο μέχρι 10 Αυγούστου, δηλαδή στη θερμότερη και επομένως ξηρότερη εποχή του χρόνου γι' αυτό και ποτίζουμε αμέσως.

Γ. Πυκνότητα των φυτών. Οι αποστάσεις φύτευσης σε χωράφι με 3.000-5.000 φυτά ανα στρέμμα είναι 0,40m x 0,40m έως 0,50m x 0,60m. Ενώ στο θερμοκήπιο με 7.000 φυτά ανα στρέμμα η απόσταση είναι 0,30m x 0,30m σε λωρίδες τριπλής σειράς.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>

## 2. ΦΥΤΟΡΥΘΜΙΣΤΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ

Τα τελευταία χρόνια λόγω της μεγάλης μεταβολής που έχει επέλθει στην βελτίωση των φυτών, στη λίπανση, στη φυτοπροστασία και στην εκμηχάνιση της γεωργίας παρατηρείται αύξηση της παραγωγικότητας στον τομέα της γεωργίας. Παρόλο που έγιναν επανασταστικές αλλαγές στη γεωργία και των αναπτυγμένων και των αναπτυσσόμενων χωρών με την χρήση των γεωργικών φαρμάκων και λιπασμάτων δεν συνδυάστηκε με το αναμενόμενο οικονομικό όφελος για αυτές. Έτσι δημιουργήθηκε η ανάγκη για μεγαλύτερη αύξηση της παραγωγικότητας και για το λόγο αυτό εφαρμόστηκαν νέες τεχνολογίες στην αρχή του 21<sup>ου</sup> αιώνα για να υπάρξει μια εξισορρόπηση μεταξύ προσφοράς και ζήτησης αγαθών. Μια τέτοια τεχνολογία είναι η εφαρμογή χημικών ουσιών που τροποποιεί το μοντέλο ανάπτυξης των φυτών, δηλαδή η χρήση φυτορυθμιστικών ουσιών (Κιτσάκη, Χρ. 1992).

Φυτορυθμιστική ουσία (ή φυτορμόνη) είναι μια οργανική ουσία που δεν είναι θρεπτικό συστατικό, δεν παρέχει δηλαδή στο φυτό ενέργεια ή απαραίτητα μεταλλικά στοιχεία και που σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις (<1μM) προάγει, παρεμποδίζει ή τροποποιεί ποιοτικά την αύξηση και την ανάπτυξη του φυτού.

Η ιδέα της χρήσης των φυτορυθμιστικών ουσιών για την αύξηση και ανάπτυξη των φυτών ξεκίνησε την δεκαετία του '30 με την ανακάλυψη των πρώτων φυσικών και στην συνέχεια των συνθετικών φυτορυθμιστικών ουσιών (Πασπάτης, Ε. Α. 1987).

Συνθετική αυξίνη χρησιμοποιήθηκε το 1936 ενώ την δεκαετία του '40 ακολούθησαν οι επίσης συνθετικές αυξίνες 2,4 -D και MCPA που χρησιμοποιήθηκαν αρχικά ως ζιζανιοκτόνα. Τα πρώτα χρόνια, οι γιββερελλίνες αναγνωρίστηκαν ως φυσικές φυτορυθμιστικές ουσίες και αμέσως μετά ακολούθησαν οι κυτοκινίνες, το αιθυλένιο και το ABA τη δεκαετία το '60.

Γενικά, η χρήση φυτορυθμιστικών ουσιών παραμένει στόχος της γεωργικής έρευνας σε όλο τον κόσμο για την αύξηση των αποδόσεων των καλλιεργειών.

Οι φυτορυθμιστικές ουσίες διακρίνονται σε φυσικές και σε τεχνητές.

Α. Φυσικές φυτορυθμιστικές ουσίες είναι εκείνες που παράγονται σε ορισμένα μέρη του φυτού και μπορούν από εκεί να μετακινούνται και σε άλλα μέρη προκαλώντας ειδικές βιοχημικές, φυσιολογικές ή μορφολογικές αντιδράσεις. Δρούν τόσο στους

ιστούς στους οποίους παράγονται όσο και σε απόσταση από αυτούς. Οι φυσικές φυτορρυθμιστικές ουσίες είναι φυσικά προϊόντα που παράγονται από τα φυτά και μπορούν με κατάλληλες μεθόδους να εξαχθούν και να προσδιοριστούν.

Β. Συνθετικές φυτορρυθμιστικές ουσίες είναι ουσίες που παράγονται τεχνητά και μπορεί να μοιάζουν χημικά με τις φυσικές. Δρουν κατα τον ίδιο τρόπο με τις φυσικές δηλαδή σαν χημικοί αγγελιοφόροι μέσα στο φυτό όταν εφαρμοστούν με τον κατάλληλο τρόπο και στον κατάλληλο χρόνο.

Παρακάτω αναφέρονται συνοπτικά οι μέχρι σήμερα γνωστές φυτορρυθμιστικές ουσίες:

#### **ΑΥΞΙΝΕΣ**

Φυσική: IAA

Κυριότερες συνθετικές: IBA, NAA,  $\beta$ -NOA, 2,4-D, 2,4,5-TP, 4-CPA, 3-CPA, naphthyl-acetamide Και  $\beta$ -N-m-tolylphthalamic acid.

#### **ΓΙΒΒΕΡΕΛΛΙΝΕΣ**

Φυσική: gibberellic acid ( $GA_3$ )

Κυριότερες συνθετικές: gibberellic A4, gibberellic A7.

#### **ΚΥΤΟΚΙΝΙΝΕΣ**

Φυσική: zeatin

Κυριότερες συνθετικές: kinetin, N-6-benzyl-9-tetrahydropyran adenine, N-6-benzyladenine.

#### **ΑΝΑΣΤΟΛΕΙΣ**

Φυσική: -

Κυριότερες συνθετικές: ancymidol, chlormequat chloride, chlorphonium chloride, daminozide, meriquat chloride, paclobutrazol.

#### **ΑΙΘΥΛΕΝΙΟ**

Φυσική: αιθυλένιο ( $C_2H_4$ )

Κυριότερες συνθετικές: ethephon

## 2.1 ΑΥΞΙΝΕΣ

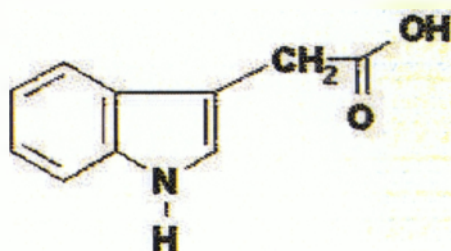
### ΓΕΝΙΚΑ

Η βάση των σημερινών γνώσεων για την κύρια αυτή ομάδα των φυτορμονών βρίσκεται στο βιβλίο του Κάρολου Δαρβίνου 'Η δύναμη της κίνησης στα φυτά' που εκδόθηκε στα 1881. Ο Δαρβίνος πειραματίστηκε με αρτίβλαστα του αγρωστώδους *Phalaris canariensis*. Το κολεόπτιλο στα αρτίβλαστα των αγρωστώδων αποδείχθηκε εξαιρετικά πλεονεκτικό πειραματικό υλικό για τη μελέτη του φωτοτροπισμού, τόσο από τον Δαρβίνο και τους επίγονους μελετητές όσο και από τους σύγχρονους ερευνητές. Ο Δαρβίνος ήταν ο πρώτος που ανακάλυψε πως το 'αισθητήριο' που αντιλαμβάνεται το μονόπλευρο φωτισμό βρίσκεται στην κορυφή ενώ η κύρτωση του κολεοπτίλου γίνεται αρκετά χαμηλότερα. Από πειράματα των Boysen-Jensen και Paal διαπιστώθηκε πως η 'επίδραση' της κορυφής έχει ξεκάθαρα χημική φύση. Ο Paal συμπέρανε πως όταν το κολεόπτιλο βρίσκεται στο σκοτάδι ή σε συνθήκες ομοιόμορφου φωτισμού η προωθητική αυτή χημική ουσία ρέει από την κορυφή συνεχώς και ομοιόμορφα.

Ως αυξίνες ορίζονται κατά τον Thimann οργανικές ενώσεις που σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις (0.0001 M) προάγουν την αύξηση των κυττάρων κατά μήκος του επιμήκους άξονά τους όταν εφαρμόζονται σε ιστούς βλαστών των φυτών που είναι, όσο το δυνατόν, απαλλαγμένοι από τις δικές τους ενδογενείς φυτορρυθμιστικές ουσίες, ενώ παράλληλα παρεμποδίζουν την επιμήκυνση των ριζών.

### Φυσικές αυξίνες

Ο κυριότερος εκπρόσωπος των αυξινών είναι το ινδολοξικό οξύ (indole-3-acetic acid ή IAA) στα περισσότερα φυτά.



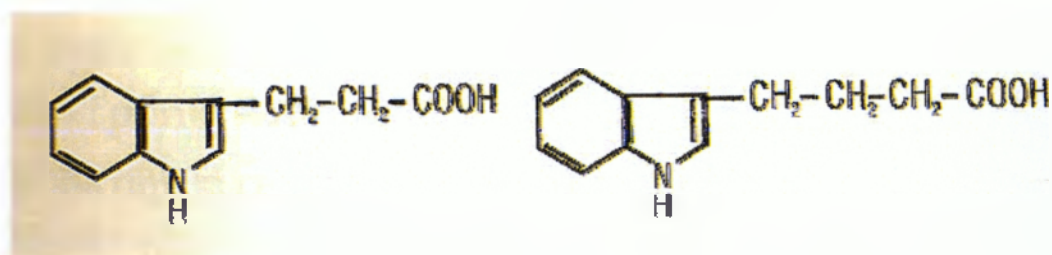
Το IAA σαν χημική ουσία ήταν γνωστή από το 1904 όμως η βιολογική του δράση δεν είχε γίνει ακόμη αντιληπτή. Το IAA απομονώθηκε από μαγιά μύρας και απότο μύκητα *Rhizopus suinus* λίγο αργότερα από το 1934. Η πρώτη αναφορά του IAA σε ανώτερα φυτά έγινε το 1946 και σήμερα είναι γενικά αποδεκτό ότι το IAA είναι η κυριότερη και ίσως η μόνη φυσική αυξίνη στα ανώτερα φυτά και ίσως σε ορισμένα βακτήρια.

### Συνθετικές αυξίνες

#### 1. Ομάδα των ινδολικών οξέων:

Ινδολοπροπιονικό οξύ

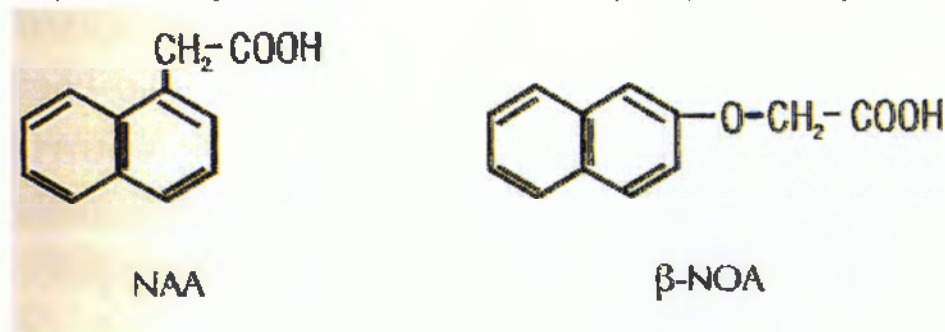
IBA (ινδολοβουτιρικό οξύ)



#### 2. Ομάδα των ναφθαλινικών οξέων:

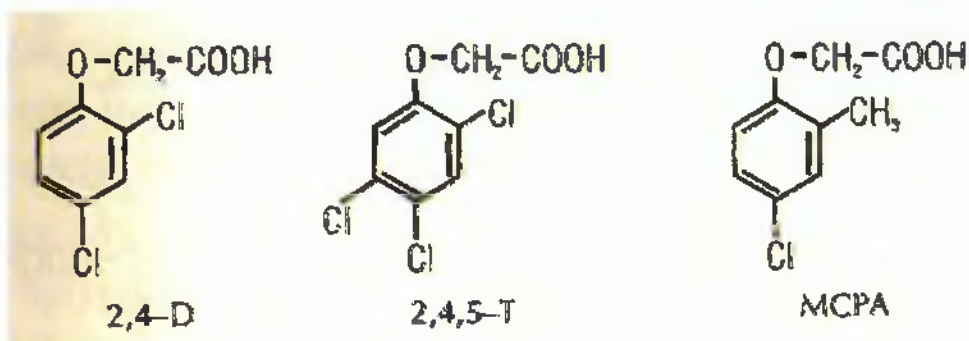
Ναφθαλινικό οξύ

β- ναφθαλινικό οξύ



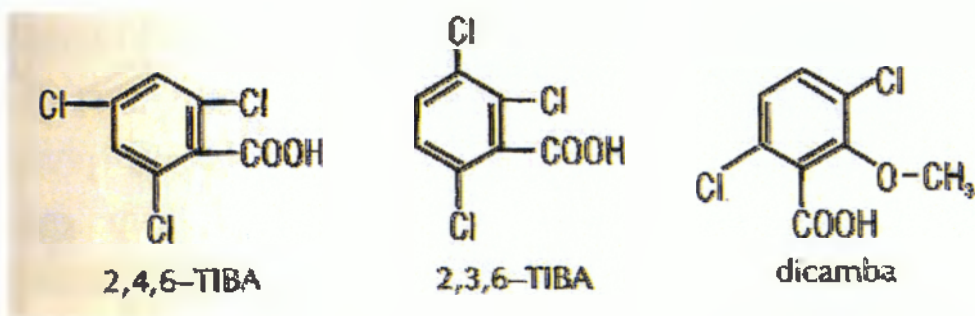
### 3. Ομάδα των χλωροφαινοξικών οξέων:

Στην ομάδα αυτή περιλαμβάνονται συνθετικές αυξίνες που χρησιμοποιούνται και σαν ορμονικά ζιζανιοκτόνα όπως το 2,4-D και MCPA.



