

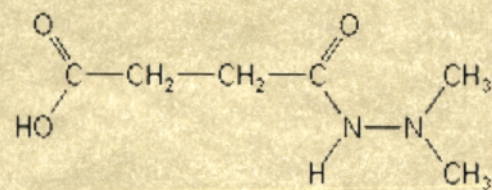


ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ (ΤΕΙ)
ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΚΑΙ ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΡΥΘΜΙΣΤΕΣ ΑΥΞΗΣΗΣ : Ο ΡΟΛΟΣ ΚΑΙ Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥΣ ΣΤΑ
ΓΛΑΣΤΡΙΚΑ ΚΑΛΩΠΙΣΤΙΚΑ ΦΥΤΑ



ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : ΠΑΛΛΑΡΗΣ ΠΡΟΚΟΠΗΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : κος ΠΕΤΡΟΠΟΥΛΟΣ ΣΤ. ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

ΚΑΛΑΜΑΤΑ Οκτώβριος 2007

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	3
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	4
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ	
1. Σύντομη ιστορική ανάδρομη στην ανακάλυψη των φυτορρυθμιστικών ουσιών.....	6
1.1 Έλεγχος Αύξησης.....	7
1.1.1 Τρόποι ελέγχου του ύψους των φυτών.....	7
1.2 Φυτορρυθμιστικές Ουσίες.....	8
1.2.1 Ορισμός.....	8
1.2.2 Ταξινόμηση.....	10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ	
2. Επιβραδυντές Αύξησης.....	16
2.1 Γενικά.....	16
2.2 Η ανακάλυψη των επιβραδυντών αύξησης.....	17
2.3 Ιδιότητες.....	18
2.3.1 Συνθετική Παρεμποδιστές Αύξησης.....	18
2.4 Η δράση των Επιβραδυντών Αύξησης.....	19
2.5 Παράγοντες που επηρεάζουν τη χορήγηση CGR.....	20
2.6 Τρόποι χορήγησης.....	23
2.7 Οι επιδράσεις των επιβραδυντών αύξησης.....	25
2.8 Παρεμπόδιση γιββερελλινών.....	26
2.8.1 Οι χημικές ενώσεις με σύμπλοκα κατιόντα.....	26
2.8.2 Χημικά με ένα Ετερόκυκλο που περιέχει Άζωτο.....	28
2.9 Χαρακτηριστικές ιδιότητες των επιβραδυντών αύξησης.....	30

2.9.1 Τρόπος δράσης των επιβραδυντών αύξησης.....	31
2.9.2 Χρήση των επιβραδυντών αύξησης στη γεωργική πράξη.....	31
2.9.3 Επιλογή των επιβραδυντών αύξησης.....	32
2.10 Επιδράσεις στα επίπεδα άλλων φυτορμονών.....	33
2.11 Paclobutrazol.....	35
2.11.1 Οι επιδράσεις του paclobutrazol στην αύξηση.....	36
2.11.2 Φυσιολογικές και Βιοχημικές Επιδράσεις του Paclobutrazol.....	37
2.12 Χαρακτηριστικά και χρίσει άλλων ρυθμιστών αύξησης.....	39
2.12.1 A- rest.....	39
2.12.2 B-nine.....	39
2.12.3 Cycocel.....	40
2.12.4 Florel.....	40
2.12.5 Ancymidol.....	40
2.13 Γιββερίλλινες και Νάνες Μεταλλαγές.....	41
2.14 Ανθεκτικότητα στον παγετό.....	42
2.14.1 Ανθεκτικότητα στον παγετό και επιβραδυντές αύξησης.....	42
2.15 Εφαρμογή επιβραδυντών αύξησης σε καλλωπιστικά φυτά.....	43

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

3. Συμπεράσματα - προτάσεις.....	46
3.1 Μέλλον και εναλλακτικές λύσης.....	47
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	48

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία έχει σαν πρωταρχικό σκοπό να αποδώσει την επίδραση και το ρόλο που υφίστανται τα γλαστρικά καλλωπιστικά φυτά από τους διάφορους ρυθμιστές αύξεσης. Σε αυτή την εργασία γίνεται μια γενική περιγραφή των φυτορρυθμιστικών ουσιών, αλλά κυρίως επικεντρώνεται στους ρυθμιστές αύξεσης του ύψους των φυτών. Η όλη εργασία είναι αποτέλεσμα μελέτης και συγκέντρωσης στοιχείων από διάφορες βιβλιογραφικές πηγές που έχουν θέμα της φυτορρυθμιστικές ουσίες.

Οι ρυθμιστές αύξεσης παίζουν έναν πολύ μεγάλο ρόλο στην ανάπτυξη των φυτών. Οι ρόλοι μεμονωμένων ρυθμιστών περιγράφονται στην συνέχεια της εργασίας, αλλά το ζήτημα είναι συχνά περίπλοκο λόγω των διάφορων παραγόντων που λαμβάνουν μέρος στην αύξεση των φυτών. Η ακραία κυριαρχία, παραδείγματος χάριν, μπορεί να επηρεαστεί από την επίδραση διάφορων ρυθμιστών αύξεσης. Από αυτήν την επίδραση τα αποτελέσματα που αναμένουμε να λάβουμε από την εφαρμογή κάποιου ρυθμιστή αύξεσης σε κάποια φυτά, μπορεί να είναι αντίθετα αποτελέσματα από αυτά που προσδοκούμε ότι θα λάβουμε.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Υπάρχουν αρκετά καλλωπιστικά γλαστρικά φυτά μεγάλης καλλωπιστικής αξίας, που όμως αναπτύσσονται πάρα πολύ γρήγορα και φτάνουν σε μεγάλο ύψος. Στην ελληνική αγορά πρόσφατα άρχισαν να εμφανίζονται νάνες παραλλαγές διαφόρων καλλωπιστικών φυτών εξωτερικού και εσωτερικού χώρου. Οι νάνες παραλλαγές είναι φυτά που έχουν υποστεί εφαρμογή κάποιου φυσικού ή χημικού επιβραδυντή αύξησης. Σε κάποια από αυτά έχουν γίνει και γενετικές βελτιώσεις, αλλά στο μεγαλύτερο αριθμό τους είναι με επίδραση ρυθμιστών αύξησης.

Η γρήγορη ανάπτυξη αυτών των φυτών τα κάνει να παίρνουν συχνά υπερβολικό μεγάλο μέγεθος, κι αυτό έχει αρνητικό αντίκτυπο στην ποιότητα και την τιμή του στην αγορά. Το κλάδεμα αποτελεί τη συνήθη μέθοδο ελέγχου της υπερβολικής ανάπτυξης των βλαστών του και των διακλαδώσεών τους. Ωστόσο, η μέθοδος αυτή είναι χρονοβόρα, επίπονη και συχνά καταλήγει στην αφαίρεση των ανθών.

Οι επιβραδυντές αύξησης περιορίζουν αποτελεσματικά την ανάπτυξη πολλών θαμνωδών φυτών εξωτερικού χώρου. Ωστόσο, μέχρι σήμερα, δεν έχουν γίνει έρευνες σχετικά με τον έλεγχο του ύψους σε πολλά γλαστρικά φυτά. Στόχος αυτής της εργασίας είναι να συγκεντρώσει διάφορες πληροφορίες αναφορικά με τους ρυθμιστές αύξησης από διάφορες βιβλιογραφικές αναφορές. Στην εργασία αυτή δεν γίνεται αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των ρυθμιστών αύξησης, για το λόγο ότι πρέπει να γίνει και συγκέντρωση δεδομένων από την εφαρμογή κάποιου πειραματικού μέρους.

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μια σύντομη ιστορική αναδρομή στην ανακάλυψη των φυτορυθμιστικών ουσιών μια μικρή αναφορά περιγραφή του πειράματος του F.W. Went το 1926 σε κολεόπιτλα Βρώμης όπου και απομόνωσε την φυτορυθμιστική ουσία «Αυξίνη». Στη συνέχεια του κεφαλαίου αναφέρεται στον έλεγχο της αύξησης, τους τρόπους ελέγχου του ύψους των φυτών, αλλά και τον ορισμό των φυτορυθμιστικών ουσιών καθώς και την ταξινόμηση τους σε ομάδες από τον Πασπάτη το 1988.

Το δεύτερο κεφάλαιο αφορά τους επιβραδυντές αύξησης, την ανακάλυψη τους, της ιδιότητες τους, της δράσης τους, παράγοντες που επηρεάζουν, τη χορήγηση των επιβραδυντών αύξησης, τα μέρει του φυτού που γίνεται η χορήγηση τους, τους

τρόπους που χορηγούνται, την επίδραση τους, την παρεμπόδιση γιββερελλινών, επίδρασης στα επίπεδα άλλων φυτορμονών, Paclobutrazol ως επιβραδυντής αύξησης και οι επίδρασης του στην αύξηση, άλλοι επιβραδυντές αύξησης, γιββεριλλίνες και νάνες μεταλλαγές, διάφορα χαρακτηριστικά των επιβραδυντών αύξησης, ανθεκτικότητα στον παγετό, τρόποι χορήγησης, και η επιλογή των επιβραδυντών αύξησης, εφαρμογή επιβραδυντών αύξησης σε καλλωπιστικά φυτά.

Το τρίτο κεφάλαιο αναφέρεται στα συμπεράσματα και προτάσεις καθώς και το μέλλον των επιβραδυντών αύξησης. Επίσης γίνεται αναφορά για της εναλλακτικές λύσης ως προς την χρίσει των ρυθμιστών αύξησης. Αλλά και την ασφάλεια πριν και μετά την εφαρμογή κάποιου ρυθμιστή αύξησης. Στην συνέχεια βρίσκονται οι βιβλιογραφικές αναφορές που χρησιμοποιήθηκαν για αυτή την εργασία.

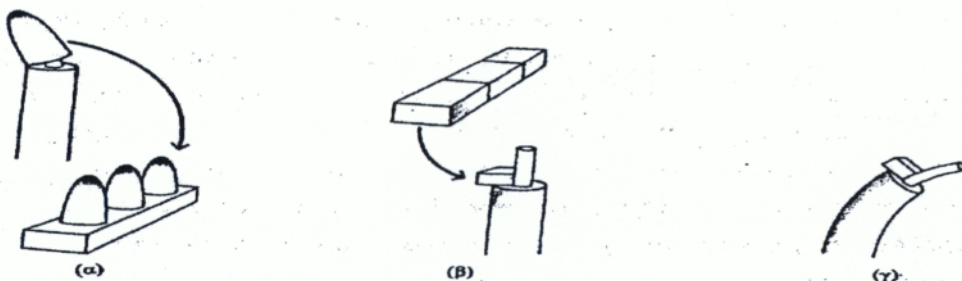
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

1. Σύντομη ιστορική ανάδρομη στην ανακάλυψη των φυτορρυθμιστικών ουσιών

Πολλές φορές η επιστήμη προσπάθησε να ερμηνεύσει τα διάφορα φαινόμενα που συμβαίνουν στα φυτά. Έγινε αποδεκτό ότι στα φυτά υπάρχουν διάφορες ουσίες που παράγονται και κυκλοφορούν μέσα σε αυτά. Οι ουσίες αυτές λαμβάνουν μέρος σε κάποιες λειτουργίες και αντιδράσεις από το περιβάλλον και έχουν σαν σκοπό τον καθορισμό της μορφολογίας του φυτού ή των φυτικών οργάνων.

Από τον 17^ο αιώνα μέχρι σήμερα έχουν υπάρξει παρά πολλές ανακαλύψεις και ερμηνείες ως προς τον όρο ορμόνες και φυτορρυθμιστικές ουσίες. Το 1919 ο Peal κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η κορυφή του βλαστού είναι ένα φυτορρυθμιστικό κέντρο. Μια ή περισσότερες ουσίες παράγονται σ' αυτήν και μετακινούνται προς τα κάτω όπου και κατανέμονται στο φυτό ομοιόμορφα.

Ο F.W. Went το 1926 έκανε διάφορα πειράματα πάνω σε κολεόπτια Βρώμης (Βλ. Εικ. 1.1.). Ο Went αφού έκοψε της κορυφές των κολεόπτιλων, τις τοποθέτησε πάνω σε φύλλα ζελατίνης έτσι ώστε η ουσία που υπέθεσε ότι παράγεται στις κορυφές να διαχυθεί μέσα στη ζελατίνη. Στη συνέχεια έκοψε την ζελατίνη σε μικρούς κύβους που τους τοποθέτησε μονόπλευρα πάνω τα «αποκεφαλισμένα» κολεόπτια, κάτι που προκάλεσε την κάμψη των κολεοπτίλων προς την αντίθετη κατεύθυνση από το σημείο αρχικής τοποθέτησης τους. Έτσι έγινε η απομόνωση (αλλά όχι ακόμη και ο προσδιορισμός) της πρώτης φυτορρυθμιστικής ουσίας, που ονομάστηκε «Αυξίνη».



Εικ.1.1. Το πείραμα του Went. (α) Οι κορυφές των κολεοπτίλων τοποθετούνται σε άγαρ (ζελατίνη) επί μια ώρα περίπου. (β) Κύβοι άγαρ τοποθετούνται στη μια πλευρά της κομμένης επιφάνειας. (γ) Διατήρηση των σποροφύτων σε σκοτάδι, παρατήρηση της κάμψης.

Πηγή: Καραμπέτσος 1999, Φυσιολογία Φυτών.

Ο F.W. Went απέδειξε με το πείραμα του, ότι στην κορυφή του κολεόπτλου παράγεται μια ουσία που μπορεί να απομονωθεί και να αυξηθεί και στην συνέχεια να δράσει βιολογικά, να προκαλέσει κάμψη σε ένα κολεόπτλο που του έχει αφαιρεθεί η κορυφή. Με την απομόνωση της αυξίνης έγινε πια φανερό ότι υπάρχουν στα φυτά ουσίες που όσο αφορά τη δράση τους είναι αντίστοιχες με αυτές που υπάρχουν στα ζώα. Οι ουσίες αυτές ονομάστηκαν φυτορμόνες, (phytohormones ή plant hormones) ή ουσίες ανάπτυξης των φυτών (plant growth substances). Σήμερα, στην διεθνή βιβλιογραφία, επικρατεί για τις ουσίες αυτές ο όρος plant growth regulators και στην ελληνική γλώσσα ο όρος «φυτορρυθμιστικές ουσίες».

Για 25 χρόνια από την ανακάλυψη του ο F.W.Went ο όρος «φυτορμόνες» ήταν συνώνυμος με την αυξίνη που το 1934 προσδιορίστηκε ότι είναι το ινδολοξικό οξύ (indolyl-3-acetic acid) IAA. Ο ίδιος ο F.W.Went υποστήριξε ότι δεν μπορεί να υπάρξει αύξηση στα φυτά χωρίς την παρουσία της αυξίνης αλλά η άποψη αυτή κλονίστηκε αργότερα με την ανακάλυψη του ρόλου της γιββερελλίνης και των κυτοκινίνων στην αύξηση και αναστολή των φυτών (Καραμπέτσος 1999).

1.1 Έλεγχος Αύξησης

1.1.1 Τρόποι ελέγχου του ύψους των φυτών

Πολλά φυτά μεγαλώνουν περισσότερο απ' όσο θα θέλαμε, γι' αυτό θα πρέπει να λαμβάνονται μέτρα για τον έλεγχο της ανάπτυξής τους και την παρεμπόδιση της υπερβολικής επιμήκυνσης των βλαστών τους, με σκοπό την βελτίωση της ποιότητας και την αύξηση της εμπορικής τους αξίας.

Οι παραγωγοί έχουν στη διάθεσή τους τρεις τρόπους ελέγχου του ύψους του φυτού: τον βιολογικό, τον φυσικό και τον χημικό. Αυτοί οι τρόποι θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη από τους παραγωγούς για φυτά που ενδέχεται να ψηλώσουν υπερβολικά με αποτέλεσμα να μειωθεί η εμπορική τους αξία (Bailey και Whipker, 1998).

Ο καλύτερος τρόπος ελέγχου του ύψους είναι ο βιολογικός. Μέσω της βελτίωσης και της επιλογής, μια ποικιλία φυτού μπορεί να αναπτυχθεί στο ιδανικό ύψος. Για παράδειγμα, οι ποικιλίες χρυσαυθών μπορούν να χωριστούν σε κοντές, μέτριες ή ψηλές, με βάση το φυσικό τους ύψος και τη δύναμή τους. Δυστυχώς, δεν υπάρχουν

ποικιλίες φυτών ιδανικού ύψους για όλες τις καλλιέργειες εντός και εκτός θερμοκηπίου, γι' αυτό οι παραγωγοί είναι αναγκασμένοι να βασίζονται και σε άλλους μηχανισμούς ελέγχου (Bailey και Whipker, 1998).

Ο φυσικός έλεγχος περιλαμβάνει πρακτικές καλλιέργειας και κλιματολογικές συνθήκες που είναι δυνατό να επηρεάσουν τις συνήθειες ανάπτυξης του φυτού. Ο φυσικός έλεγχος μπορεί να περιλαμβάνει συγκεκριμένο μέγεθος γλάστρας, περιορισμό νερού, θρέψης, ένταση φωτός, θερμοκρασία (π.χ. μέθοδος DIF) και άλλα (Bailey και Whipker, 1998).

Όλες οι παραπάνω μέθοδοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον έλεγχο του ύψους του φυτού αλλά μερικές φορές η εφαρμογή τους δεν είναι οικονομικά συμφέρουσα ή ενδέχεται να έχει αρνητικές επιπτώσεις στην ποιότητα. Ήδη από το τέλος του Β' Παγκοσμίου Πολέμου, οι φυτορρυθμιστικές ουσίες χρησιμοποιούνται με σκοπό την κατευθυνόμενη ανάπτυξη και την βελτίωση της φυτικής παραγωγής (Luckwill, 1981) και η χρήση τους δεν έχει τα αρνητικά αποτελέσματα που αποδίδονται σε κάποιες φυσικές μεθόδους ελέγχου της ανάπτυξης (Mastalerz, 1977).

