

Μυκητοκτονα

- **Ανόργανα**
- **Οργανικά**

1. Προστατευτικά

2. Διασυστηματικά

3. Αντιπαθογονικά

Ανόργανα μυκητοκτόνα

- **Θείο**
- **Χαλκούχα - Βορδιγάλειος Πολτός**

Στοιχειακό Θείο

ΧΡΗΣΕΙΣ

Εναντίον **ωιδίων** σε αμπέλια, οπωροφόρα και λαχανικά

Εφαρμόζεται προστατευτικά είτε με επίπαση είτε ως βρέξιμη σκόνη

Αποφεύγεται η εφαρμογή του σε υψηλές θερμοκρασίες (>28°C) καθώς αυξάνεται η τοξικότητα του.

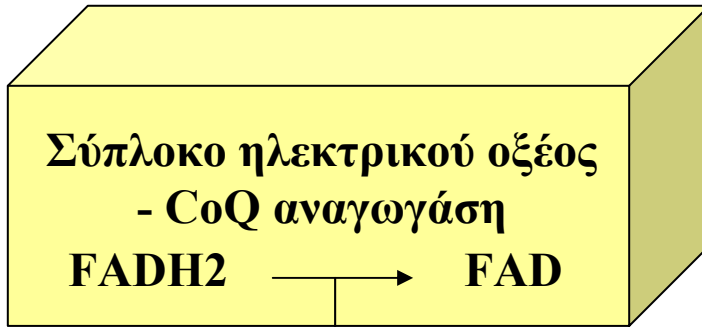
Για χειμερινούς ψεκασμούς προτιμάται το θειασβέστιο-τοξικότερο

ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΔΡΑΣΗΣ: Παρεμβάλλεται στην **αλυσίδα μεταφοράς ηλεκτρονίων στα μιτοχόνδρια μεταξύ των κυτοχρωμάτων b και c.**

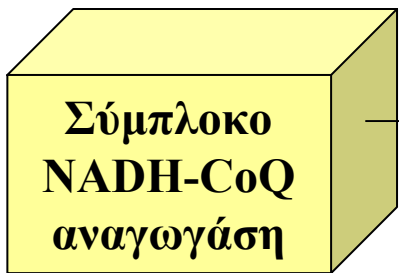
Τα ηλεκτρόνια χρησιμοποιούνται για την αναγωγή του θείου. Ο μύκητας πεθαίνει από εξάντληση αναπνευστικών υποστρωμάτων χωρίς ανάλογη παραγωγή ενέργειας

ΤΡΟΠΟΣ-ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΔΡΑΣΗΣ Καρβοξαμιδικών

Σύμπλοκο II



Αλυσίδα μεταφοράς ηλεκτρονίων στα μιτοχόνδρια



Σύμπλοκο I

CoQ

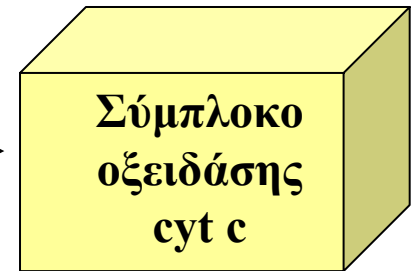
Σύμπλοκο III



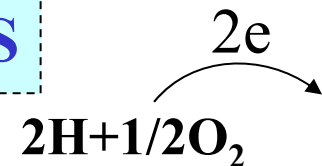
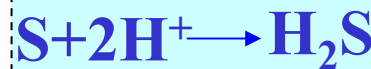
cyt b → cyt c1

cyt c

Σύμπλοκο IV



cyt a → cyt a3



Χαλκούχα - Βορδιγάλειος Πολτός

Το πιο γνωστό χαλκούχο είναι ο **βορδιγάλειος πολτός** που είναι μίγμα:

1. Θειϊκού χαλκού ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) - 4.5 kg
2. Υδροξειδίου του ασβεστίου [$\text{Ca}(\text{OH})_2$] - 5.5 kg

Όξινος βορδιγάλειος πολτός - άμεσης χρήσης αλλά πιο φυτοτοξικός

Αλκαλικός βορδιγάλειος πολτός - μεγαλύτερη υπολειμματικότητα και προσκολλητικότητα, λιγότερο φυτοτοξικός

Οι πολτοί είναι **προστατευτικά μυκητοκτόνα** που ψεκάζονται προληπτικά αργά το φθινόπωρο. **Δεν έχουν θεραπευτική δράση**

Χαλκούχα - Βορδιγάλειος Πολτός

ΦΥΤΟΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ ΒΟΡΔΙΓΑΛΕΙΟΥ ΠΟΛΤΟΥ

1. Φυτοτοξικός σε ορισμένες καλλιέργειες (κολοκυνθοειδή και ροδακινιά)
2. Κίνδυνος φυτοτοξικότητας όταν την εφαρμογή ακολουθήσει βροχόπτωση
3. Αύξηση φυτοτοξικότητας με την αποθήκευση
4. Οξινος πολτός - αυξημένη φυτοτοξικότητα

Τα μειονεκτήματα του βορδιγάλειου πολτού οδήγησαν στην ανακάλυψη χαλκούχων ενώσεων με μυκητοκτόνο δράση (**fixed coppers**) όπως:

1. Οξυχλωριούχος χαλκός $[\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{CuCl}_2]$
2. Υποξείδιο του χαλκού Cu_2O
3. Υδροξείδιο του χαλκού $\text{Cu}(\text{OH})_2$

Χαλκούχα - Βορδιγάλειος Πολτός

ΤΡΟΠΟΣ-ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΔΡΑΣΗΣ

Αφού τα Cu^{++} εισέλθουν στο εσωτερικό του μύκητα:

1. Αντιδρούν μη εξειδικευμένα με **καρβοξυλικές, ιμιδαζολικές, φωσφορικές ή θειολικές ομάδες ενζύμων ή πρωτεϊνών** προκαλώντας την μετουσίωση τους.
2. Αναστέλλουν την δράση της **πυρροβικής αφυδρογονάσης**
3. Καταστρέφουν την περατότητα της κυτταρικής μεμβράνης

Προστατευτικά Οργανικά Μυκητοκτόνα

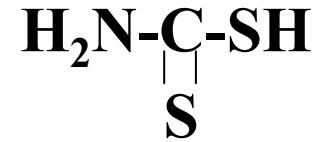
- 1. Διάλκυλο διθειοκαρβαμιδικά (thiram, ziram)**
- 2. Αιθυλενο δις διθειοκαρβαμιδικά (zineb, maneb)**
- 3. Δικαρβοξιμιδικά (vinclozolin, iprodione)**
- 4. Κινολίνες – quinoxifen**
- 5. Ανιλινοπυριμιδίνες - (cyprodinil, pyrimethanil)**
- 6. Φαινυλοπυρόλες – (fludioxinil, fenpiclonil)**
- 7. Στρομπιλουρίνες (kresoxim-methyl, azoxystrobin)**
- 8. Fenamidone, famoxadone**
- 9. Κυανοϊμιδαζόλια (cyazofamid)**

Διάλυλο-διθειοκαρβαμικά

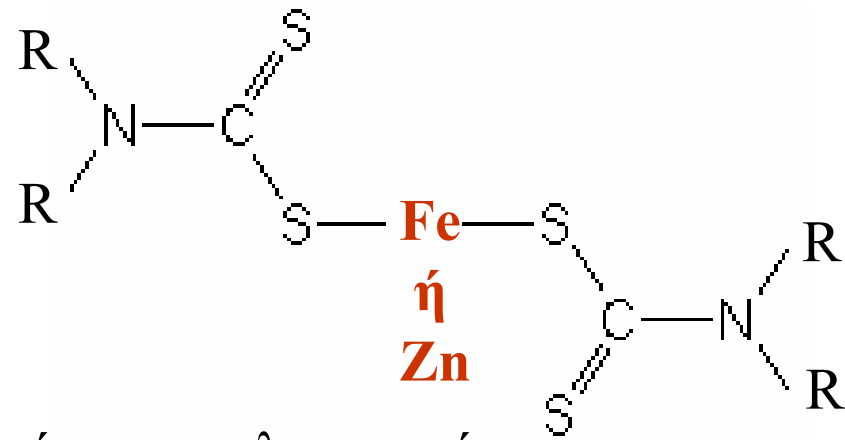
Από τις πιο σημαντικές ομάδες προστατευτικών μυκητοκτόνων

ΧΗΜΙΚΗ ΔΟΜΗ

Είναι παράγωγα του διθειοκαρβαμικού οξέος:



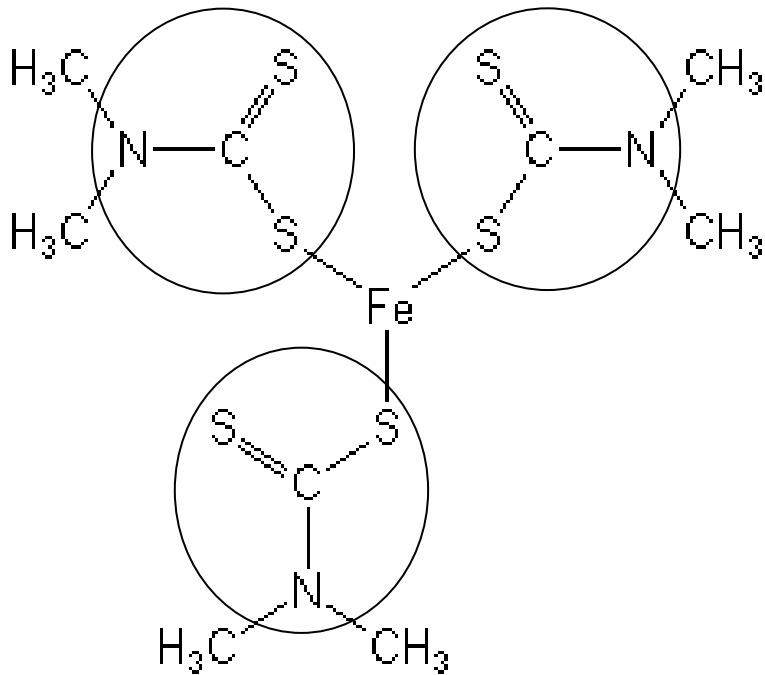
Διαλκυλο-διθειοκαρβαμιδικά



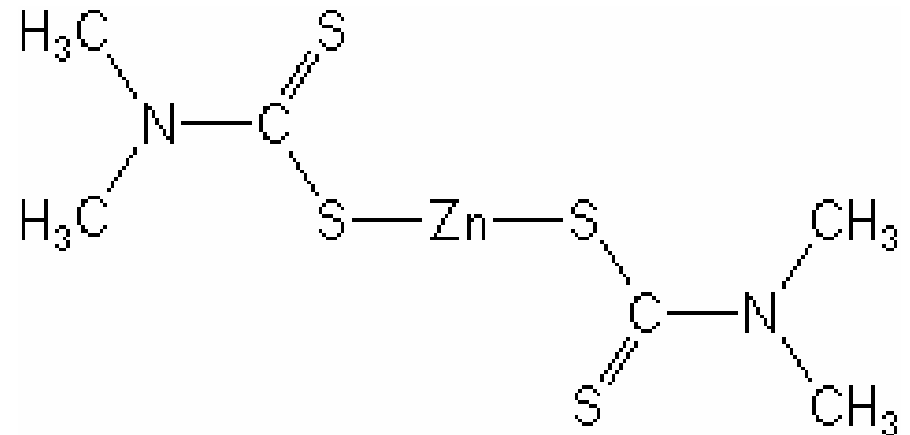
ΧΡΗΣΕΙΣ

Καταπολέμηση πολλών ασθενειών οπωροφόρων και λαχανικών

Ferbam



Ziram



ΤΡΟΠΟΣ-ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΔΡΑΣΗΣ

Ο σχηματισμός οργανομεταλλικών συμπλόκων με Cu^{++} είναι απαραίτητος για την είσοδο των μυκητοκτόνων μέσω της κυττοπλασματικής μεμβράνης

Αφού εισέλθουν στο μύκητα τα διθειοκαρβαμιδικά αντιδρούν με ελεύθερες ομάδες ενζύμων και πρωτεϊνών και τα αδρανοποιούν

Αιθυλενο δις διθειοκαρβαμιδικά

Αναπτύχθηκαν μετά την προηγούμενη ομάδα διθειοκαρβαμιδικών και αντικατέστησαν στην αγορά τα χαλκούχα:

1. Μη-φυτοτοξικά
2. Δίνουν στο φύλλωμα καλύτερη εμφάνιση
3. Αποτελεσματικά εναντίον του *Alternaria solani* που δεν καταπολεμείται με χαλκούχα

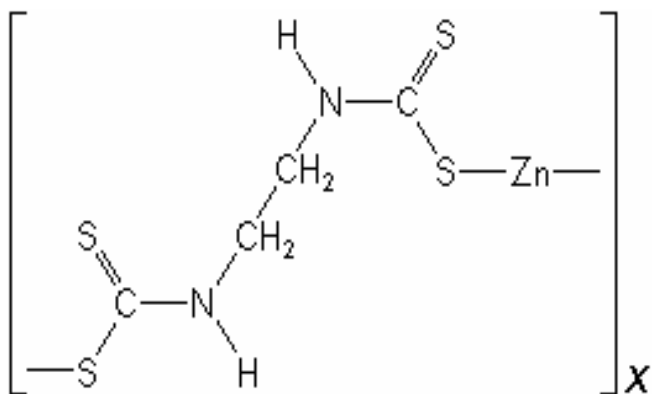
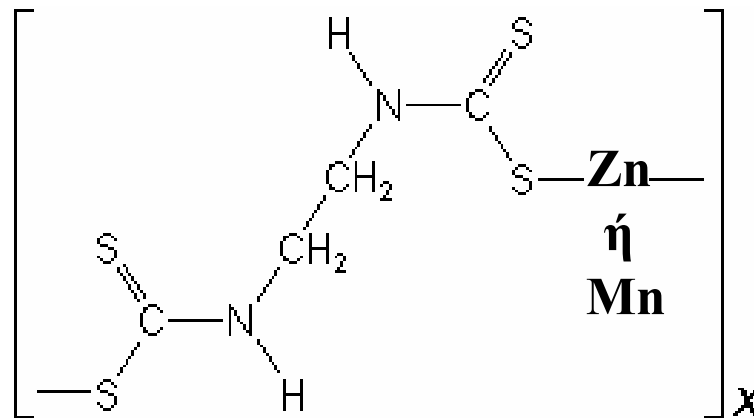
ΧΡΗΣΕΙΣ: Εναντίον κυρίως περονοσπόρου

Τα κυριότερα μέλη της ομάδας:

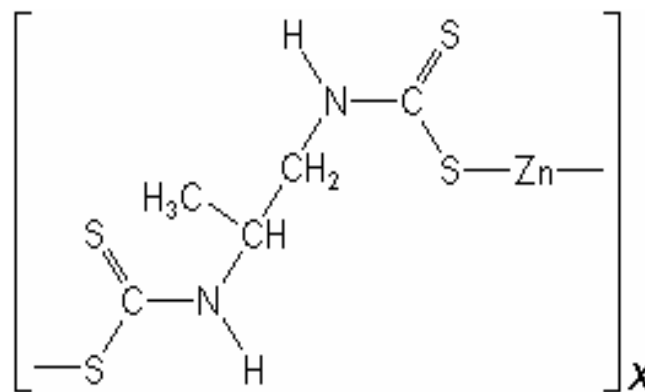
1. Zineb
2. Maneb
3. Mancozeb
4. Propineb
5. Metiram

**ΓΕΝΙΚΟΣ ΧΗΜΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ
ΔΙΘΥΛΕΝΟ ΔΙΣ
ΔΙΘΕΙΟΚΑΡΒΑΜΙΔΙΚΩΝ**

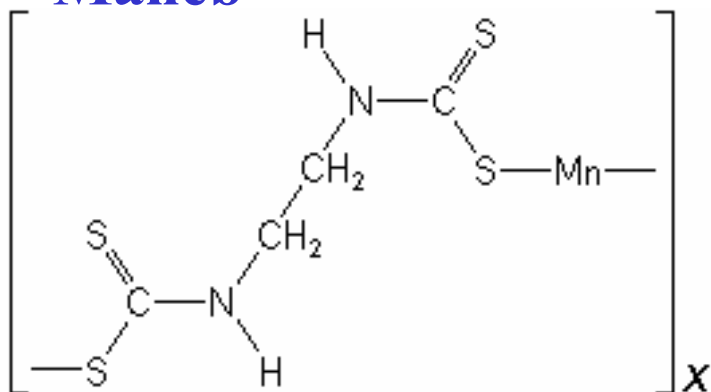
Zineb



Propineb

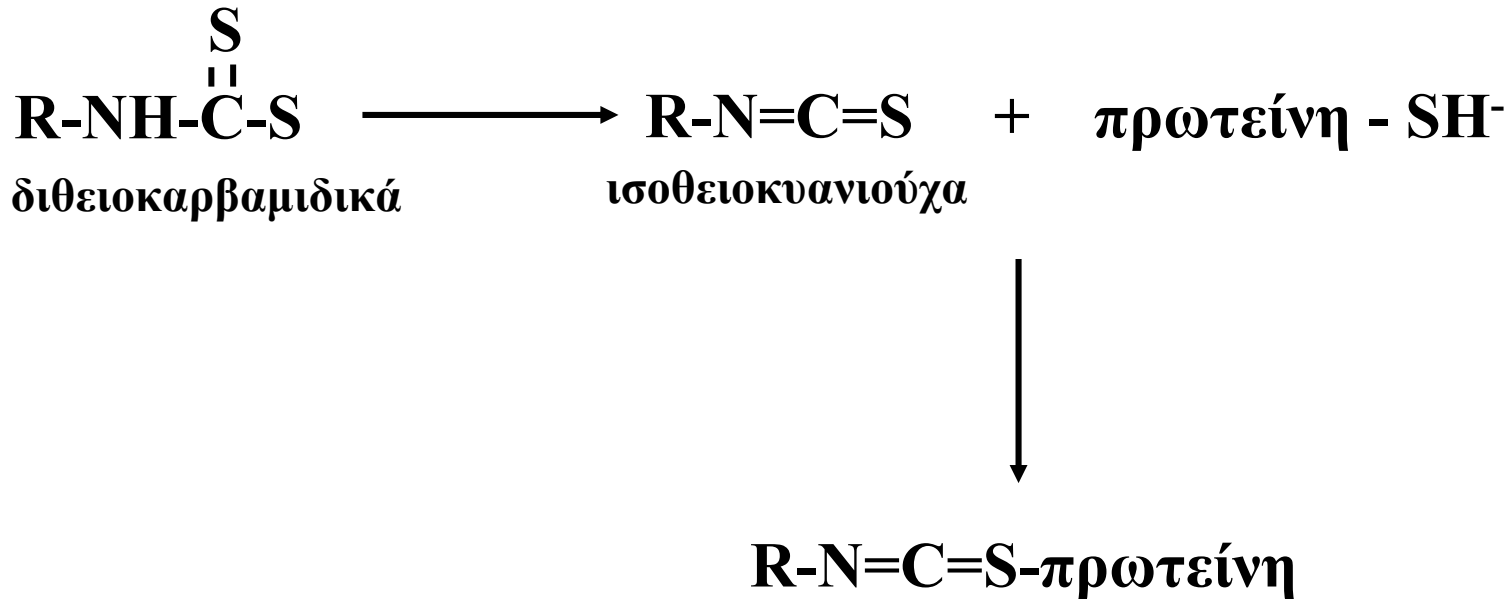


Maneb



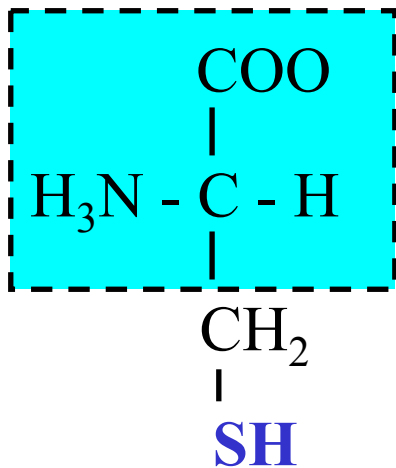
ΤΡΟΠΟΣ-ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΔΡΑΣΗΣ

Διασπώνται οξειδωτικά προς παράγωγα του ισοθειοκυανικού οξέος που αντιδρά μη εξειδικευμένα με σουλφυδρυλικές ομάδες πρωτεϊνών και ενζύμων

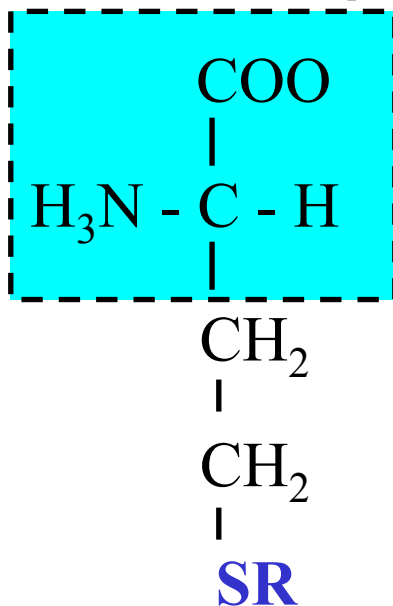


ΑΜΙΝΟΞΕΑ με σουλφυδρυλικές - αμινικές - καρβοξυλικές ομάδες

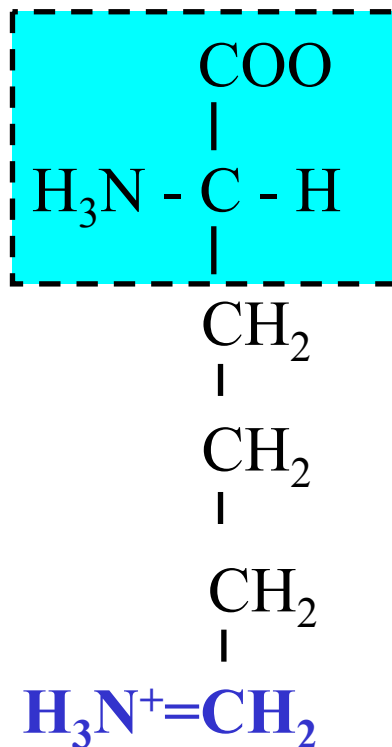
Κυστεΐνη



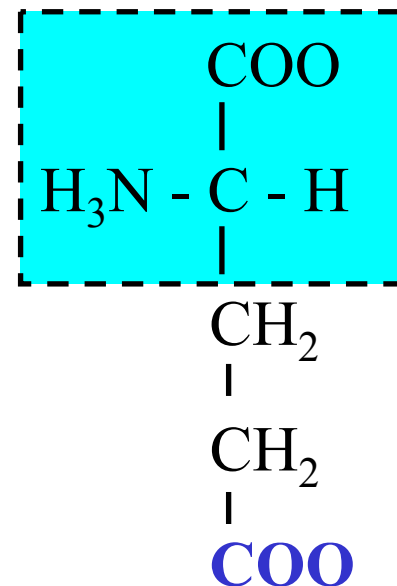
Μεθειονίνη



Λυσίνη



Γλουταμικό οξύ



Δικαρβοξιμιδικά

Η σπουδαιότητα τους στην αγορά μυκητοκτόνων μεγιστοποιήθηκε μετά την εμφάνιση στελεχών *Botrytis* ανθεκτικών στα βενζιμιδαζολικά

Τα κυριότερα μέλη είναι:

1. Procymidone

2. Vinclozolin

3. Iprodione

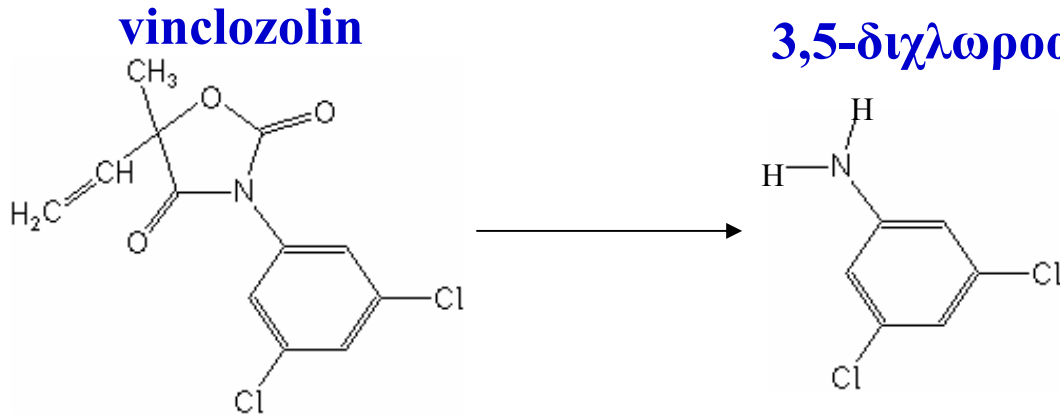
ΤΡΟΠΟΣ-ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΔΡΑΣΗΣ

Προκαλούν θραύσεις χρωμοσωμάτων ή παρεμποδίζουν τον διαχωρισμό θυγατρικών χρωμοσωμάτων κατά την μίτωση

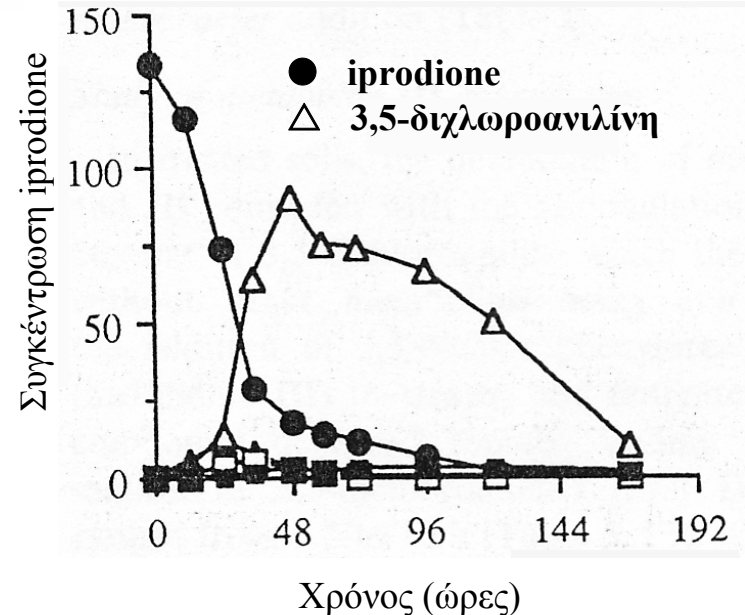
Μεταβολισμός Δικαρβοξιμιδικών

Τα δικαρβοξιμιδικά γενικά μεταβολίζονται ταχύτερα σε αλκαλικά εδάφη.

Κύριο προϊόν μεταβολισμού στο έδαφος οι διχλωρο-ανιλίνες.



Διάσπαση του iprodione σε έδαφος όπου το μυκητοκτόνο εφαρμοζόταν για την καταπολέμηση της λευκής σήψης των κρεμμυδιών οδήγησε σε συσσώρευση 3,5 διχλωροανιλίνης.