### 4. Ομάδα των βενζοϊκών οξέων:

Το dicamba χρησιμοποιείται και ως ζιζανιοκτόνο εναντίον πολύ δύσκολα εξοντόσιμων ζιζανίων.



### 5. Ομάδα των πικολινικών οξέων:



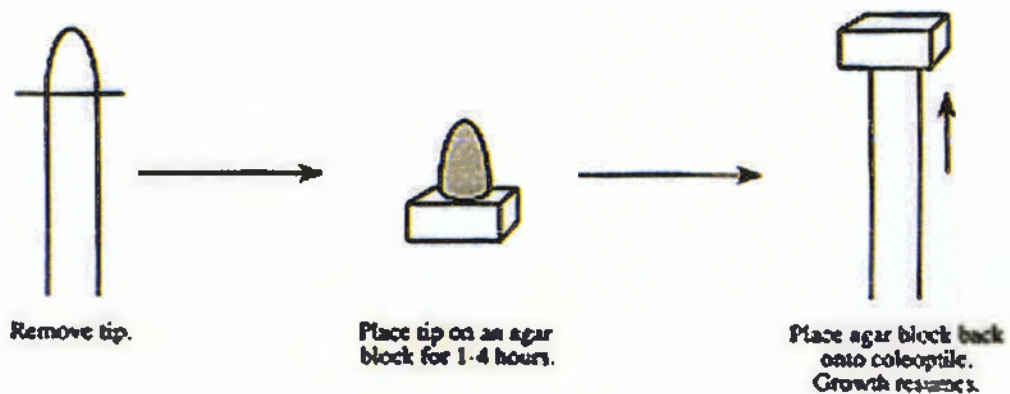


Το Picloram είναι σύγχρονο εκλεκτικό ζιζανιοκτόνο.

## ΧΡΗΣΗ ΑΥΞΙΝΩΝ ΣΤΗΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΗΣ ΦΡΑΟΥΛΑΣ

### Αύξηση κατά μήκος

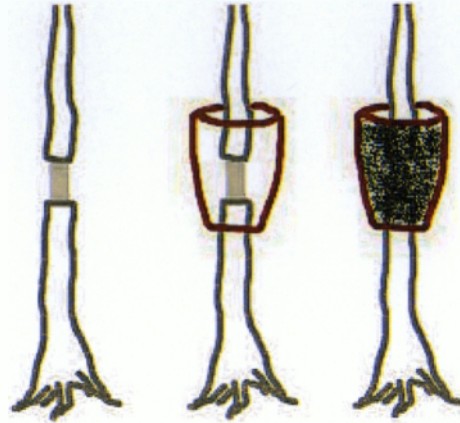
Όταν σε απομονωμένα τμήματα φυτών (όπως κομμάτια κολεόπτιλων) εφαρμοστεί εξωγενείς αυξίνη παρατηρείται μια αύξηση του ρυθμού της επιμήκησης αυτών. Ενώ όταν οι ίδιες συγκεντρώσεις αυξίνης εφαρμοστούν σε όλο το φυτό παρατηρείται πολύ μικρή επίδραση. Αυτό συμβαίνει και στα φυτά της φράουλας, γιατί όσο το φυτό έχει το φυσικό κέντρο παραγωγής αυξίνης του, δηλαδή την κορυφή του τμήματος του φυτού, αυτό παράγει όλη την απαιτούμενη ποσότητα αυξίνης για την κανονική του αύξηση και έτσι η εφαρμογή εξωγενούς αυξίνης δεν έχει κανένα αποτέλεσμα.



Σε περιπτώσεις που η εξωγενής αυξίνη έχει εφαρμοστεί σε ένα τμήμα του φυτού, τότε η αύξηση της συγκέντρωσης σημαίνει και αύξηση της επιμήκησης ως ένα σημείο πέρα από το οποίο η περαιτέρω αύξηση της συγκέντρωσης παρεμποδίζει την αύξηση. Τέλος, στην αύξηση κατά μήκος, οι ποσότητες της αυξίνης στους ιστούς των ριζών της φράουλας είναι χαμηλότερες από ότι στους βλαστούς.

## Ριζοβολία

Όταν σε ένα κομμάτι του βλαστού που έχει αποκοπεί εφαρμοστεί αυξίνη τότε η μετακίνησή της προκαλεί μια συγκέντρωση στη βάση του βλαστού, η οποία στην συνέχεια θα προκαλέσει μιας διόγκωσης ή κάλου στο σημείο αυτό.



Η ενεργοποίηση των κυττάρων του καμβίου σχηματίζει τυχαίες ρίζες και η δράση ιδιαίτερα των συνθετικών αυξινών (π.χ. IBA) έχει σημασία για τη ριζοβολία μοσχευμάτων. Επειδή το φυτό της φράουλας δεν είναι ξυλώδες, η συγκεκριμένη ορμόνη δεν χρησιμοποιείται για τη ριζοβολία του φυτού.

## Παραγωγή του αιθυλενίου

Σημαντικό είναι επίσης το γεγονός ότι με τη δράση της αυξίνης ενεργοποιούνται οι μηχανισμοί παραγωγής του αιθυλενίου, το οποίο βοηθάει κυρίως στην ωρίμανση των καρπών της φράουλας και στην εγκατάσταση της επικράτησης του ακραίου οφθαλμού, τα οποία αναφέρονται αναλυτικά παρακάτω.

## Σχηματισμός καρπού

Παράλληλα, ο ρόλος της αυξίνης στη φάση μετατροπής της οωθήκης σε καρπό φαίνεται από το ότι κατά την διάρκεια της διαδικασίας αυτής τόσο η περιεκτικότητα σε αυξίνη της οωθήκης όσο και του καρπού αυξάνεται κατακόρυφα. Εάν σε αυτή τη

φάση εφαρμοστούν συνθετικές αυξίνες τότε μπορεί να επιτευχθεί φυσιολογική γονιμοποίηση ή ακόμα και υποκατάσταση της φυσιολογικής επικονίασης.

Σε μερικά φυτά παρατηρείται κατά την επικονίαση παραγωγή αυξίνης αρκετή για να διεγερθεί ο σχηματισμός του καρπού ενώ σε άλλα είναι απαραίτητη η ολοκλήρωση της γονιμοποίησης ή σχηματισμός των σπόρων.

Στη φράουλα, έχει αποδειχθεί ότι το μέγεθος τω καρπών επηρεάζεται από φυτορρυθμιστικές ουσίες που παράγουν οι αναπτυσσόμενοι σπόροι. Η διόγκωση της ανθοδόχης περιορίζεται όταν απομακρυνθούν τα αχάινια και ξαναρχίζει όταν εφαρμοστεί συνθετική αυξίνη β- NOA.

Παρακάτω φαίνεται η επίδραση των αυξινών στην ανάπτυξη της φράουλας. Το αχάινιο παράγει αυξίνη. Όταν μετακινείται, η φράουλα δεν αναπτύσσεται.(Raven, 1992).



### Ενεργοποίηση καμβίου

Επιγραμματικά αναφέρεται ότι η επίδραση της αυξίνης προκαλεί δραστηριοποίηση του καμβίου κυρίως στα ξυλώδη φυτά, δηλαδή στα δένδρα, οπότε δεν εφαρμόζεται στα φυτά της φράουλας.

### Επικράτηση ακραίου οφθαλμού

Επίσης οι αυξίνες φαίνονται να επηρεάζουν τον ανταγωνισμό μεταξύ των διαφόρων οφθαλμών του βλαστού. Όταν δηλαδή ο ακραίος οφθαλμός είναι πολύ ισχυρός τότε προκαλείται άμεση έκπτυξη και ο λήθαργος των υπολοίπων. Αν αφαιρεθεί ή νεκρωθεί ο ακραίος οφθαλμός τότε ένας από τους κατώτερους θα τον αντικαταστήσει στην έκπτυξη και θα γίνει επάκριος, δηλαδή θα επικρατήσει των άλλων. Αν όμως εφαρμόσουμε αυξίνη στην τομή κανένας από τους κατώτερους οφθαλμούς δεν θα εκπτυχθεί πράγμα που δηλώνει το ρόλο που παίζει η αυξίνη στο φαινόμενο της «επικράτησης του ακραίου οφθαλμού».

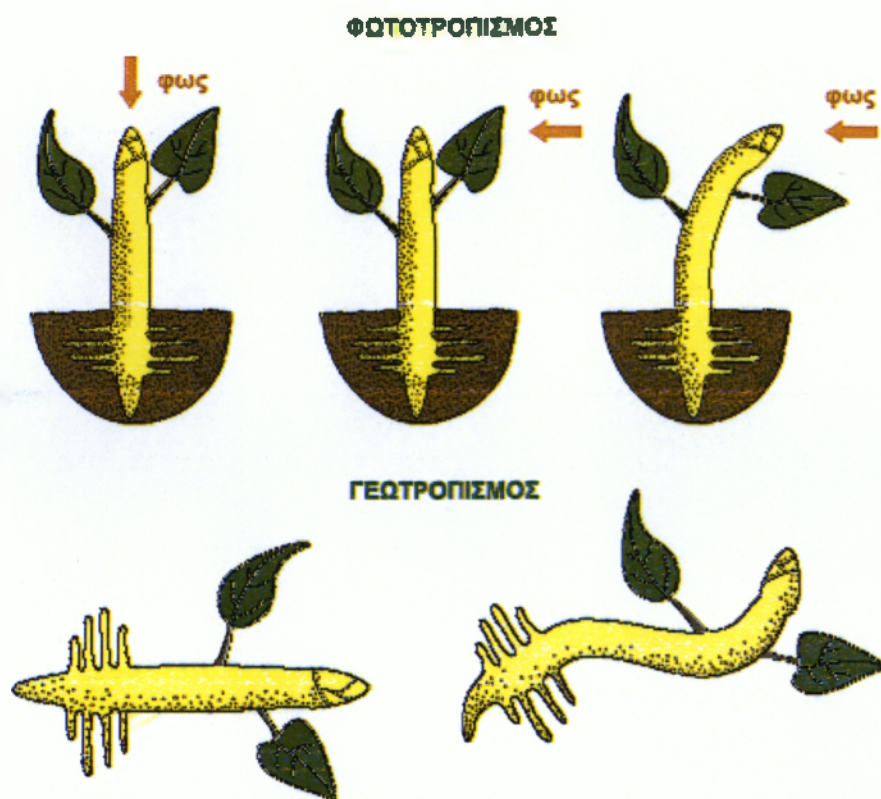


Η επίδραση του IAA στην κυριαρχία της κορυφής στο *Phaseolus vulgaris* έναντι των πλάγιων οφθαλμών. Όμοια συμβαίνει και στο φυτό της φράουλας και συγκεκριμένα η αφαίρεση της κορυφής οδηγεί στην άμεση έκπτυξη των πλάγιων οφθαλμών. (A): Οι πλάγιοι οφθαλμοί δεν εκπτύσσονται λόγω της παρουσίας του ακραίου οφθαλμού. (B): Η αφαίρεση του ακραίου οφθαλμού επιτρέπει την έκπτυξη των πλάγιων οφθαλμών. (C): Η εφαρμογή εξωγενώς αυξίνης στο σημείο τομής της κορυφής του βλαστού (με τη βοήθεια agar ή λανολίνης) επιφέρει το αποτέλεσμα που προκαλεί η παρουσία της κορυφής.

Η αποτελεσματικότητα της επικράτησης του ακραίου οφθαλμού έναντι των πλάγιων οφθαλμών εξαρτάται από την απόσταση των πλάγιων από την κορυφή, την ηλικία του φυτού, το γονότυπο, τη θρέψη και άλλους περιβαλλοντικούς παράγοντες (θερμοκρασία, φως).

### Τροπισμοί

Η ειδική μορφή κίνησης των φυτικών τμημάτων, έχει ως αποτέλεσμα την αντίδραση του φυτού σε κάποιο εξωτερικό ερέθισμα, όπως η δράση των αυξινών σε αυτά τα φυτικά τμήματα.



Στον φωτοτροπισμό όπως και στον γεωτροπισμό η επίδραση του φωτός συνίσταται στην ενίσχυση ενός μονόπλευρου ερεθίσματος και στην μετατροπή αυτού, σε άνιση κατανομή της αυξίνης στις δυο πλευρές του ευαίσθητου στο φως οργάνου (Ευστρατιάδης, Α.Κ. Μανωλκίδη 1965). Μετά την διέγερση των φωτούποδοχέων, ένα ηλεκτρικό πεδίο που αναπτύσσεται κατα πλάτος του ευαίσθητου στο φως οργάνου, οδηγεί στην ανισομερή κατανομή της αυξίνης στις δύο πλευρές του οργάνου

(φωτιζόμενη και σκιαζόμενη) προκαλώντας την κάμψη του. Τέτοια φαινόμενα τροπισμού συναντώνται και στα φυτά της φράουλας.