Αυτές οι χημικές ενώσεις αρχικά ονομάστηκαν «φυτορμόνες», αλλά πρόσφατα ο όρος αυτός αποδυναμώθηκε και στη θέση του χρησιμοποιούνται πλέον οι όροι «ουσίες φυτικής ανάπτυξης» και «φυτορρυθμιστικές ουσίες» (Πασπάτης, 1988). Παρόλο που μπορεί εύκολα να αμφισβητηθεί η ευστοχία αυτών των τριών όρων, για λόγους συνέπειας, παρακάτω θα χρησιμοποιούνται οι όροι φυτορρυθμιστικές ουσίες (PGR) και χημικοί επιβραδυντές αύξησης (CGR).

Οι φυτορρυθμιστικές ουσίες χρησιμοποιούνται πολύ συχνά στην Ανθοκομία, όπου το αισθητικό αποτέλεσμα έχει μεγάλη σημασία. Ειδικά οι επιβραδυντές αύξησης, μπορούν να δώσουν στο φυτό συμπαγές σχήμα και καλύτερη όψη στο φύλλωμα και τα άνθη (Πασπάτης, 1988).

1.2 Φυτορρυθμιστικές Ουσίες

1.2.1 Ορισμός

Οι φυτορρυθμιστικές ουσίες είναι οργανικές ουσίες, οι οποίες δεν αποτελούν θρεπτικά μείγματα (δεν παρέχουν στα φυτά κάποιου είδους ενέργειας ή υποκατάστατου) και σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις μπορούν να υποκινήσουν, να

παρεμποδίσουν ή να αλλοιώσουν την αύξηση και τη φυσιολογική ανάπτυξη των φυτών (Mastalerz, 1977,. Devlin και Witham, 1983,. Πασπάτης, 1988). Οι φυτορρυθμιστικές ουσίες χωρίζονται σε φυσικές και συνθετικές.

Οι φυσικές φυτορρυθμιστικές ουσίες παράγονται σε ένα συγκεκριμένο σημείο του φυτού και μεταφέρονται σε κάποιο άλλο. Σε μικρές ποσότητες προκαλούν φυσιολογικές, βιοχημικές ή μορφολογικές αντιδράσεις (Devlin και Witham, 1983,. Πασπάτης, 1988,. Nelson, 1991,. Salisbury και Ross, 1992). Οι αντιδράσεις που προκαλούν εξαρτώνται από τη συγκέντρωσή τους, τον ιστό του φυτού και την αλληλεπίδρασή τους με άλλες φυτορρυθμιστικές ουσίες (Mastalerz, 1977).

Οι συνθετικές φυτορρυθμιστικές ουσίες είναι οργανικά μείγματα τα οποία παράγονται στο εργαστήριο και τα οποία δρουν όπως και οι φυσικές φυτορρυθμιστικές ουσίες (Παπαφωτίου, 1995).

1.2.2 Ταξινόμηση

Σύμφωνα με τον Πασπάτη (1988), οι φυτορρυθμιστικές ουσίες μπορούν να ταξινομηθούν με βάση τη φυσική τους δράση ή τη χημική τους δομή.

Αυξίνες. Οι αυξίνες ελέγχουν την αύξηση, διεγείρουν την καμβιακή δραστηριότητα για σχηματισμό δευτερογενών αγγειακών ιστών και υποκινούν την διαφοροποίηση των διαφόρων φυτικών οργάνων. Η φυσική αυξίνη που συναντάται στα φυτά είναι το ινδολυλοξικό οξύ (IAA). Συντίθεται στα νεαρά φύλλα και τους οφθαλμούς ενώ στις ρίζες μεταφέρεται από το υπέργειο τμήμα του φυτού. Άλλες αυξίνες που έχουν παρασκευασθεί συνθετικά και έχουν παρόμοιες δράσεις με αυτές της φυσικής αυξίνης είναι:

1. το 3-indole-butyric acid (IBA), προκαλεί το σχηματισμό τυχαίων ριζών σε μοσχεύματα. Βελτιώνει την καρπόδεση. Εμπορικό όνομα Radicin κ.α.
2. το naphthyl acetic acid (NAA) το οποίο προκαλεί αραίωμα καρπών. Υποκινεί το σχηματισμό ανθέων και καρπών. Εμποδίζει την καρπόπτωση πριν την συγκομιδή. Εμπορικό όνομα Arponon κ.α.
3. β-naphthoxy-acetic acid (β-NOA) το οποίο βελτιώνει την καρπόδεση. Εμπορικό όνομα Ορτομόνη κ.α.
4. 2,4 dichlorophenoxy acetic acid (2,4-D) το οποίο αυξάνει την καρπόδεση. Εμποδίζει την καρπόπτωση και καθυστερεί την γήρανση. Αυξάνει την ριζοβολία και το σχηματισμό ανθέων.
5. (2,4,5-T trichlorophenoxy)-acetic acid (2,4,5-T) το οποίο βελτιώνει την ριζοβολία των μοσχευμάτων. Εμπορικό όνομα Fruitone-A
6. (2,4,5-TP trichlorophenoxy)-propionic acid (2,4,5-TP), το οποίο παρεμποδίζει την καρπόπτωση και προάγει την ωρίμανση των καρπών. Εμπορικό όνομα Fruitone-T.
7. p-chlorophenoxy acetic acid (4-CPA), χρησιμοποιείται για βελτίωση της καρπόδεσης. Εμπορικό όνομα PCPA-Marks, Χαρακίνη, Χαραμπέξ.
8. 2-(3-chlorophenoxy)-propionamide (3-CPA), το οποίο προκαλεί αραίωμα καρπών. Βελτιώνει την απόδοση. Εμπορικό όνομα Fruitone.
9. N-1-naphthyl-acetamide (NAAm), το οποίο προκαλεί αραίωμα καρπών. Αυξάνει τη ριζοβολία των μοσχευμάτων.
10. και β-N-m-tolyl-phthalamic acid, έχει αυξινική δράση.

Γιββερελλίνες. Οι γιββερελλίνες ρυθμίζουν την επιμήκυνση των κυττάρων κάτω από τις κορυφές αύξησης ενώ επιπλέον διεγείρουν την καμβιακή δραστηριότητα. Η φυσική γιββερελλίνη, η οποία συντίθεται επίσης στα νεαρά φύλλα και τους οφθαλμούς είναι το γιββερελλινικό οξύ (GA₃), ενώ στις συνθετικές γιββερελλίνες συγκαταλέγονται η GA₄, η GA₇ κ.λπ.

Κυτοκινίνες. Οι κυτοκινίνες είναι απαραίτητες για την αύξηση και την διατήρηση της νεανικής φάσης ανάπτυξης των υπέργειων τμημάτων των φυτών. Φυσική κυτοκινίνη είναι η ζεατίνη (zeatin), ενώ στις κυριότερες συνθετικές περιλαμβάνονται η κινετίνη (kinetin), η N-6-benzyl-9-tetrahydropyran adenine, η N-6-benzyladenine κ.λπ.

Αμπισισικό οξύ. Το αμπισισικό οξύ (abscisic acid: ABA) είναι μία φυσική ορμόνη η οποία διεγείρει την γήρανση των φυτικών ιστών και προκαλεί πτώση των φύλλων και των καρπών. Δεν υπάρχουν συνθετικές φυτορρυθμιστικές ουσίες με δράση παρόμοια με αυτή του αμπισισικού οξέως.

Αιθυλένιο (C₂H₄). Είναι φυσική ορμόνη η οποία διεγείρει την ωρίμανση των φυτικών ιστών και ιδιαίτερα των καρπών. Εκτός από το φυσικό αιθυλένιο που εκλύουν οι φυτικοί ιστοί, την ίδια δράση έχει και η συνθετική ουσία ethephon.

Φυτόχρωμα. Πρόκειται για φυσική φυτορρυθμιστική ουσία η οποία υπεισέρχεται στους μηχανισμούς άνθησης των φυτών.

Μπρασινοστεροειδή. Είναι μία ομάδα φυσικών φυτορρυθμιστικών ουσιών που προάγουν την αύξηση και την ανάπτυξη των φυτών. Χημικά είναι πολυϋδρόξυστεροειδή και πρώτος αντιπρόσωπος της ομάδας είναι το Brassinolide που απομονώθηκε από τη γύρη του φυτού *Brassica napus* από το οποίο πήρε και το όνομα ολόκληρη η ομάδα των ουσιών αυτών.

α. Φυσική: brassinolide

β. Κυριότερες συνθετικές: καμία

Πολυαμίνες. Οι πολυαμίνες είναι χημικές ενώσεις που απαντώνται σε όλους τους ζωντανούς οργανισμούς και φαίνεται να έχουν μεγάλη σημασία για την εκτέλεση πολλών φυσιολογικών διεργασιών. Στα φυτά οι πολυαμίνες υπάρχουν τόσο σε ελεύθερη μορφή όσο και σε δεσμευμένη. Οι δεσμευμένες μορφές είναι ενώσεις των πολυαμινών με διάφορους δευτεροταγείς φαινολικούς μεταβολίτες και παίζουν εξίσου σημαντικό ρόλο με τις ελεύθερες μορφές. Επειδή είναι σημαντικές

για την κυτταρική διαίρεση, μπορούν και επηρεάζουν το μοντέλο της κυτταρικής διαίρεσης και την μορφή των φυτών.

α. Φυσικές:

putrescine

spermidine

spermine

cadaverine

β. Κυριότερες συνθετικές: καμία

Μορφακτίνες. Είναι διασυστηματικές ενώσεις, οι οποίες παρεμποδίζουν και τροποποιούν την αύξηση και την ανάπτυξη των φυτών. Ιδιαίτερο χαρακτηριστικό τους είναι ότι σε μεγάλο εύρος συγκεντρώσεων δεν είναι φυτοτοξικές. Η δράση τους είναι βραδεία και οι παραμορφώσεις, παρεμποδίσεις ή άλλες επιδράσεις τους στα φυτά εμφανίζονται βαθμιαία. Υψηλές συγκεντρώσεις προκαλούν τελικά νανισμού ενώ τα αποτελέσματα χαμηλών δόσεων παρέρχονται σύντομα.

α. Φυσικές: καμία

β. Κυριότερες συνθετικές:

chlorfurenol

flurenol

chlorfurenol methyl

dichlorfurenol methyl κ.α.

Επιβραδυντές αύξησης. Είναι μία μεγάλη ομάδα συνθετικών φυτορρυθμιστικών ουσιών. Όταν εφαρμοστούν στα φυτά επιβραδύνουν το ρυθμό επιμήκυνσης των βλαστών, μειώνουν το τελικό τους μήκος λόγω μείωσης του μήκους των μεσογονάτιων διαστημάτων, επιτείνουν την ένταση του πράσινου χρώματος των φύλλων και έμμεσα επηρεάζουν την άνθηση λόγω περιορισμού της βλαστικής ανάπτυξης, χωρίς όμως να προκαλούν μορφολογικές παραμορφώσεις στα φυτά.

α. Φυσικοί: καμία

β. Κυριότεροι συνθετικοί:

ancymidol

chlormequat chloride

chlorphonium chloride

daminozide

meriquat chloride

paclobutrazol κ.α.

Παρεμποδιστές της κυτταρικής διαίρεσης. Είναι χημικές ενώσεις που παρεμποδίζουν την κυτταρική διαίρεση στις μεριστωματικές ζώνες του φυτού, εμποδίζοντας έτσι την αύξηση και την αναπτυξή του.

α. Φυσικοί: καμία

β. Κυριότεροι συνθετικοί:

chlorpropham

propham

maleic hydrazide

tecnazene

Γαμεκτόνα. Θα μπορούσαν να ονομαστούν και καταστροφείς της γύρης. Οι φυτορρυθμιστικές αυτές ουσίες χρησιμοποιούνται για την αρρενοστείρωση φυτών τα οποία χρησιμοποιούνται για την παραγωγή υβριδίων.

α. Φυσικοί: κανένα

β. Κυριότερα συνθετικά:

2,3-dichloro-isobutyric acid

DPX-3778

RH-531

Καταστροφείς των κορυφών των βλαστών. Οι ουσίες αυτές λέγονται και ουσίες χημικού κλαδεύματος.

α. Φυσικοί: κανένα

β. Κυριότεροι συνθετικοί:

dikegulak sodium

maleic hydrazide

λιπαρές αλκοόλες (n-octanol, n-decanol κ.α)

μεθυλεστέρες λιπαρών οξέων

Αποφύλλωτικά. Είναι συνθετικές φυτορρυθμιστικές ουσίες που χρησιμοποιούνται για την αποφύλλωση ή τουλάχιστον για την επιτάχυνση αυτής.

α. Φυσικά: κανένα

β. Κυριότερα συνθετικά:

merphos

triadiazuron

dimethipin

Αποξηραντικά. Οι χημικές αυτές ουσίες χρησιμοποιούνται για την αποξήρανση των καλλιεργειών όπως στο βαμβάκι. Πολλά αποξηραντικά είναι γνωστά ζιζανιοκτόνα επαφής.

α. Φυσικά: κανένα

β. Κυριότερα συνθετικά:

diquat

paraquat

endothal

sodium chlorate

Αντίδοτα ζιζανιοκτόνων. Αυτά χρησιμοποιούνται για να ξεπεράσουν ή να αποφύγουν τα φυτά, τις δυσμενείς γι' αυτά επιπτώσεις από την εφαρμογή ζιζανιοκτόνων και να ολοκληρώσουν έτσι την ανάπτυξη και αύξηση τους.

α. Φυσικά: κανένα

β. Κυριότερα συνθετικά:

naphthalic anhydride

R-25788

cyometrinil

Αντιδιαπνευστικά. Είναι ουσίες που εφαρμόζονται στο φυτό ώστε να μπορέσει να περιορίσει την διαπνοή του και κατά συνέπεια τις απώλειες του νερού από αυτό.

α. Φυσικά:

CO₂

β. Κυριότερα συνθετικά:

silicone

8-hydroxyquinoline

chlormequat chloride

polyvinyl chloride

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

2. Επιβραδυντές Αύξησης

2.1 Γενικά

Οι επιβραδυντές αύξησης αποτελούν μία μεγάλη ομάδα συνθετικών φυτορρυθμιστικών ουσιών, οι οποίες καθυστερούν τη διαίρεση των κυττάρων ή την επιμήκυνση των ιστών στους βλαστούς των φυτών, χωρίς να προκαλούν καμία άλλη σημαντική αλλαγή στην μορφολογία τους (σχήμα των φύλλων, σχήμα των ανθών, κλπ). Όταν χορηγούνται σε φυτά, επιβραδύνουν την επιμήκυνση των βλαστών και μειώνουν το τελικό τους ύψος, μέσω της μείωσης του μεσογονατίου διαστήματος. Η μείωση του μεσογονατίου οδηγεί στην αύξηση της διαμέτρου των βλαστών με αποτέλεσμα τα φυτά να γίνονται πιο ανθεκτικά στην μεταφορά. Επίσης, οι επιβραδυντές αύξησης ενισχύουν την ανθεκτικότητα των φυτών στις καταπονήσεις κατά την μεταφορά τους, τη διακίνηση και την πώλησή τους, βελτιώνοντας έτσι την ποιότητα τους και ανεβάζοντας την εμπορική τους αξία. Επιπλέον, ενισχύουν το πράσινο χρώμα των φύλλων και αναβαθμίζουν τη συνολική εικόνα των φυτών. Επιδρούν θετικά στην ανθοφορία, αφού η επιβράδυνση της ανάπτυξης μπορεί να οδηγήσει σε παρατεταμένη ανθοφορία. Από την άλλη, η χορήγηση επιβραδυντών αύξησης σε μεγάλες συγκεντρώσεις μπορεί να οδηγήσει σε μη επιθυμητή καθυστέρηση της ανθοφορίας (Πασπάτης, 1988. Mountanou, 1994).

Στα φυτά στα οποία γίνεται εφαρμογή επιβραδυντών αύξησης σε κανονικές συγκεντρώσεις, δεν παρατηρείται νανισμός ή παρεμπόδιση της ανάπτυξης. Ο ρυθμός της ανάπτυξης και η ζωηρότητα των φυτών διατηρούνται σε κανονικά επίπεδα. Η δράση τους αυτή έρχεται σε αντίθεση με τους λεγόμενους παρεμποδιστές αύξησης, μια άλλη ομάδα φυτορρυθμιστικών ουσιών, τυπικός αντιπρόσωπος της οποίας, όπως θα αναφερθεί σε επόμενο κεφάλαιο, είναι το μηλεϊνικό υδραζίδιο ή μαλεϊκή υδραζίδη (maleic hydrazide, MH). Συγκεκριμένα, εφαρμογή μηλεϊνικού υδραζιδίου σε φυτά, έχει σαν αποτέλεσμα τη διακοπή της επικράτησης των επακρίων οφθαλμών, αφού προκαλεί ολοκληρωτική παρεμπόδιση της κυτταρικής διαίρεσης στα ακραία μεριστώματα των φυτών. Τα φυτά αναπτύσσουν πολλούς και κοντούς βλαστούς με σκουροπράσινα φύλλα, ενώ αν χρησιμοποιηθεί μεγαλύτερη δόση προκαλείται ολοκληρωτική ανασχεση της αύξησης και της ανάπτυξης των φυτών. Το μηλεϊνικό υδραζίδιο αναφέρεται όμως και σαν επιβραδυντής αύξησης. Η αναφορά αυτή δεν

είναι σύμφωνη με τον ορισμό των επιβραδυντών αύξησης, χρησιμοποιείται όμως το μηλεϊνικό υδραζίδιο και σαν τέτοια ουσία, σε μικρές όμως δόσεις. Σαν επιβραδυντές αύξησης θεωρούνται και οι μορφακτίνες.