Ανιλινοπυριμιδίνες

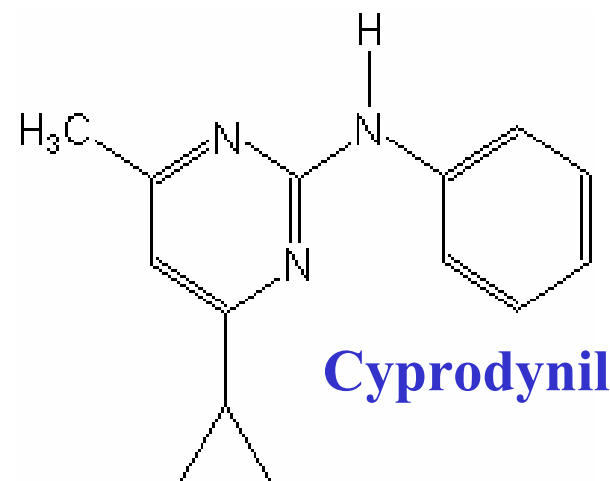
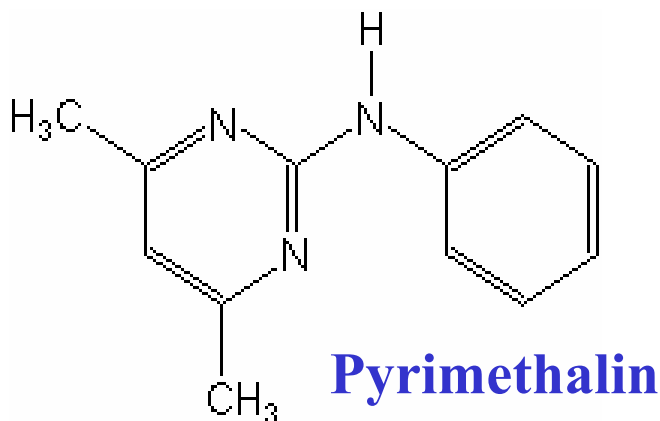
Νέα ομάδα μυκητοκτόνων με ευρύ φάσμα δράσης για Ασκομύκητες
Έχουν προστατευτική δράση κατά *Botrytis* σε όλες τις καλλιέργειες

Τρία μέλη της ομάδας αυτής έφθασαν στην αγορά

1. Pyrimethalin

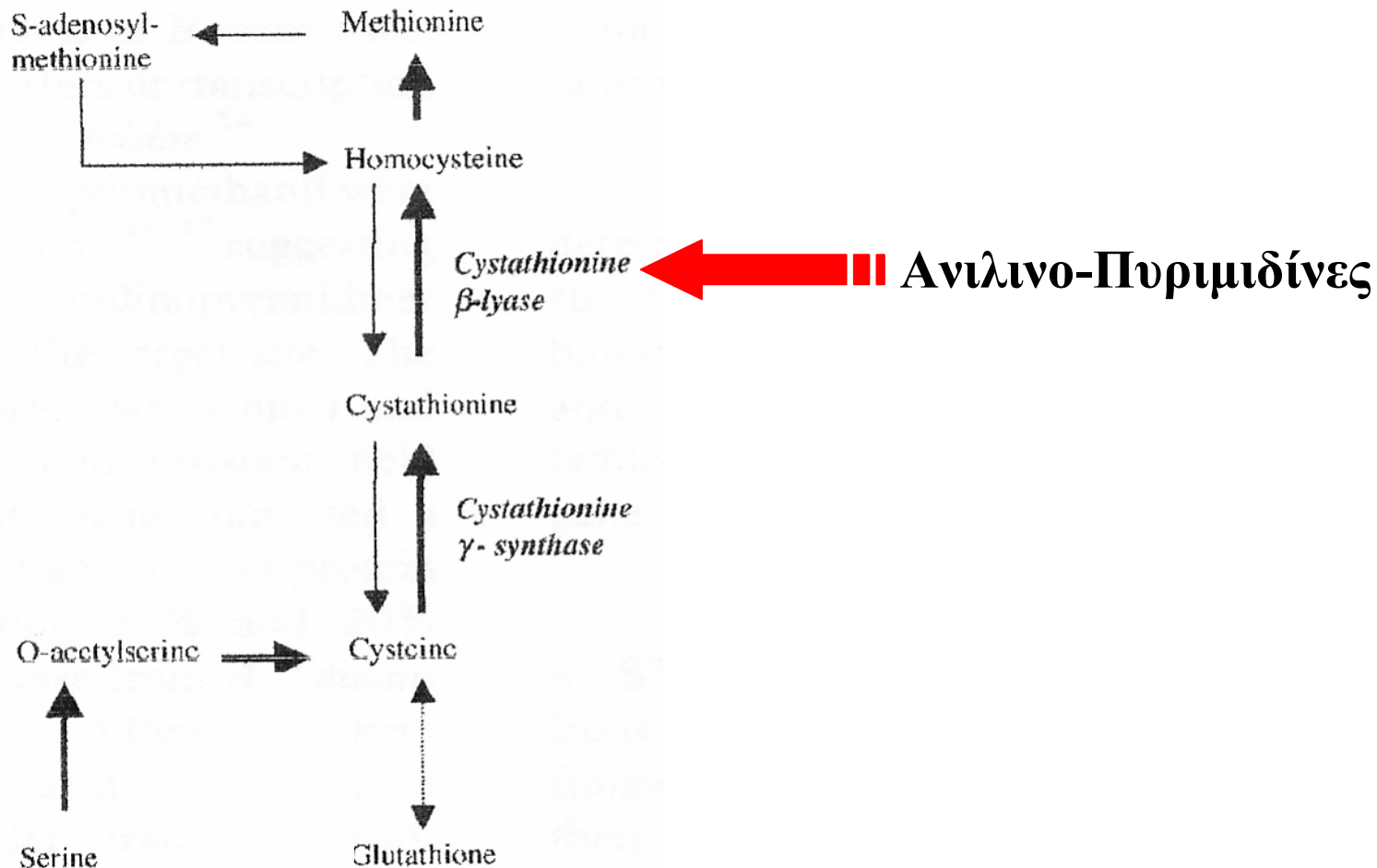
2. Cyprodynil

3. Mepanipyrim



Μηχανισμός Δράσης Ανιλινο-Πυριμιδιών

Αναστέλλουν την βιοσύνθεση της μεθειονίνης παρεμποδίζοντας την δράση του **ενζύμου β -λυάση της κυσταθειόνης** που ελέγχει την μετατροπή της κυσταθειόνης σε ομοκυστεΐνη, πρόδρομη ένωση της μεθειονίνης



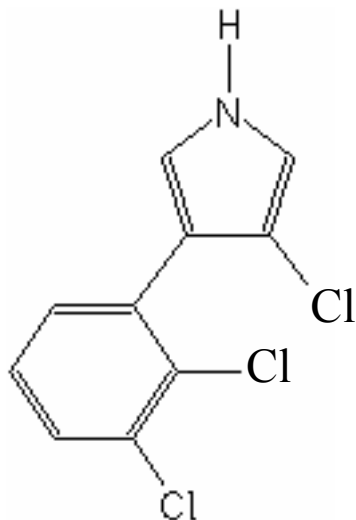
Φαινυλοπυρόλες

Νέα ομάδα μυκητοκτόνων με προστατευτική δράση που χρησιμοποιούνται για την καταπολέμηση μυκήτων όπως *Botrytis*, *Monilinia*, *Sclerotinia*

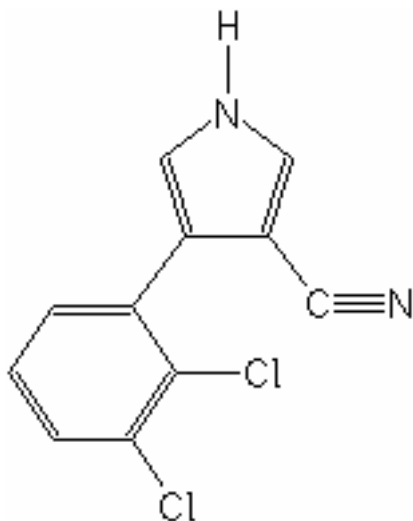
Αποτελούν **συνθετικά ανάλογα του φυσικού προϊόντος pyrolnitrin** που απομονώθηκε από καλλιέργειες του μύκητα *Pseudomonas pyroccinia*.

Τα κυριότερα μέλη αυτής της ομάδας είναι τα **fenpiclonil** και **fludioxinil**:

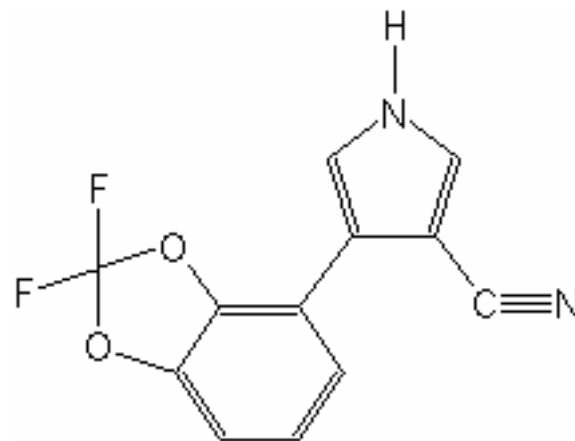
Pyrolnitrin



Fenpiclonil



Fludioxinil



Φαινυλοπυρόλες

ΤΡΟΠΟΣ-ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΔΡΑΣΗΣ

Στελέχη του μύκητα *Botrytis cinerea* ανθεκτικά στο δικαρβοξιμιδικό μυκητοκτόνο vinclozolin εμφάνιζαν διασταυρωτή ανθεκτικότητα και στα μυκητοκτόνα αυτής της ομάδας

ΔΙΚΑΡΒΟΞΙΜΙΔΙΚΑ και **ΦΑΙΝΥΛΟΠΥΡΡΟΛΕΣ** έχουν πιθανότατα

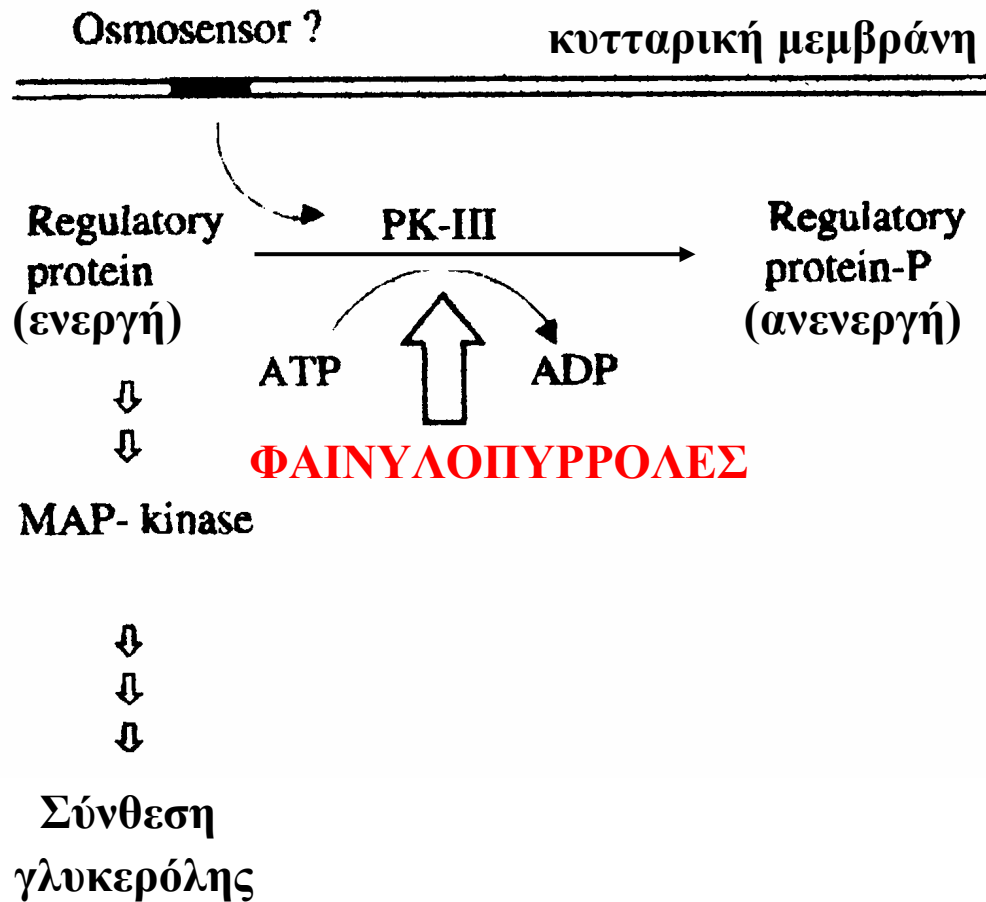
κοινό μηχανισμό δράσης

Οι φαινυλοπυρόλες παρεμβαίνουν στην **φωσφορυλίωση μιας ενδογενούς πρωτεϊνικής κινάσης που ελέγχει την οσμωτική πίεση στο εσωτερικό του μύκητα.**

Παρουσία φαινυλοπυρολών η πρωτεϊνική κινάση ενεργοποιεί την συνεχή παραγωγή γλυκερόλης με αποτέλεσμα την δημιουργία οσμωτικού σοκ

Φαινυλοπυρόλες

ΤΡΟΠΟΣ - ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΔΡΑΣΗΣ



Κινολίνες - Quinoxifen

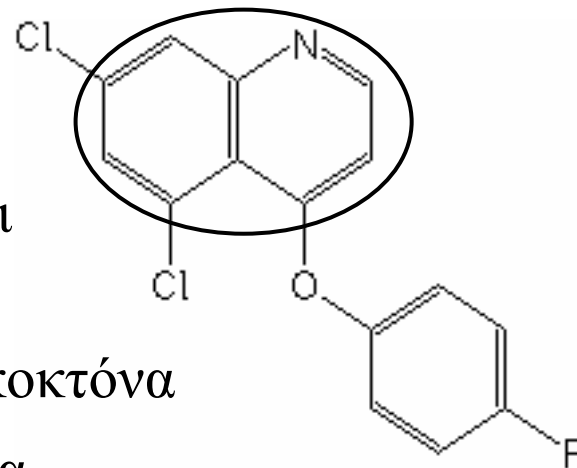
Νέα ομάδα δραστικών ουσιών που χαρακτηρίζονται από κινολινικό δακτύλιο

Στην ίδια ομάδα των κινολινών απαντώνται ακαρεκοκτόνα όπως το fenazaquin και υπό δοκιμή νηματοδοκτόνα

Το **quinoxifen** είναι προστατευτικό μυκητοκτόνο που **χρησιμοποιείται εξειδικευμένα για την καταπολέμηση ωιδίων σε καλλιέργειες σιτηρών**

ΤΡΟΠΟΣ-ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΔΡΑΣΗΣ

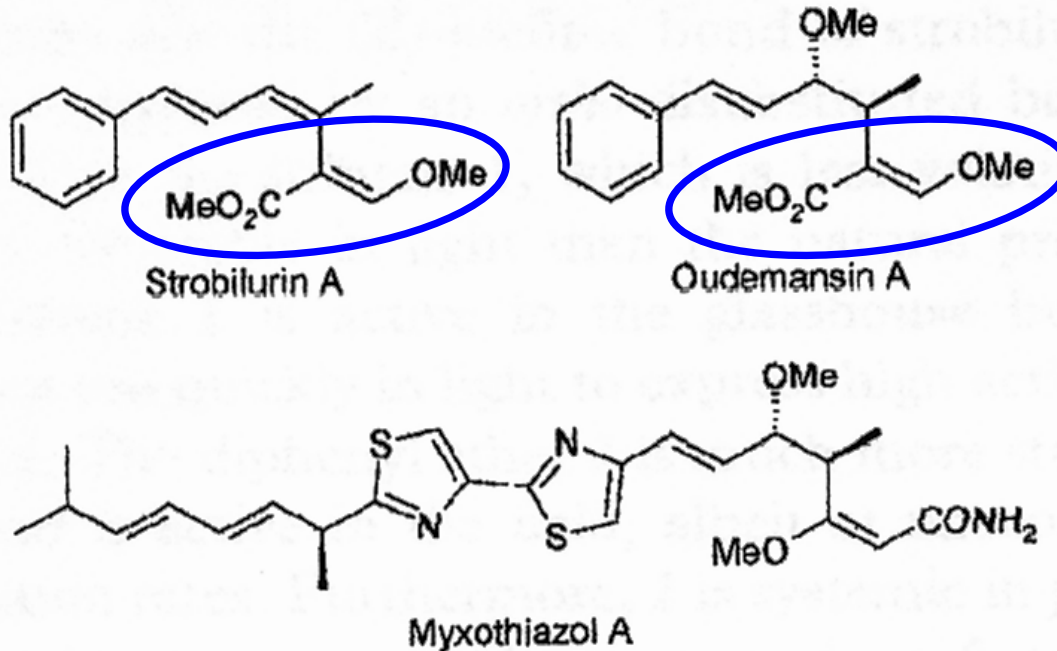
Δεν έχει διευκρινισθεί απολύτως αλλά **πιθανότατα παρεμποδίζει το σχηματισμό απρεσορίου μόλυνσης από τους μύκητες**