### 2.1.1 Τρόπος δράσης των αυξινών

Στην βιβλιογραφία αναφέρονται δύο κυρίως θεωρίες για τον τρόπο δράσης των αυξινών. Η πρώτη αναπτύχθηκε από τον Key και τους συνεργάτες του στην δεκαετία του '60 και ονομάζεται 'υπόθεση της έκφρασης των γονιδίων' και η δεύτερη αναπτύχθηκε από τον Cleland και τον Hager την δεκαετία το '70 και ονομάζεται 'υπόθεση της οξίνισης των κυτταρικών τοιχωμάτων'.

Επεξηγηματικά, σύμφωνα με την 'υπόθεση της έκφρασης των γονιδίων' η αυξίνη, δρώντας στα γονίδια επιφέρει αλλαγές στην σύνθεση του RNA και των πρωτεϊνών. Ενώ, σύμφωνα με την 'υπόθεση της οξίνισης των κυτταρικών τοιχωμάτων' η αυξίνη προκαλεί την πτώση του pH των κυτταρικών τοιχωμάτων με συνέπεια την επιμήκυσή τους.

Πιο πρόσφατα, ο Vanderhoef ανέπτυξε μια τρίτη θεωρία, η οποία συνδιάζει τις δύο πρώτες λέγοντας ότι η αυξίνη δρα στον γενετικό κώδικα των κυττάρων προκαλώντας αλλαγές στην σύνθεση του RNA και των πρωτεϊνών αλλά συγχρόνως δρα και στο pH των κυτταρικών τοιχωμάτων.

## 2.2 ΓΙΒΒΕΡΕΛΛΙΝΕΣ

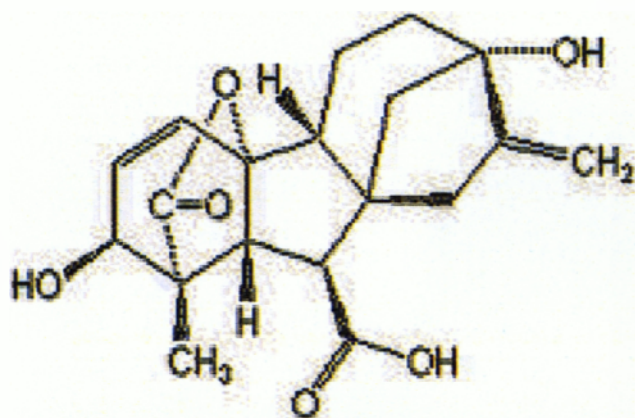
### ΓΕΝΙΚΑ

Η ανακάλυψη της μεγάλης αυτής ομάδας φυτορμονών έγινε στη δεκαετία του 1920 σχεδόν παράλληλα με τις μελέτες για την αυξίνη, χάρη στις έρευνες σχετικά με την ασθένεια bakanae (δηλαδή ασθένεια του ηλίθιου φυτού) που κατέστρεφε την παραγωγή ρυζιού στην Ιαπωνία. Το 1926 διαπιστώθηκε (Kurosawa) πως υπεύθυνος για την ανώμαλη αύξηση του ρυζιού είναι ο μύκητας *Gibberella fujikuroi*. Ο μύκητας αυτός εκκρίνει στο εξωτερικό περιβάλλον κάποια ουσία που όταν προσληφθεί από φυτά ρυζιού προκαλεί υπερβολική επιμήκυνση του βλαστού.

Το 1939, μια μικρή ποσότητα της ουσίας αυτής απομονώθηκε σε κρυσταλλική μορφή από διηθήματα καλλιεργειών *Gibberella* και ονομάστηκε 'γιββερελλίνη Α'. Το

1954 ακολούθησε ο χημικός χαρακτηρισμός της και δόθηκε το οριστικό και σημερινό όνομα γιββερελλικό οξύ (GA3).

Στα χρόνια που μεσολάβησαν απομονώθηκαν και μελετήθηκαν περισσότερες από 50 ενδογενείς γιββερελλίνες που συμβολίζονται GA1, GA2, .... GA50 κλπ. Η χημική τους δομή είναι εντυπωσιακά παραπλήσια και οι διαφορές τους σχετικά μικρές. Όλες οι γιββερελλίνες διαθέτουν τον ίδιο βασικό ανθρακικό σκελετό (γιββανικός σκελετός) που αποτελείται από 4 δακτυλίους. Ανήκουν στα διτερπένια, προέρχονται δηλαδή από συμπύκνωση 4 ριζών ισοπρένιου και η βιοσύνθεσή τους ακολουθεί πιθανότατα τη βιοχημική πορεία του μεβαλονικού οξέος.



Διαθέτουν 20 (π.χ. GA12) ή 19 (π.χ. GA1, GA3) άτομα C και απαντούν συχνά σαν γλυκοζίτες που μπορεί να αντιπροσωπεύουν τα προϊόντα κάποιου μηχανισμού ανενεργοποίησης (Πασπάτης, E. A. 1998).

Η κλασική δράση που αποδίδεται στις γιββελλίνες είναι η προώθηση της επιμήκυνσης του βλαστού. Εντυπωσιακή είναι επίσης η 'θεραπεία' του γενετικού νανισμού που γίνεται κατορθωτή με εξωγενή παροχή γιββερελλινών. Άλλες σημαντικές δράσεις είναι η άρση του ληθάργου στα φωτοαπαιτητικά σπέρματα, η επαγωγή της άνθισης σε φυτά με φωτοπεριοδικές απαιτήσεις, η προώθηση του δεσίματος και της ανάπτυξης του καρπού και σε μερικές περιπτώσεις η αναστολή της γήρανσης των φύλλων.

Όσον αφορά την συνεργηστική δράση μεταξύ αυξινών και γιββερελλινών στην αύξηση των φυτών, έχει τονιστεί οτι οι γιββερελλίνες δρουν σαν ενδογενείς φυτορυθμιστικές ουσίες μέσω της υποκίνησης του μεταβολισμού των αυξινών. Βέβαια, οι γιββερελλίνες αν και αλληλεπιδρούν έμμεσα και άμεσα με τις αυξίνες, παρουσιάζουν την δική τους φυτορυθμιστική δράση.

## **ΧΡΗΣΗ ΓΙΒΒΕΡΕΛΙΝΩΝ ΣΤΗΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΗΣ ΦΡΑΟΥΛΑΣ**

### **Επιμήκυνση των βλαστών και νανισμός των φυτών**

Ένα από τα χαρακτηριστικότερα βιολογικά αποτελέσματα της δράσης των γιββερελλινών είναι η επιμήκυνση των βλαστών και η μεγέθυνση των φύλλων. Έχει αποδειχθεί ότι οι γιββερελλίνες προκαλούν διέγερση της κυτταρικής διαίρεσης και επιμήκυνσης. Παράγοντες όπως η ηλικία των κυττάρων ή των ιστών και το στάδιο ανάπτυξης καθορίζουν το ποια από τις δύο αυτές λειτουργίες θα επικρατήσει.

Συγκεκριμένα τα νεαρά κύτταρα αντιδρούν στην γιββερελλίνη με αύξηση της κυτταρικής διαίρεσης, ενώ τα μεγαλύτερα σε ηλικία με επιμήκυνση.

Η επιμήκυνση των βλαστών σαν αποτέλεσμα της εξωγενούς εφαρμογής γιββερελλίνης συνδέεται με σύγχρονη αύξηση του ρυθμού της κυτταρικής διαίρεσης και του ρυθμού επιμήκυνσης των κυττάρων. Το γεγονός αυτό γίνεται εμφανώς αντιληπτό σε μερικές κατηγορίες φυτών και κυρίως σε αυτά που είναι γενετικώς 'νάνα'. Έχει αποδειχθεί πειραματικά ότι οι νάνες ποικιλίες μετά την χορήγηση GA<sub>3</sub> αυξάνουν και παίρνουν τη μορφή και το μέγεθος κανονικών φυτών. Αυτό το γεγονός αποδεικνυε ότι η μετάλλαξη του νανισμού οφείλεται στην απώλεια της ικανότητας του φυτού να συνθέσει τις ενδογενείς του γιββερελλίνες. Στην περίπτωση της φράουλας όπου μεγάλο μέρος του φυτού αποτελεί το φύλλωμα είναι σημαντική η χρήση της γιββερελλίνης.

### **Επίδραση στη διαδικασία της κυτταρικής διαίρεσης**

Είναι παραδεκτό ότι οι γιββερελλίνες επηρεάζουν τη διαδικασία της κυτταρικής διαίρεσης στα ανώτερα φυτά, μεταξύ των οποίων είναι και η φράουλα. Έχει διαπιστωθεί πειραματικά ότι λίγες ώρες μετά τη χρήση της γιββερελλίνης



παρατηρείται αύξηση του μεγέθους της μεριστωματικής περιοχής καθώς και επιτάχυνση των κυτταρικών διαιρέσεων. Έχει βρεθεί ότι μία από τις επιδράσεις του GA<sub>3</sub> είναι και η διέγερση για την έναρξη σύνθεσης DNA στα κύτταρα κατά τη φάση G1 του μιτωτικού κύκλου.

### Διακοπή ληθάργου και καθορισμός του φύλου των ανθέων

Σε πολλές κατηγορίες σπερμάτων οι γιββερελλίνες προκαλούν τη διακοπή του ληθάργου, ακόμη και σε αυτά που απαιτούν κατεργασία με φως για να βλαστήσουν. Εκτός όμως από αυτό, προκαλούν και διακοπή του ληθάργου των οφθαλμών, αντικαθιστώντας έτσι παράγοντες όπως ο φωτισμός, οι χαμηλές θερμοκρασίες, η υγρασία κ.α.. Επίσης οι γιββερελλίνες επηρεάζουν τον καθορισμό του φύλλου των ανθέων. Συγκεκριμένα η δράση των γιββερελλινών ευνοεί το σχηματισμό αρσενικών ανθέων, ενώ οι αυξίνες, οι κυτοκινίνες και το αιθυλένιο προωθούν τον σχηματισμό θηλυκών ανθέων. Στη φράουλα μπορούν να χρησιμοποιηθούν όλες οι παραπάνω φυτορρυθμιστικές ουσίες καθώς το άνθος της μπορεί να είναι μονογενές ή και ερμαφρόδιτο.

### Επίδραση στις ανθικές καταβολές

Η γιββερελλίνη επιδρά στην ανάπτυξη των ανθικών καταβολών με την αύξηση του αριθμού των κυτταρικών διαιρέσεων και την επιμήκυνση των κυττάρων αυτών. Έχει αποδειχθεί ότι στα φυτά μακράς ημέρας όπως η φράουλα, η αύξηση του χρόνου φωτισμού πάνω από ένα όριο διεγείρει την παραγωγή της γιββερελλίνης η οποία με τη σειρά της προκαλεί τις παραπάνω επιδράσεις στο φυτό. Αντιθέτως η γιββερελλίνη δεν προκαλεί άνθηση σε φυτά βραχείας ημέρας, στη πράξη φαίνεται να δρα προς την αντίθετη κατεύθυνση.

### Παρθενοκαρπική ανάπτυξη και αύξηση του μεγέθους των καρπών

Οι γιββερελλίνες μπορούν να υποκινήσουν την παρθενοκαρπική ανάπτυξη, μόνες ή σε συνδυασμό με αυξίνες, ενώ επηρεάζουν το τελικό μέγεθος καθώς και την ωρίμανση και υπερωρίμανση σε ορισμένους καρπούς. Στη φράουλα είναι σημαντικό το τελικό μέγεθος του καρπού καθώς η εμπορική του προώθηση είναι μεγαλύτερη.

### Παραγωγή υδρολυτικών ενζύμων

Σε διάφορα δημητριακά η γιββερελλίνη δρα στο μηχανισμό παραγωγής υδρολυτικών ενζύμων κατά τη διάρκεια της βλάστησης των σπερμάτων. Συγκεκριμένα η γιββερελλίνη μετακινείται προς τα πρωτεϊνικά στρώματα, τα οποία με τη σειρά τους συνθέτουν τα ένζυμα της αμυλάσης. Τα τελευταία ελευθερώνονται στο άμυλο του ενδοσπεριμίου, το οποίο υδρολύουν σε γλυκόζη. Στη συνέχεια η γλυκόζη παραλαμβάνεται από το αυξανόμενο έμβρυο για της ανάγκες ανάπτυξης του. Αν απομακρύνουμε το έμβryo από το σπέρμα πριν από την βλάστηση του δεν θα πραγματοποιηθεί καμία διάσπαση στο ενδοσπέρμιο που παρέμεινε. Αντιθέτως αν προσθέσουμε ποσότητα γιββερελλίνης στο άνευ εμβρύου σπέρμα, τότε θα προκληθεί σύνθεση και έκκριση ενζύμων, όπως θα προκαλούσε το έμβρυο κατά τη διέγερση του, αν υπήρχε.

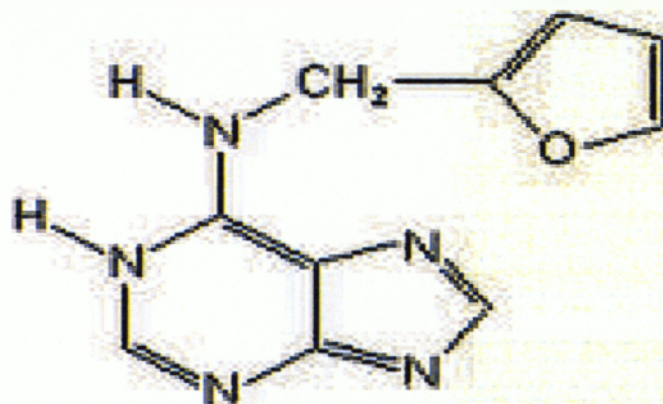
Τέλος στις φυσιολογικές επιδράσεις των γιββερελλινών συμπεριλαμβάνονται η επιτάχυνση της βλάστησης των σπερμάτων, η επιβράδυνση των διεργασιών του γήρατος στα κομμένα φύλλα μερικών ειδών και η επίδραση στην κυριαρχία των ακραίων οφθαλμών, οι οποίες αποτελούν σημαντικές διαδικασίες στην καλλιέργεια της φράουλας.