Φυτορρυθμιστικές ουσίες που μπορεί να προκαλέσουν επιβράδυνση της αύξησης αλλά συγχρόνως και παραμορφώσεις των φύλλων, των βλαστών ή των ανθέων, όπως συμβαίνει με τα αυξητικού τύπου ορμονικά ζιζανιοκτόνα, δεν θεωρούνται επιβραδυντές αύξησης. Το ίδιο ισχύει και για τα περισσότερα ζιζανιοκτόνα τα οποία επίσης όπως είναι γνωστό, προκαλούν ζημιές και παραμορφώσεις στα φυτά.

2.2 Η ανακάλυψη των επιβραδυντών αύξησης

Μέχρι σήμερα έχει αναφερθεί μεγάλος αριθμός επιβραδυντών αύξησης και πολλοί από αυτούς έχουν ήδη εφαρμογή στη γεωργική πράξη, όπως οι μορφακτίνες, το mefluidide, το paclobutrazol, αλλά και ουσίες που μεταξύ των άλλων δράσεων τους στην αύξηση και την ανάπτυξη των φυτών, παρουσιάζουν και επιβραδυντικές ιδιότητες, όπως π.χ. το etherphon κ.α. Όλοι οι προαναφερθέντες επιβραδυντές αύξησης είναι συνθετικές φυτορρυθμιστικές ουσίες.

Οι πρώτοι επιβραδυντές αύξησης ανακαλύφθηκαν το 1949 από τους Mitchell, Wirwille και Weil. Ήταν η ομάδα των νικοτινίων, με βασικό εκπρόσωπο το 2,4-dichlorobenzyl nicotinium chloride (2,4-DNC). Ένα χρόνο αργότερα, οι Mitchell και Wirwille ανέφεραν τις ιδιότητες των επιβραδυντών αύξησης της ομάδας των τεταρτοταγών ενώσεων του καρβαμιδικού αμμωνίου. Βασικός εκπρόσωπος αυτής της ομάδας είναι το 1-piperidine carboxylate (AMO-1618). Το 1995, αναφέρθηκε ότι η ομάδα ρυθμιστών των φωσφονίων, με βασικό εκπρόσωπο το phosphon (2,4-dichlorobenzyl tributyl phosphonium chloride) παρουσίαζε την ίδια δραστηριότητα. Το 1960, ο Tolbert αναφέρθηκε στη δράση του 2-chloroethyl-trimethyl ammonium chloride. Το χημικό αυτό ήταν επίσης γνωστό ως χλωριούχος χλωροχολίνη (CCC) και σήμερα ως chlormequat chloride και είναι ένας από τους ευρέως χρησιμοποιούμενους επιβραδυντές αύξησης (Πασπάτης, 1988).

Λίγα χρόνια αργότερα, έγινε αναφορά στο N-dimethylamino succinic acid (daminozide, SADH) ως ρυθμιστή αύξησης, ο οποίος σήμερα χρησιμοποιείται και για τον έλεγχο του ύψους πολλών φυτών (Cathey, 1964. Πασπάτης, 1988).

2.3 Ιδιότητες

Σύμφωνα με τον Cathey (1964), δεν υπάρχει προφανής συσχετισμός ταξινόμησης του φυτού και αντίδρασής του σε έναν συγκεκριμένο επιβραδυντή αύξησης. Ακόμα και διαφορετικές ποικιλίες των ιδίων ειδών, ανταποκρίνονται πολύ διαφορετικά σε έναν επιβραδυντή αύξησης. Για παράδειγμα, το phosphon μπορεί να περιορίσει την ανάπτυξη του *Lilium longiflorum* Thunb., αλλά αν χορηγηθεί με την ίδια συγκέντρωση στο *Lilium speciosum* Thunb, θα προκαλέσει χλώρωση και κάψιμο των βασικών του φύλλων.

Τα είδη των φυτών που ανταποκρίνονται καλύτερα στους επιβραδυντές αύξησης είναι εκείνα των οποίων οι βλαστοί αναπτύσσονται αργά και σταθερά. Αντιθέτως, φυτά που αναπτύσσονται γρήγορα δεν ανταποκρίνονται παρά μόνο σε υψηλές συγκεντρώσεις επιβραδυντών. Οι βολβοί ή οι κόνδυλοι συνήθως δεν αντιδρούν στους επιβραδυντές αύξησης (Cathey, 1964).

Όσον αφορά τη σχέση ανάμεσα στη δράση ενός επιβραδυντή αύξησης και τη χημική του δομή, υπάρχουν ενδείξεις ότι οι επιβραδυντές αύξησης με λιγότερες χημικές ρίζες και μικρότερο μοριακό βάρος είναι πιο δραστικοί (Πασπάτης, 1988).

2.3.1 Συνθετικοί Παρεμποδιστές Αύξησης

Κατά τον Καραμπέτσο, ο φυσικός παρεμποδιστής abscisic acid δεν έτυχε εμπορικής χρήσης μερικώς εξ αιτίας του υψηλού κόστους παραγωγής του. Όμως, μεγάλη ποικιλία συνθετικών παρεμποδιστών αύξησης βρήκαν εκτεταμένη χρήση στην γεωργία. Ένας μεγάλος αριθμός χημικών επιβραδυντών αύξησης που διατίθενται σήμερα, μπορεί να έχουν παρόμοιους σκοπούς, και ο περισσότερο κατάλληλος για κάθε ειδική περίπτωση εξαρτάται από το είδος και το επιδιωκόμενο αποτέλεσμα. Οι περισσότεροι χημικοί επιβραδυντές αύξησης ενεργούν παρεμποδίζοντας τη σύνθεση της γιββεριλλίνης στα φυτά με αποτέλεσμα το νανισμό. Πέρα απ' αυτό, κάθε άλλη αλλαγή που προκαλείται ή παρεμποδίζεται από τη γιββεριλλίνη επηρεάζεται από τους επιβραδυντές αύξησης. Οι παρεμποδιστές αυτοί περιλαμβάνουν το CCC, Alar (ή B9), AMO-618, Ancymidol και Phoshon. Η χρήση τους περιλαμβάνει:

Μείωση του ύψους καλλωπιστικών φυτών όπως ποϊνσέτιας, χρυσάνθεμου, και άλλα. Από εμπορικής άποψης, το άριστο ύψος των καλλωπιστικών φυτών που καλλιεργούνται για τα άνθη τους, είναι περίπου 30-45 cm, πάρα το φυσικό τους ύψος του ενός μέτρου ή και περισσότερο. Επιβραδυντές αύξησης εφαρμοζόμενοι στα φύλλα ή στο έδαφος όταν το φυτό είναι νεαρό δεν έχουν επίδραση στο μέγεθος του άνθους αλλά έχουν ως αποτέλεσμα το σχηματισμό πολύ κοντών στελεχών (Καραμπέτσος 1999).

2.4 Η δράση των Επιβραδυντών Αύξησης

Οι περισσότεροι επιβραδυντές αύξησης παρεμποδίζουν τη βιοσύνθεση γιββερελλίνης. Αυτό αποδεικνύεται από δύο γεγονότα: α) μετά τη χορήγηση επιβραδυντών αύξησης, τα φυτά παρουσιάζουν μικρότερες συγκεντρώσεις ενδογενούς γιββερελλίνης, και, β) τα μορφολογικά αποτελέσματα από τη χορήγηση επιβραδυντών αύξησης είναι δυνατό να αντιστραφούν εάν χορηγηθεί ταυτόχρονα εξωγενής γιββερελλίνη. Για παράδειγμα, οι GA έχουν ανατρέψει επιτυχώς τις επιδράσεις του paclobutrazol στην ποϊνσέτια (Davis et al., 1988), τον κατιφέ (Moore και Schekel, 1985), το ηλιοτρόπιο (Wample και Culver, 1983) και το γεράνι (Cox, 1991).

Οι επιβραδυντές αύξησης ανταγωνίζονται τη δράση της γιββερελλίνης εμποδίζοντας τη βιοσύνθεση γιββερελλίνης ή τη σύνθεση καουρενίου, ή το μεταβολισμό του καουρενίου σε γιββερελλίνη, γι' αυτό και είναι γνωστά και ως αντι-γιββερελλίνες (Devlin και Witham, 1983. Orlik και Street, 1984. Πασπάτης, 1988).

Η έρευνα του West περιέγραψε με σαφήνεια τον τρόπο δράσης των επιβραδυντών αύξησης. Για παράδειγμα, το AMO-1618, το Phosphon D και το CCC μπλοκάρουν τον μεταβολισμό του geranyl pyrophosphate σε copalyl pyrophosphate (A-activity). Έτσι, εμποδίζουν τη σύνθεση καουρενίου. Άλλοι επιβραδυντές αύξησης, όπως το ancymidol, το tetcyclasis, το paclobutrazol και το uniconazole, μπλοκάρουν τη βιοσύνθεση της γιββερελλίνης στο επόμενο στάδιο, την οξείδωση του καουρενίου σε καουρενικό οξύ. Αυτοί οι επιβραδυντές αύξησης παρεμποδίζουν τη δραστηριότητα των P-450 mono-oxygenases (Devlin και Witham, 1983 Salisbury και Ross, 1992. Davies, 1995).

Τα αποτελέσματα της δράσης των φυτορρυθμιστικών ουσιών, δεν οφείλονται μόνο στην παρεμπόδιση της βιοσύνθεσης γιββερελλίνης. Για παράδειγμα, η επιβράδυνση της αύξησης κάποιων φυτών μέσω της χρήσης chlormequat chloride δεν μπορεί να αντιστραφεί από τη χορήγηση γιββερελλίνης (Kozlowski *et al.*, 1991).

Σύμφωνα με τους Kuraishi και Muir (1963), η δράση του chlormequat chloride αντιστράφηκε με υψηλές συγκεντρώσεις IAA σε πειράματα που έγιναν σε *Raphanus sativus* και *Pisum sativum*. Επιπλέον, δεν παρατηρήθηκε καμία αλλαγή μετά τη χορήγηση γιββερελλίνης. Εξ' ου και το συμπέρασμα ότι η επιβραδυντική δραστηριότητα του chlormequat chloride οφείλεται στη μείωση του επιπέδου των αυξινών και δεν σχετίζεται με τη γιββερελλίνη.

Ο Graebe (1987) υποστήριξε ότι οι Douglas και Paleg ανέφεραν ότι ορισμένοι επιβραδυντές αύξησης, όπως το AMO-1618 και το CCC, παρεμποδίζουν όχι μόνο τη βιοσύνθεση ent-Kaurene αλλά και τη βιοσύνθεση στερολών. Επιπλέον, ο Graebe ανέφερε ότι το paclobutrazol επηρεάζει το μεταβολισμό των στερολών, ενώ το ancymidol παρεμποδίζει τη βιοσύνθεση γιββερελλίνης.

Σύμφωνα με τον Davies (1995), δεν υπάρχουν ενδείξεις ότι οι στερόλες σχετίζονται με την επιμήκυνση των βλαστών και οι επιβραδυντές αύξησης επηρεάζουν μόνο τη βιοσύνθεση γιββερελλίνης. Ο Cathey (1964) υποστηρίζει ότι οι επιβραδυντές αύξησης δε θα πρέπει να θεωρούνται αντι-γιββερελλίνες, αλλά αντιμεταβολίτες.

2.5 Παράγοντες που επηρεάζουν τη χορήγηση CGR

Από τη στιγμή που οι CGR, όπως όλοι οι PGR, επηρεάζουν μια συγκεκριμένη διεργασία του φυτικού οργανισμού, είναι πολύ σημαντικό να χορηγούνται με τρόπο που να εξασφαλίζει το καλύτερο αποτέλεσμα. Το οικονομικό και περιβαλλοντικό κόστος είναι τόσο υψηλό που οι PGR θα πρέπει να χορηγούνται με σύνεση. Ένας από τους παράγοντες που θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη είναι ο εξής:

Για να επιτευχθεί ο επιθυμητός στόχος, η στιγμή της χορήγησης των PGR θα πρέπει να συμπίπτει με τη σωστή φάση της ανάπτυξης του φυτού. Συνήθως, οι οδηγίες που αναγράφονται στις ετικέτες αυτών των προϊόντων δίνουν μια καλή

εικόνα των σταδίων ανάπτυξης του φυτού, γεγονός που βοηθά στον εντοπισμό της κατάλληλης στιγμής για τη χορήγηση των PGR.

Για παράδειγμα, στην ετικέτα του GibGro διευκρινίζεται πότε πρέπει να γίνεται κάθε χορήγηση. Εάν το GibGro χορηγηθεί για να συμβάλλει στη διατήρηση της αζαλέας κατά την αποθήκευσή της σε κρύο περιβάλλον, θα πρέπει τα άνθη της να βρίσκονται στο Στάδιο 5 της ανάπτυξής τους, όταν ξεκινήσει η χορήγηση (δηλαδή, άνθη επιμήκη και ανοιχτά). Εάν το χημικό χορηγηθεί σε προηγούμενο στάδιο, ενδέχεται να παρατηρηθεί ελαττωματική ανάπτυξη των ανθέων (Boyle, 1998).

Στα περισσότερα φυτά, οι CGR, όπως το A-Rest, το B-Nine, το Bonzil το cycocel, το Florel και το Sumagic (Βλ. Εικ. 2.1), θα πρέπει να χορηγούνται όταν το φυτό έχει αναπτύξει επαρκές φύλλωμα (φωτοσυνθετική επιφάνεια, φυλλική επιφάνεια), έτσι ώστε να αποφευχθεί ανεπιθύμητη νανοποίηση του φυτού. Για παράδειγμα, οι πανσέδες θα πρέπει να ψεκαστούν με Bonzil (Βλ. Εικ. 2.2) όταν θα εμφανιστούν πάνω στα φυτά τρία κανονικά φύλλα. Ο ψεκασμός τους σε κάποιο προηγούμενο στάδιο ενδέχεται να σταματήσει εντελώς την ανάπτυξη του φυτού αντί να εμποδίσει απλώς την επιμήκυνση των βλαστών του. Ένας CGR πρέπει να χορηγείται ακριβώς πριν από την επιμήκυνση των βλαστών, δηλαδή μετά το «τσιμπήμα» και αφού εμφανιστούν οι νέοι βλαστοί, πριν όμως αρχίσουν να μακραίνουν (Boyle, 1998).



Εικ.2.1. Σκεύασμα ρυθμιστή αύξησης με το εμπορικό όνομα Sumagic.

Πηγή: http://www.valent.com/PPG/images/sumagic_pkg.jpg

Ο χρόνος εφαρμογής μιας PGR πρέπει να βασίζεται σε ένα φυσιολογικό στάδιο της ανάπτυξης του φυτού, όπως ο αριθμός των υπαρχόντων φύλλων, το μήκος των βλαστών ή η διάμετρος του φυτού, και όχι στη χρονολογική ηλικία, για παράδειγμα, τρεις εβδομάδες μετά το «τσιμπημα». Επίσης, πριν από την επιλογή της σωστής στιγμή χορήγησης μιας PGR, είναι πολύ σημαντική η προσεκτική ανάγνωση της επικέτας κάθε προϊόντος. Σε πολλές ετικέτες προτείνεται το κατάλληλο στάδιο ανάπτυξης κατά το οποίο θα πρέπει να χορηγηθεί το προϊόν (Boyle, 1998).

Η σωστή κάλυψη των φύλλων όταν γίνεται χορήγηση είναι πολύ σημαντική για ικανοποιητικά αποτελέσματα. Για παράδειγμα, το Bonzil και το Sumagic είναι αποτελεσματικά μόνο όταν χορηγούνται στα φύλλα των φυτών. Η μεταφορά του Bonzil και του Sumagic στο αναπτυσσόμενο σημείο του φυτού είναι εξαιρετικά αποτελεσματική εάν τα χημικά αυτά χορηγηθούν στο μίσχο ή αν απορροφηθούν από τις ρίζες. Εάν χρησιμοποιηθεί ανεπαρκής ποσότητα και δεν βραχούν οι μίσχοι, ο έλεγχος του ύψους δεν θα είναι ικανοποιητικός. Από την άλλη, αφού η απορρόφηση από τις ρίζες είναι τόσο αποτελεσματική, η υπερβολική χορήγηση Bonzil ή Sumagic θα έχει ως αποτέλεσμα η επιπλέον ποσότητα να παραμείνει στο υπόστρωμα του εδάφους και το χημικό να απορροφηθεί από τις ρίζες του φυτού και να επιβραδύνει υπερβολικά την ανάπτυξή του (Bailey και Whipker, 1998).



Εικ.2.2. Σκεύασμα Bonzi

Πηγή: www.puteaux-sa.fr/Images7/images/752103.jpg

Χορήγηση: Οι περισσότεροι καλλιεργητές επιλέγουν την τακτική της χορήγησης μικρότερων συγκεντρώσεων επιβραδυντών αύξησης σε πιο τακτά χρονικά διαστήματα. Με αυτόν τον τρόπο, καταφέρνουν να ελαχιστοποιήσουν τον κίνδυνο

φυτοτοξικότητας, παρά το γεγονός ότι η μεγάλη συχνότητα χορηγήσεων αυξάνει το κόστος. Η Sluis & Groot, μια ολλανδική εταιρεία, η οποία καλλιεργεί και εμπορεύεται εξαιρετικά υβρίδια γερανιού, χρησιμοποιεί την παραπάνω μέθοδο για τη χορήγηση cycocel σε αυτά. Η έρευνά της έδειξε ότι η χορήγηση του cycocel (Βλ. Εικ. 2.3) σε μικρές συγκεντρώσεις (400-750 ppm) αλλά σε πιο τακτά χρονικά διαστήματα, μπορεί να οδηγήσει στη δημιουργία συμπαγών φυτών χωρίς φυτοτοξικότητα, σε σύγκριση με τη εφαρμογή που χρησιμοποιείται συνήθως, η οποία προβλέπει 2 χορηγήσεις Cycocel των 1.500 ppm (Boyle, 1998).



Εικ.2.3 Σκεύασμα ρυθμιστή αύξησης CYCOCEL

Πηγή: http://www.ohp.com/images/products/cycocel_gpr.jpg

Επίσης, έρευνα στο Πανεπιστήμιο του Μίσιγκαν έδειξε ότι σε συνθήκες θετικής DIF, τα φυτά χρειάζονται περισσότερες εφαρμογές επιβραδυντών αύξησης σε σχέση με φυτά που μεγαλώνουν σε συνθήκες αρνητικής DIF. Αυτό συμβαίνει γιατί τα φυτά που μεγαλώνουν σε συνθήκες θετικής DIF έχουν την τάση να ψηλώνουν περισσότερο (Boyle, 1998).