Στρομπιλουρίνες

Αποτελούν συνθετικά ανάλογα των φυσικών δραστικών ουσιών

1. **Strobilurin** παράγεται από τον βασιδιομύκητα *Strobilurus tenacilus*
2. **Oudemansin** παράγεται από τον βασιδιομύκητα *Oudemansiella mucida*
3. **Myxothiazol** παράγεται από το βακτήριο *Myxococcus fulvus*



Το τμήμα που βρέθηκε ότι είναι απαραίτητο για την μυκητοτοξικότητα είναι το **β-μεθοξυ-ακρυλικό οξύ**

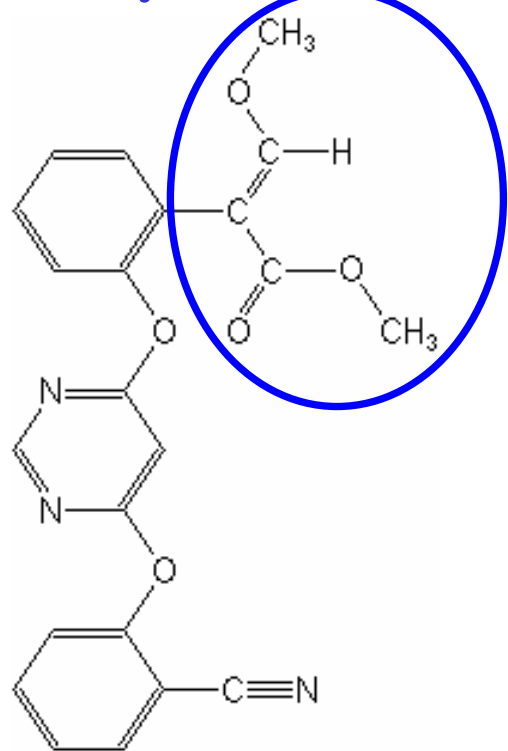
Στρομπιλουρίνες

Το πρώτο μέλος της ομάδας αυτής παρουσιάσθηκε στην αγορά το 1996

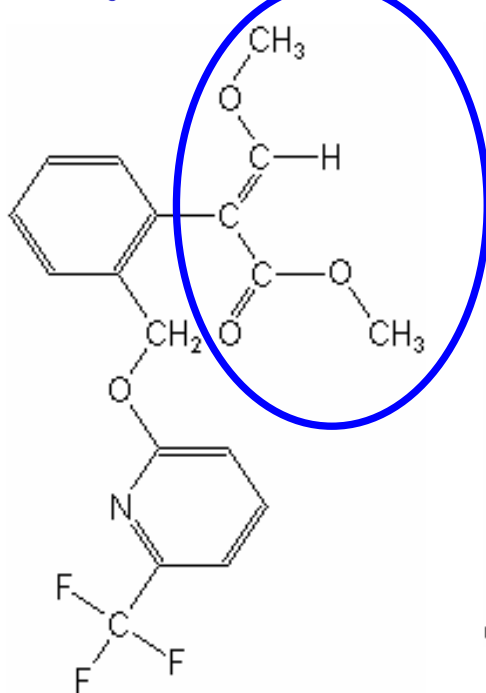
Πλέον έξι συνθετικές στρομπιλουρίνες διατίθενται στην παγκόσμια αγορά κατέχοντας ποσοστό 10% της παγκόσμιας αγοράς μυκητοκτόνων

Δραστική Ουσία	Εταιρεία	Αγορά
Azoxystrobin	Syngenta	1996
Kresoxim-methyl	BASF	1996
Metominostrobin	Shionogi	1999
Trifloxystrobin	Bayer	1999
Pyraclostrobin	BASF	2002
Picoxystrobin	Syngenta	2002

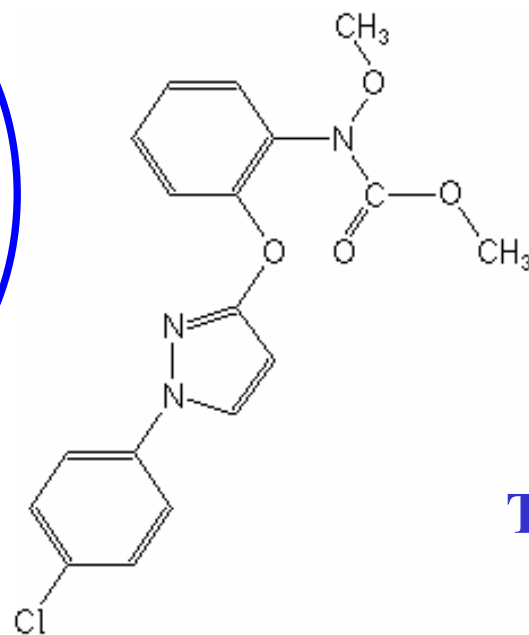
Azoxystrobin



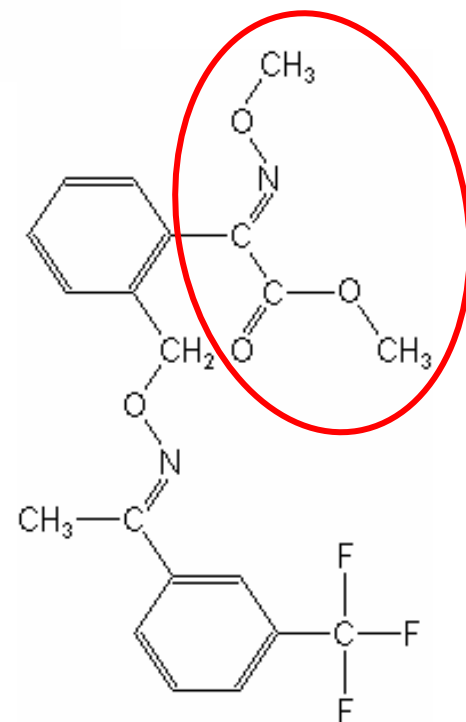
Picoxystrobin



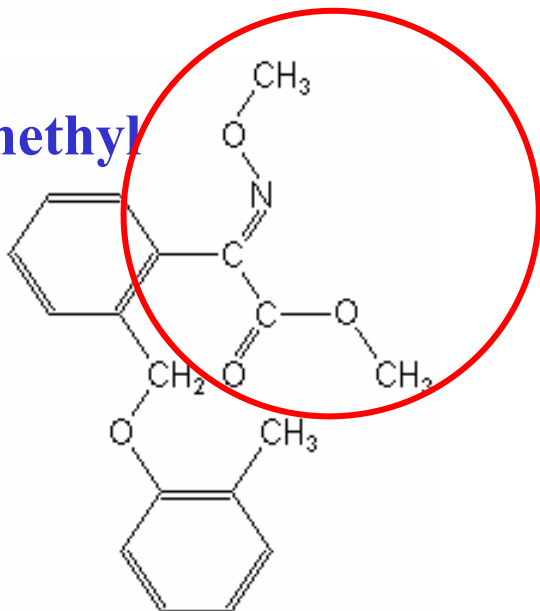
Pyraclostrobin



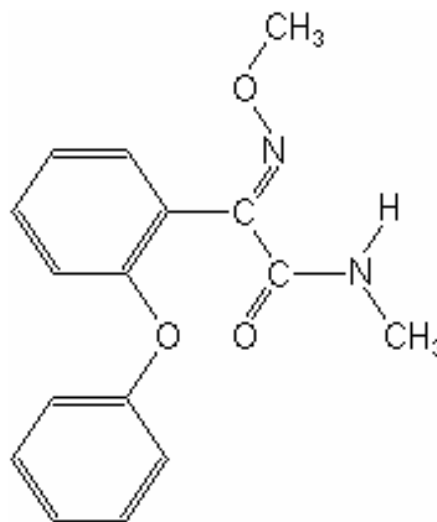
Trifloxystrobin



Kresoxim-methyl



Metominostrobin



Στρομπιλουρίνες

Με εξαίρεση τα **pycoxistrobin, azoxystrobin, metominostrobin** που μπορούν να κινηθούν διαμέσου του ξυλώματος σε ανώτερα τμήματα του φυτού οι υπόλοιπες στρομπιλουρίνες δεν έχουν διασυστηματική δράση

ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

Χαρακτηρίζονται από χαμηλή υδατοδιαλυτότητα (0.6-128 mg/l) και χαμηλή τάση ατμών

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

1. Ευρύ φάσμα δράσης
2. Αποτελεσματικότητα εναντίον στελεχών ανθεκτικών σε άλλα μυκητοκτόνα
3. Χαμηλή δοσολογία
4. Ποιοτική και ποσοτική μεγιστοποίηση της παραγωγής

Τρόπος Δράσης Στρομπιλουρίνες


Οι στρομπιλουρίνες είναι καλύτερα να εφαρμόζονται **προστατευτικά** πριν την μόλυνση ή στα πρώτα στάδια της μόλυνσης

Όλες οι στρομπιλουρίνες παρουσιάζουν και **κάποια θεραπευτική δράση** αρκεί να εφαρμοσθούν στα αρχικά στάδια μόλυνσης

Προκαλούν ταχύτατη αναστολή της βλάστησης των σπορίων και ακινητοποίηση των ζωοσπορίων και για αυτόν ακριβώς τον λόγο πρέπει να εφαρμόζονται στα πρώτα στάδια της μόλυνσης ή πριν την μόλυνση ώστε να κεφαλαιοποιούν την ικανότητα τους αυτή

Βιοχημικός Μηχανισμός Δράσης Στρομπιλουρινών

Δεσμεύονται στο σημείο Q_0 του κυτοχρώματος b (cytb) στο σύμπλοκο III της αναπνευστικής αλυσίδας



Η ουμπικονόνη (ή συνένζυμο Q) αδυνατεί να μεταφέρει ηλεκτρόνια στον επόμενο φορέα στην αλυσίδα δηλαδή στο σύμπλοκο III (cytb, cytc1)

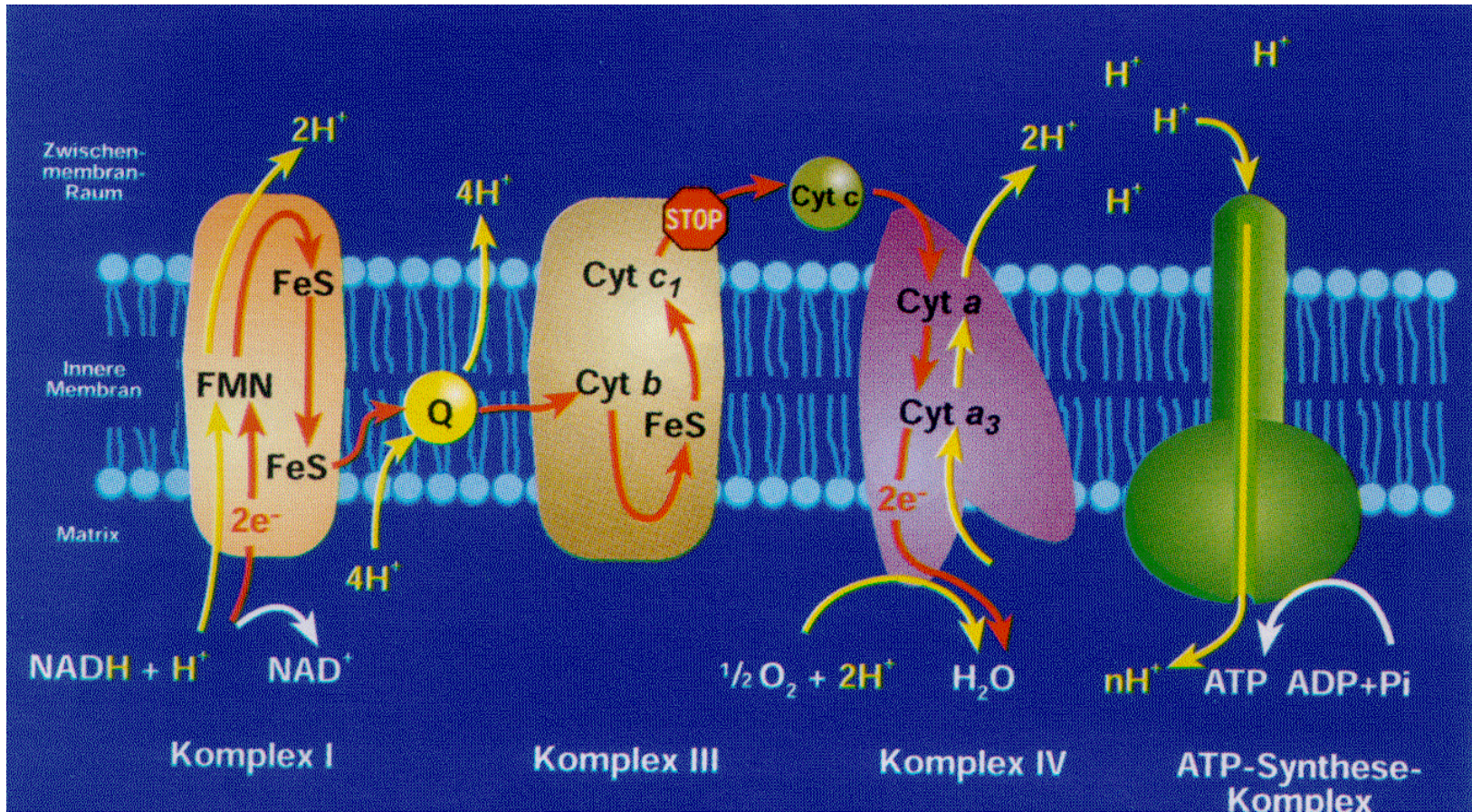


Αναστολή της οξειδωτικής φωσφορυλίωσης και παραγωγής ATP



Θάνατος του μύκητα λόγω έλλειψης ενέργειας υπό μορφή ATP

Μηχανισμός Δράσης Στρομπιλουρίνες



Έχουν ίδιο σημείο δράσης (**Qo**) με τα fenamidone, famoxadone και τα strobilurin, udemansin, myxothiazol αλλά διαφορετικό σημείο δράσης από το cyazofamid που επίσης δρα ως αναστολέας του **συμπλόκου III** της ΜΑΑ