## 2.3 ΚΥΤΟΚΙΝΙΝΕΣ

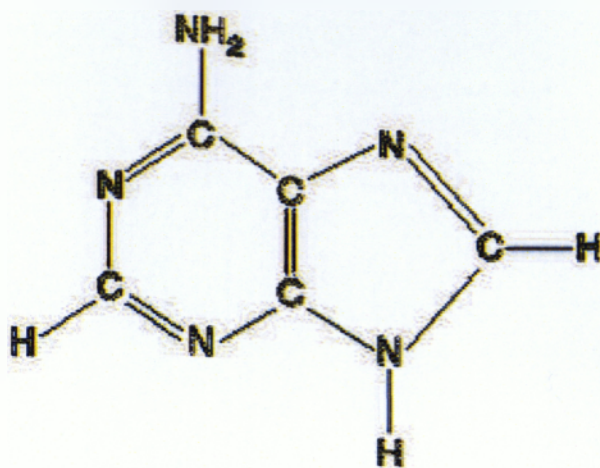
### ΓΕΝΙΚΑ

Η ανακάλυψη της ομάδας αυτής προήλθε από πειραματισμούς σε *in vitro* καλλιέργειες φυτικών ιστών και νεαρών εμβρύων. Ήδη από το 1913 (Haberlandt) είχε επισημανθεί η παρουσία κάποιου παράγοντα από εκχύλισμα φλοιώματος που προκαλούσε τη μετατροπή παρεγχυματικών κυττάρων από κόνδυλο πατάτας σε μεριστωματικά. Το 1941 βρέθηκε (van Overbeek) πως η ανάπτυξη απομονωμένων νεαρών εμβρύων σε ασηπτικές συνθήκες απαιτούσε την παροχή θρεπτικού μέσου με γάλα καρύδας (που είναι το υγρό ενδοσπέρμιο του καρπού της ινδικής καρύδας). Το γάλα της καρύδας ήταν απαραίτητο όχι για θρεπτικούς λόγους αλλά γιατί περιείχε πολύ μικρές συγκεντρώσεις κάποιων άγνωστων ουσιών που επιτρέπουν τη συνεχή κυτταρική διαίρεση στα έμβρυα.

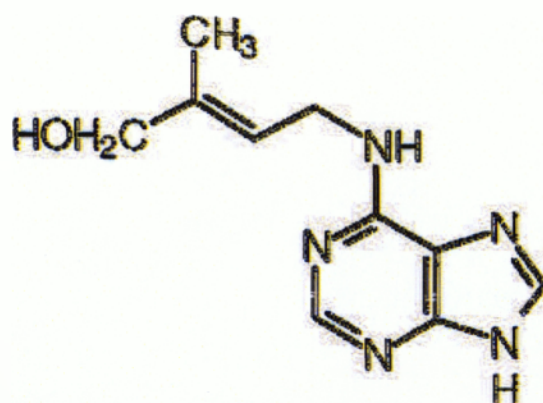
Οι πιο γνωστοί χημικοί τύποι κυτοκινινών που συναντώνται είναι οι παρακάτω (Moore, T.S. 1979):



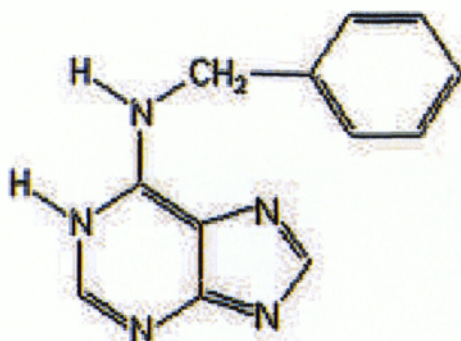
Kinetin



Adenine



Zeatin



Benzyl adenine (BAP)

Στα μέσα της δεκαετίας του '50 διαπιστώθηκε (Skoog) πως το γάλα της καρύδας μπορεί να αντικατασταθεί από αδενίνη. Στη συνέχεια αποδείχθηκε πως

παρασκευάσματα από DNA (φυτικό ή ζωικό) ήταν πολύ περισσότερο δραστικά από την αδενίνη στην προώθηση της ικανότητας για κυτοκίνηση, με τον όρο ότι προηγούμενα το DNA είχε θερμικά αποδιοργανωθεί.

Έτσι παρασκευάστηκε τεχνητά η πρώτη κυτοκίνη, που ονομάστηκε κινητίνη και αποτελεί το βασικό αντιπρόσωπο της ομάδας των κυτοκινινών. Η κινητίνη δεν ανιχνεύθηκε ποτέ σε φυτικούς οργανισμούς ενώ στο μεταξύ απομονώθηκαν αρκετές ενδογενείς κυτοκινίνες (γνωστότερα παραδείγματα: ζεατίνη και ισοπεντενυλαδενοσίνη) και παρασκευάστηκαν συνθετικά πολλές ακόμα (όπως η 6-βενζυλαμινοπουρίνη). Όλες οι κυτοκινίνες είναι παράγωγα της πουρίνης (ή καλύτερα της αδενίνης) και επιπλέον οι ενδογενείς φυτορμόνες της ομάδας αυτής διαθέτουν μία ισοπρενική ρίζα (Πασπάτης, E. A. 1987).

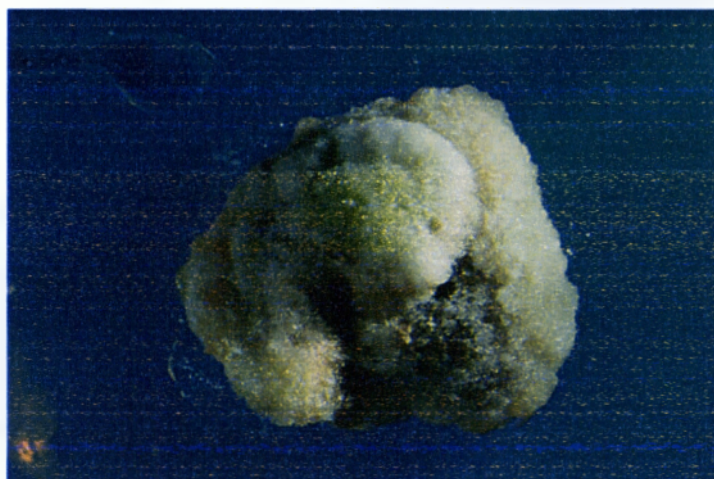
Μέσα στα φυτά φαίνεται πως οι κυτοκινίνες δεν απαντούν στην 'ελεύθερη' μορφή τους αλλά ενωμένες με ριβόζη (νουκλεοσίδια, π.χ. IPA) ή ριβόζη και φωσφορική ρίζα (νουκλεοτίδια). Κυτοκινίνες έχουν ανιχνευθεί σε διάφορα όργανα πολλών φυτικών ειδών και ιδιαίτερα σε 'τροφοδοτικούς' ιστούς όπως το υγρό ενδοσπέρμιο της καρύδας καθώς επίσης σε ανώριμες καρύειες καλαμποκιού και ανώριμους καρπούς μπανάνας και μήλου. Φαίνεται όμως πως το ριζικό σύστημα αποτελεί το βασικό παραγωγό κυτοκινινών. Έτσι η εξάρτηση των φύλλων από τη ρίζα μπορεί να υποκατασταθεί με εξωγενή κυτοκίνη ενώ η ανάλυση του χυμού στο ξύλωμα αποκάλυψε την παρουσία σημαντικών ποσοτήτων κυτοκινινών.

## **ΧΡΗΣΗ ΚΥΤΟΚΙΝΙΝΩΝ ΣΤΗΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΗΣ ΦΡΑΟΥΛΑΣ**

Οι κυτοκινίνες αποτελούν μία αρκετά ομοιογενή ομάδα φυτορμονών που η κύρια και χαρακτηριστική τους δράση (στην οποία άλλωστε οφείλουν και το όνομά τους) είναι η διατήρηση και η προώθηση της κυτταροδιακριτικής ικανότητας σε φυτικές ιστοκαλλιέργειες. Τοπική εφαρμογή κυτοκινίνης σε πλευρικό οφθαλμό που βρίσκεται υπο επικράτηση του ακραίου προκαλεί την έκπτυξή του. Οι κυτοκινίνες επίσης έχει αποδειχθεί ότι δρουν στην παρεμπόδιση της εκδήλωσης του φαινομένου της γήρανσης. Η γήρανση και η πτώση των φύλλων παρατηρείται σε πολλά πολυετή φυτά και ώριμους καρπούς μεταξύ των οποίων και η φράουλα.

Οι κυτοκινίνες σε συνδυασμό με τις αυξίνες παίζουν σημαντικό ρόλο στην διαδικασία της μορφογένεσης. Έτσι σε καλλιέργεια ιστών εντεριώνης ενός φυτού όπως η φράουλα, η σχέση kinetin : IAA καθορίζει το αν ο καλλιεργούμενος ιστός

γίνει μια αδιαφοροποίητη μάζα κυττάρων ή θα διαφοροποιηθεί και θα αναπτύξει οφθαλμούς ή ρίζες. Μικρή αναλογία κυτοκίνινης προς αυξίνη προκαλεί διαφοροποίηση ριζικών καταβολών, ενώ μεγάλη προκαλεί τη διαφοροποίηση ομάδων κυττάρων προς κορυφαία μεριστώματα (Πασπάτης, Ε. Α. 1986). Ενδιάμεσες αναλογίες υποκινούν την ανάπτυξη ενός αδιαφοροποίητου ιστού, του κάλλου, από το οποίο μπορούν να αναπτυχθούν βλαστοί και ρίζες και έτσι να προκύψει ένα τέλειο φυτό.



Οι συνθετικές κυτοκίνινες χρησιμοποιούνται σε μεγάλη έκταση σε συνδιασμό με αυξίνες σε καλλιέργειες ιστών. Στη χώρα μας υπάρχουν μεγάλες μονάδες παραγωγής φυτικού πλαστυασιαστικού υλικού στις οποίες οι κυτοκίνινες χρησιμοποιούνται στα διάφορα θρεπτικά υποστρώματα των καλλιεργειών κυττάρων και ιστών *in vitro*.

Επίσης, σε συνεργασία με τις αυξίνες καθορίζουν τον τρόπο διαφοροποίησης ενός κάλλου. Τέλος διαμεσολαβούν σε πολλές άλλες φυσιολογικές διεργασίες, όπως για παράδειγμα η κυριαρχία της κορυφής και η γήρανση.

## 2.4 ΠΑΡΕΜΠΟΔΙΣΤΕΣ ΑΥΞΗΣΗΣ

### ΓΕΝΙΚΑ

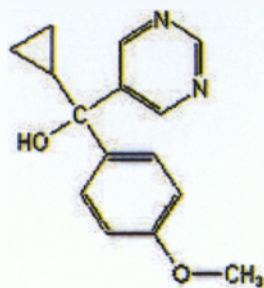
Η ομάδα αυτή αποτελείται από πολλές, χημικά ετερόκλητες, ουσίες που στη πλειονότητά τους δεν απαντούν στα φυτά. Ο κύριος αντιπρόσωπος είναι το αποσκισικό οξύ (ABA) που έχει ανιχνευτεί σε πάρα πολλά σπερματοφύτα (και σε όλους σχεδόν τους ιστούς και τα όργανα) καθώς και σε πτεριδόφυτα και βρυόφυτα. Η μελέτη των ενδογενών αναστολέων και η σύνθεση ουσιών ανάλογης δράσης είναι

υπόθεση των τελευταίων 30 χρόνων. Το 1953 ακριβώς, απομονώθηκε μια ουσία που επιτάχυνε την αποκοπή των φύλλων και για το λόγο αυτό ονομάστηκε αποσκισίνη. Μία άλλη ουσία, η ληθαργίνη, απομονώθηκε από φύλλα δέντρων την εποχή της εισόδου στο λήθαργο. Η ληθαργίνη μπορούσε να επιβάλει το λήθαργο σε φυτά που βρίσκονται σε ενεργό αύξηση. Σύντομα διαπιστώθηκε πως επρόκειτο για την ίδια φυτομόνη που αναγνωρίστηκε χημικά το 1965 και ονομάστηκε αποσκισικό οξύ (ABA) το 1968.

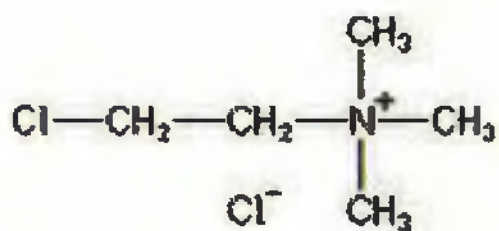
Το ABA είναι σεσκιτερπένιο (15 άτομα C) και αντίθετα με την πλειοψηφία των φυτομονών διαθέτει ένα ασύμμετρο άτομο άνθρακα. Στη φύση απαντά με τη μορφή cis-(+) ABA. Η βιοσύνθεσή του γίνεται κύρια στα φύλλα και τους καρπούς και φαίνεται πως ακολουθεί την πορεία του μεβαλονικού οξέος. Η μεταφορά του μέσα στο φυτό γίνεται εύκολα και μερικές φορές απαντά σαν γλυκοζίτης, που είναι αδρανής μια και για τη φυσιολογική του δράση είναι απαραίτητη η παρουσία της ελεύθερης καρβοξυλομάδας (Πασπάτης, Ε. Α. 1998).