2.6 Τρόποι χορήγησης

Ο τρόπος χορήγησης εξαρτάται από τις ιδιότητες του επιβραδυντή αύξησης (από το αν λαμβάνεται από τα φύλλα, όπως το daminozide ή από τις ρίζες, όπως το paclobutrazol) αλλά και από το είδος του φυτού (Mountanou, 1994).

Εμβάπτιση: Σε ορισμένα φυτά ενδείκνυται η βύθιση των βλαστών ή των βολβών μέσα σε ένα διάλυμα επιβραδυντή αύξησης πριν από τη μεταφύτευση. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται επιτυχώς στη χορήγηση B-nine σε βλαστούς χρυσανθέμου πριν

από τη μεταφύτευση. Για να είναι αποτελεσματική αυτή η μέθοδος πρέπει όλα τα φυτά να μείνουν το ίδιο χρονικό διάστημα μέσα στο διάλυμα και να έχουν λίγο πολύ το ίδιο ύψος. Δυστυχώς, αυτή η τεχνική δεν ενδείκνυται για όλα τα φυτά και ενδέχεται να ευνοήσει την μετάδοση ασθενειών (Bailey και Whipker, 1998).

Πότισμα: Η χορήγηση μέσω ποτίσματος απαιτεί συνήθως μία απλή διαδικασία και γίνεται ξεχωριστά για κάθε φυτό. Κατά τη χορήγηση, το χώμα στο γλαστράκι ή στο δοχείο θα πρέπει να διατηρεί κάποια υγρασία (Mountanou, 1994).

Το πότισμα δεν πρέπει να γίνεται με τη βοήθεια κάποιου αρδευτικού συστήματος (μέθοδος ποτίσματος) εκτός και αν κάτι τέτοιο αναφέρεται στην ετικέτα του προϊόντος. Μέχρι σήμερα, κάτι τέτοιο επιτρέπεται στις Η.Π.Α, με το A-rest (Boyle, 1998).

Ψεκασμός: Αυτή η μέθοδος χορήγησης είναι συνήθως πιο δύσκολη από το πότισμα. Ορισμένοι καλλιεργητές χρησιμοποιούν τη μέθοδο «spray to runoff» δηλαδή ψεκάζουν μέχρι το διάλυμα ν' αρχίσει να κυλάει από το φύλλο. Είναι πιο ασφαλές να ψεκάζονται περιοχές παρά φυτά, δηλαδή να ψεκάζεται μια γνωστή συγκέντρωση επιβραδυντών αύξησης σε μια γνωστή περιοχή (γνωστή σε m^2) ανάλογα με τον αριθμό των φυτών που υπάρχουν στην περιοχή. Η μέθοδος αυτή εξασφαλίζει ότι κάθε φυτό θα λάβει την ίδια ποσότητα διαλύματος (Bailey και Whipker, 1998).

Όταν οι επιβραδυντές αύξησης χορηγούνται μέσω ψεκασμού, υπάρχουν μεγαλύτερες πιθανότητες πρόκλησης φυτοτοξικότητας, υπό ορισμένες συνθήκες (όπως υψηλή θερμοκρασία), επομένως οι καλλιεργητές θα πρέπει να είναι ιδιαίτερα προσεκτικοί, κυρίως όταν χορηγούν επιβραδυντές σε υψηλές συγκεντρώσεις (Mountanou, 1994).

Έχει αναφερθεί ότι όταν τα φυτά ψεκάζονται με daminozide ή chlormequat chloride, θα πρέπει να μένουν απόιστα για κάποιες ώρες (ανάλογα με το φυτό), αλλιώς το χημικό δεν θα επιφέρει τα επιθυμητά αποτελέσματα. Αυτό δεν είναι απαραίτητο όταν ψεκάζονται με paclobutrazol, Flurprimidol, XE-1019 και ancymidol, ίσως επειδή αυτά χορηγούνται σε συμπυκνωμένη μορφή, ενώ το daminozide και το cycocel είναι απολύτως διαλυτά (Barett *et al.*, 1987).

2.7 Οι επιδράσεις των επιβραδυντών αύξεσης

- α. **Κυτταρική διαίρεση και επιμήκυνση:** οι CGR επιβραδύνουν την κυτταρική διαίρεση στη μεριστωματική ζώνη (Βλ. Εικ. 2.4) που βρίσκεται κάτω από την κορυφή του βλαστού μειώνοντας συγχρόνως την επιμήκυνση των κυττάρων στη συγκεκριμένη περιοχή (Πασπάτης, 1988).

Το πράσινο χρώμα των φύλλων ζωηρεύει, το σχήμα του φύλλου μικραίνει, ενώ παράλληλα πολλαπλασιάζεται ο αριθμός των στοματιών. Επίσης, επιβραδύνεται η γήρανση των φύλλων. Όλ' αυτά συμβάλλουν στην καλύτερη φωτοσύνθεση (Παπαδάκης, 1970).



Εικ. 2.4 Ψεκασμός με σκευασμα sumagic
Πηγή: <http://www.ext.vt.edu/pubs/greenhouse/430-102/figure1.jpg>

- β. **Μείωση των ριζών:** Η χορήγηση CGR παρεμποδίζει το σχηματισμό ριζών ή καθυστερεί την ανάπτυξή τους. Τα φυτά στα οποία έχουν χορηγηθεί CGR έχουν λιγότερο αναπτυγμένο ριζικό σύστημα σε σχέση με τα φυτά στα οποία δεν έχουν χορηγηθεί CGR (Cathey, 1964. Πασπάτης, 1988).
- γ. **Σχηματισμός ανθικών καταβολών:** Σε ορισμένα φυτά, οι επιβραδυντές αύξεσης επιταχύνουν το σχηματισμό ανθικών καταβολών. Για παράδειγμα, το uniconazole, το ancymidol και το paclobutrazol χρησιμοποιούνται για τον σχηματισμό των ανθικών καταβολών σε φυτά όπως η Ορτανσία, ενώ στην Αζαλέα χρησιμοποιείται chlormequat chloride και daminozide.

δ. Άλλες επιδράσεις: οι CGR αυξάνουν την αντοχή των φυτών σε παρατεταμένες περιόδους ξηρασίας και παγετού (Πασπάτης, 1988). Για παράδειγμα, ο ψεκασμός με 0,1 % CCC ενίσχυσε την ανθεκτικότητα της *Tulip cv. Polka* στον παγετό (Hetman et al., 1996). Επίσης, όσον αφορά την *Αζαλέα*, ο ψεκασμός της με 375 ppm daminozide ή 25 ppm uniconazole στα μέσα Οκτωβρίου, κατάφερε να περιορίσει την πρόκληση ζημιών από παγετό, το Δεκέμβριο (Norchini και Aldrich, 1990).

Τα φυτά *Hibiscus rosa-sinensis* ήταν λιγότερο ευάλωτα στο *Tetranychus urticae* μετά από 3 ψεκασμούς των 850 mg/l με chlormequat chloride (Βλ. Εικ.2.5) (Osbonne και Chase, 1990). Τα τριαντάφυλλα έγιναν ανθεκτικά στο ιώδιο μετά από ψεκασμό τους με 150 ppm paclobutrazol (Kaminski, 1989).



Εικ. 2.5 Σκεύασμα κάψουλας chlormequat chloride

Πηγή: <http://www.biaodian.en.alibaba.com>

2.8 Παρεμπόδιση γιββερελλινών

Τέσσερις ομάδες παρεμποδιστών βιοσύνθεσης GA είναι γνωστές: οι χημικές ενώσεις με σύμπλοκα κατιόντα, οι χημικές ενώσεις με ένα ετερόκυκλο που περιέχει άζωτο (N)-, οι μιμητές της δομής του 2-οξογλουταρικού οξέος και οι 16, 17-διυδρο-GA. Κάθε μία από αυτές τις ομάδες παρεμποδίζει το μεταβολισμό GA σε ξεχωριστά στάδια.

2.8.1 Οι χημικές ενώσεις με σύμπλοκα κατιόντα

Πολλές χημικές ενώσεις που διαθέτουν μία θετικά φορτισμένη ομάδα αμμωνίου, φωσφωνίου ή σουλφωνίου μπλοκάρουν άμεσα τη βιοσύνθεση GA, πριν από το *ent-*

kaurene. Οι πιο σημαντικοί εκπρόσωποι αυτής της ομάδας είναι το chlormequat chloride και το periquat chloride (Tolbert, 1960). Οι χημικές ενώσεις που περιέχουν μία ομάδα τεταρτογενών ενώσεων αμμωνίου χρησιμοποιούνταν αρχικά ως παράγοντες κατά του πλαγιάσματος στην παραγωγή δημητριακών και ως μέσα μείωσης της υπερβολικής αύξησης του φυτού του βαμβακιού. Το pirroctanyl bromide, το οποίο χρησιμοποιείται έως ένα βαθμό στην παραγωγή καλλωπιστικών φυτών, και το AMO-1618 αποτελούν επιμέρους επιβραδυντές αύξησης που λειτουργούν ως τεταρτογενείς ενώσεις αμμωνίου. Σε αυτό το σημείο, καλό θα ήταν να γίνει μια αναφορά στο chlorphonium και το BTS 44584, καθώς και τα δύο διαθέτουν ίσα μέρη phosphonium και sulphonium, αντίστοιχα. Στη βιβλιογραφία μπορεί κανείς ν' αναζητήσει κι άλλα παραδείγματα χημικών ενώσεων με σύμπλοκα κατιόντα (Sauter, 1984. Sakurai και Kamiya, 1979).

Το chlormequat chloride, το AMO-1618, και το chlorphonium παρεμποδίζουν το CPP-synthase τόσο στην παραγωγή GA, του μύκητα *Gibberella fujikuroi* όσο και στις προετοιμασίες των ελεύθερων κυττάρων αυτού του μύκητα και άλλων ανώτερων φυτών. Αυτές οι χημικές ενώσεις παρεμποδίζουν επίσης το *ent*-Kaurene synthase, αλλά κυρίως σε ένα χαμηλότερο επίπεδο δραστηριότητας (Shechter και West, 1969).

Η κυκλοποίηση του GGPP σε CPP που καταλύεται από το CPP-synthase είναι ανάλογη με την αντίδραση που οδηγεί από το 2,3-oxidosqualene σε λανοστερόλη στα θηλαστικά και τους μύκητες ή σε cycloartenol σε ανώτερα φυτά, στα αντίστοιχα στάδια της βιοσύνθεσης στερολών. Τα tertiary amine analogs of squalene είναι αποτελεσματικοί παρεμποδιστές της oxidosqualene cyclase. Έχει αναφερθεί ότι τέτοιου είδους χημικές ενώσεις, οι οποίες είναι θετικά φορτισμένες σε φυσιολογικό pH, μιμούνται τους υπερδραστήριους διαμεσολαβητές στην αντίδραση της κυκλοποίησης. Τέτοιου είδους διαμεσολαβητές αναμένεται να δεθούν πολύ γερά πάνω στο ένζυμο μπλοκάροντας έτσι την αντίδραση (Benveniste, 1986). Αντίστοιχα, είναι πιθανό οι παρεμποδιστές της CPP-synthase να μιμηθούν κατιονικούς διαμεσολαβητές κατά την μετατροπή GGPP σε CPP. Ένας παρόμοιος μηχανισμός θα μπορούσε επίσης να συμμετέχει στο επόμενο στάδιο, την κυκλοποίηση του CPP σε *ent*-Kaurene (Olsen και Junttila, 1997).

Για να είναι μεγάλη η επίδραση στις προετοιμασίες των ελεύθερων κυττάρων, πρέπει να χρησιμοποιηθούν σχετικά υψηλές συγκεντρώσεις chlormequat chloride, αλλά παρ' όλ' αυτά, σε ορισμένες περιπτώσεις, το χημικό εξακολουθεί να παραμένει

ανενεργό (Anderson και Moore, 1967). Το ίδιο ισχύει και για το *meriquat chloride*. Συγκεκριμένα, σε ένα σύστημα ενζύμων που εξήχθη από το ενδοσπέρμιο της κολοκύθας (*Cucurbita maxima*), οι υψηλές συγκεντρώσεις 10^{-3} αυτού του χημικού, αλλά και του *chlormequat chloride*, δεν επηρέασαν το φάσμα των πρόδρομων ενώσεων GAS και GA (Hildebrandt, 1982). Μια πιθανή εξήγηση γι' αυτό, είναι το γεγονός ότι αυτά τα χημικά είναι σχεδόν ανενεργά σε ανέπαφα φυτά κολοκύθας. Γι' αυτό και για καλύτερα αποτελέσματα, το *chlormequat chloride* δοκιμάστηκε σε ένζυμα που εξήχθησαν από φυτρωμένους σπόρους σιταριού (Takahashi, Phinney και MacMillan, 1991).

Επίσης, πιο οριστικά αποτελέσματα σχετικά με τους επιβραδυντές αύξησης με σύμπλοκα κατιόντα προέκυψαν από τη μελέτη των επιδράσεών τους στα επίπεδα GA σε ανέπαφα ανώτερα φυτά. Υπάρχουν όμως και πολλές άλλες έρευνες κατά τις οποίες τα επίπεδα ενδογενών GAS καθορίστηκαν με τη βοήθεια βιοδοκιμών. Γενικά, βρέθηκε ότι τα επίπεδα GA μειώθηκαν από τους επιβραδυντές αύξησης, λίγο πολύ παράλληλα με την καθυστέρηση της επιμήκυνσης των βλαστών (Rademacher, 1991).

Όσον αφορά το *chlormequat chloride*, τα αποτελέσματα αυτά θα μπορούσαν να επιβεβαιωθούν σήμερα μέσω σύγχρονων τεχνικών, όπως ο συνδυασμός χρωματογραφίας, αερίου και φασματομετρίας μαζών. Το *chlormequat chloride* χαμήλωσε τα επίπεδα GA_1 τόσο στους βλαστούς όσο και τους σπόρους *Triticum aestivum*. Ομοίως, οδήγησε σε μια μείωση ανά δόση όλων των GA (GA_{12} , GA_{53} , GA_{44} , GA_{19} , GA_{20} , GA_1 , GA_8) που είναι παρούσες σε δύο είδη *Sorghum bicolor* (Lee, Foster και Morgan, 1998). Στην περίπτωση του *Eucalyptus nitens*, το *chlormequat chloride* μείωσε τις GA_{20} και GA_1 , (Williams, Ross, Reid και Potts, 1999).

2.8.2 Χημικά με ένα Ετερόκυκλο που περιέχει Άζωτο

Είναι γνωστό ότι αρκετοί επιβραδυντές αύξησης περιλαμβάνουν ένα ετερόκυκλο που περιέχει άζωτο. Οι πυριμιδίνες *ancymidol* και *flurprimidol* έχουν κάποια εμπορική σημασία, ιδιαίτερα στον τομέα των καλλωπιστικών φυτών. Η *tetcyclacis*, ένας *norbornanodiazetin*, έχει χρησιμοποιηθεί ως παράγοντας νανισμού στην παραγωγή φυτρωμένων σπόρων ρυζιού προς μεταφύτευση. Ορισμένες χημικές ενώσεις τύπου τριαζολίων έχουν προσελκύσει σχετικά μεγάλο ενδιαφέρον. Το *paclobutrazol* και το στενά συνδεδεμένο *uniconazole-P* αποτελούν εξαιρετικά ενεργά

μέλη αυτής της ομάδας και βρήκαν πρακτικές χρήσεις στο ρύζι, τα οπωροφόρα δέντρα και τα καλλωπιστικά φυτά (Lever, Shearing και Batch, 1982). Το triarthenol και το BAS 111..W εκπροσωπούν άλλους επιβραδυντές αύξησης του τύπου των τριαζολίων. Ένα χημικό που χρησιμοποιείται για να μειώσει τον κίνδυνο lodging στο ρύζι είναι το inabenfide, ένα 4-substituted πυριδίνιο. Ιδιότητες ενός επιβραδυντή αύξησης διαθέτουν και ορισμένα ιμιδαζόλια, όπως το 1-*n*-decylimidazole, το 1-geranylimidazole και το HOE 074784. Σε κάποιες περιπτώσεις, η επιβράδυνση της αύξησης μπορεί να εμφανιστεί και ως παρενέργεια κάποιων μυκητοκτόνων, όπως το triadimenol, το triadimefon ή το ipconazole (Saishoji, Kumazawa και Chuman, 1998).

Αυτοί οι επιβραδυντές αύξησης δρουν ως παρεμποδιστές των μονοοξυγενασών που καταλύουν τα οξειδωτικά βήματα, από το *ent*-kaurene έως το *ent*-kaurenoic acid. Τα βήματα μετά το *ent*-kaurenoic acid, τα οποία μπορεί να εξακολουθούν να περιλαμβάνουν μονοοξυγενάσες, δεν φαίνεται να επηρεάζονται. Το κοινό δομικό στοιχείο όλων αυτών των επιβραδυντών της οξείδωσης του *ent*-kaurene είναι το ελεύθερο ζευγάρι ηλεκτρονίων στο sp^2 -hybridized nitrogen του ετεροκυκλικού δακτυλίου τους. Και στις δύο περιπτώσεις, αυτό το ζευγάρι των ηλεκτρονίων είναι τοποθετημένο στην περιφέρεια του μορίου. Πιθανότατα, οι μονοοξυγενάσες-στόχοι περιέχουν κυτόχρωμα P450 και είναι πιθανό ότι τα ελεύθερα ζευγάρια ηλεκτρονίων των επιβραδυντών αύξησης, εκτοπίζουν οξυγόνο από τη θέση πρόσδεσής τους στους δεσμούς σιδήρου. Στοιχεία γι' αυτού του είδους την αλληλεπίδραση έχουν παρουσιαστεί για το ancymidol στις μικροσωματιδιακές προετοιμασίες του *Marah macrocarpus* (Coolbaugh και Hamilton, 1976) και για το BAS 111..W, που χρησιμοποιεί μικροσωματιδιακές μεμβράνες που έχουν απομονωθεί από το ενδοσπέρμιο πρώιμης κολοκύθας (Luster και Miller, 1993).