Ανθεκτικότητα Στρομπιλουρινών

Ανθεκτικά στελέχη των μυκήτων *Erysiphe graminis*, *Sphaerotheca fuliginea* που προκαλούν τα ωΐδια σιταριού και καρπουζιού εμφανίσθηκαν ταχύτατα

Εμφάνιση ανθεκτικών στελεχών και άλλων μυκήτων χωρίς όμως να οδηγήσουν στην εμφάνιση μειωμένης αποτελεσματικότητας στον αγρό
πχ. *Plasmopara viticola*, *Venturia inaequalis*

Βρέθηκε ότι σε ανθεκτικά στελέχη του μύκητα *E. graminis* αντικατάσταση γλυκίνης από αλανίνη στο σημείο 143 της αλληλουχίας των αμινοξέων στην πρωτεΐνη cyt-b προκαλεί την μείωση της συγγένειας του cyt-b με τις στρομπιλουρίνες που δεν μπορούν πλέον να δεσμευθούν

Famoxadone

Νέα ομάδα μυκητοκτόνων και το μόνο μέλος που έχει πάρει έγκριση για χρήση είναι το famoxadone

ΧΡΗΣΕΙΣ: Διασυστηματικό και προστατευτικό μυκητοκτόνο για την καταπολέμηση ασθενειών που προκαλούνται από **Ωομύκητες** όπως **περονόσπορος σε πατάτα, αμπέλι.**

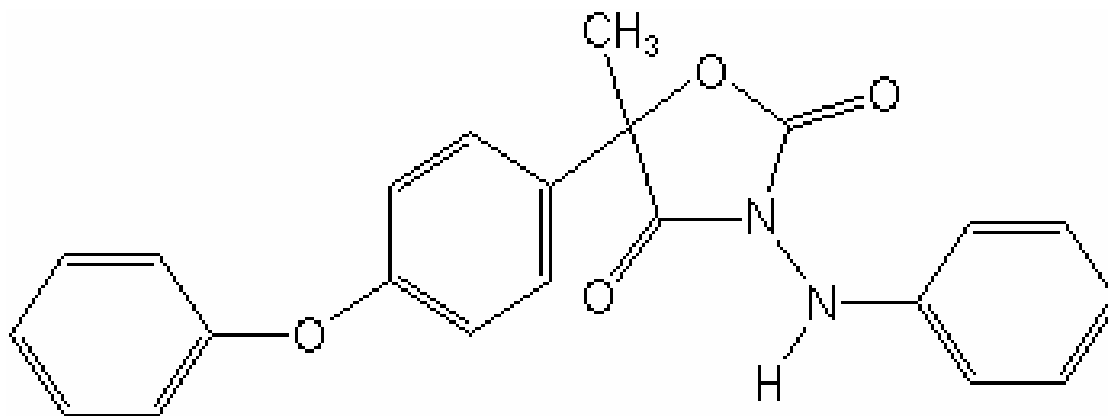
Αποτελεσματικό και εναντίον Ασκομυκήτων και Βασιδιομυκήτων (*Puccinia* sp.)

Το **famoxadone** αναστέλλει την κινητικότητα των ζωοσπορίων τα οποία παύουν να καταναλώνουν O_2 και τελικά πεθαίνουν

Famoxadone

Αποτελείται από δύο εναντιομερή εκ των οποίων το **S-famoxadone** είναι 10-φορές πιο ισχυρό μυκητοκτόνο από το R-famoxadone

Το εμπορικό σκεύασμα του famoxadone αποτελεί ρακεμικό μίγμα των ισομερών



Famoxadone – Μηχανισμός Δράσης

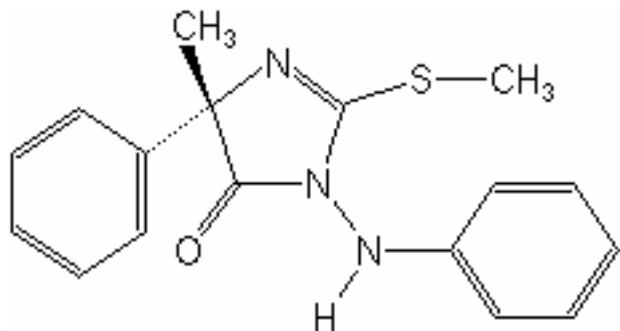
Παρεμποδίζουν την μεταφορά ηλεκτρονίων στην μιτοχονδριακή αναπνευστική αλυσίδα αναστέλλοντας την ομαλή λειτουργία του Συμπλόκου III

Το famoxadone δρα εξειδικευμένα στο ίδιο σημείο με τις Στρομπιλουρίνες και το fenamidone δηλαδή στο Qo σημείο του Συμπλόκου III

Παρά το ότι δρουν φαινομενικά στο ίδιο σημείο με τις Στρομπιλουρίνες δεν έχει έως τώρα εμφανισθεί **διασταυρωτή ανθεκτικότητα** μεταξύ famoxadone και Στρομπιλουρινών

Πρόσφατες μελέτες υποστηρίζουν ότι το ακριβές σημείο δράσης του Famoxadone είναι παρόμοιο αλλά όχι το ίδιο με τις Στρομπιλουρίνες

Fenamidone



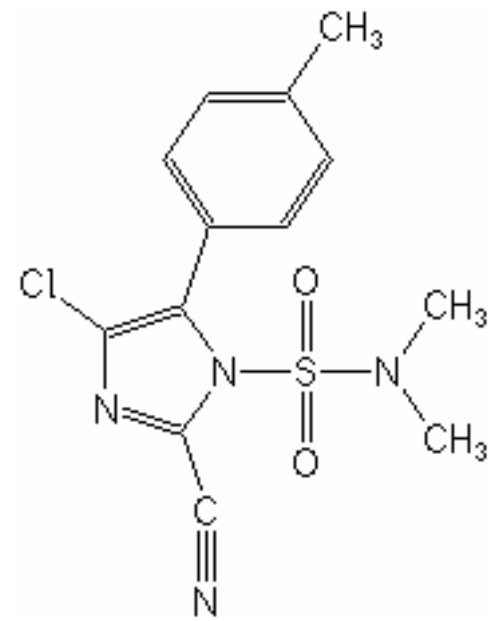
Νέα δραστική ουσία που παρέχει προστατευτική αλλά και διασυστηματική – θεραπευτική δράση κατά κυρίως ωομυκήτων (πχ. περονόσπορο) αν και είναι αποτελεσματικό και εναντίον κάποιων ασκομυκήτων

ΤΡΟΠΟΣ – ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΔΡΑΣΗΣ

Αναστέλλει την μεταφορά ηλεκτρονίων στην μιτοχονδριακή αναπνευστική αλυσίδα με τον ίδιο μηχανισμό όπως το famoxadone και οι στρομπιλουρίνες (σημείο Q_o)

Κυανοϊμιδαζόλες - Cyazofamid

Νέα δραστική ουσία με εξειδικευμένη δράση κατά των Ωομυκήτων όπως: *Plasmopara*, *Peronospara*, *Phytophthora*, *Pythium*.



Έχει ανασταλτική δράση σε όλα τα στάδια του βιολογικού κύκλου των ωομυκήτων όπως δημιουργία και βλάστηση των ζωοσποριαγγείων και ωοσπορίων, μυκηλιακή ανάπτυξη

Στην Ευρώπη η χρήση του εγκρίθηκε για την καταπολέμηση **ωομυκήτων σε καλλιέργειες πατάτας, τομάτας, αμπέλου και αγγουριού**

Αποτελεί το πιο αποτελεσματικό **προστατευτικό μυκητοκτόνο** για την καταπολέμηση **ωομυκήτων** ενώ παρουσιάζει και **διασυστηματική δράση** χωρίς όμως να μπορεί να αναστείλει σοβαρές υπάρχουσες προσβολές

Cyazofamid

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

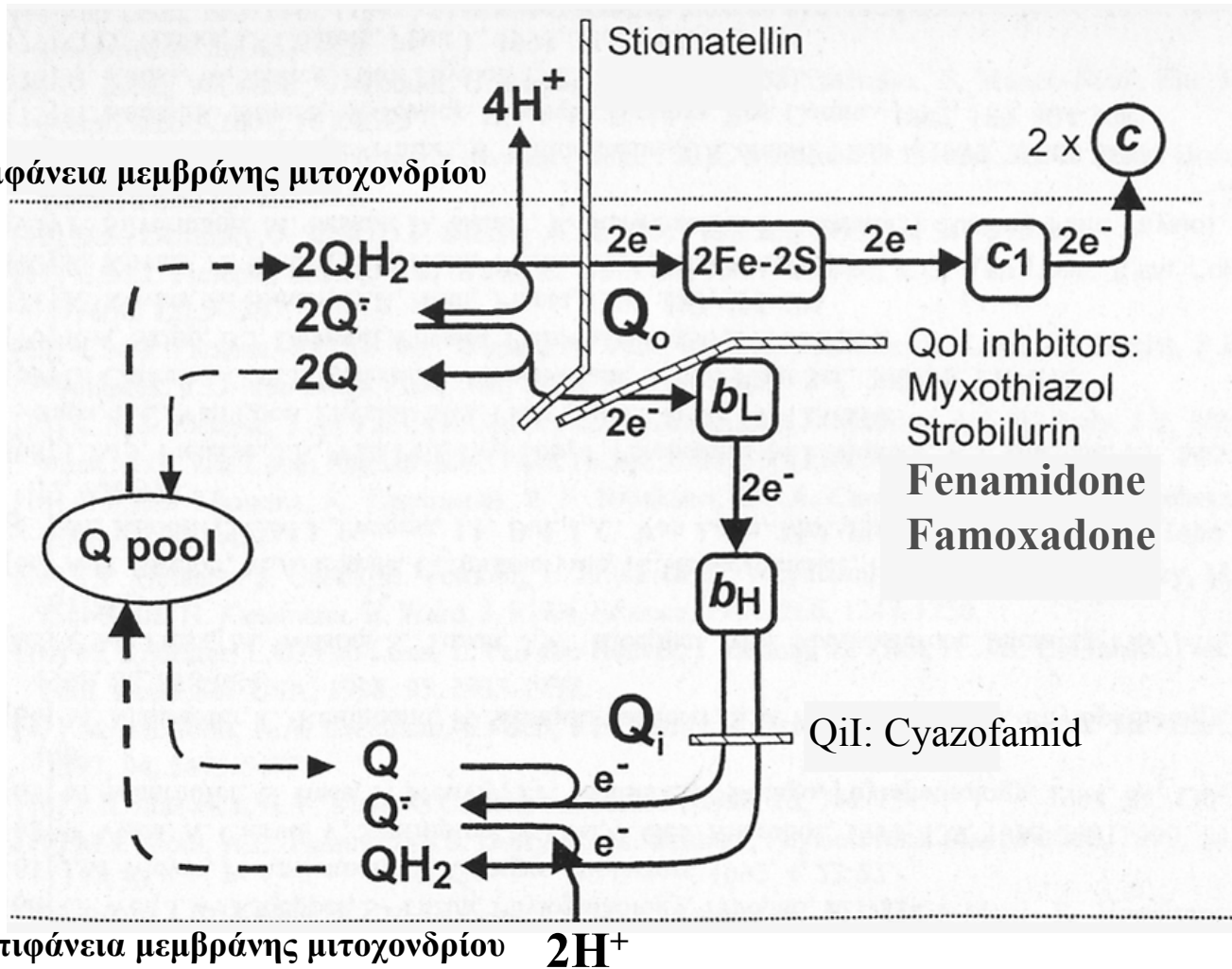
1. Είναι αποτελεσματικό σε δόσεις πολύ χαμηλότερες των υπολοίπων ωομυκητοκτόνων. Η προτεινόμενη δοσολογία για την καταπολέμηση του περονοσπόρου σε πατάτα και τομάτα είναι 8 g δραστικής ουσίας/στρ.
2. Δεν παρουσιάζει διασταυρωτή ανθεκτικότητα με άλλες ομάδες μυκητοκτόνων όπως στρομπιλουρίνες με παρόμοιο σημείο δράσης

ΤΡΟΠΟΣ-ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΔΡΑΣΗΣ

Αναστέλλει την μεταφορά ηλεκτρονίων στην αναπνευστική μιτοχονδριακή αλυσίδα και έτσι την παραγωγή ενέργειας υπό μορφή ATP για τους μύκητες

Είναι **αναστολέας του συμπλόκου III** στην αλυσίδα μεταφοράς ηλεκτρονίων και χαρακτηρίζεται ως **Qi αναστολέας** καθώς παρεμποδίζει την αναγωγή της ουμπικινόνης (Q) και την επανοξείδωση του cytb

Εξωτερική επιφάνεια μεμβράνης μιτοχονδρίου



Εσωτερική επιφάνεια μεμβράνης μιτοχονδρίου $2H^+$

QoI αναστολείς: αναστέλλουν την μεταφορά e από την ουμπικινόνη (Q) προς το cytb
QiI αναστολείς: αναστέλλουν την μεταφορά e από το cytb στην οξειδωμένη μορφή Q

Διασυστηματικά Οργανικά Μυκητοκτόνα

1. Καρβοξιμιδικά

2. Βενζιμιδαζολικά και παράγωγα Θειοφανικού Οξέος

3. Παρεμποδιστές Σύνθεσης Εργοστερόλης

3.1 Αναστολείς της C¹⁴ Απομεθυλάσης

α. Τριαζόλια

β. Ιμιδαζόλια

γ. Πυριμιδίνες

δ. Πυριδίνες

ε. Πιπεραζίνες

3.2 Αναστολείς Δ¹⁴ ρεδουκτάσης ή Δ⁸-Δ⁷ ισομεράση

α. Μορφολίνες

β. Πιπεριδίνες

γ. Spiroamine

3.3. Αναστολείς C⁴ αναγωγή - fenhexamid

4. Φαινυλαμίδια - metalaxyl

5. Dimethomorph

6. Βενζοϊκά αμίδια - zoxamide

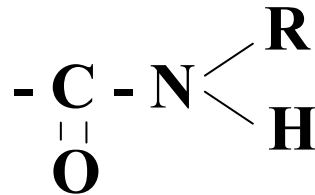
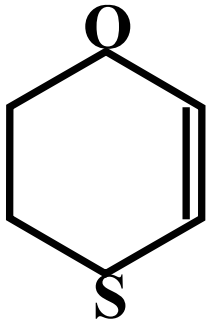
7. Αμιδοκαρβαμικά - iprovalicarb