Το ABA είναι γενικώς αυξητικός αναστολέας και συνδέεται ιδιαίτερα με την αποκοπή φύλλων και καρπών. Επάγει επίσης το λήθαργο και θεωρείται σαν ο ληθαργικός παράγοντας των φυτών. Ακόμη, αναστέλλει τη φύτρωση των σπερμάτων αναιρώντας την προωθητική δράση των γιββερελλινών. Μια ενδιαφέρουσα φυτική αντίδραση είναι και η αύξηση της συγκέντρωσης του ABA στα φύλλα φυτών που βρίσκονται σε υδατική καταπόνηση. Αυξημένη συγκέντρωση ABA προκαλεί το κλείσιμο των στομάτων. Φαίνεται λοιπόν πως το ABA είναι ρυθμιστής του ανοίγματος των στομάτων και μάλιστα αντιστρατεύεται τη δράση των κυτοκινινών που προωθούν το άνοιγμα. Πρόσφατες έρευνες έχουν περιπλέξει το ρόλο του ABA στο λήθαργο και την αποκοπή των φύλλων. Οι πρώτες μελέτες στη συκομουριά έδειξαν πως η συγκέντρωση του ABA αυξάνει όταν η φωτοπερίοδος ελαττώνεται (και το φυτό γίνεται ληθαργικό) και πως παροχή ABA προκαλεί λήθαργο. Η επανάληψη των πειραμάτων σε άλλα είδη δεν απέφερε όμως τόσο ξεκάθαρα αποτελέσματα. Το ίδιο συνέβη και στη μελέτη της αποκοπής, όπου σήμερα πιθανολογείται πως η κύρια δράση του ABA περιορίζεται στην αποκοπή μόνο των καρπών και όχι των φύλλων.

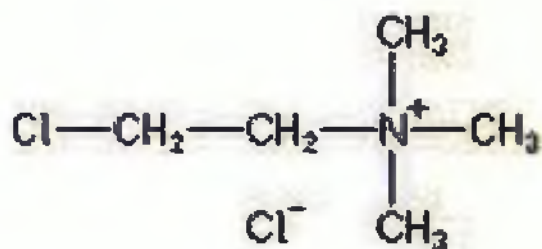
Οι κυριότεροι χημικοί τύποι παρεμποδιστών αύξησης είναι οι εξής (Moore, T.S. 1989):



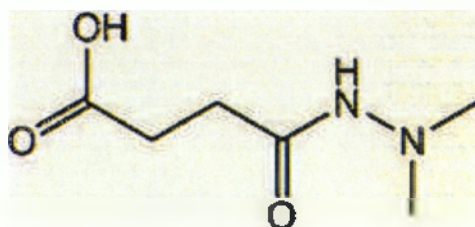
Ancymidol



chlormequat chloride

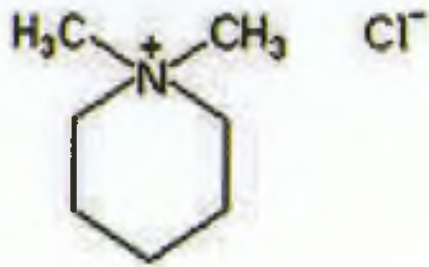


chlorphonium chloride

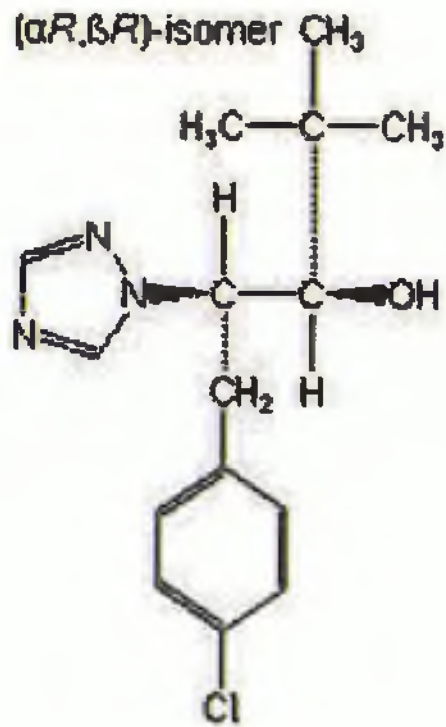


Daminozide





meriquat chloride



paclobutrazol

## **ΧΡΗΣΗ ΕΠΙΒΡΑΔΥΝΤΩΝ ΑΥΞΗΣΗΣ ΣΤΗΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΗΣ ΦΡΑΟΥΛΑΣ**

Οι κυριότερες από τις λειτουργίες του φυτού που επηρεάζονται από τους επιβραδυντές αύξησης είναι οι παρακάτω:

### A. Κυτταρική διαίρεση και επιμήκηση.

Όταν εφαρμοστούν αυτές οι ουσίες στα φυτά και συγκεκριμένα στη φράουλα καθυστερεί αρχικά η ανάπτυξη των φύλλων χωρίς να πεηραάζεται το τελικό μέγεθος τους ενώ παράλληλα αυξάνεται και το πάχος του ελάσματος. Αυτό συμβαίνει γιατί οι ουσίες επιβραδύνουν την κυτταρική διαίρεση και επιμήκηση των κυττάρων στην κάτω από την κορυφή του βλαστού μεριστωματική ζώνη.

### B. Ανάπτυξη ριζών.

Αρνητικά επηρεάζει η εφαρμογή των ουσιών αυτών το ριζικό σύστημα των φυτών της φράουλας, καθώς με την εφαρμογή τους παρατηρείται παρεμπόδιση του σχηματισμού των ριζών ή καθυστέρηση της ανάπτυξής τους.

### Γ. Αντοχή των φυτών στις διάφορες καταπονίσεις.

Η αποτελεσματικότητα των επιβραδυντών αύξησης εξαρτάται από τον τρόπο με τον οποίο θα εφαρμοστούν (σωστά ή μη). Οι περισσότεροι ερευνητές έχουν παρατηρήσει ότι οι επιβραδυντές αύξησης επιδρούν ευνοϊκά στην ανθεκτικότητα των φυτών, στην ξηρασία ενώ παράλληλα αυξάνουν την αντοχή στο ψύχος και στις μεγάλες συγκεντρώσεις αλάτων στο έδαφος.

Ειδικά για την καλλιέργεια της φράουλας που απαιτεί εδάφη με Ph 6,5-7,5, οι παρεμποδιστές αύξησης μπορούν να βοηθήσουν στη μείωση της συγκέντρωσης των αλατών στο έδαφος.

### Δ. Επιμήκηση βλαστών.

Ένα από τα πιο εμφανή αποτελέσματα της δράσης των παρεμποδιστών αύξησης είναι η βράχυνση των μεσογονατίων διαστημάτων των βλαστών αυτών. Η βράχυνση αυτή δεν συνοδεύεται από την αύξηση της διαμέτρου τους, ως συνέπεια της επιβράδυνσης της κυτταρικής διαίρεσης που είναι πολύ σημαντική διαδικασία για το φυτό της φράουλας και επιμήκησης στην κάτω από την κορυφή μεριστωματική ζώνη.

#### Ε. Χρόνος άνθισης και φύλο ανθέων.

Οι φυτορυθμιστικές αυτές ουσίες δεν επηρεάζουν την φωτοπερίοδο των φυτών, ούτε την ποιότητα του φωτισμού τους. Όταν όμως εφαρμοστούν σε μεγάλες ποσότητες στα φυτά τότε μπορούν να προκαλέσουν καθυστέρηση της άνθισης, πράγμα το οποίο είναι ανεπιθύμητο στην καλλιέργεια της φράουλας. Όσον αφορά τη ρύθμιση της βλαστικής ανάπτυξης του φυτού αυτή είναι δυνατό να επηρεάσει μέσω της χρήσης των ουσιών αυτών το φύλο των ανθέων.

#### ΣΤ. Σχηματισμός ανθικών καταβολών.

Θετική εφαρμογή βρίσκει η χρήση των παρεμποδιστών αύξησης στις καλλιέργειες ανθοκομικών φυτών, γιατί ευνοείται η διαφοροποίηση των ανθοφόρων οφθαλμών των φυτών. Έτσι η συνδιασμένη δράση τους οδηγεί στην άνθιση και τον περιορισμό του ύψους των φυτών και δίνει θετικά αποτελέσματα στην ποιότητα των προϊόντων, χωρίς ωστόσο να βρίσκουν εφαρμογή στην καλλιέργεια της φράουλας αλλά σε φυτά μεγάλης καλλιέργειας και στην ανθοκομία.

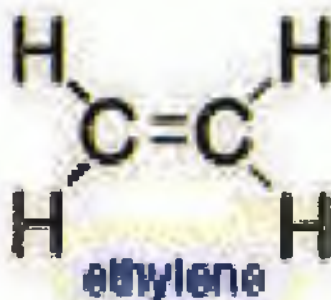
#### **2.4.1 Τρόπος δράσης των επιβραδυντών αύξησης**

Η δράση των ουσιών αυτών εκδηλώνεται όταν εφαρμόζεται σε ολόκληρα τα φυτά και είναι ανταγωνιστική με την δράση των γιββερελλίνων. Ο ανταγωνισμός αυτός στηρίζεται στην παρεμπόδιση της δημιουργίας των γιββερελλίνων και όχι στη δράση τους.

## 2.5 ΑΙΘΥΛΕΝΙΟ

### ΓΕΝΙΚΑ

Το αιθυλένιο είναι αέριο άχρωμο, άοσμο, λίγο διαλυτό στο νερό, περισσότερο στο οινόπνευμα. Αποτελεί συστατικό του φυσικού αερίου και του φωταερίου. Χρησιμοποιείται για την παρασκευή διάφορων ενώσεων, όπως αιθυλική αλκοόλη, γλυκόλη, αλογονοπαράγωγα κ.ά (Βάρβογλη, 1972).



Το 2006, η παγκόσμια παραγωγή αιθυλενίου ήταν 109 εκατομμύρια τόνοι. Μέχρι το 2010 το αιθυλένιο παραγόταν από τουλάχιστον 117 εταιρείες σε 55 χώρες. Το αιθένιο είχε βρει πρακτική χρήση από τους αρχαίους Αιγυπτίους, που χάραζαν τα σύκα για να επιταχύνουν την ωρίμανσή τους (το τραύμα προκαλούσε ως ορμονική απάντηση τη σύνθεση αιθενίου για να σηματοδοτήσει την ανάπτυξη των κατεστραμμένων, από το τραύμα, ιστών)

Το αιθένιο ή αιθυλένιο εξυπηρετεί ως ορμόνη στα φυτά. Δρα σε επίπεδο ιχθών σε όλη τη ζωή των φυτών σηματοδοτώντας την απόρριψη των φύλλων (των φυλλοβόλων), την άνθιση των ανθών και την ωρίμανση των καρπών.

Οι κυριότερες φυσιολογικές επιδράσεις του αιθυλενίου στις λειτουργίες των φυτών είναι οι εξής:

1. Υποκίνηση της ωρίμανσης των σαρκώδων φρούτων (στην κατηγορία αυτή ανήκει η φράουλα)
2. Υποκίνηση της αποκόλλησης των φύλλων από τον βλαστό
3. Μείωση της επιμύκησης, αύξησης της διαμέτρου και διαταραχή του υποτροπισμού του βλαστού (κυρίως σε φυτά ψυχανθών που είναι μεγαλωμένα στο σκοτάδι)
4. παρεμπόδιση της αύξησης των ριζών
5. αύξησης της περατότητας των μεμβρανών

6. παρεμπόδιση της έκπτυξης των φύλλων και του ακραίου οφθαλμού (κυρίως για φυτά μεγαλωμένα στο σκοτάδι)
7. παρεμπόδιση της έκπτυξης πλευρικών οφθαλμών
8. μάρανση ορισμένων τύπων ανθέων
9. επίδραση στην πολική μετακίνηση των αυξίνων στα φυτά
10. κλίση των φύλλων προς τα κάτω
11. επίδραση στον γεωτροπισμό των ριζών
12. υποκίνηση του σχηματισμού θυληκών ανθέων

## **ΧΡΗΣΗ ΑΙΘΥΛΕΝΙΟΥ ΣΤΗΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΗΣ ΦΡΑΟΥΛΑΣ**

Σε εμπορικούς θαλάμους ωρίμανσης καρπών χρησιμοποιείται επίσης αιθέριο, προερχόμενο από καταλυτική αφυδάτωση αιθανόλης, για την τεχνητή τους ωρίμανση. Τυπικά χρησιμοποιείται ένα επίπεδο συγκέντρωσης του αερίου 500 - 2.000 [ppm], για 24 - 48 ώρες. Πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα για τον έλεγχο της συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα, που παράγεται κατά την ωρίμανση, αφού στη (σχετικά) υψηλή θερμοκρασία ωρίμανσης (20°C) παρατηρήθηκαν επίπεδα CO<sub>2</sub> ως και 10% σε 24 ώρες.