Ανάλογα με την παρουσία ή την απουσία ενός διπλού δεσμού, το uniconazole-P και το raclobutrazol διαθέτουν αντίστοιχα ένα ή δύο ασύμμετρα άτομα άνθρακα. Αφού το raclobutrazol αποτελείται κυρίως από την διαστεροϊσομερή ένωση (2*RS*, 3*RS*) αυτή η δομή επιτρέπει ουσιαστικά μόνο δύο εναντιοστεροϊσομερή, όπως και το uniconazole-P. Διεξοδικά πειράματα που έγιναν μόνο με το optical εναντιοστεροϊσομερές του raclobutrazol έδειξαν ότι η μορφή (2*S*, 3*S*) παρουσιάζει πιο ξεκάθαρη φυτορρυθμιστική δραστηριότητα και μπλοκάρει πιο ειδικά τη βιοσύνθεση GA, ενώ το (2*R*, 3*R*) είναι πιο αποτελεσματικό στην παρεμπόδιση της

βιοσύνθεσης στερολών (Burden et al. 1987). Οι παράλληλες μυκητοκτόνες δραστηριότητες του raclobutrazol αποδίδονται στην επίδρασή του στο σχηματισμό στερολών (Sugavanam, 1984). Έχει αποδειχθεί ότι το εναντιοστερεοϊσομερές (2*S*, 3*S*) είναι όμοιο ως προς τη δομή με το *ent*-kaurene, ενώ η μορφή (2*R*-3*R*) έχει στενή σχέση με τη λανοστερόλη, τους αντίστοιχους διαμεσολαβητές της βιοσύνθεσης GA και στερολών. Σχετικές χειρομορφικές ιδιαιτερότητες έχουν βρεθεί και για το uniconazole-P, το triarphenol και το inabenfide: Σε όλες τις περιπτώσεις, το εναντιοστερεοϊσομερές (*S*-) είχε μεγαλύτερη επιβραδυντική δραστηριότητα στην οξείδωση του *ent*-kaurene, απ' ότι το αντίστοιχο (*R*)-counterpart. Η χρήση μοριακών προτύπων, θα μπορούσε να φανερώσει ξεκάθαρες δομικές ομοιότητες μεταξύ της tetcyclacis και των επιβραδυντικών τύπων του raclobutrazol και του uniconazole-P με το *ent*-kaurene και το *ent*-kaurenol (Katagi et al., 1987). Αυτό αποδεικνύει ότι εντός κάποιων ορίων, απαιτούνται ιδιαίτερα δομικά χαρακτηριστικά για να δεθεί και συνεπώς να μπλοκαρισθεί το ενεργό πεδίο του ενζύμου. Θα μπορούσε κάποιος να συμπεράνει ότι οι δομές των άλλων επιβραδυντών αύξησης που διαθέτουν ένα ετερόκυκλο που περιέχει άζωτο θα ταίριαζαν και αυτοί σε αυτό το σχήμα.

Υπάρχουν σαφή στοιχεία ότι η μείωση της αύξησης των βλαστών μέσω 4-πυριδινίων, τριαζολών, ιμιδαζολών και διαζιτίνων προκαλείται από χαμηλή περιεκτικότητα βιολογικά ενεργής GA. Για παράδειγμα, τα μειωμένα επίπεδα GA έχουν αναλυθεί από σύγχρονες τεχνικές υπό την επήρεια ancymidol σε φασόλια (Shive και Sisler, 1976), tetcyclacis στο ζιζάνιο (*Agrostemma githago*) (Zeevaart, 1985), raclobutrazol σε κριθάρι και σιτάρι (Lenton, Hedden, Gale, 1987) και σε *Eucalyptus nitens* (Williams, Ross, Reid, Potts, 1999), uniconazole-P σε *Sorghum bicolor* (Lee, Foster, Morgan, 1998) και inabenfide σε ρύζι (Miki et al., 1990).

2.9 Χαρακτηριστικές ιδιότητες των επιβραδυντών αύξησης

Οι επιβραδυντές αύξησης έχουν μεγάλη εξειδίκευση από πλευράς βιολογικής δράσης. Ακόμη και διαφορετικές ποικιλίες του αυτού του είδους φυτού παρουσιάζουν διαφορετική αντίδραση σε ένα επιβραδυντή αύξησης. Από τα φυτά, εκείνα που οι βλαστοί τους επιμηκύνονται με αργή αλλά σταθερή αύξηση, είναι εκείνα που αντιδρούν περισσότερο στους επιβραδυντές αύξησης. Αντίθετα, φυτά που σχηματίζουν βολβούς, ριζώματα και κονδύλους, δεν αντιδρούν ικανοποιητικά παρά μόνο σε μεγάλες σχετικά δόσεις επιβραδυντών αύξησης. Όσο αφορά τη σχέση που

υπάρχει μεταξύ της δραστηριότητας ενός επιβραδυντή αύξησης και της χημικής σύστασής του, υπάρχουν ενδείξεις ότι όσο λιγότερες χημικές ρίζες και χαμηλότερο μοριακό βάρος έχει μια ένωση που έχει επιβραδυντικές της αύξησης ιδιότητες, τόσο πιο μεγάλη είναι η δραστηριότητα της.

2.9.1 Τρόπος δράσης των επιβραδυντών αύξησης

Η δράση των επιβραδυντών αύξησης εκδηλώνεται κυρίως όταν οι ουσίες αυτές εφαρμόζονται σε ολόκληρα φυτά. Είναι γενικά αποδεκτό ότι, οι επιβραδυντές αύξησης ανταγωνίζονται τη δράση των γιββερελλινών. Ο ανταγωνισμός αυτός στηρίζεται κυρίως στην παρεμπόδιση της σύνθεσης των γιββερελλινών σε κάποιο στάδιο της όλης διαδικασίας και όχι στην παρεμπόδιση της ίδιας της δράσης του σαν φυτορρυθμιστικές ουσίες.

2.9.2 Χρήση των επιβραδυντών αύξησης στη γεωργική πράξη

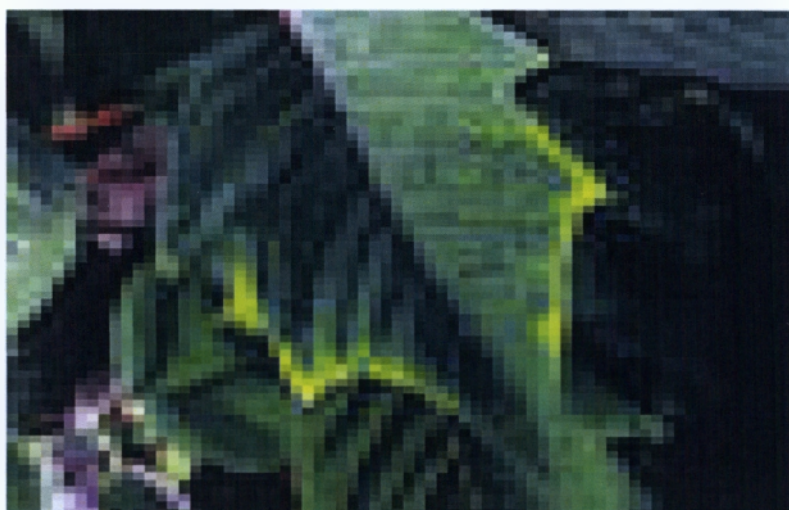
Υπάρχουν περιπτώσεις στη γεωργική πράξη που η μείωση του μεγέθους του φυτού είναι επιθυμητή. Για παράδειγμα διάφορα ανθοκομικά φυτά όπου η γρήγορη ανάπτυξη τους τα κάνει να παίρνουν υπερβολικά μεγάλο μέγεθος, κι αυτό έχει αρνητικό αντίκτυπο στην ποιότητα και την τιμή του στην αγορά. Το κλάδεμα αποτελεί τη συνήθη μέθοδο ελέγχου της υπερβολικής ανάπτυξης των βλαστών του και των διακλαδώσεών του. Ωστόσο, η μέθοδος αυτή είναι χρονοβόρα, επίπονη και συχνά καταλήγει στην αφαίρεση αν υπάρχουν των ανθών.

Στα ανθοκομικά φυτά που χρησιμοποιούνται επιβραδυντές αύξησης είναι κυρίως οι πιο κάτω: daminozide (SADH), chlormequat chloride, iproctanyl bromide, ethephon και τελευταίο το paclobutrazol για τον περιορισμό του ύψους και τη διαμόρφωση του σχήματος, κυρίως όταν τα φυτά καλλιεργούνται σε γλάστρες. Τέτοια φυτά είναι η αζαλέα, το χρυσάνθεμο, η βιγκόνια, η ποϊνσέτια, ο φίκος, η σεφλέρα τα γεράνια ο καλλιστήμονας.

Χρήση επιβραδυντών αύξησης όπως του mefluidide και του maleic hydrazide που χρησιμοποιούνται σε μικρές δοσολογίες, γίνεται επίσης στους χλοοτάπητες για τον περιορισμό των κοπών καθώς και σε θαμνώδη φυτά που χρησιμοποιούνται για μπορντούρες σε κήπους, άλση κ.λ.π.

2.9.3 Επιλογή των επιβραδυντών αύξησης

Υπάρχουν αρκετές εφαρμογές επιβραδυντών αύξησης και είναι διαθέσιμες στους καλλιεργητές καλλωπιστικών φυτών. Η απόφαση για το πια εφαρμογή είναι η καλύτερη πρέπει να βασιστεί στην αποτελεσματικότητα εφαρμογής, το κόστος της χρήσης, την ευκολία της χρήσης, και το βαθμό ευελιξίας που διατίθεται από την εφαρμογή. Παραδείγματος χάριν, οι δόσεις Cycocel και A-rest είναι πολύ αποτελεσματικές για τον έλεγχο ύψους καλλωπιστικά φυτά, αλλά είναι σχετικά ακριβές. Τα ποσοστά Cycocel επάνω από 1.500 ppm μπορούν επίσης να προκαλέσουν κίτρινα στίγματα (Βλ. Εικ.2.7). Για να αποτρέψει τη ζημία, μια χαμηλότερη συγκέντρωση Cycocel πρέπει να εφαρμοστεί με τις εφαρμογές επανάληψης που χρησιμοποιούνται.



Εικ.2.7 Κίτρινα στίγματα από υπερβολική δόση Cycocel.

Πηγή (www.ces.ncsu.edu/.../corrective/a9.html)

Το Bonzi και οι ψεκασμοί Sumagic είναι σχετικά ανέξοδοι, αλλά απαιτούν μια ομοιόμορφη τεχνική εφαρμογής για τη συνέπεια στον έλεγχο ύψους. B-nine + Cycocel ως ψεκασμός είναι πολύ αποτελεσματικό, αλλά μαζί με Bonzi και Sumagic, η χρήση είναι περιορισμένη στην πρόωρη μερίδα της έντονης βλαστικότητας. Τα υπερβολικά ποσοστά ή οι πρόσφατες εφαρμογές των ρυθμιστών αύξησης φυτών καθυστερούν το άνθισμα και μειώνουν τη διάμετρο του άνθους.

2.10 Επιδράσεις στα Επίπεδα Άλλων Φυτορμονών

Συχνά αναφέρεται ότι οι επιβραδυντές αύξησης των φυτών αλληλεπιδρούν με τα ενδογενή επίπεδα, όχι μόνο των GA αλλά και άλλων φυτορμονών. Εδώ, παρουσιάζονται στοιχεία μόνο από αναφορές που στηρίχθηκαν σε αξιόπιστες μεθόδους, κρίνοντας από τα σημερινά τους αποτελέσματα. Γι' αυτό και δεν ελήφθησαν υπόψη πολλές παλαιότερες μελέτες, οι περισσότερες από τις οποίες αφορούν τις χημικές ενώσεις με σύμπλοκα κατιόντα που είναι γνωστές εδώ και χρόνια.

Πολλές έρευνες ασχολήθηκαν με τις επιδράσεις των επιβραδυντών αύξησης που περιλαμβάνουν ένα ετερόκυκλο που περιέχει άζωτο στα επίπεδα και άλλων ορμονών, πέρα από το GA. Τυπικά, αυτές οι ενώσεις ενισχύουν την περιεκτικότητα κυτοκινίνων, ενώ μειώνουν τα επίπεδα αιθυλενίου. Οι συγκεντρώσεις ABA ενδέχεται να αυξηθούν σημαντικά υπό ορισμένες συνθήκες ενώ το επίπεδο των αυξινών δεν μεταβάλλεται αισθητά. Αρχικά, οι επιδράσεις αυτές οδηγούν σε ευρήματα όπως η καθυστέρηση της γήρανσης και η ενίσχυση της ανθεκτικότητας σε καταπονήσεις. (Fletcher, Gilley, Sankhla, Devis, 1999). Προς το παρόν, οι επιδράσεις που έχουν παρατηρηθεί στα επίπεδα κυτοκινίνης και αιθυλενίου δεν μπορούν να εξηγηθούν ικανοποιητικά, αφού δεν είναι ορατοί ορισμένοι μεταβολικοί δεσμοί. Φαίνεται μάλλον ότι δεν υπάρχουν συγκεκριμένες επιδράσεις που να ευθύνονται για τις ορμονικές αλλαγές που παρατηρούνται: υπό την επίρεια επιβραδυντών αύξησης, τα αφομοιωμένα μεταφέρονται συχνά στις ρίζες, οι οποίες ως γνωστόν αποτελούν πολύ σημαντικό σημείο σχηματισμού κυτοκινίνων. Η υποκίνηση αύξησης της ρίζας, η οποία προκύπτει, ενδέχεται να οδηγήσει σε αυξημένο σχηματισμό κυτοκινίνων, οι οποίες στη συνέχεια μεταφέρονται στον βλαστό (Fletcher και Arnold, 1986). Η εργασία με τους επιβραδυντές τύπου τριαζολίων, τον BAS 111 W και το uniconazole-P, και το paclobutrazol έδειξε ότι ο σχηματισμός αιθυλενίου μπορεί και να είχε μειωθεί αν είχε μπλοκαριστεί η οξειδάση aminocyclopropanecarboxylic acid (ACC).

Από την άλλη, αυτό ίσως και να είναι μια έμμεση επίδραση, αφού η οξειδάση (ACC) είναι ένα ένζυμο τύπου διοξυγενάσης και όχι ένα κυτόχρωμα εξαρτώμενης από P450 μονοοξυγενάσης, όπως προαναφέρθηκε. Η παρεμπόδιση της μεταβολής του ACC προτείνεται επίσης ως μία από τις αιτίες της αύξησης του επιπέδου των πολυαμινών. Η κατάσταση είναι πιο ξεκάθαρη όσον αφορά τους μηχανισμούς που οδηγούν σε αυξημένα επίπεδα ABA: η χρησιμοποίηση μεμονωμένων φύλλων

Xanthium strumarium, θα μπορούσε να δείξει ότι η tetracyclisis είναι ικανή να παρεμποδίσει τον οξειδωτικό μεταβολισμό του ABA σε φασειικό οξύ (phaseic acid), το οποίο είναι βιολογικά ανενεργό. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη συσσώρευση ABA (Zeevaart, Gage, Creelman, 1990). Παρόμοιες παρατηρήσεις έχουν γίνει και σε αραβόσιτο, στα πρώτα φύλλα κριθαριού και σε βρυόφυτα *Riccia fluitans*. Από τη στιγμή που αυτή η αδράνεια περιλαμβάνει 8'-υδροξυλάση, μία μονοοξυγενάση που είναι κυτόχρωμα εξαρτώμενο από P450, το ένζυμο κατά πάσα πιθανότητα μπλοκάρεται, όπως συμβαίνει περίπου με την οξειδάση *ent-kaurene*. Η ABA 8'-υδροξυλάση με tetracyclisis μπορεί να οδηγήσει σε συσσώρευση αυτής της ορμόνης σε σχετικά σύντομο χρονικό διάστημα. Άλλοι επιβραδυντές αύξησης της ομάδας των παρεμποδιστών μονοοξυγενάσης επηρεάζουν το μεταβολισμό του ABA με παρόμοιο τρόπο σε άλλα φυτικά είδη. Ωστόσο, δεν επιτυγχάνεται ξεκάθαρα αυτή η επίδραση από όλους τους επιβραδυντές αυτού του τύπου σε όλα τα είδη φυτών. Μάλλον φαίνεται ότι πρέπει να ταιριάζει το σωστό χημικό με τα σωστά είδη. Αυτό θα συμφωνούσε με άλλες αναφορές, οι οποίες υποδεικνύουν ότι πολλές διαφορετικές μονοοξυγενάσες που εξαρτώνται από το κυτόχρωμα P450 μπορούν να συμβούν σε διαφορετικά είδη, των οποίων η ιδιαιτερότητα του υποστρώματος δεν περιγράφεται ξεκάθαρα (Schuler, 1996).

Γνωρίζοντας την ύπαρξη των μονοοξυγενασών που μπορεί να επηρεάσουν συγχρόνως ένζυμα-κλειδιά στο μεταβολισμό του GA και ABA, θα τολμούσαμε να πούμε ότι τέτοια ένζυμα θα μπορούσαν να είναι μέρος του μηχανισμού γρήγορης αντίδρασης του φυτού στην προσπάθειά του να αντιμετωπίσει αυτές τις καταπονήσεις. Υπό ευνοϊκές συνθήκες αύξησης, αυτές οι μονοοξυγενάσες μπορεί να είναι «αναμμένες», με αποτέλεσμα χαμηλό επίπεδο ABA αλλά υψηλά επίπεδα GA, επιτρέποντας έτσι την εντατική αφομοίωση και την αύξηση των βλαστών. Αντιθέτως, υπό συνθήκες, όπως η καταπόνηση από ξηρασία, αυτά τα ένζυμα θα ήταν «σβηστά», με αποτέλεσμα χαμηλό επίπεδο GA αλλά υψηλό επίπεδο ABA. Συνεπώς, θα υπήρχε μειωμένη αύξηση βλαστών, φωτοαπορρόφηση και διαπνοή (Rademacher, 1997).