8. Ισοξαζόλες - hymexazole

9. Καρβαμικά- propamocarb

Καρβοξυμιδικά μυκητοκτόνα

Εκλεκτικά μυκητοκτόνα που χρησιμοποιούνται για την καταπολέμηση βασιδιομυκήτων όπως οι μύκητες σκωριάσεων, δαυλίτη, άνθρακα και ο *Rhizoctonia solani*

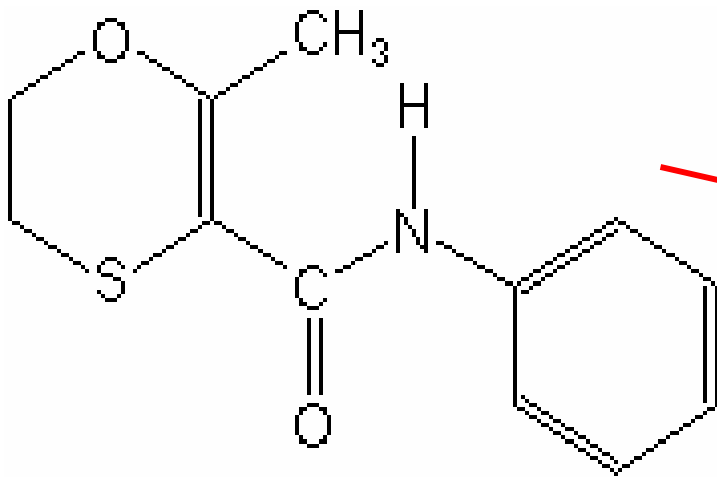


καρβοξαμιδική ομάδα

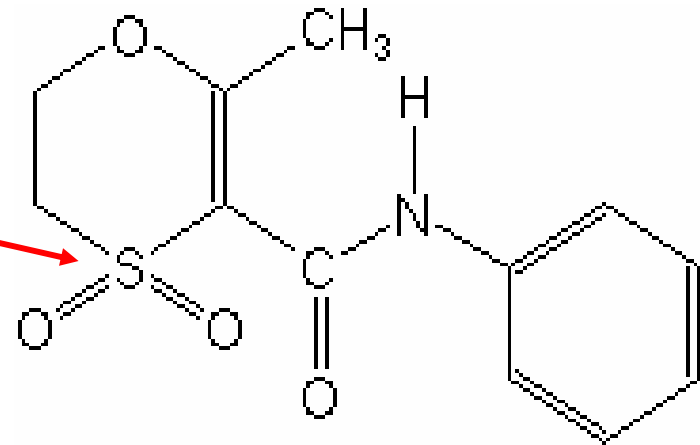
Δακτύλιος 1,4-οξαθεινης

Carboxin

Το **carboxin** μεταβολίζεται σε φυτά, ζώα ή έδαφος προς το μη τοξικό σουλφοξείδιο και σε μικρότερο ποσοστό προς την αντίστοιχη σουλφόνη (**oxycarboxin**)



carboxin



oxycarboxin

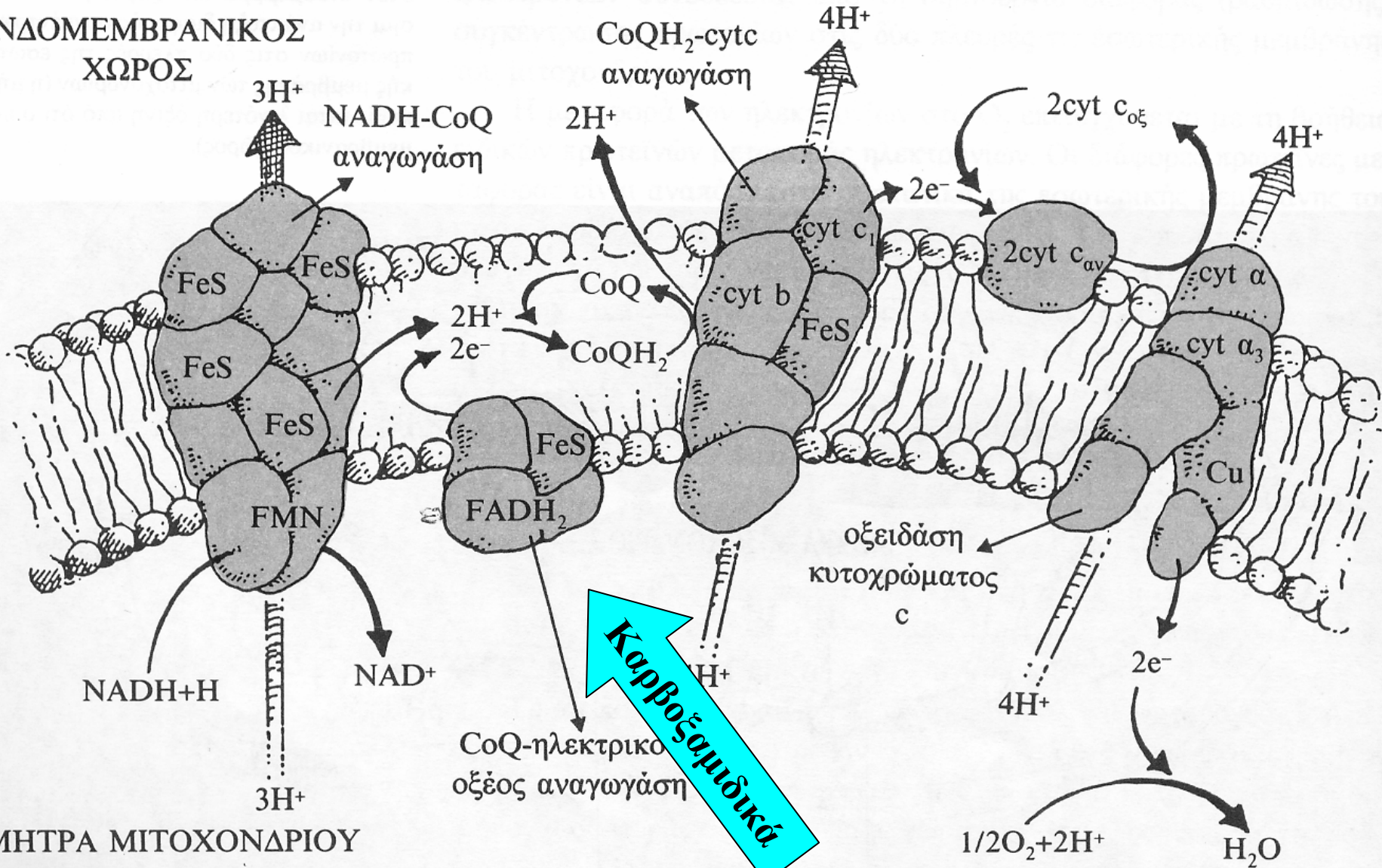
Τρόπος-Μηχανισμός Δράσης Καρβοξαμιδικών

Αναστέλλουν την δράση του **συμπλόκου της αναγωγάσης (ή αφυδρογονάσης) του ηλεκτρικού οξέος (Σύμπλοκο II)** με αποτέλεσμα την αναστολή της μεταφοράς ηλεκτρονίων από το ηλεκτρικό οξύ στην ουβικινόνη

Στελέχη του μύκητα *Ustilago maydis* ανθεκτικά στο carboxin είχαν τροποποιημένη αφυδρογονάση του ηλεκτρικού οξέος

Τρόπος-Μηχανισμός Δράσης Καρβοξαμιδικών

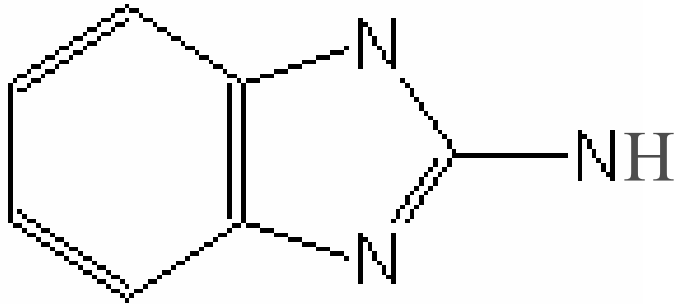
ΕΝΔΟΜΕΜΒΡΑΝΙΚΟΣ
ΧΩΡΟΣ



ΜΗΤΡΑ ΜΙΤΟΧΟΝΔΡΙΟΥ

Βενζιμιδαζολικά μυκητοκτόνα

Τα πρώτα διασυστηματικά μυκητοκτόνα που ανακαλύφθηκαν την δεκαετία του 60 - παράγωγα του βενζιμιδαζολίου



Χρησιμοποιήθηκαν για την καταπολέμηση διαφόρων μυκητολογικών ασθενειών (*Botrytis*, *Penicillium*, *Gleosporia*, *Sclerotinia*, *Cercospora*)
εκτός Ωομυκήτων

Πλεονεκτήματα

1. Μυκητοτοξικά σε χαμηλές συγκεντρώσεις
2. Διασυστηματικά με μεγάλη υπολειμματικότητα στο εσωτερικό του φυτού
3. Χαμηλή οξεία τοξικότητα σε θηλαστικά

Μειονεκτήματα

1. Γρήγορη ανάπτυξη ανθεκτικών στελεχών
2. Πρόκληση γενετικών μεταλλάξεων σε φυτά και ζώα

Η χρήση τους έχει περιορισθεί λόγω των παραπάνω προβλημάτων και σε μερικές χώρες επανεξετάζεται η άδεια χρήσης τους

Τα κυριότερα μέλη είναι:

- **Benomyl**
- **Carbendazim**
- **Thiabendazole**

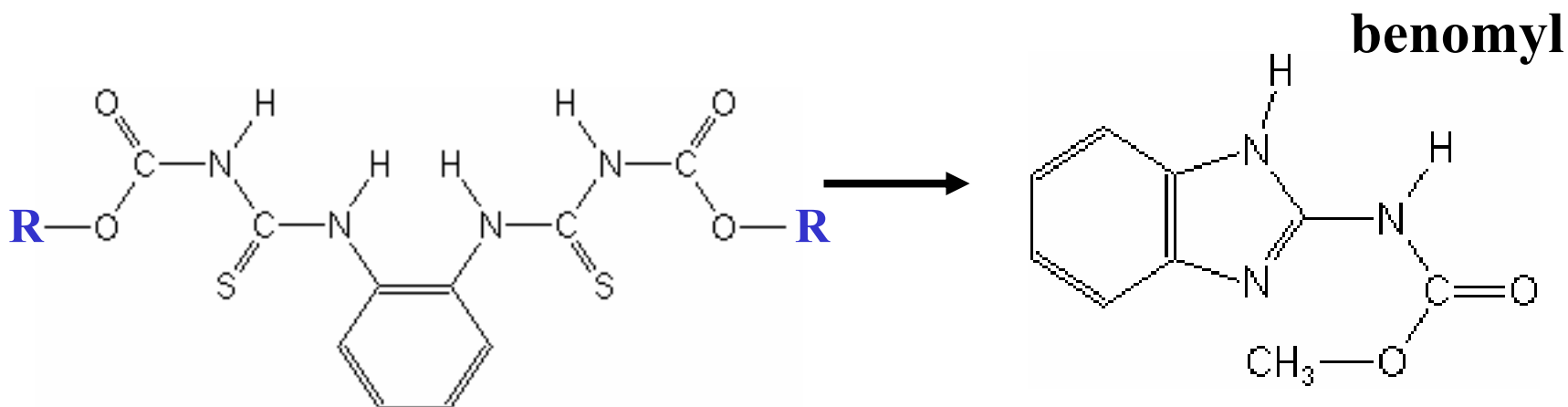
Παράγωγα του θειοφανικού οξέος

Στην ομάδα των βενζιμιδαζολικών περιλαμβάνονται και οι εστέρες του θειοφανικού οξέος που κυκλοποιούνται προς βενζιμιδαζολικούς εστέρες.

Η ταχύτητα κυκλοποίησης εξαρτάται σημαντικά από το pH - **ταχύτερη μετατροπή θειοφανικών σε ιμιδαζολικά σε pH 7**

Τα κυριότερα μέλη της ομάδας αυτής είναι

- **Thiophanate methyl (όπου R= -CH₃)**



Τρόπος – Μηχανισμός Δράσης

Αναστολείς της μίτωσης

Παρεμποδίζουν τον σχηματισμό μικροσωληνίσκων της μιτωτικής ατράκτου, παρεμποδίζοντας τον κανονικό αποχωρισμό των θυγατρικών χρωμοσωμάτων

Οι μικροσωληνίσκοι σχηματίζονται με πολυμερισμό της τουμπουλίνης

Η τουμπουλίνη αποτελείται από δύο υπομονάδες: **α και β-τουμπουλίνη**

Τα βενζιμιδαζολικά προσκολλώνται στην β-τουμπουλίνη με συνέπεια να μην σχηματιστεί η άτρακτος και ο μύκητας να μην αναπτύσσεται

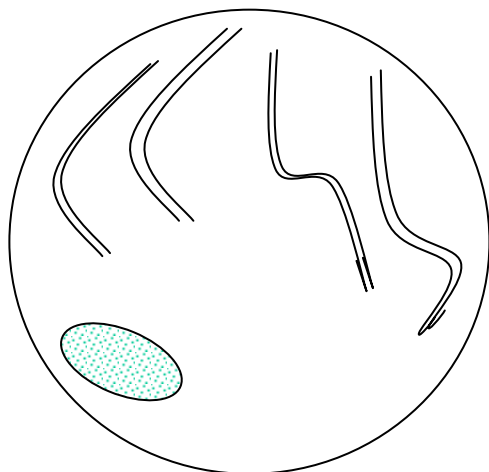
ΕΚΛΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ

Οφείλεται στην διαφορετική συγγένεια της τουμπουλίνης των διαφόρων μυκήτων με τα μέλη της ομάδας

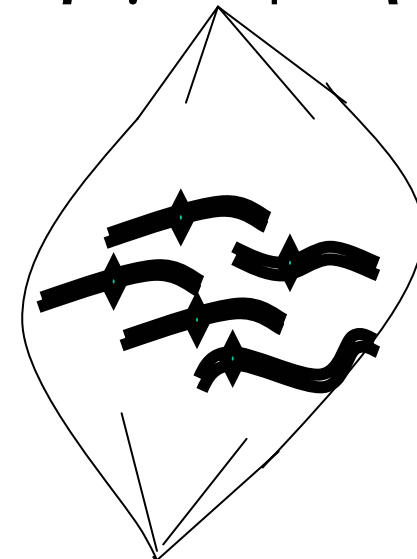
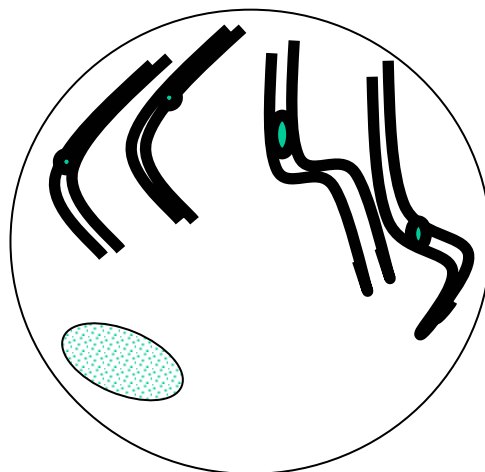
ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ

Μετάλλαξη σε ένα μόνο γονίδιο οδηγεί σε μεταλλαγμένες β-υπομονάδες τουμπουλίνης με μειωμένη συγγένεια προς τα βενζιμιδαζολικά.