Η επίδραση του αιθυλενίου στην ωρίμανση του φυτού της φράουλας αλλά και γενικά όλων των φυτών (λαχανικά, ανθοκομικά), έχει αποτελέσει μεγάλο ζήτημα έρευνας, καθώς τα αγροτικά προϊόντα πολλές φορές ταξιδεύουν για πολλές μέρες μέχρι να φτάσουν στον προορισμό τους- καταναλωτή, οπότε από την συγκομιδή έως το στάδιο της πώλησης, η ωρίμανση του φυτού αποτελεί μεγάλο προτέρημα ή μειονέκτημα στην τελική αξία του (Βάρβογλη, 1991). Παράλληλα, όταν καταστέλλεται ή απομακρύνεται από τους καρπούς (εξαερισμός) χρησιμοποιείται έτσι ώστε να σταματάει η ωρίμανση ή να καθυστερεί για να εξυπηρετεί τις ανάγκες της αγοράς.

Η δράση της έχει να κάνει με τη διάσπαση των χρωστικών της χλωροφύλλης, το πέσιμο των φύλλων και την ωρίμανση των φρούτων. Μετά την έναρξη λειτουργίας του μηχανισμού ωρίμανσης το αιθυλένιο δεν ασκεί καμία άλλη επίδραση, γεγονός που το καθιστά ιδανική φυτορρυθμιστική ουσία χωρίς παρενέργειες.

Αν και σε μικρές ποσότητες είναι αρκετό για να δράσει, έτσι περνώντας στο εσωτερικό των ιστών προκαλεί χωρίς να ξεπερνά μια ορισμένη κρίσιμη τιμή. Η

αντίδραση που πραγματοποιείται για την επίτευξη της ωρίμανσης απαιτεί οξυγόνο και κατάλληλη θερμοκρασία.

Στις περιπτώσεις που η θερμοκρασία είναι πολύ χαμηλή (πήξη του νερού) το αιθυλένιο παύει να λειτουργεί και περιορίζεται στο ελάχιστο. Ενώ σε υψηλές θερμοκρασίες, το αιθυλένιο δρα στην ωρίμανση και το γηρασμό του καρπού ακόμη κι αν η ποσότητα του οξυγόνου είναι μειωμένη.

Κατάλληλες θερμοκρασίες για την μέγιστη παραγωγή αιθυλενίου είναι από 0° C μέχρι 25° C, ενώ δρα και πάνω από τους 25° C, χωρίς όμως σημαντικά αποτελέσματα. Όσον αφορά το CO<sub>2</sub>, φαίνεται ότι παρεμποδίζει τη δράση του αιθυλενίου, άρα και την ωρίμανση των καρπών. Έτσι, σε περιπτώσεις που ο παραγωγός επιδιώκει να παρεμποδίσει την ωρίμανση των καρπών της φράουλας (αύξηση του αιθυλενίου) είναι δυνατόν να διοχετεύσει ποσότητες CO<sub>2</sub> ή ακόμη και να εκμεταλλευτεί τις μειωμένες ποσότητες οξυγόνου (Πετάση 1982).

Με βάση τα παραπάνω, είναι σημαντικό στις μέρες μας να γίνεται σωστή αποθήκευση των φρούτων και των λαχανικών κατά τη μεταφορά τους παράλληλα με κατάλληλο έλεγχο της θερμοκρασίας και της υγρασίας. Στην αγορά υπάρχουν διάφορα συστήματα διαμόρφωσης αυτών των συνθηκών και μάλιστα για τον καρπό της φράουλας έχει βρεθεί ότι είναι ένα προϊόν με χαμηλή ευαισθησία στο αιθυλένιο, αλλά με κατάλληλη προσθήκη αιθυλενίου μπορεί να διατηρηθεί στο ράφι 7 με 10 μέρες.

Επιπρόσθετα, το φυτό της φράουλας ανήκει στα φυτά που ο ρυθμός παραγωγής αιθυλενίου είναι χαμηλός (0,1 έως 1,0). Είναι αξιοσημείωτο να γνωρίζουμε ότι η τυχόν ευαισθησία των φρούτων στο αιθυλένιο, μπορεί να έχει βλαβερές συνέπειες που περιλαμβάνουν κιτρίνισμα, μαλάκωμα, προχωρημένη σήψη, απώλεια φύλλων και απόκτηση καφέ απόχρωσης, γεγονός που οδηγεί στην γενικότερη υποβάθμιση του προϊόντος και κατ' επέκταση στην μείωση της τιμής πώλησής του.

Σε διάφορες μελέτες έχει αποδειχθεί ότι ο ρόλος του αιθυλενίου στην ωρίμανση της φράουλας είναι σήμερα ασαφής και αρκετές μελέτες έχουν εξετάσει την αναθεώρηση του και τον ενδεχόμενο ρόλο αυτής της ορμόνης. Επομένως, αυτές πιθανόν να δείχνουν ότι η φράουλα παράγει χαμηλά επίπεδα αιθυλενίου που είναι επαρκείς για να ρυθμίσει ορισμένες πτυχές ωρίμανσης (Εφημερίδα της Επιστήμης των Τροφίμων και Γεωργίας, 2010).

Συμπερασματικά, όπως και οι άλλες φυτικές ορμόνες, το αιθυλένιο θεωρείται ότι έχει πλειοτροπικές επιδράσεις. Αυτό ουσιαστικά σημαίνει ότι τουλάχιστον κάποιες

από τις επιδράσεις της ορμόνης δεν συνδέονται μεταξύ τους. Το πραγματικό αποτέλεσμα της επίδρασης του αιθυλενίου εξαρτάται τόσο από τον ιστό που επηρεάζει, όσο και από τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Στην αγροτική παραγωγή ωστόσο, η απόδοση σε συνδυασμό με την ποιότητα του προϊόντος παίζουν τον καθοριστικό ρόλο. Το αιθυλένιο συντομεύει το χρόνο που απαιτείται για την εμπορική εκμετάλλευση πολλών καρπών επιταχύνοντας το μαρasmus των ανθών και την ωρίμανση των καρπών αυτών. Φυτά όπως, οι ντομάτες, οι μπανάνες και τα μήλα ωριμάζουν ταχύτερα με την παρουσία αιθυλενίου και γι' αυτό το λόγο τελικά μπορεί να γίνει τοποθέτηση μπανανοφλουδων, κοντά, σε κλειστή περιοχή όπου υπάρχουν φράουλες αλλά και με την τεχνητή έκλυση του αερίου σε ένα θάλαμο (Πασπάτης, Ε. Α. 1986). Γενικά στους περισσότερους σαρκώδεις βλαστούς κατά την έναρξη της ωρίμανσης έχουμε αύξηση της παραγωγής του αιθυλενίου. Υπάρχουν όμως και περιπτώσεις καρπών που η δράση του αιθυλενίου παρεμποδίζεται από διάφορους παράγοντες.

## 2.6 ΣΥΝΔΙΑΣΜΟΣ ΦΥΤΟΡΥΘΜΙΣΤΙΚΩΝ ΟΥΣΙΩΝ

### Αλληλεπίδραση αιθυλενίου και αυξινών

Η αλληλεπίδραση αυτών των δύο ουσιών οδηγεί σε ρύθμιση του σχήματος και του μεγέθους των κυττάρων και στηρίζεται στην ανταγωνιστικότητα που αναπτύσσουν αυτές οι ουσίες μεταξύ τους.

Οι φυσιολογικές συγκεντρώσεις IAA και άλλων συνθετικών αυξινών υποκινούν την σύνθεση του αιθυλενίου σε διάφορα τμήματα του φυτού (ρίζες, καρπούς και άνθη). Στην καλλιέργεια του φυτού της φράουλας η σύνθεση του αιθυλενίου γίνεται στους καρπούς. Συγκεκριμένα, ενώ από μόνες τους οι αυξίνες δεν λειτουργούν παρεμποδιστικά στους ιστούς των φυτών, υποκινούν την παραγωγή αιθυλενίου το οποίο έχει σαν τελικό αποτέλεσμα την παρεμπόδιση της αύξησης.

### Αλληλεπίδραση κυτοκινινών, αυξινών και αιθυλενίου

Όταν οι κυτοκινίνες εφαρμοστούν σε συγκεκριμένες συγκεντρώσεις στα φυτά (π.χ. φράουλας) υποκινούν την παραγωγή αιθυλενίου. Το φαινόμενο αυτό γίνεται ακόμη εντονότερο όταν οι κυτοκινίνες δρουν συνεργηστικά με τις αυξίνες, οπότε και παρεμπιδίζουν την παραγωγή του αιθυλενίου.

### Αλληλεπίδραση γιββερελλίνων και αιθυλενίου

Η αλληλεπίδραση τους άλλοτε δρά ανταγωνιστικά και άλλοτε συνεργηστικά ανάλογα την καλλιέργεια, το στάδιο ανάπτυξης και τμήμα του φυτού.

### Αλληλεπίδραση ABA και αιθυλενίου

Αυτές οι ουσίες δρουν συνεργηστικά αλλά η δράση τους γίνεται με διαφορετικούς μηχανισμούς στο φυτό.

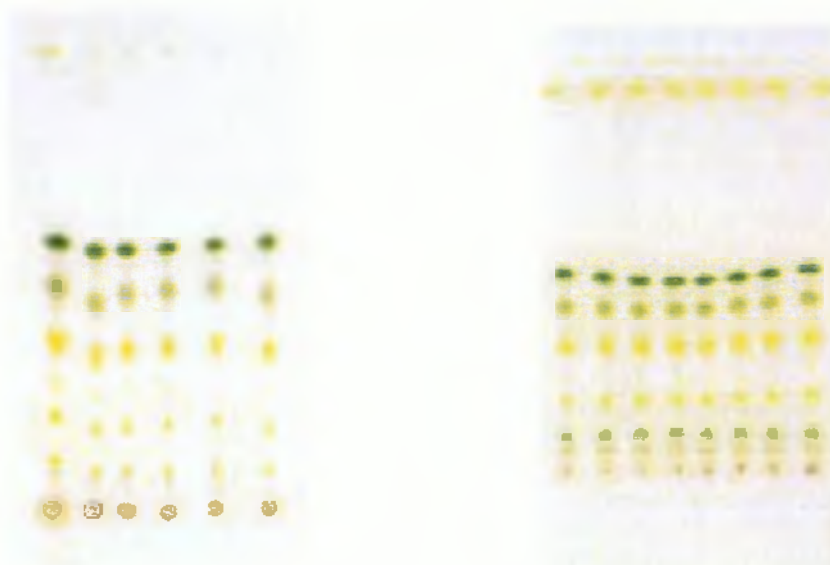


## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>**

### 3. ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ ΥΠΟΛΕΙΜΑΤΩΝ ΣΤΟ ΠΡΟΪΟΝ

#### Χρωματογραφικές Μέθοδοι

Ο διαχωρισμός μιγμάτων ενώσεων σε καθαρά συστατικά και η ποσοτικοποίησή τους αποτελούν γενικά κεντρικό θέμα της εργαστηριακής χημικής εργασίας. Μόνο με αυτόν τον τρόπο μπορούν να αναλυθούν σωστά τόσο η καθαρότητα των χημικών ουσιών (όπως οι φυτορρυθμιστικές ουσίες) όσο και η σύσταση μιγμάτων με διαφορετικό περιεχόμενο. Ο έλεγχος της ποιότητας, η ανάλυση των τροφίμων και του περιβάλλοντος, αλλά επίσης και ο έλεγχος και η βελτιστοποίηση των χημικών αντιδράσεων και διαδικασιών βασίζονται όλα σε έναν αναλυτικό προσδιορισμό των ποσοτήτων των υλικών. Μια σπουδαία τεχνολογία στην ανάλυση και τον ποσοτικό διαχωρισμό μιγμάτων υλικών είναι η χρωματογραφία. Οι αρχές της χρωματογραφίας, όπως χρησιμοποιούνται σήμερα έχουν σαν αφετηρία τον βοτανολόγο Michael Tswett (1872 - 1919). Το 1906 δημοσίευσε μια διαδικασία που αφορούσε τον διαχωρισμό και την απομόνωση των κίτρινων και πράσινων χρωστικών από τα φύλλα με χρωματογραφία απορρόφησης.



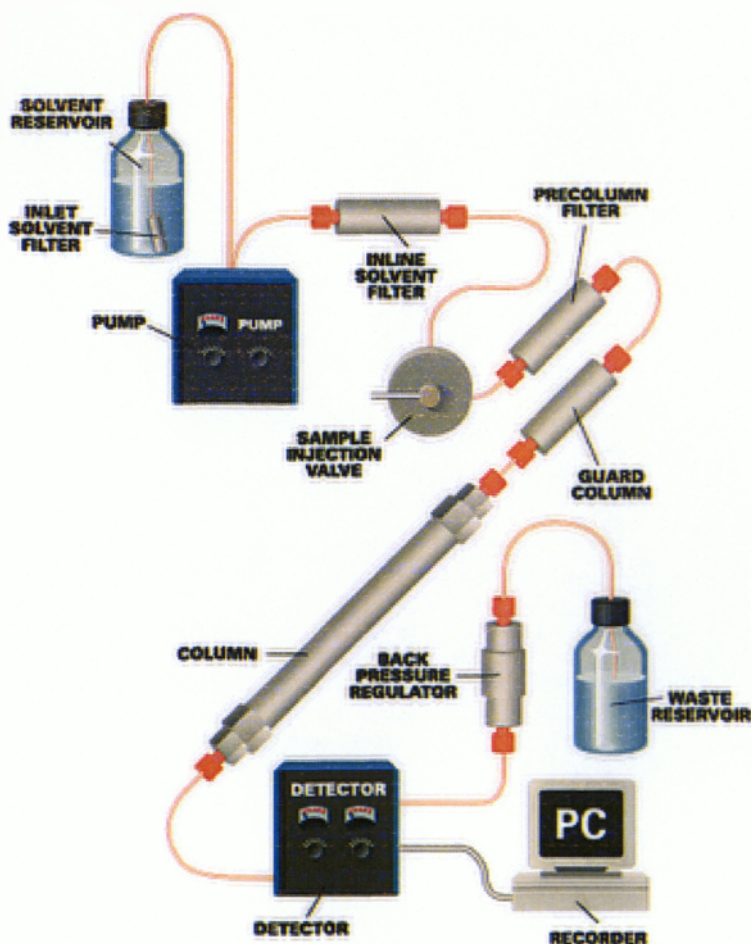
Η εικόνα δείχνει τον διαχωρισμό με χρωματογραφία λεπτής στοιβάδας του εκχυλίσματος από φύλλα σφεντάμης (αριστερά) και φλαμουριάς.