2.11 Paclobutrazol

Το paclobutrazol (γνωστό και ως PP333, εμπορικό όνομα: Bonzil) ανακαλύφθηκε το 1976 και ανήκει στις τριαζόλες, οι οποίες αποτελούν μια από τις πιο δραστήριες ομάδες των επιβραδυντών αύξησης που έχουν καταγραφεί μέχρι σήμερα. Είναι αποτελεσματική σε μεγάλη γκάμα φυτικών ειδών, συμπεριλαμβανομένων αρκετών βολβών και ξυλωδών φυτών, τα οποία δεν έχουν επιδείξει ευαισθησία σε άλλους επιβραδυντές. Το χημικό αυτό έχει αποδειχθεί ότι μειώνει το ενδογενές επίπεδο GA₁ σε φυτρωμένους σπόρους σιταριού και μπλοκάρει τη βιοσύνθεση PGR σε ένα σύστημα ελεύθερων κυττάρων από το ενδοσπέρμιο του *Cucurbita maxima* παρεμποδίζοντας τη δραστηριότητα της ent-kaurene οξειδάσης (Purohit, 1986).

Δεδομένου ότι τα χημικά τριαζολίων μεταφέρονται στους ξυλώδεις ιστούς, μπορεί να απορροφηθούν από τα φύλλα, αλλά δεν μπορούν να μεταφερθούν από τα φύλλα σε άλλα μέρη του φυτού. Γι' αυτό, όταν εφαρμόζονται με ψεκασμό, συνιστάται οι τριαζόλες να χορηγούνται με τέτοιο τρόπο ώστε το διάλυμα να έρχεται σε επαφή με τους στήμονες (Purohit, 1986).

Παρόλο που η μεγαλύτερη επίδραση του paclobutrazol σημειώνεται στον τομέα της επιβράδυνσης της ανάπτυξης, έχει αναφερθεί ότι αυτό το χημικό (αλλά και το CCC) μπορεί να επιφέρει κι άλλες επιδράσεις, όπως αύξηση στον αριθμό των σταχυών ή των δημητριακών, ή μεταβολή στην φυλική επιφάνεια ή να προσφέρει περιορισμένη μυκητοκτόνα προστασία. Πράγματι, άλλα μέλη της οικογένειας των τριαζολών αξιοποιήθηκαν εμπορικά ως μυκητοκτόνα, όπως το «Bayleton». Οι μυκητοκτόνες ιδιότητες των τριαζολών, οφείλονται στην ικανότητά τους να παρεμποδίζουν τη βιοσύνθεση εργοστερόλης, η οποία αποτελεί ζωτικό συστατικό των μυκητωδών μεμβρανών. Τα μονοπάτια της βιοσύνθεσης στερολών και GA έχουν κοινά στοιχεία και τόσο το CCC, όσο και το paclobutrazol, έχει αναφερθεί ότι μειώνουν τα επίπεδα στερολών στους ιστούς των φυτών. Ο λειτουργικός ρόλος των στερολών στις μεμβράνες και τις ρυθμιστικές ιδιότητες των μπρασινωστεροειδών μπορούν να συμβάλλουν στο φάσμα των επιδράσεων που μπορεί να έχουν αυτοί οι επιβραδυντές αύξησης υπό ορισμένες συνθήκες ((Purohit, 1986).

Το paclobutrazol χρησιμοποιείται ευρύτατα στη φυτοκομία με στόχο τη ρύθμιση της ανάπτυξης των οπωροφόρων και καλλωπιστικών δέντρων. Επίσης, εκδηλώνεται

μεγάλο ενδιαφέρον γύρω από τη χρήση του ως ρυθμιστή ανάπτυξης του χλοοτάπητα και των δέντρων σε περιοχές με ήπιο κλίμα (Purohit, 1986).

2.11.1 Οι επιδράσεις του paclobutrazol στην αύξηση

Βλαστοί: το paclobutrazol επιβραδύνει την επιμήκυνση των βλαστών σε πολλά είδη, παρόλο που ο βαθμός παρεμπόδισης της αύξησης μπορεί να διαφέρει ανάλογα με το φυτό. Επίσης, μειώνει τα μεσογονάτια διαστήματα και το βάρος των μίσχων. Επιπλέον, μειώνει το ξηρό βάρος των μίσχων, τουλάχιστον σε ορισμένα είδη (Wieland και Wample, 1985).

Το ίδιο συμβαίνει και με την φυλλική επιφάνεια και το ξηρό βάρος. Το χημικό έχει μεγαλύτερη επίδραση στην φυλλική επιφάνεια απ' ό,τι στο ξηρό βάρος, ως εκ τούτου, το ξηρό βάρος φύλλου ανά μονάδα επιφάνειας παρουσιάζεται αυξημένο μετά από κάθε χορήγηση. Επιπλέον, το paclobutrazol αυξάνει το πάχος του φύλλου. Η παραγωγή νέων φύλλων μετά τη εφαρμογή μειώνεται ελαφρά ή σχεδόν ανεπαίσθητα, γι' αυτό και ο αριθμός των γονάτων ανά φυτό μειώνεται ελάχιστα ή και καθόλου. Το χημικό μπορεί να μειώσει το μήκος του μίσχου των φύλλων της φράουλας (Wood, 1984).

Όταν συγκρίνεται με άλλους επιβραδυντές αύξησης, το paclobutrazol εμφανίζεται πιο δραστικό. Για παράδειγμα, το συνιστώμενο ποσοστό χορήγησης για το CCC είναι σχεδόν 1.000 φορές μεγαλύτερο από το προτεινόμενο ποσοστό paclobutrazol. Το 1984, ο Menhennett ανέφερε ότι, με βάση το βάρος, το paclobutrazol ήταν πολύ πιο αποτελεσματικό στον έλεγχο της αύξησης του *Chrysanthemum morifolium* απ' ό,τι το ancymidol, αλλά ότι και τα δύο χημικά είχαν παρόμοιες επιδράσεις νανοποίησης, όταν η χορήγησή τους γινόταν μέσω του εδάφους.

Ο χρόνος που χρειάζεται το paclobutrazol για να παρεμποδίσει την ανάπτυξη των βλαστών στα διάφορα είδη δεν έχει μελετηθεί σε ευρεία κλίμακα. Ωστόσο, σύμφωνα με προκαταρκτικές έρευνες, το χημικό έχει αρκετά διαρκή αποτελέσματα. Για παράδειγμα, μία μόνο χορήγηση 2 γραμμαρίων paclobutrazol ανά τετραγωνικό μέτρο επιφάνειας εδάφους κατάφερε να ελέγξει την τελική ανάπτυξη των βλαστών μηλιάς για αρκετές καλλιεργητικές περιόδους (Williams, 1984).

Σχετικά υψηλά ποσοστά paclobutrazol δεν προκαλούν γενικά φυτοτοξικότητα. Δεν έχει αναφερθεί ποτέ ότι η χορήγησή του οδήγησε σε χλώρωση ή νέκρωση.

Υψηλά ποσοστά του χημικού ενδέχεται να σταματήσουν εντελώς την ανάπτυξη των βλαστών και να οδηγήσουν σε κύρτωμα των φύλλων. Τα φυτά που σταμάτησαν να αναπτύσσονται εξαιτίας ισχυρής χορήγησης paclobutrazol, μπορούν να αναπτυχθούν με τη βοήθεια γιββερελλινών (Wample και Culver, 1983).

Γενικά, το paclobutrazol επιδρά αποτελεσματικότερα στην επιβράδυνση της ανάπτυξης των βλαστών όταν χορηγείται από το έδαφος ή απευθείας στους μίσχους των βλαστών σε σύγκριση με εφαρμογή με ψεκάσμο. Τα χαρακτηριστικά του εδάφους μπορούν ωστόσο να επηρεάσουν την αποτελεσματικότητα του paclobutrazol που χορηγείται μέσω αυτού (Barett, 1982).

Ρίζες: το paclobutrazol γενικά αυξάνει τη διάμετρο της ρίζας αλλά μειώνει το μήκος της. Ωστόσο, το 1984, οι Stang και Weis ανέφεραν ότι φυτά Φράουλας που είχαν υποβληθεί σε θεραπεία με paclobutrazol είχαν ρίζες με μειωμένη διάμετρο και περισσότερα ριζικά τριχίδια απ' ό,τι τα' άλλα φυτά. Στο πλαίσιο μιας έρευνας, το paclobutrazol μείωσε την επιφάνεια του ριζικού συστήματος της μηλιάς (Wieland και Wample, 1985) αλλά σε άλλες έρευνες δεν είχε κανένα αποτέλεσμα (Swietlik και Miller, 1983).

2.11.2 Φυσιολογικές και Βιοχημικές Επιδράσεις του Paclobutrazol

Βιοσύνθεση γιββερελλινών: το paclobutrazol πιθανώς καθυστερεί την ανάπτυξη παρεμποδίζοντας τις οξειδωτικές αντιδράσεις στη βιοσύνθεση των γιββερελλινών (Hedden και Graebe, 1985). Ειδικότερα, παρεμποδίζει τη μικροσωματιδιακή οξείδωση του καουρενίου, του kaurenoi και του kaurenal. Για κάποιους άλλους επιβραδυντές αύξησης με διαφορετικές δομές, όπως το ancymidol και το tetcyclacis, υπάρχουν κάποια άλλα πεδία δράσης. Τα φυτά στα οποία έχει χορηγηθεί paclobutrazol βρέθηκαν να περιέχουν χαμηλότερες ποσότητες ουσιών που μοιάζουν με γιββερελλίνες σε σύγκριση με φυτά που δεν είχαν λάβει paclobutrazol (Buchenauer et al., 1984).

Βιοσύνθεση στερολών: το paclobutrazol σχετίζεται, ως προς τη δομή του, με πολλούς παρεμποδιστές βιοσύνθεσης στερολών, οι οποίοι χρησιμοποιούνται ευρύτατα τόσο στη γεωργία όσο και την ιατρική. Για παράδειγμα, το triadimefon είναι μία πολύ δραστική και χρήσιμη μηκυτοκτόνος τριαζόλη, η οποία παρουσιάζει

ορισμένες φυτορρυθμιστικές ιδιότητες. Οι παρεμποδιστές τριαζόλης μπλοκάρουν γενικά το 14^ο alpha-demethylation βήμα της βιοσύνθεσης στερολών. Γι' αυτό και είχε υποστηριχθεί ότι η παρεμπόδιση της βιοσύνθεσης στερολών μπορεί να παίζει σημαντικό ρόλο στην φυτορρυθμιστική δράση ορισμένων τριαζολικών χημικών ενώσεων, συμπεριλαμβανομένου του paclobutrazol (Purohit, 1986).

Σύνθεση ABA: Ο Norman και άλλοι, το 1986, ανέφεραν ότι το paclobutrazol παρεμποδίζει τη σύνθεση ABA στο μύκητα *Cercospora rosicola*. Συγκεκριμένα, 0,1 μικρογραμμάρια paclobutrazol παρεμπόδισε τη σύνθεση ABA σε ποσοστό 33%.

Ο ρόλος του ABA: Το ABA προκαλεί πολυάριθμες φυσιολογικές μεταβολές που έχουν αντίκτυπο στην αύξηση των φυτών. Προς το παρόν δεν υπάρχουν πρακτικές χρήσεις του ABA, λόγω της περιορισμένης γνώσης για τη φυσιολογία και βιοχημεία του. Ίσως όμως αποκτήσει μεγάλη σπουδαιότητα στη μελλοντική γεωργική τεχνική, ιδιαίτερα για τις ερημικές περιοχές. Αν οι γενετιστές κατορθώσουν να ενσωματώσουν αυτό το χαρακτηριστικό που σχετίζεται με το ABA σε ένα μεγαλύτερο αριθμό φυτών, ίσως καταστεί δυνατή η επιτυχής ανάπτυξη νέων καλλιεργειών σε ερημικά περιβάλλοντα. Οι κύριες επιδράσεις του ABA είναι στο λήθαργο (dormancy), την αποκοπή (abscission) και τη γήρανση (senescence), (Καραμπέτσος 1999).

Φωτοσύνθεση: Το paclobutrazol έχει γενικά πολύ μικρή επίδραση στην φωτοσύνθεση. Μπορεί να την επηρεάσει εμμέσως, μέσω της επίδρασής του στην δομή της φυλλικής επιφάνειας των φυτών, επηρεάζοντας έτσι την διείσδυση του φωτός και την απορρόφησή του. (DeJong και Doyle, 1984. Marquard, 1985).

Σχηματισμός Χλωροφύλλης: τα φύλλα των φυτών στα οποία έχει χορηγηθεί paclobutrazol έχουν πιο σκούρο πράσινο χρώμα απ' ότι τα άλλα. Αυτή η αντίδραση δεν παρατηρείται μόνο μετά τη χορήγηση paclobutrazol αλλά και άλλων επιβραδυντών αύξησης που επίσης ζωηρεύουν το πράσινο χρώμα του φυλλώματος. Ωστόσο, δεν είναι γνωστό αν το αυξημένο ποσοστό χλωροφύλλης στα φύλλα που έχουν λάβει paclobutrazol είναι αποτέλεσμα εντατικής σύνθεσης χλωροφύλλης ή απλώς αποτέλεσμα μεγαλύτερης συγκέντρωσης χλωροφύλλης σε μικρότερη επιφάνεια, που οφείλεται σε μειωμένη ανάπτυξη των φύλλων (Purohit, 1986).

2.12 Χαρακτηριστικά άλλων ρυθμιστών αύξησης

2.12.1 A-rest

Το A-rest είναι το εμπορικό όνομα για το ancymidol. Είναι αποτελεσματικότερο από το Cycocel και το B-Nine και χρησιμοποιείται σε πολύ χαμηλότερα ποσοστά. Οι συγκεντρώσεις που εφαρμόζονται είναι συνήθως από 10 έως 200 ppm για τους φυλλώδεις ψεκασμούς και 0,15 έως 0,5 mg ανά m² για τις δόσεις που εφαρμόζονται με ριζοπότισμα. Το A-rest είναι πιο αποτελεσματικό στα δρεπτά άνθη και χρησιμοποιείται συνήθως για εφαρμογή σε βολβώδεις καλλιέργειες και σε φυτά που βρίσκονται στο στάδιο του μοσχεύματος. Κάποια φυτοτοξικότητα μπορεί να εμφανιστεί από την εφαρμογή A-rest(ειδικά κάτω από υψηλές θερμοκρασίες) και εμφανίζεται συνήθως ως νεκρωτικά σημεία. Το Αλεξανδρινό (Poinsettia) είναι ιδιαίτερα ευαίσθητο στον τραυματισμό από την εφαρμογή A-rest (Πετρόπουλος, 2002).

2.12.2 B-Nine

B-Nine είναι το εμπορικό όνομα για τη δαμινοζίδη (Βλ. Εικ. 2.6) Το σκεύασμα εφαρμόζεται μόνο ως φυλλώδης ψεκασμός, και δεν συνιστάται εφαρμογή με ριζοπότισμα. Το B-Nine έχει αρκετά καλή επικόλληση στα φύλλα των φυτών που εφαρμόζεται.

Εφαρμογή με 1250 έως 5000 ppm B-nine είναι αποτελεσματικά στις περισσότερες καλλιέργειες εκτός από το γεράνι και τους κρίνους. Είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικό στον έλεγχο της αύξησης των σποροφύτων όταν αυτά βρίσκονται ακόμα σε μικρό μέγεθος, και είναι αποτελεσματικότερο στα πιο δροσερά κλίματα (Πετρόπουλος, 2002).



Εικ.2.6 Daminozide με κοινή ονομασία Alar.

Πηγή: www.puteaux-sa.fr/Images7/images/752103.jpg

2.12.3 Cycocel

Το Cycocel είναι το εμπορικό όνομα για chlormequat chloride. Είναι ο ευρύτερα διαδιδόμενος ρυθμιστής αύξησης των φυτών στη γεωργία. Σε θερμοκήπια χρησιμοποιείται στα ποώδες φυτά για παράδειγμα, τα γεράνια, τις αζαλέες και τους ιβίσκους. Εφαρμόζεται συνήθως δοσολογία από 1000 έως 3000 ppm με φυλλώδη ψεκάσμο. Το Cycocel είναι επίσης αποτελεσματικό όταν εφαρμόζεται με ριζοπότισμα. Οι φυλλώδεις ψεκάσμοι με cycocel οδηγούν συχνά σε μια φυτοτοξική επίδραση (με χλώρωση περιφερειακά του φύλλου), αλλά τα συμπτώματα εξαφανίζονται συνήθως μετά από μερικές ημέρες. Διάφορα μίγματα B-nine και Cycocel μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε αλεξανδρινά. Αυτό επιτρέπει συνήθως το μεγαλύτερο έλεγχο ύψους και μειώνει τον κίνδυνο φυτοτοξικότητας (Πετρόπουλος, 2002).

2.12.4 Florel

Το Florel είναι το εμπορικό όνομα για το ethephon (φωσφορικό οξύ). Αυτός ο ρυθμιστής αύξησης απορροφάται από τον ιστό φυτών, και λόγω μιας αλλαγής στο pH, το αιθυλένιο απελευθερώνεται. Το Florel χρησιμοποιείται για να προωθήσει την πτώση των οφθαλμών σε λουλούδια και τη φυτική διακλάδωση στις καλλιέργειες. Αν και χρησιμοποιείται για πολλές χρήσεις στη γεωργία, συνηθέστερα η χρήση του συναντάται σε φυτικά μοσχεύματα.