Ανάφαση

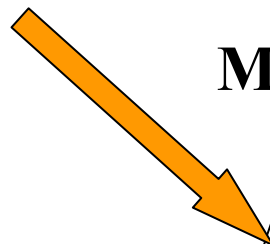


Προμετάφαση

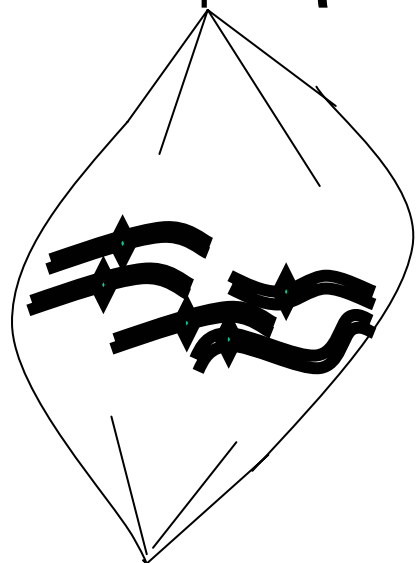


Βενζιμιδαζολικά

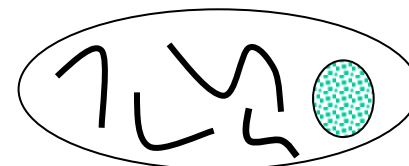
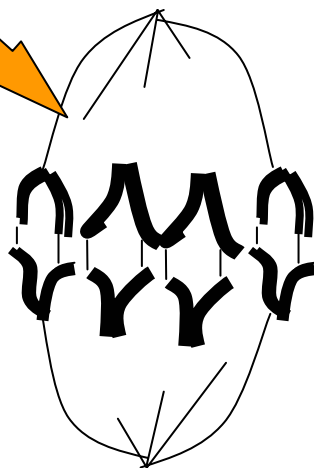
Μετάφαση



Μεσόφαση



Τελόφαση



ΚΥΤΤΑΡΙΚΗ ΜΙΤΩΣΗ

Αναστολείς βιοσύνθεσης εργοστερόλης (EBIs)

Η σημαντικότερη ομάδα διασυστηματικών μυκητοκτόνων

Χρήσεις

Εκλεκτικά μυκητοκτόνα που χρησιμοποιούνται προστατευτικά και θεραπευτικά για την **καταπολέμηση ωιδίων, σκωριάσεων, άνθρακα, δαυλίτη, φουζικλαδίου**

Δεν έχουν δράση εναντίον των Ωομυκήτων οι οποίοι δεν συνθέτουν εργοστερόλη

Δεν είναι φυτοτοξικά, τοξικά σε θηλαστικά και τον άνθρωπο που δεν συνθέτουν εργοστερόλη

Αναστολείς βιοσύνθεσης εργοστερόλης (EBIs)

Ανάλογα με τον μηχανισμό δράσης τους κατηγοριοποιούνται σε δύο ομάδες:

1. Αναστολείς του ενζύμου C¹⁴ – απομεθυλάση (EBIs I)

- Τριαζόλια

- Ιμιδαζόλια

2. Αναστολείς των ενζύμων Δ¹⁴ αναγωγάση ή Δ⁷-Δ⁸ ισομεράση (EBIs II)

- Μορφολίνες

- Spiroxamine

3. Αναστολείς του ενζύμου C⁴ – απομεθυλάση (EBIs III)

- Fenhexamid

Αναστολείς βιοσύνθεσης εργοστερόλης (EBIs I)

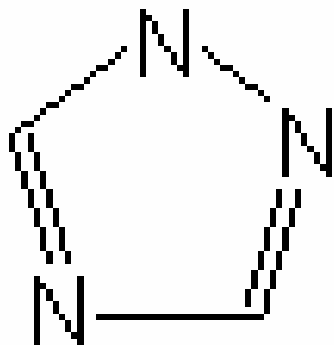
Το κοινό χαρακτηριστικό όλων των μυκητοκτόνων αυτής της ομάδας είναι ότι περιέχουν ένα **πενταμελή ή εξαμελή, κορεσμένο ετεροκυκλικό δακτύλιο** στο μόριο τους

Ανάλογα με την χημική τους δομή διαχωρίζονται σε:

1. Τριαζόλια πενταμελή ακόρεστο δακτύλιο με 3 άτομα N
2. Ιμιδαζόλια πενταμελή ακόρεστο δακτύλιο με 2 άτομα N
3. Πυριμιδίνες Εξαμελή ακόρεστο δακτύλιο με 2 άτομα N
4. Πυριδίνες Εξαμελή ακόρεστο δακτύλιο με 1 άτομο N

SBIs I - Τριαζόλια

Η πολυπληθέστερη ομάδα EBIs και το μόριο όλων των μελών περιέχει το παρακάτω **πενταμελή ακόρεστο ετεροκυκλικό δακτύλιο με 3 άτομα N**



Στερεοϊσομέρεια - Δράση

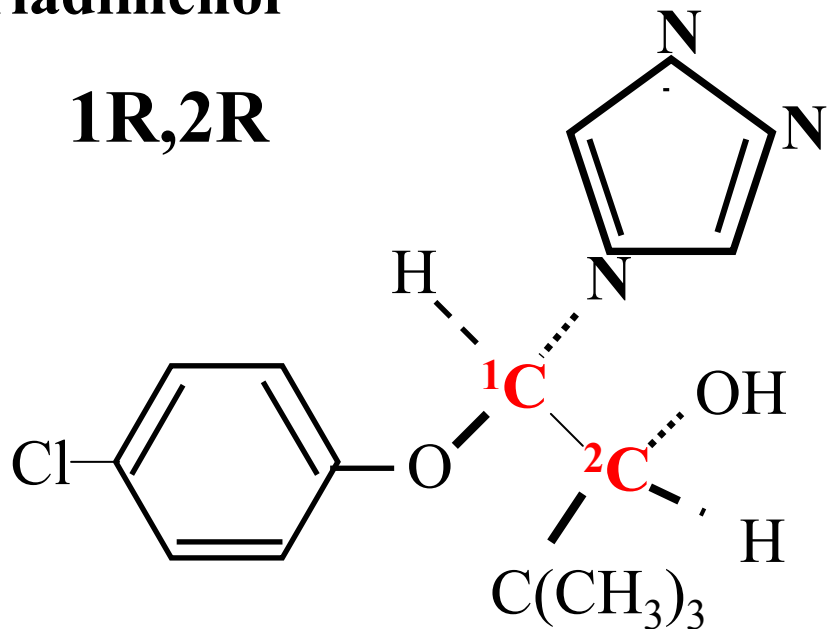
Όλα τα μέλη της ομάδας αυτής έχουν στο μόριο τους ένα ή περισσότερα ασύμμετρα άτομα C και συνεπώς προκύπτουν μίγματα ισομερών

R στερεοχημική στα ασύμμετρο άτομο C που έχει το OH - **μυκητοτοξικά**

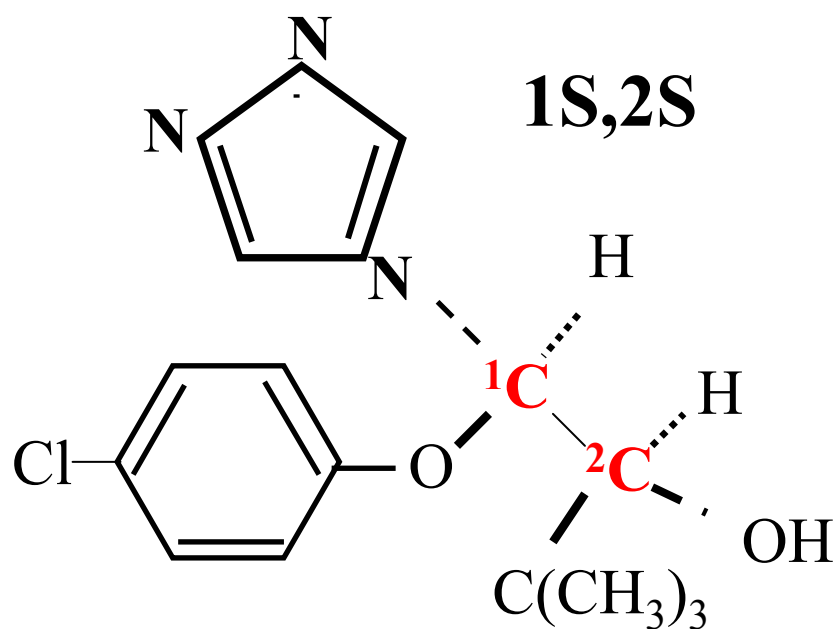
S στερεοχημική δομή στο ίδιο άτομο C - **παρεμποδιστές σύνθεσης της γιββεριλίνης**