Σπουδαίες τεχνολογίες είναι η χρωματογραφία λεπτής στοιβάδας, η αέρια χρωματογραφία και η υγρή χρωματογραφία.

### 3.1 ΕΚΧΥΛΙΣΗ ΜΕ ΑΚΕΤΟΝΙΤΡΙΑΙΟ (ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΥΓΡΗΣ ΧΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑΣ & ΦΑΣΜΑΤΟΜΕΤΡΙΑΣ ΜΑΖΑΣ ΤΡΙΠΛΟΥ ΤΕΤΡΑΠΟΛΟΥ)

Η χρωματογραφία υψηλής πίεσης (HPLC) ανήκει στις χρωματογραφικές τεχνικές, άρα ο διαχωρισμός είναι αποτέλεσμα της συνδυαστικής δράσης μιας στατικής και μιας κινητής φάσης. Στην HPLC, το δείγμα εισάγεται στη κορυφή της στήλης και με τη βοήθεια της κινητής φάσης, τα συστατικά του μετακινούνται με τη μορφή ζωνών και τελικά εκλύονται το ένα μετά το άλλο. Οι αναλυόμενες ουσίες κατανέμονται μεταξύ της στατικής και της κινητής φάσης, με αποτέλεσμα να μετακινούνται με διαφορετικές ταχύτητες κατά μήκος της στήλης.

Η μεγαλύτερη απόδοση στην υγρή χρωματογραφία επιτυγχάνεται με χαμηλές ταχύτητες ροής, που συνεπάγονται μεγάλη διάρκεια διαχωρισμού, με την εφαρμογή υψηλής πίεσης και τη χρήση μικρότερων σωματιδίων σαν υλικών πλήρωσης της στήλης (<http://www.chem.uoa.gr>).



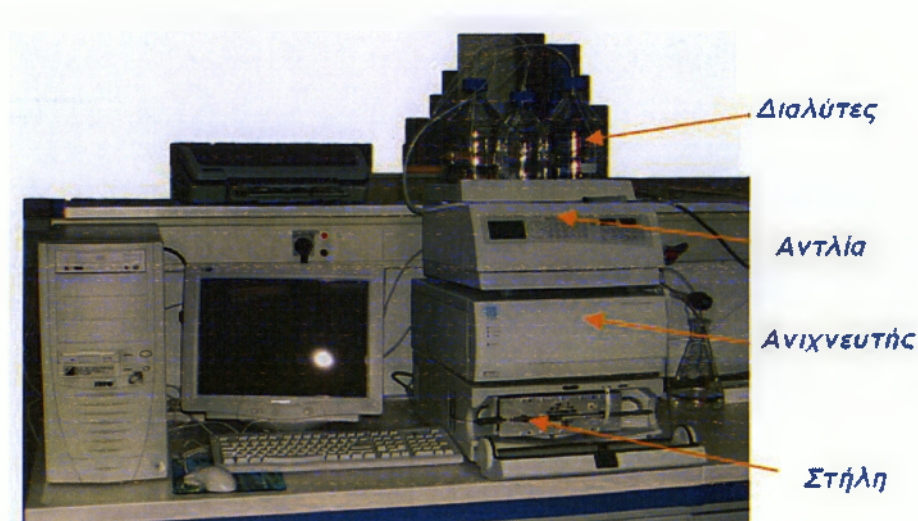
Στην HPLC μπορούν να συμπεριληφθούν και να εφαρμοστούν όλα τα είδη που λαμβάνουν χώρα στους χρωματογραφικούς διαχωρισμούς, με την κατάλληλη χρήση υλικού πλήρωσης της στήλης και του διαλύτη έκλουσης (Πετάση, Ν. Α. 1982).

#### Ανιχνευτές που χρησιμοποιούνται στην HPLC

Οι ανιχνευτές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην HPLC είναι οι παρακάτω:

- Ανιχνευτές ορατού-υπεριώδους
- Παράταξης φωτοδιόδων
- Αγωγιμομετρικοί
- Δείκτου διάθλασης
- Φασματογράφοι μάζας
- Ηλεκτροχημικοί
- Φθορισμομετρικοί
- Ραδιενέργειας
- Σκεδασμού φωτός
- Φλόγας (ιονισμού φλόγας, εκπομπής, φωτομετρικοί ανιχνευτές)

Το εύρος ροής στην υγρή χρωματογραφία είναι από 0,5 έως 5 ml/min και επιτυγχάνεται με αντλίες που λειτουργούν σε πιέσεις 300-7500psi. Οι συνηθισμένες στήλες με υλικό πλήρωσης 5μm, λειτουργούν με ροή 1ml/min και πιέσεις 1000-2000 psi.



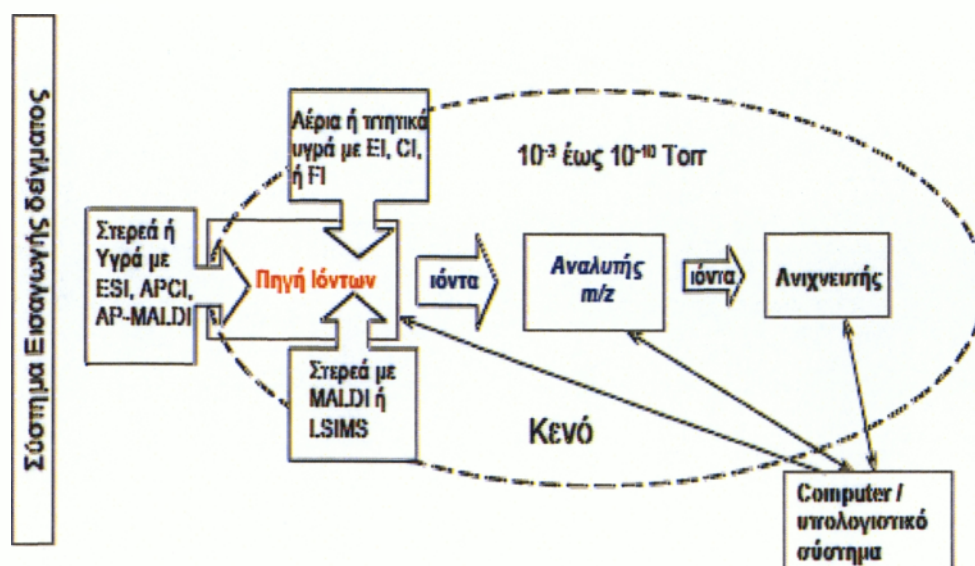
Σύστημα χρωματογραφίας υψηλής απόδοσης, HPLC DIONEX P680

## ΦΑΣΜΑΤΟΜΕΤΡΙΑ ΜΑΖΑΣ ΤΡΙΠΛΟΥ ΤΕΤΡΑΠΟΛΟΥ

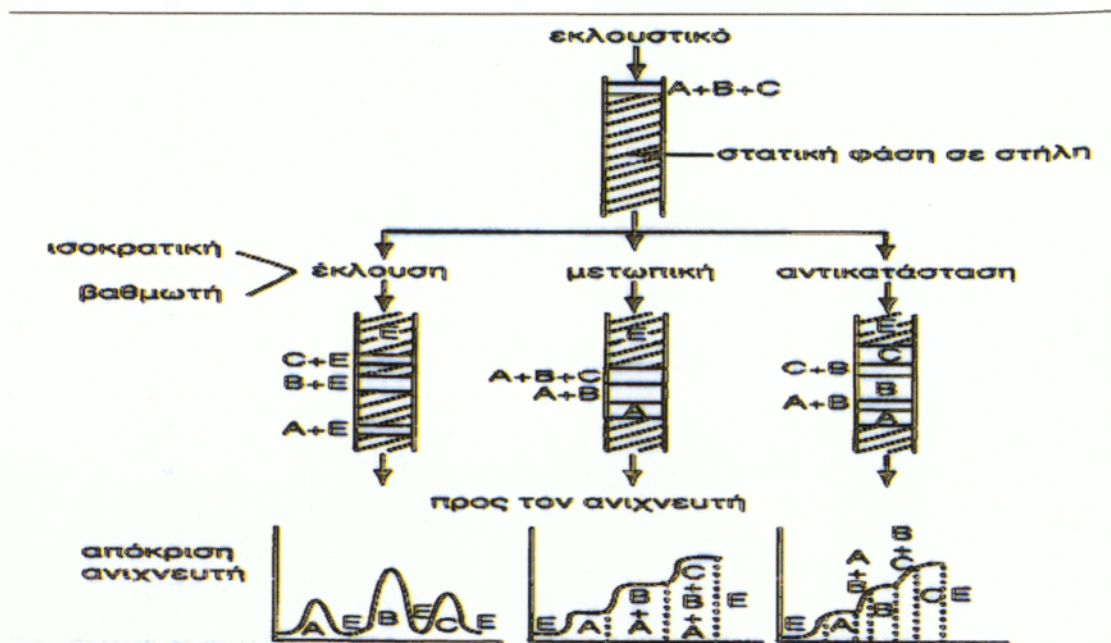
Φασματομετρία μαζών ορίζεται οικογένεια τεχνικών προσδιορισμού δομής και ποσοτικού προσδιορισμού ενώσεων και στοιχείων, οι οποίες βασίζονται στον ιοντισμό ατόμων ή μορίων ή την παραγωγή ιοντικών θραυσμάτων μορίων και την καταγραφή της σχετικής έντασης του ιοντικού ρεύματος που αντιστοιχεί σε κάθε λόγο μάζας προς φορτίου ( $m/z$ ) (<http://medlab.cs.uoi.gr>).

Ίσως η τεχνική με την μεγαλύτερη ποικιλία εφαρμογών και την εντυπωσιακότερη ανάπτυξη την τελευταία δεκαετία (<http://www.kupinko.com>). Η τεχνική MS παρέχει πληροφορίες σχετικά με:

- Την στοιχειακή σύσταση του δείγματος
- Τη δομή ανόργανων, οργανικών, οργανομεταλλικών και βιολογικών μορίων
- Την ποιοτική και ποσοτική σύσταση μιγμάτων
- Τη δομή και τη σύσταση επιφανειών
- Την αναλογία ισοτοπων στοιχείων



Ο φασματογράφος μάζας τριπλού τετράπολου είναι ένα όργανο νέας γενιάς. Το σύστημα βασίζεται στην πατενταρισμένη τεχνολογία για την εισαγωγή ιόντων στο φασματογράφο μάζας με ελάχιστες απώλειες, χαμηλό χημικό θόρυβο και την ελάχιστη δυνατή ρύθμιση παραμέτρων από τον χρήστη. Κελί διάσπασης υψηλής απόδοσης και ταχύτητας το οποίο εκμηδενίζει τα φαινόμενα cross talk. Ευαισθησία σε επίπεδα χαμηλού femto.