Το Florel εφαρμόζεται ως φυλλώδης ψεκάσμος στις συγκεντρώσεις 1000 έως 4000 ppm. Το Florel μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για να προωθήσει το άνθισμα στα βρομελειώδη (Πετρόπουλος, 2002).

2.12.5 Ancymidol

Υπάρχουν τρεις λειτουργικές χρήσεις για το ancymidol. Η πρώτη είναι για να ελεγχθεί το συνολικό ύψος φυτών με μείωση των μεσογονάτιων διαστημάτων. Μια δεύτερη χρήση είναι έλεγχος της επιμήκυνσης μετά το άνθισμα των μίσχων. Σε αυτήν την περίπτωση, η αύξηση περισσότερους από τους ενδιάμεσους κόμβους σε ορισμένα φυτά τουλίπας μειώνεται. Εάν η εφαρμογή δεν πραγματοποιηθεί στα πρώτα στάδια του φυτού τότε η ουσία αυτή δεν θα μπορέσει να δώσει τα

αναμενόμενα αποτελέσματα. Κατά συνέπεια, οι κατάλληλες διαδικασίες προγραμματισμού είναι επιτακτικές. Επίσης σημαντικό είναι ότι το ancymidol είναι λιγότερο αποτελεσματικό στο σκοτάδι απ' ό,τι στο φως. Επομένως, πρέπει να εφαρμοστεί στο θερμοκήπιο (<http://florigulture.osu.edu/archive/nov97/a-rest.html>).

2.13 Γιββεριλλίνες και Νάνες Μεταλλαγές

Σύμφωνα με τον Καραμπέτσο 1999, ένα να από τα πιο χαρακτηριστικά βιολογικά αποτελέσματα της δράσης των γιββεριλλινών είναι η επιμήκυνση των βλαστών μέσω της κυτταρικής επιμήκυνσης. Τα πιο ορατά αποτελέσματα παρατηρούνται όταν εφαρμόζονται γιββερελλίνες σε φυτά που αποτελούν νάνες μεταλλαγές απλού γονιδίου. Με χειρισμό γιββεριλλίνης, τέτοια φυτά γίνονται δυσδιάκριτα από τα κανονικά ψηλά μη μεταλλαγμένα φυτά, γεγονός που δείχνει ότι αυτές οι μεταλλαγές δεν μπορούν να συνθέσουν γιββεριλλίνη σε επαρκείς ποσότητες και ότι η αύξηση του ιστού χρειάζεται γιββεριλλίνη. Μελέτες της βιοχημείας σε ορισμένα τέτοια νάνα φυτά οδήγησαν σε ένα πολύ σημαντικό συμπέρασμα. Αν αυτά τα φυτά περιέχουν εννέα ή και περισσότερες γιββερελλίνες, μόνο η τελική ουσία της διαδρομής, GA₁, μπορεί να έχει άμεσα επίδραση. Οι άλλες οκτώ γιββεριλλίνες θα πρέπει να μεταβολισθούν περαιτέρω πριν προκύψει κάποια επίδραση στην αύξηση (Καραμπέτσος 1999).

Ανθεκτικότητα στις καταπονήσεις: τα φυτά στα οποία έχει χορηγηθεί raclobutrazol εμφανίζονται πιο ανθεκτικά σε μια σειρά καταπονήσεων. Έχει αναφερθεί ότι το raclobutrazol ενισχύει σημαντικά την ανθεκτικότητα του *Phaseolus vulgaris* στις βλαβερές συνέπειες του διοξειδίου του θείου (Lee et al., 1985). Η επίδραση του raclobutrazol είναι τόσο άμεση που εντός 24 ωρών από τη εφαρμογή, τα φυτά μπορούν να αντιμετωπίζουν καλύτερα τα ζημιογόνα επίπεδα ατμοσφαιρικού διοξειδίου του θείου. Ο μηχανισμός που ενισχύει αυτή την ανθεκτικότητα δεν είναι ξεκάθαρος, αλλά δεν φαίνεται να οφείλεται σε αλλαγές στο άνοιγμα των στοματίων. Πολύ ενδιαφέρον είναι και το γεγονός ότι το raclobutrazol δεν προστατεύει τα φυτά από τις βλαβερές συνέπειες του όζοντος (Lee et al., 1985).

Τα φυτά στα οποία χορηγείται raclobutrazol, ενδέχεται να είναι λιγότερο ευάλωτα στις χαμηλές και τις υψηλές θερμοκρασίες. Επίσης, φαίνεται να αντέχουν περισσότερο σε συνθήκες απουσίας επαρκούς φωτός (Purohit, 1986).

2.14 Ανθεκτικότητα στον παγετό

Η αδυναμία κάποιων φυτών να αντέξουν τις χαμηλές θερμοκρασίες και να επιζήσουν κατά τη χειμερινή περίοδο είναι ένας από τους παράγοντες που περιορίζουν τη γεωγραφική τους κλίμακα. Από τότε που ο άνθρωπος άρχισε να ενδιαφέρεται για την επέκταση της καλλιεργήσιμης γης, έχουν γίνει πολλές προσπάθειες ανάπτυξης των μεθόδων αντιμετώπισης των καταστροφικών συνεπειών από τις χαμηλές θερμοκρασίες σε χρήσιμα είδη φυτών (Roberts, 1968).

2.14.1 Ανθεκτικότητα στον παγετό και επιβραδυντές αύξησης

Ήδη από τις αρχές της δεκαετίας του '70, έχουν διεξαχθεί πολλές έρευνες σχετικά με την πιθανότητα μεταβολής της φυσικής ισορροπίας των φυτορρυθμιστικών ουσιών μετά την ολοκλήρωση του ενεργού σταδίου της αύξησης δέντρων και πολυετών μέσω εξωγενούς εφαρμογής συνθετικών ρυθμιστών ανάπτυξης. Γι' αυτό και υπήρξε η ελπίδα ότι θα επηρεαστεί η εσωτερική κλίμακα ανθεκτικότητας στις χαμηλές θερμοκρασίες (Alden και Hermann, 1971). Επίσης, έγιναν πολλές αναφορές που υποδείκνυαν τις θετικές ή αρνητικές επιδράσεις από τη χορήγηση ρυθμιστών ανάπτυξης. Για παράδειγμα, ο ψεκασμός ορισμένων μονοετών και πολυετών φυτών, συμπεριλαμβανομένων δέντρων, με επιβραδυντές αύξησης, όπως το CCC, μπορεί να συμβάλλει στην αύξηση της ανθεκτικότητας στον πάγο, ενώ η χορήγηση υποκινητών, όπως το GA μείωσε την ανθεκτικότητα στο κρύο ή έκανε τα φυτά πιο ανθεκτικά (Irving, 1967, Modlibowska, 1968).

Λεπτομερής μικροσκοπική ανάλυση έδειξε ότι η χορήγηση επιβραδυντών αύξησης παρεμπόδισε την επιμήκυνση των κυττάρων και το ρυθμό των μιτωτικών τους διαιρέσεων. Επίσης, τα κύτταρα αυτά ήταν μικρότερα από τα κύτταρα των συγκριτικών κυττάρων μετά την ίδια περίοδο ανάπτυξης. Βρέθηκε επίσης ότι τα μικρότερα κύτταρα ήταν πιο ανθεκτικά σε χαμηλές θερμοκρασίες απ' ό,τι τα μεγάλα κύτταρα και εκείνα που αναπτύσσονταν με πιο γρήγορο ρυθμό (Holubowicz, 1982).

Εφαρμογή paclobutrazol και Cycocel σε φυτά Καλλιστήμονα (*Callistemon viminalis*) προκάλεσε σημαντική αύξηση της ανθεκτικότητάς τους σε χαμηλές θερμοκρασίες (Πετρόπουλος, 2002).

2.15 Εφαρμογή επιβραδυντών αύξησης σε καλλωπιστικά φυτά

Βιγκόνια – Μπουκαινβίλια

Στην Βιγκόνια και Μπουκαινβίλια όταν εφαρμόσουμε επιβραδυντές αύξησης έχουμε μείωση μεγέθους του ύψους του φυτού στις γλάστρες. Για παράδειγμα όταν εφαρμόσουμε ψεκασμό με paclobutrazol, 5-20 mg/l όταν το φυτό έχει ύψος 9-10 cm τότε το φυτό φτάνει μόνο τα 2/3 του τελικού του ύψους. Η εφαρμογή του paclobutrazol γίνεται με ψεκασμό σε όλη την φυλλική επιφάνια του φυτού. Ο ψεκασμός πρέπει να επαναλαμβάνεται ανά 15νθήμερο. Όταν χρησιμοποιήσουμε chlormequat chloride, 500 mg/l και το ύψος του φυτού είναι 10 cm τότε τα αποτελέσματα είναι τα ίδια με του paclobutrazol (Πασπάτης 1998).

Γαρδένια

Όταν χρησιμοποιήσουμε daminozide, 4,5 g/l, τότε πετυχαίνουμε μείωση του ύψους του φυτού, αύξηση του αριθμού των ανθέων και πιο έντονο πράσινο χρώμα φύλλων. Ο ψεκασμός των φυτών της γαρδένιας γίνεται όταν τα φυτά έχουν αποκτήσει τα 2/3 του επιθυμητού ύψους (Πασπάτης 1998).

Ηβίσκος

Στον Ηβίσκο η ρύθμιση του ύψους του φυτού σε γλάστρες πετυχαίνεται με chlormequat chlorite, 0,7-1,2 g/l. Ο ψεκασμός των φυτών γίνεται όταν οι πλευρικοί βλαστοί έχουν μήκος 3-4 cm. Ο ψεκασμός επαναλαμβάνεται 2-3 εβδομάδες αργότερα (Πασπάτης 1998).

Καλαγχόη

Ο περιορισμός του ύψους των φυτών Καλαγχόης επιτυγχάνεται με εφαρμογή daminozide, 5 g/l. Ο ψεκασμός των φυτών εφαρμόζεται όταν οι πλάγιοι βλαστοί έχουν μήκος 4-5 cm. Απαιτείται επανάληψη του ψεκασμού ανά 15νθήμερο. Η άνθηση καθυστερεί για μία εβδομάδα περίπου (Πασπάτης 1998).

Καλλωπιστικά Φυτά Για Μεταφύτευση

Η ρύθμιση του ύψους σε φυτά που έπονται μεταφύτευση, για παράδειγμα (κατηφές, πετούνια, μοσχομπίζελο, σκυλάκι, αγήρατο, σελοζία, ωραίο φύλλο, σάλβια, ζίνια κ.λ.π.), γίνεται με την εφαρμογή τριών επιβραδυντών αύξησης:

Με το daminozide, 2,5-5 g/l. Ο ψεκασμός των φυτών γίνεται την άνοιξη πριν φθάσουν το επιθυμητό μέγεθος. Η ευαισθησία στην επέμβαση διαφέρει ανάλογα με το είδος και την ποικιλία. Χρειάζονται περισσότερες από μία επεμβάσεις.

Με το chlormequat chloride, 1,5-3 g/l. Ο ψεκασμός των φυτών γίνεται την άνοιξη πριν να φθάσουν το επιθυμητό μέγεθος. Η εφαρμογή του προκαλεί προσωρινό ελαφρό κιτρίνισμα ή περιφερειακή ξήρανση των φύλλων. Επίσης το chlormequat chloride μπορεί να εφαρμοστεί και με διάβροχη του εδαφικού μίγματος.

Με το ethephon, 300-800 mg/l. Ο ψεκασμός των φυτών την άνοιξη πριν φθάσουν το επιθυμητό μέγεθος. Το ethephon είναι αρκετά αποτελεσματικό κατά την εφαρμογή του στο σκυλάκι και την πετούνια (Πασπάτης 1998).

Κρίνος

Στον κρίνο η ρύθμιση του ύψους των φυτών που είναι σε γλάστρες, γίνεται με την εφαρμογή τριών διαφορετικών ρυθμιστών αύξησης.

Με το chlormequat chloride, 6-25 g/l. Με διαβροχή του εδαφικού μίγματος, όταν ο βλαστός έχει ύψος 6-7 cm.

Με το ancymidol, 0,25-0,5 mg/γλαστράκι. Η εφαρμογή γίνεται με διαβροχή του εδαφικού μίγματος, όταν ο βλαστός έχει ύψος 6-7 cm.

Με το paclobutrazol, 200mg/l. Η εφαρμογή γίνεται με διάβροχη του εδαφικού μίγματος όταν ο βλαστός έχει ύψος 6-10 cm ή εμφάνιση των βολβών για 15 λεπτά στο διάλυμα πριν από την φύτευση (Πασπάτης 1998).

Νάρκισσος

Στο νάρκισσο η μείωση του ύψους του φυτού σε γλάστρες επιτυγχάνεται με το ethephon, 480 mg/l και εφαρμόζεται με διαβροχή του εδαφικού μίγματος με ποσότητα 60 ml διαλύματος για κάθε γλάστρα διαμέτρου 12 cm, όταν τα φυτά έχουν ύψος 15 cm. Η εφαρμογή του ethephon πριν τα φυτά φθάσουν το ύψος των 15 cm μπορεί να οδηγήσει σε νανοποίηση των φυτών και νέκρωση του ανθοφόρου οφθαλμού. Το πότισμα πρέπει να αναβάλλεται για 2-3 μέρες μετά την εφαρμογή. Η αντίδραση των φυτών διαφέρει ανάλογα με την ποικιλία (Πασπάτης 1998).

Ορτανσία

Στην ορτανσία επιτυγχάνουμε μείωση του ύψους των βλαστών με daminozide, 5-7,5 g/l. Ο ψεκασμός των φυτών το καλοκαίρι, όταν η νέα βλάστηση μετά το φορτσάρισμα έχει μήκος 2,5-5 cm. Αν η εφαρμογή γίνει 2-4 εβδομάδες μετά την έναρξη του «φορτσαρίσματος», τότε η δόση μειώνεται στα 2,5-5 g/l. Αυτή η εφαρμογή μπορεί να γίνει και την άνοιξη όταν εκπύσσονται τα νέα φύλλα με δόση 4,25 g/l.

Με το ancymidol 50-100 mg/l. Ο ψεκασμός των φυτών εφαρμόζεται το καλοκαίρι ή κατά την περίοδο του φορτσαρίσματος.

Με το paclobutrazol, 50 mg/l. Ο ψεκασμός των φυτών γίνεται όταν αυτά είναι στο στάδιο των 4-5 ζευγαριών φύλλων. Μπορεί να γίνει και 2^{ος} ψεκασμός 2 εβδομάδες αργότερα (Πασπάτης 1998).

Πελαργόνιο – Γεράνι

Στο Πελαργόνιο και το Γεράνι η μείωση του ύψους των φυτών και η παραγωγή πιο συμπαγών φυτών σε γλάστρες γίνεται με δυο διαφορετικούς ρυθμιστές αύξησης και δυο διαφορετικούς τρόπους αντίστοιχα. α) Με την χρήση chlormequat chloride, 2,5 g/l και με διαβροχή του εδαφικού μίγματος στην γλάστρα μετά την μεταφύτευση, όπου και έχουμε μείωση των μεσογονατίων διαστημάτων. β) Με την χρήση chlormequat chloride, 1-2 g/l και η εφαρμογή γίνεται με ψεκασμό των φυτών μετά την μεταφύτευση και αφού οι ρίζες των φυτών έχουν μεγαλώσει αρκετά. γ) Με το paclobutrazol, 20 mg/l η εφαρμογή του γίνεται με ψεκασμό των φυτών 4-6 εβδομάδες μετά τη φύτευση ή όταν απαιτείται ρύθμιση του ύψους των φυτών. Σε αυτή την περίπτωση πετυχαίνουμε μείωση του μήκους των μεσογονατίων διαστημάτων και έχουμε υποκίνηση και ανάπτυξη των πλευρικών βλαστών. δ) Με εφαρμογή paclobutrazol, 2 mg/l η εφαρμογή του γίνεται με διαβροχή του εδαφικού μίγματος των γλαστρών μετά την μεταφύτευση με ποσότητα 50 ml διαλύματος για γλάστρες διαμέτρου 10 cm, 100 ml για γλάστρες διαμέτρου 15 cm και 200 ml για γλάστρες διαμέτρου 20 cm. Σε αυτή την εφαρμογή επιτυγχάνεται μείωση των μεσογονατίων διαστημάτων και προωθείται η ανάπτυξη των πλευρικών βλαστών (Πασπάτης 1998).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

3. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ- ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Στην ανθοκομία, παρατηρούμε μια ραγδαία ανάπτυξη καινούριων μεθόδων και τεχνικών όπου μπορούν να βελτιώσουν την ποιότητα, το σχήμα, το ύψος και αλλά μορφολογικά ή ποιοτικά χαρακτηριστικά στα καλλωπιστικά γλαστρικά φυτά. Η σημερινή ανάπτυξη της τεχνολογίας μπορεί να μας βοηθήσει να κάνουμε πιο κατανοητές της διάφορες διεργασίες που γίνονται μέσα στα φυτά σε μεγάλο βαθμό. Με την κατανόηση αυτών των διεργασιών ο άνθρωπος μπόρεσε να βελτιώσει αρκετά τα πιο πάνω χαρακτηριστικά και με εντυπωσιακά αποτελέσματα.

Η κάθε γεωργική επιχείρηση, είναι αναγκασμένη λόγω του ανταγωνισμού να παράγει φυτά με άριστα μορφολογικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά, για να μπορέσει να παραμείνει ανταγωνιστική ως προς της άλλες επιχειρήσεις. Σαν συνέπεια αυτής της ανάγκης εφαρμόζονται όλες οι καινούριες μέθοδοι και τεχνικές που ανακοινώνουν οι επιστήμονες που εντάσσονται στον κλάδο της ανθοκομίας.

Τα περισσότερα από τα ανθοκομικά φυτά μπορεί να έχουν μια εντυπωσιακή εμφάνιση αλλά λόγω του μεγάλου μεγέθους τους, δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε μικρούς χώρους ή σαν γλαστρικά καλλωπιστικά φυτά. Οι διάφορες γεωργικές επιχειρήσεις και επιστημονικά εργαστήρια άρχισαν τα τελευταία χρόνια να εφαρμόζουν τους επιβραδυντές αύξεσης και να διεξάγουν διάφορες έρευνες και πειράματα ως προς την μείωση του ύψους σε καλλωπιστικά φυτά αλλά και σε άλλα γεωργικά φυτά.

Σαν αποτέλεσμα της εφαρμογής των επιβραδυντών αύξεσης το αγοραστικό κοινό που απευθύνεται στην αγορά ανθοκομικών φυτών να μπορεί να επιλέξει φυτά που μέχρι τώρα δεν ήταν παραδοσιακά γλαστρικά καλλωπιστικά φυτά να επιλεγούν ως γλαστρικά καλλωπιστικά φυτά, λόγω του μειωμένου μεγέθους αλλά και του πιο συμπαγές σχήματος, και πιο έντονου πράσινου χρώματος των φύλλων, που παρατηρείται μετά την χορήγηση κάποιου επιβραδυντή αύξεσης.

Για να μπορέσουν οι ρυθμιστές αύξεσης να αποδώσουν αυτό το αποτέλεσμα όμως οι διάφορες διεργασίες και παράγοντες που θα λάβουν χώρα πριν, και κατά την διάρκεια όπου γίνεται εφαρμογή σε αυτά τα φυτά, να τηρείται πιστά ένα αρχικό πλάνο με τις ποσότητες, τις ποικιλίες των φυτών αλλά και τον χρόνο και την μέθοδο,

που θα συμβάλουν ώστε να υπάρξει η άριστη απόδοση των χαρακτηριστικών που θέλουμε να πετύχουμε.

Η επιτυχία των πιο πάνω δεδομένων και η τήρηση του προγράμματος που θα ακολουθηθεί, καθώς και η επιλογή του ρυθμιστή αύξησης που θα χρησιμοποιηθεί, σίγουρα θα αποδώσουν ικανοποιητικά αποτελέσματα. Η απόδοση και η ποιότητα που θα δώσει μια σωστή εφαρμογή ενός ρυθμιστή αύξησης θα έχει αντίκρισμα το οικονομικό όφελος που επιθυμούμε για την γεωργική επιχείρηση.

Όμως δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι οι ρυθμιστές αύξησης είναι χημικές ουσίες και έχουν κάποιες επιπτώσεις στα φυτά αλλά και στο περιβάλλον γενικότερα. Έτσι οι ρυθμιστές αύξησης πρέπει να χορηγούνται με σύνεση και με ασφάλεια για το περιβάλλον και το προσωπικό που τους εφαρμόζει.

3.1 Μέλλον και εναλλακτικές λύσεις

Στο άμεσο μέλλον, η χρήση μερικών επιβραδυντών αύξησης δεν θα επιτρέπεται πλέον για τη χρήση στα λαχανικά (όπως το paclobutrazol στην Ελλάδα), και ίσως αυτός ο περιορισμός θα επεκταθεί στα ανθοκομικά στο μέλλον. Έτσι, αν και οι επιβραδυντές αύξησης μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην ανθοκομία, οι εναλλακτικές λύσεις των επιβραδυντών αύξησης πρέπει να εξεταστούν. Οι μη – χημικές εναλλακτικές λύσεις κερδίζουν τη δημοτικότητα λόγω της ιδιομορφίας των χημικών ουσιών και των αυξανόμενων περιορισμών στη χημική χρήση.

Αλλά μέχρι να συμβεί αυτό το paclobutrazol το cycocel και οι άλλοι ρυθμιστές αύξησης θα έχουν κάθε δυνατότητα για τη χρησιμοποίησή τους ως προς έλεγχο αύξησης.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. **Alden, J. & Hermann, R.K. 1971.** Aspects of the cold hardiness mechanisms in plants. *Bot. Rev.* 37, 37- 142.
2. **Anderson JD, Moore TC. 1967.** Biosynthesis of -kaurene in cell-free extracts of immature pea seeds. *Plant Physiology.* 42:1527-34
3. **Bailey, D.A. and Whipker, B.E., (1998).** Height Control of Commercial Greenhouse Flowers.
4. **Barrett, J.E., Bartuska, C.A. and Nell, T.A. (1987).** Efficacy of ancymidol, daminozide, flurpimidol, paclobutrazol and XE-1019 when followed by irrigation. *Hortscience*, 22 (6), 1287-1289.
5. **Barrett, J.E. 1982.** Chrysanthemum height control. By ancymidol, PP333 and EL-500 dependent on medium composition. *Hortscience*, 20: 896-898.
6. **Benveniste P. 1986.** Sterol biosynthesis. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 37:275-308
7. **Boyle H. Thomas, 1998.** Department of Plants & Soil Sciences, University of Massachusetts, Amherst, 'Chemical Growth Regulation of Bedding Plants'.
8. **Buchenauer, H.B. et al, 1984.** Effects of various triazole fungicides on the growth of cereal seedlings and tomato plants as well as on gibberellin contents and lipid metabolism in barley seedlings. *Z. Pflanzenkr.* 91: 506-524
9. **Burden RS, Carter GA, Clark T, Cooke DT, Croker SJ, et al. 1987.** Comparative activity of the enantiomers of triadimenol and paclobutrazol as inhibitors of fungal growth and plant sterol and gibberellin biosynthesis. *Pestic. Sci.* 21: 253-67
10. **Cathey, H.M. (1964).** Physiology of growth retarding chemicals . *Ann. Rev. Plant Physiology* 15, 271- 302.
11. **Coolbaugh RC, Hamilton R. 1976.** Inhibition of *ent-kaurene* oxidation and growth by α -cyclopropyl- α -(p-methoxyphenyl)-5-pyrimidine methyl alcohol. *Plant Physiol.* 57: 245- 48.
12. **Cox, D.A., 1991.** Gibberellic acid reverse effects of excess paclobutrazol on geranium. *Hort Science* 26:39-40.
13. **Davies, P.J.,1995.** The biosynthesis and metabolism of gibberellins in higher plants. *Natural and synthetic growth regulators and their use in agronomic crops.*

- In: 'Plant Hormones. Physiology biochemistry and molecular biology'. 2nd Edition, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht pp. 85-86, 752-753, 762.
14. **Davis T., Walser R. and Williams C.F. 1988.** Reverse effects of growth retardants. *Greenhouse Grower* 6 (9) : 29 , 31.
 15. **DeJong, T.M. & J.F. Doyle, 1984.** Lraf gas exchange and growth of mature 'Fantasia' nectarine trees to paclobutrazol. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 109: 878-882.
 16. **Devlin, R.M. & Witham, F.H. 1983.** Gibberellins. In: 'Plant Physiology' 4th Edition. PWS Publishers, Boston, pp. 354, 394-295,398.
 17. **Fletcher RA, Gilley A, Sankhla N, Davis TD. 1999.** Triazoles as plant growth regulators and stress protectants. *Hortic. Rev.* 23:55-138.
 18. **Fletcher RA, Arnold V. 1986.** Stimulation of cytokinins and chlorophyll synthesis in cucumber cotyledons by triadimefon. *Physiol.Plant.* 66: 197-201.
 19. **Graebe, J.E. 1987.** Gibberellin biosynthesis and control. *Ann. Rev. Plant Physiology*, 38, 419- 465.
 20. **Hedden, P. & J.E. Graebe, 1985.** Inhibition of gibberellin by paclobutrazol in cell free homogenates of *Cucurbita maxima* endosperm and *Malus pumila* embryos. *J. Plant Growth Regul.* 4: 111-122.
 21. **Hetman, J. Laskowska, H. & Durlak, W.,1996.** Effects of CCC on the bulb yield of tulip cultivar Polca. *Horticultura*, 4, 55-63.
 22. **Hidebrandt E. 1982.** *Der Einfluss von ausgewählten Wachstumshemmern auf die Gibberellinbiosynthese in zellfreien Systemen.* Diploma thesis. Univ. Göttingen, Ger.
 23. **Holubowicz, T.,** *Fruit Sci. Report* 4:19 (1982).
 24. **Irving, R.M., 1967.** Environmental control of cold hartiness in woody plants. *Plant Physiol.* 42, 1191-1196.
 25. **Καραμπέτσος, X.I. 1999.** Φυσιολογία Φυτών Τ.Ε.Ι. Καλαμάτας .
 26. **Kaminski, W., 1989.** Alar and Paclobutrayol use on rose. *Acta Horticulture* No.251, 407-410.
 27. **Katagi T, Mikami N, Matsuda T, Miyamoto J. 1987.** Structral studies of the plant growth regulator uniconazole (ES pure) and computer – aided analysis of its interaction with cytochrome P-450. *J.Pestic. Sci.*12:627-33.
 28. **Kozlowski, T.T., Krammer, P.J. and Pallardy, S.G., 1991.** Cultural practices. In: 'The Physiological ecology of woody plants'. Academic Press, San Diego, pp. 505,507.

29. **Kuraishi, S. & Muir, R.M., 1963.** Plant Physiology. 38, 19-24.
30. **Lee E.H. et al., 1985.** A new gibberellin biosynthesis inhibitor, paclobutrazol, confers increased SO₂ tolerance on snap bean plants. *Env. Expt. Bot.* 25:265-275.
31. **Lee I.J., Foster K.R., Morgan P.W. 1998.** Effect of gibberellin biosynthesis inhibitors on native gibberellin content and floral initiation in *Sorghum bicolor*. *J. Plant Growth Regul.* 17:185-95.
32. **Lenton J.R. , Hedden P, Gale M.D. 1987.** Gibberellin insensitivity and depletion in wheat-consequences for development. Pp. 145-60.
33. **Lever B.G., Shearing S.J., Batch J.J. 1982.** PP 333-a new broad spectrum growth retardant. In *Brighton Crop Prot. Conf.- Weeds*, 1:3-10. Croydon: Br. Crop Prot. Counc.
34. **Luckwill, C.L., 1981.** 'Growth regulators in crop production', Edward Arnold Limited.
35. **Luster D.G., Miller P.A. 1993.** Triazole plant growth regulator binding to native and detergent-solubilized plant microsomal cytochrome P450. *Pestic. Biochem.Physiol.* 46:27-39.
36. **Marquard, R.D., 1985.** Chemical growth regulation of pecan seedlings. *Hort Science*, 20:919-921.
37. **Mastalerz, J.W., 1977.** Growth regulating chemicals. In: 'The Greenhouse environment' . John Wiley and Sons, Canada, pp .521-523,547-550.
38. **Miki T, Kamiya Y, Fukazawa M, Ichikawa T, Sakurai A. 1990.** Sites of inhibition by a plant-growth regulator, 4'-chloro-2'-(α -hydroxybenzyl)-isonicotinanilide (inabenfide), and its related compounds in the biosynthesis of gibberellins. *Plant Cell Physiol.* 31:201-6
39. **Modlibowska, I. 1968.** *Cryobiology* 5:175.
40. **Moore, T.M. and Schekel K.A. 1985.** GA₃ temporary reversal of growth retarding effects of paclobutrazol (PP333) on marigold 'First Lady' seedlings. *Hort Science* 20:126. (Abstr.).
41. **Muntanou, F., 1994.** Η ιστορία μιας νάνας γαρδένιας . Γεωργική Τεχνολογία .
42. **Nelson, P.V., 1991.** 'Chemikal Growth Regulation'. In *Greenhouse operation and management* 4th edition. Prentice Hall, Inc. New Jersey, pp.395.

43. **Norchini, J.G. and Aldrich, J.H., 1990.** Chemically – Induced freeze resistance of azalea. Proceedings of the Florida State Horticultural Society, 103, 196-197.
44. **Olsen, J.E. , Junttila O. 1997.** Growth- promoting activity of gibberellins on shoot elongation in *Salix pentandra* is reduced by 16, 17- dihydro derivatisation. *Physiol. Plant.* 99:63-66.
45. **Opik, H. & Street H.E., 1984.** Reproductive Development. In: ‘The Physiology of flowering plants, their growth and development’, 3rd Edition Edward Arnold Ltd, Baltimore, pp. 243.
46. **Osborne , L.S. and Chase ,A.R., 1990.** Chloromequat chloride retaedant reduces spider mite infestations of *Hibiscus rosa-sinensis*. Hort Science , 25 (6), 648-650.
47. **Palta, J.P., 1977.** Freezing injury in onion bulb cells. Evaluation of the conductivity method and analysis of ion and sugar efflux from injured cells. *Plant Physiol.* 60, 393-397.
48. **Παπαδάκης, Γ., 1970.** ‘Βασικές αρχές της αγρονομίας’. Pp. 6-7,61-62.
49. **Παπαφωτίου, Μ., 1995.** Παραδόσεις μαθήματος ‘Ανθοκομία’ 9^ο εξάμηνο, Τμήμα Φυτικής Παραγωγής, Γ.Π.Α.
50. **Πασπάτης, Ε.Α., 1998.** Φυτορρυθμιστικές ουσίες (Φυτορμόνες), Αγρότυπος Α.Ε.
51. **Πετρόπουλος Δ.Σ., 2002.** Επίδραση των επιβραδυντών αύξησης Cycosel και Paclobutrazol στην αύξηση του *Callistemon Citrinus*. Wageningen
52. **Purohit, S.S., 1986.** Hormonal Regulation of Plant Growth and Development, Volume III. Agro Botanical Publishers, India.
53. **Redemacher, W. 1991.** Inhibitors of gibberellin biosynthesis: applications in agriculture and horticulture. pp. 296-310.
54. **Redemacher, W. 1997.** Bioregulation in crop plants with inhibitors of gibberellin biosynthesis. In: *Proc. Annu. Meet. Plant Growth Regulation Soc. Am.* 24th, ed. JG Latimer, pp. 27-31. LaGrange: Plant Growth Regul. Soc. Am.
55. **Roberts, D.W.A., 1968.** Changes in cold hardiness accompanying development in winter wheat. *Can. J. Plant. Sci.* 48, 369-376.
56. **Sakurai A, Kamiya Y, Takahashi N, Tamara S. 1979.** Effects of the new plant growth retardants of quaternary ammonium iodides on gibberellin biosynthesis in *Gibberella fujikuroi*. *Plant Cell Physiol.* 20:75-81.

57. **Saishoji T, Kumazawa S, Chuman H. 1998.** Structure-activity relationships of enantiomers of the azole fungicide ipconazole and its related compounds-fungicidal and plant growth inhibitory activities. *J.Pestic. Sci.* 23:129-36
58. **Salisbury, F.B. and Ross, C.W., 1992.** Hormones and Growth Regulators : Auxins and Gibberellins. In: 'Plant physiology', 4th Edition, Wadsworth, Inc, Belmont, pp 357,374.
59. **Sauter, H. 1984.** Chemical aspects of some bioregulators. In *Bioregulators: Chemistry and Uses*, ed. RL Ory, FR Rittig, pp. 9-21. Washington, DC: Am. Chem. Soc.
60. **Shive, J.B., Sisler H.D. 1976.** Effects of ancymidol (a growth retardant) and triarimol (a fungicide) on the growth, sterols, and gibberellins of *Phaseolus vulgaris* (L.). *Plant Physiol.* 57:640-44.
61. **Schuler, M.A. 1996.** Plant cytochrome P450 monooxygenases. *Crit. Rev. Plant Sci.* 15: 235-84.
62. **Shechter, I., West C.A. 1969.** Biosynthesis of gibberellins. IV. Biosynthesis of cyclic diterpenes from *trans*-geranylgeranyl pyrophosphate. *J. Biol. Chem.* 244:3200-9.
63. **Swietlik, D. & S.S. Miller, 1983.** The effect of paclobutrazol on growth and response to water stress of apple seedlings. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 108:1076-1080.
64. **Sugavanam, B. 1984.** Diastereoisomers and enantiomers of paclobutrazol: their preparation and biological activity. *Pestic.Sci.* 15:296-302.
65. **Takahashi ,N., Phinney B.O., MacMillan J., (eds.), 1992.** *Gibberellins*. New York: Springer- Verlag.
66. **Tolber, N.E. 1960.** (2-Chloroethyl)-trimethylammoniumchloride and related compounds as plant growth substances. I. Chemical structure and bioassay. *J. Biol. Chem.* 235:475-79.
67. **Wample, R.L., & Culver E.B., 1983.** 'The influence of paclobutrazol, a new growth regulator, on sunflowers'. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 108:122-125.
68. **Warrington, I.J., & Rook D.A., 1980.** Evaluation of techniques used in determining frost tolerance of forest planting stock: A review. *N.Z. For. Sci.* 10, 116-132.

69. **Wielant, W.F. and R.L. Wample, 1985.** Effects of paclobutrazol on growth, photosynthesis, and carbohydrate of 'Delicious' apples. *Scientia Hort.*26:139-147.
70. **Williams, D.R., & Ross J.J, Reid J.B., Potts B.M. 1999.** Response of *Eucalyptus nitens* seedlings to gibberellin biosynthesis inhibitors. *Plant Growth Regul.*27:125-29
71. **Williams, M.W. 1984.** Use of bioregulators to control vegative growth of fruit trees and improve fruiting efficiency. *Acta Hort.* 146: 97-104.
72. **Wood, B.W. 1984.** Influence of paclobutrazol on selected growth and chemical characteristics of young pecan seedlings. *Hort Science* 19: 837-839
73. **Zeevaart JAD, 1985.** Inhibition of stem growth and gibberellin production in *Agrostemma githago L.* by the growth retardant tetcyclacis. *Planta* 166:276-79.
74. **http://www.valent.com/PPG/images/sumagic_pkg.jpg**
75. **<http://www.puteaux-sa.fr/Images7/images/752103.jpg>**
76. **http://www.ohp.com/images/products/cycocel_grp.jpg**
77. **<http://www.starnursery.com/images/items/723195.jpg>**
78. **<http://www.ext.vt.edu/pubs/greenhouse/430-102/figure1.jpg>**
79. **<http://www.puteaux-sa.fr/Images7/images/752103.jpg>**
80. **<http://www.biaodian.en.alibaba.com>**
81. **<http://www.ces.ncsu.edu/.../corrective/a9.html>**