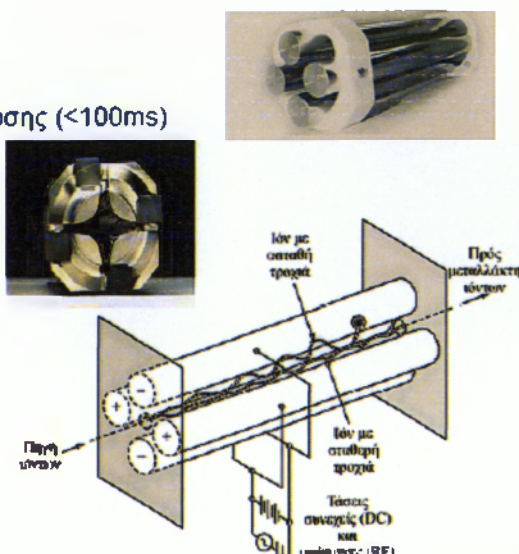
## ΤΕΤΡΑΠΟΛΙΚΟΣ ΑΝΑΛΥΤΗΣ ΜΑΖΩΝ

- ✓ Μικρό μέγεθος
- ✓ Το μικρότερο κόστος
- ✓ Υψηλή ταχύτητα σάρωσης (<100ms)
- ✓ Ανθεκτικός αναλυτής

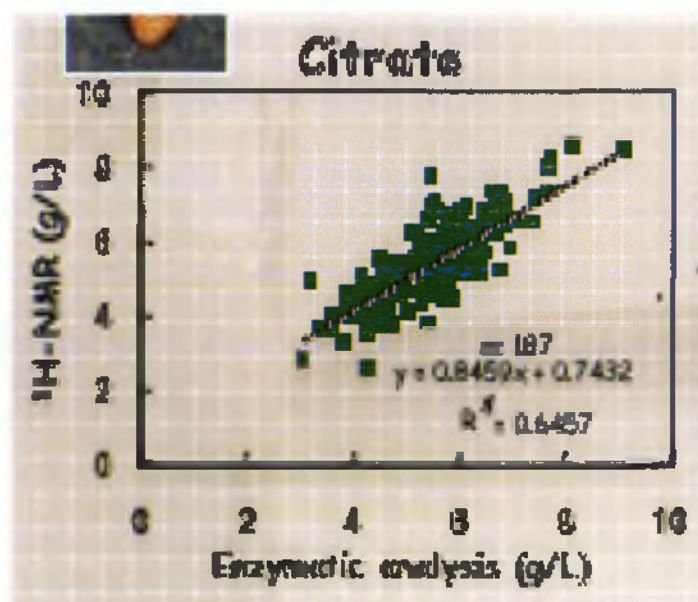
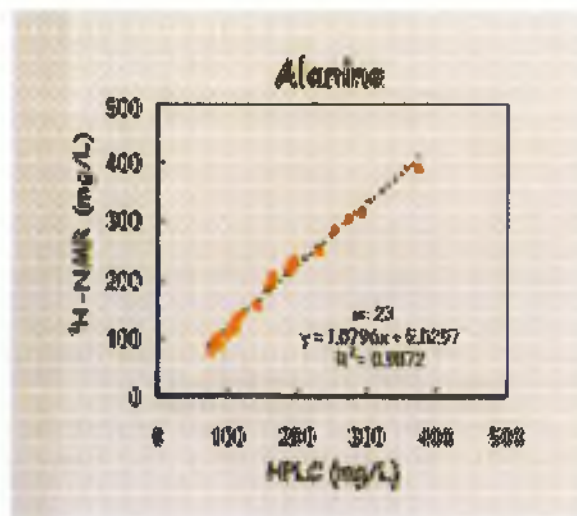
Μόνο τα ιόντα με συγκεκριμένο  $m/z$  φτάνουν στον μεταλλάκτη ιόντων

Χαμηλή Διακριτική ικανότητα:  $\sim 1\text{Da}$  (u)

- Φίλτρο μαζών



Γενικά οι παραπάνω μέθοδοι εφαρμόζονται για την ανίχνευση υπολλειμάτων φυτορυθμιστικών ουσιών αλλά και γενικά φυτοπροστατευτικών ουσιών στα φυτά της φράουλας. Πολλές μελέτες έχουν γίνει στον κόσμο για την ανίχνευση των ενδεδειγμένων θερμοκρασιών (περίπου 23 °C) κάτω από τις οποίες γίνεται καλύτερη ανίχνευση των ορμονών στην καλλιέργεια της φράουλας (Pérez κ.α., 1997). Άλλες μελέτες έδειξαν πως επιδρούν οι ορμόνες συγκρινόμενες με τα ένζυμα στα φυτά της φράουλας με την βοήθεια των παραπάνω μεθόδων (Moing κ.α., 2003).



Επίσης έρευνες έδειξαν ότι με την χρήση των παραπάνω μεθόδων είναι δυνατόν να βρεθούν τα επίπεδα στα οποία βρίσκονται οι φυτορμόνες και με ποιό τρόπο αυτές οι ποσότητες επιδρούν στην παραγωγή χυμών των φρούτων ή στην διατήρηση φρέσκων φρούτων μεταξύ των οποίων αντικείμενο μελέτης είναι και το φυτό της φράουλας (Dourtoglou κ.α., 2007).

Τέλος, έχουν γίνει πειράματα με την βοήθεια των χρωματογραφικών μεθόδων, τα οποία αποδεικνύουν ότι οι διάφορες συγκεντρώσεις φυτορυθμιστικών ουσιών επιδρούν στην αύξηση ή όχι της γονιμοποίησης του φυτού της φράουλας ανάλογα το στάδιο επέμβασης και την ύπαρξη ή μετακίνηση του αχαινίου, το οποίο όπως γνωρίζουμε παράγει την ορμόνη της αυξίνης στο φυτό (Ponappa και Miller, 1996).



#### 4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Για να βελτιώσουμε την καρπόδεση της φράουλας που είναι πολύ σημαντικό στάδιο για την καλλιέργεια αυτή, το σχήμα που μπορούμε να εφαρμόσουμε είναι β-NOA 40-60 ml/lit με ψεκασμό των ανθέων. Συγκεκριμένα, πρέπει να εφαρμοστούν 3-4 ψεκασμοί ανα 5-8 ημέρες ενώ όταν οι θερμοκρασίες είναι χαμηλές συνιστώνται μεγαλύτερες δόσεις.

Η καλύτερη εποχή για να φυτεύεται η φράουλα είναι το φθινόπωρο έτσι ώστε να υπάρχει παραγωγή το επόμενο έτος. Αν και η αυξανόμενη ζήτησή της, την μετέτρεψε σε μονοετές φυτό με πιο εντατική καλλιέργεια ακόμη και σε θερμοκήπια.

Η συγκομιδή της γίνεται μόλις κοκκινίσει, συνήθως νωρίς την άνοιξη. Λόγω της ιδιαίτερης ευαισθησίας της συνηθίζεται η καλλιέργεια της να γίνεται όσο γίνεται πιο κοντά στα κέντρα ζήτησης και κατανάλωσης. Οι μεγάλες φράουλες δεν είναι πάντα αποτέλεσμα ορμονών που χρησιμοποιούνται κατά το δέσιμο του καρπού.

Σημαντικό είναι επίσης ότι οι ώριμες φράουλες δεν διατηρούνται περισσότερο από 48 ώρες μέσα σε ένα κουτί που κλείνει αεροστεγώς μέσα στο ψυγείο με φυσικό τρόπο. Απαραίτητη είναι η δράση των φυτορμονών είτε κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας είτε μετά την συγκομιδή. Όμως, όταν είναι κάπως άγουρες, δεν είναι δυνατόν να ωριμάσουν στο σπίτι και να αποκτήσουν την τόσο λαχταριστή γεύση τους.

Εξίσου σημαντικό στο τελικό προϊόν της καλλιέργειας είναι, ο έλεγχος για τυχόν υπολλείματα χημικών και φυσικών ουσιών, όπως οι φυτορυθμιστικές ουσίες που αναφέρθηκαν παραπάνω. Αυτό πρέπει να γίνεται, έτσι ώστε το προϊόν που φτάνει στον καταναλωτή να είναι ποιοτικό και υγιεινό. Για να επιτευχθεί αυτό, χρησιμοποιούνται σύγχρονες μέθοδοι, όπως η εκχύλιση με ακετονιτρίλιο (με χρήση υγρής χρωματογραφίας και φασματομετρίας μάζας τριπλού τετραπόλου). Συγκεκριμένα, τα αποτελέσματα αυτής της μεθόδου θα συγκριθούν με τα ασφαλή όρια τιμών που υπάρχουν στην αγορά (ποιοτικά και ποσοτικά) για το προϊόν μας και θα μας οδηγήσουν στο συμπέρασμα για το αν είναι ποιοτικό ή όχι αυτό για τον καταναλωτή και οικονομικά ανεκτό για τον παραγωγό.

Οι Ρωμαίοι εκτιμούσαν τις άγριες φράουλες για τις ιαματικές και αφροδισιακές τους ιδιότητες, αλλά και για την υπέροχη γεύση τους. Θεωρούνται ακόμα διατροφικά «κοσμήματα», αφού είναι εξαιρετική πηγή αντιοξειδωτικών ουσιών, όπως οι ανθοκυανίνες.

Σύμφωνα μάλιστα με το USDA (United States Department of Agriculture), οι φράουλες έρχονται δεύτερες σε περιεκτικότητα αντιοξειδικών (στην πρώτη θέση βρίσκονται τα μούρα). Είναι επίσης πλούσιες σε διαιτητικές ίνες και περιέχουν μεγάλη ποσότητα βιταμίνης C, η οποία, όπως επισημαίνει η Αμερικανική Αντικαρκινική Εταιρεία, μπορεί να μειώσει τον κίνδυνο του καρκίνου στο γαστρεντερικό σύστημα. Ιδιαίτερα το ελλαγικό οξύ, μια φυτοχημική ουσία που περιέχουν, βοηθά στην καταπολέμηση των καρκινογενέσεων, ενώ αξιοσημείωτη είναι και η περιεκτικότητά τους σε βιταμίνη Α, ασβέστιο, σίδηρο, φώσφορο, κάλιο και σελήνιο (Παπανικολάου, Γ. 1983).

Οι φράουλες μας προστατεύουν από τις ελεύθερες ρίζες, άρα από τη γήρανση. Επίσης, μας προστατεύουν από τις εκφυλιστικές ασθένειες, άρα και από τον καρκίνο.

Η αντιοξειδωτική βιταμίνη C που περιέχουν σε μεγάλες ποσότητες βοηθάει το σώμα να ανακυκλώνει τα όποια άλλα αντιοξειδωτικά προσλαμβάνει, όπως η βιταμίνη E, τα φλαβονοειδή και τα καριτονοειδή.

## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

**Adams, D.O. and Yang S.F.** (1975). Ethylene biosynthesis: identification of 1-aminocyclo propaine- 1- carboxylic acid as an intermediate in the conversion of methionine to ethylene. USA

**A. Moing, C. Renaud, M. Maucourt, F. Belvert, C. Cabasson, J-P. Renaudin, C. Van Oostende, A. André, J. Renaudin, N. Telef, P. Gallusci, E. Lerceteau-Köhler, B. Denoyes-Rothan and D. Rolin.** (2003). Metabolic profiling by proton NMR for detecting unintended effects in plant responses to pathogen, hormones and genetic variability, Université de Bordeaux 1-2, BP 81, F-33883 Villenave d'Ornon, 4 CIREF, Lanxade, F-24130 Prignonrieux, France

**Ana G. Pérez, Raquel Olías, Javier Espada, José M. Olías, and Carlos Sanz** (1997). Rapid Determination of Sugars, Nonvolatile Acids, and Ascorbic Acid in Strawberry and Other Fruits, Departamento de Fisiología y Tecnología de Productos Vegetales, Instituto de la Grasa, CSIC, Padre García Tejero 4, 41012 Sevilla, Spain

**Βαρθέρης, Α.** (1986). Φράουλα, οδηγός για την καλλιέργειά της, Εκδ. Αγροτικές Συν. Α.Ε., Αθήνα

**Βάρβογλη, Α.** (1991). «Χημεία Οργανικών Ενώσεων», παρατηρητής, Θεσσαλονίκη

**Βάρβογλη, Γ. Ν.** (1972). Αλεξάνδρου, Οργανική Χημεία, Αθήνα

**Chadwick, A.V. and S.P. Burg** (1970). Regulation of fruit growth by auxin – ethylene interaction, Plant Physiol.

**Ευστρατιάδης, Α.Κ. Μανωλκίδη** (1965). Εισαγωγή στη Γενική Βιολογία, Εκδ. Τομή, Αθήνα

**Κιτσάκη, Χρ.** (1992). Ρυθμιστικοί παράγοντες της αύξησης και διαφοροποίησης στα φυτά, Σημειώσεις μαθημάτων Γ.Π.Α., Αθήνα

**Moore, T.S.** (1979). Biochemistry and physiology of plant hormones, Springer-Verlag, New York, Berlin

**Moore, T.S.** (1989). Biochemistry and physiology of plant hormones, 2<sup>nd</sup> edition, Springer-Verlag

**Παπανικολάου, Γ.** (1983). Σωστή διατροφή και σωστό αδυνάτισμα. Μικρά και μεγάλα, μυστικά για Υγεία και Ευεξία. Εκδόσεις Σικυώς, Αθήνα

**Πασπάτης, Ε. Α.** (1998). Φυτορμόνες. Ο ρόλος τους στα φυτά, οι εφαρμογές τους στις καλλιέργειες, Εκδ. Αγρότυπος, Αθήνα

**Πασπάτης, Ε. Α.** (1983). Φυτορυθμιστικές ουσίες, Σημειώσεις από μαθήματα σε μετεκαπιδευόμενους Γεωπόνους του Υπουργείου Γεωργίας, Μπενάκειο Φυτοπαθολογικό Ινστιτούτο, Αθήνα

**Πασπάτης, Ε. Α.** (1986). Χρήση φυτορρυθμιστικών ουσιών στα κηπευτικά. Παρούσα Κατάσταση και Προοπτικές, Πάτρα

**Πασπάτης, Ε. Α.** (1987). Επίδραση των επβραδυντών αύξησης, Μπενάκειο Φυτοπαθολογικό Ινστιτούτο, Αθήνα

**Πατσαλός, Κ.** (1998). Η καλλιέργεια της φράουλας. Εκδ. Γραφείο Τύπου, Πληροφοριών, Τμήμα Γεωργίας, Λευκωσία Κύπρος

**Πετιάση, Ν. Α.**(1982). Ασκήσεις και προβλήματα Οργανικής Χημείας

**Tilak Ponappa, A. Raymond Miller.** (1996). Polyamines in normal and auxin-induced strawberry fruit development, *Physiologia Plantarum*. Volume 98, Issue 3, pages 447–454

**V. Dourtoglou, A. Gally, V. Tychopoulos, N. Yannovits, F. Bois, M. Alexandri, S. Malliou, M. Rissakis, M. Bony.** (2007). Effects of storage under CO<sub>2</sub> atmosphere on the volatiles, phenylalanine ammonia — Lyase activity and water soluble constituents of strawberry fruits, Vioryl S.A., Viltanioti street, 14564 Kifissia, Athens, Greece

**Web site:**

<http://www.chem.uoa.gr>

<http://petie.4umer.com>

<http://medlab.cs.uoi.gr>

<http://www.kupinko.com>