Triadimenol

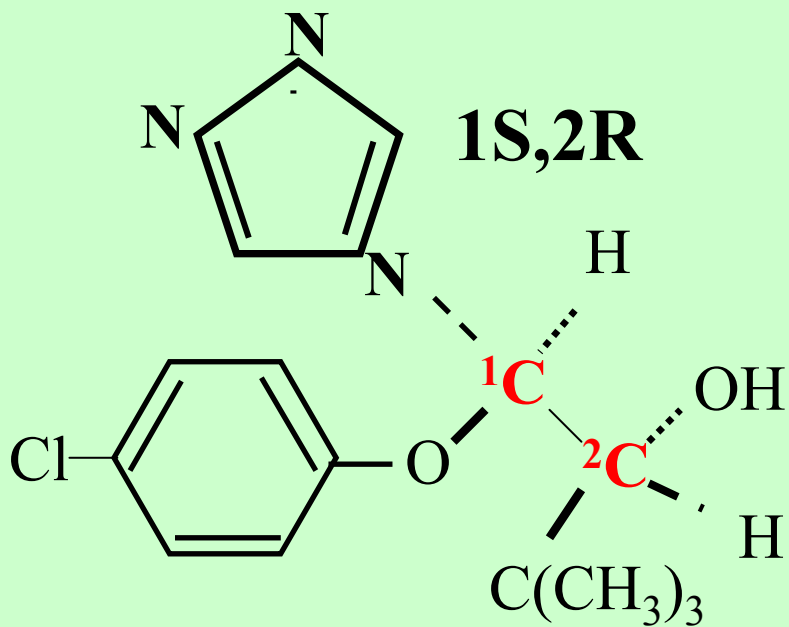
1R,2R



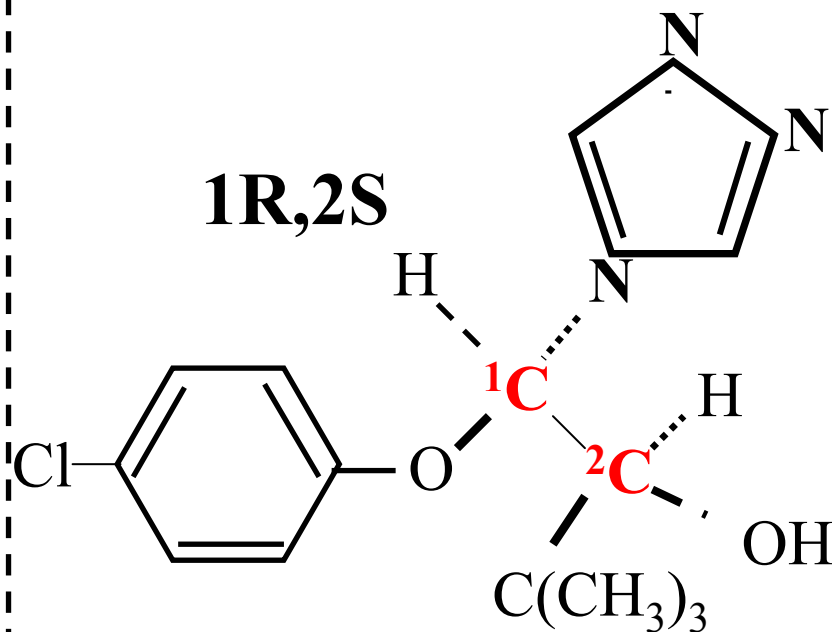
1S,2S



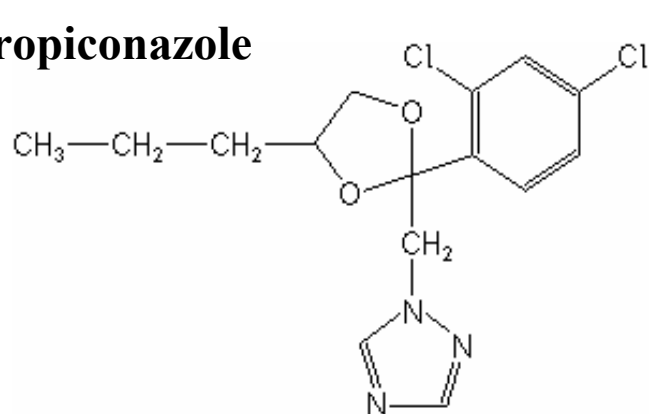
1S,2R



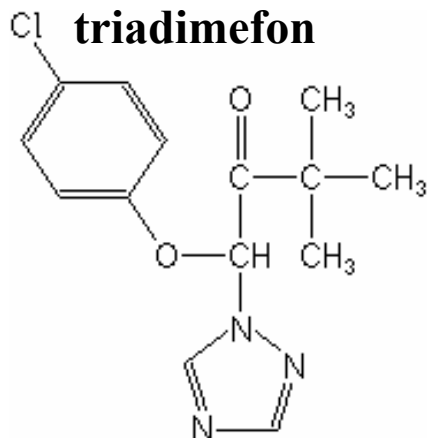
1R,2S



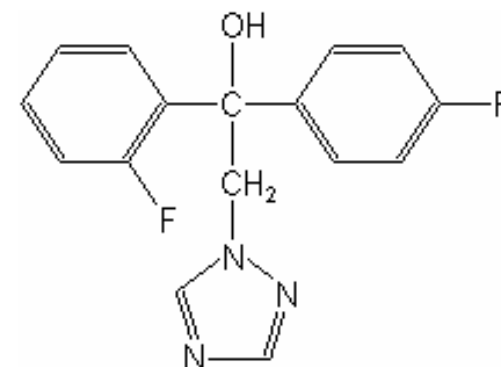
propiconazole



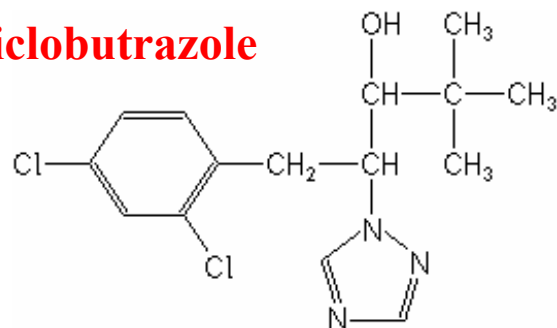
triadimefon



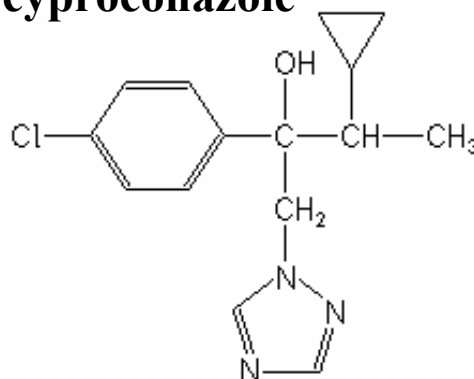
flutriafol



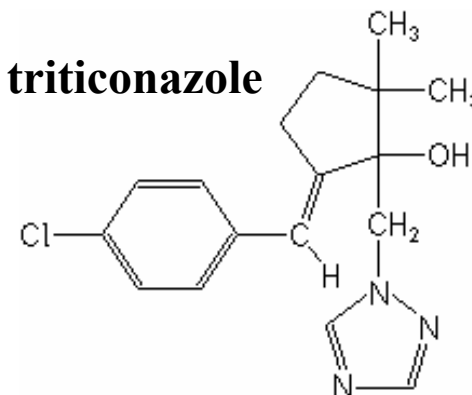
diclobutazole



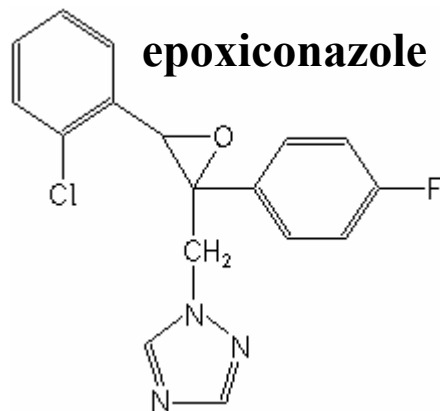
cyproconazole



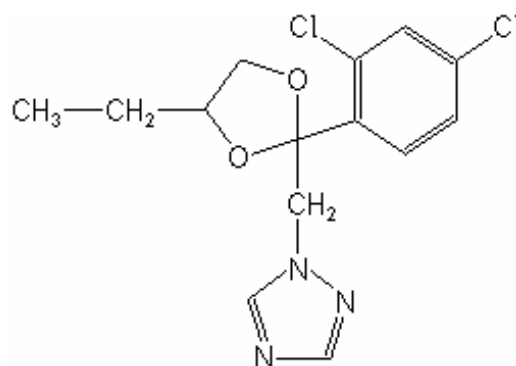
triticonazole



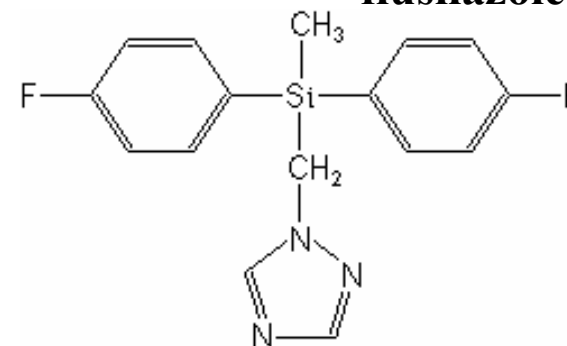
epoxiconazole



etaconazole



flusilazole

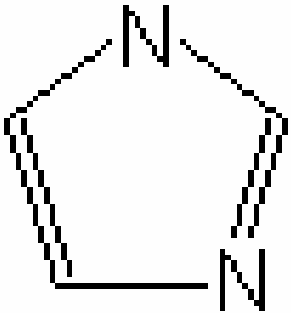


SBIIs I - Ιμιδαζόλια

Το πιο σημαντικό μέλος της ομάδας αυτής είναι

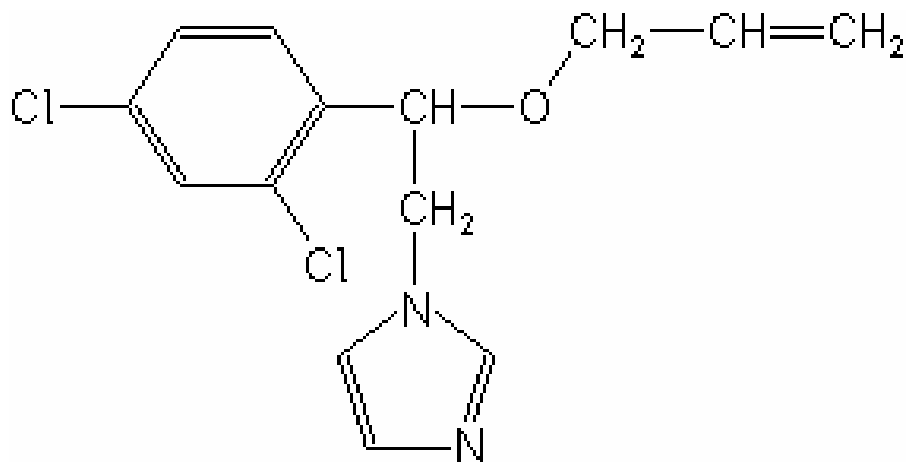
1. Imazalil

Περιέχουν στο μόριο τους τον χαρακτηριστικό **πενταμελή ακόρεστο ιμιδαζολινικό δακτύλιο (2 άτομα N)**



Imazalil

Χρησιμοποιείται ως αντικαταστάτης των βενζιμιδαζολικών μυκητοκτόνων σε περιπτώσεις εμφάνισης ανθεκτικότητας



Αναστολείς σύνθεσης εργοστερόλης (SBIIs II)

1. Μορφολίνες **Εξαμελή κορεσμένο δακτύλιο** με 1 άτομο N και O
2. Σπироκεταλαμίνες

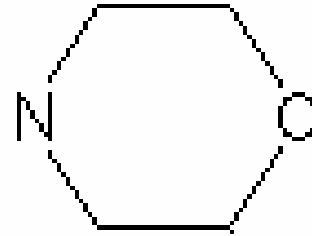
SBIs II - Μορφολίνες

Τα κυριότερα μέλη της ομάδας αυτής είναι

1. Tridemorph

2. Dodemorph

3. Fenpropimorph

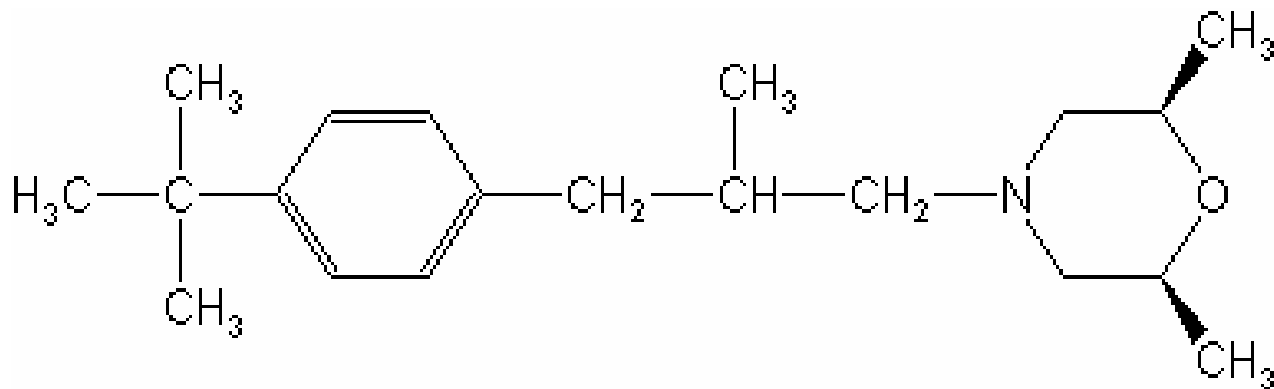


Περιέχουν στο μόριο τους κορεσμένο εξαμελή δακτύλιο με 1 άτομο N και O

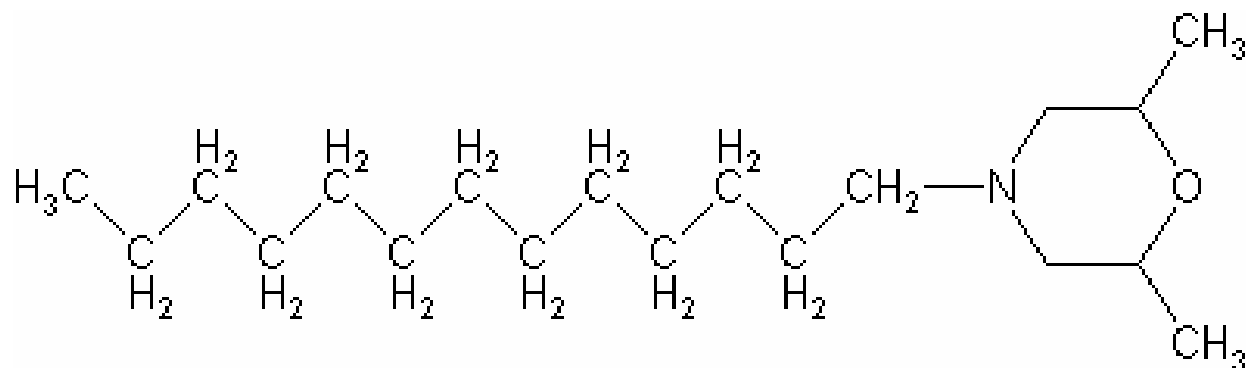
Χρήσεις

Αποτελεσματικά εναντίων ωιδίων και σκωριάσεων που προσβάλλουν καλλωπιστικά, σιτηρά, ψυχανθη.

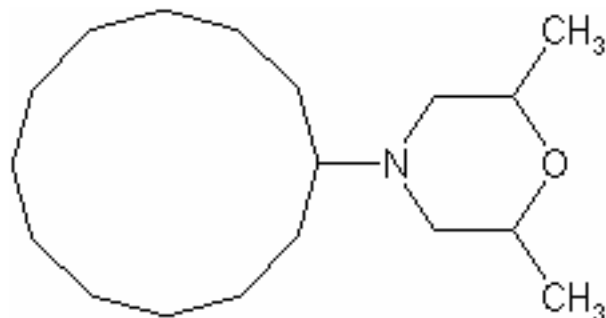
Έχουν αναπτυχθεί για την καταπολέμηση της *Erysiphe* spp. και *Puccinia* spp. στο σιτάρι και στη σίκαλη



Fenpropimorph

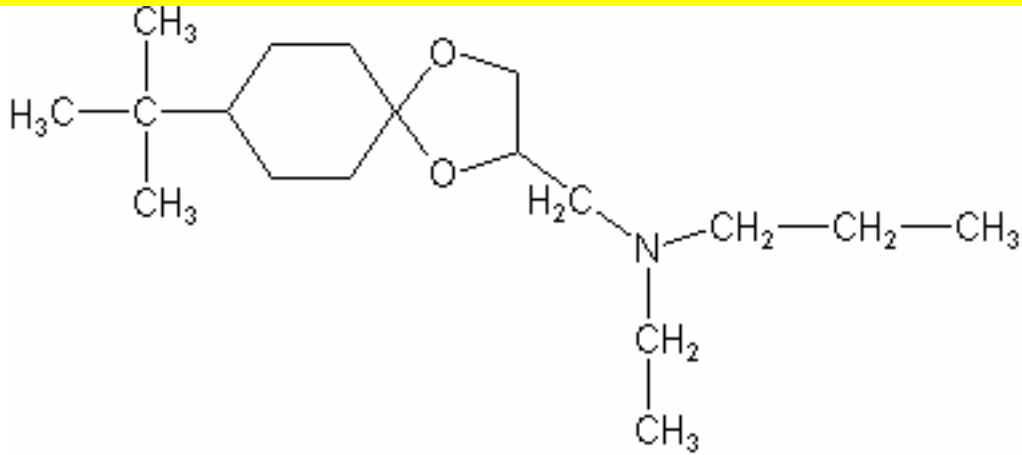


Tridemorph



Dodemorph

Σπιροκεταλαμίνες - Spiroxamine



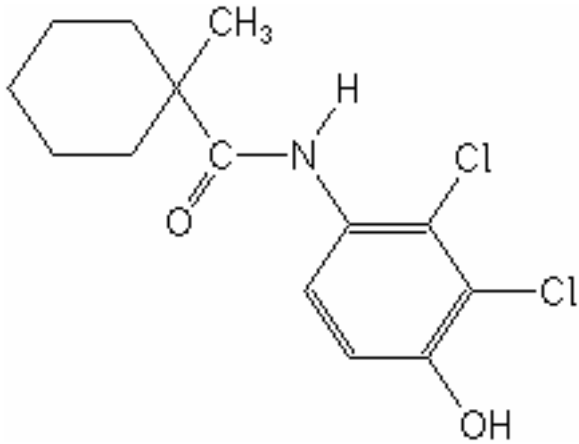
Νέα δραστική ουσία που ανακαλύφθηκε πρόσφατα και πήρε έγκριση για την καταπολέμηση ωιδίου σε αμπέλια και σε σιτηρά

Έχει προστατευτική αλλά και διασυστηματική δράση εναντίον ωιδίων

Αποτελείται από δύο διαστερεοϊσομερή (*A*, *B*) καθένα από τα οποία έχει δύο εναντιομερή (*S*, *R*), δηλαδή είναι μίγμα τεσσάρων εναντιομερών: ***AS*, *AR*, *BS*, *BR***

Όλα αναστέλλουν το ένζυμο Δ^{14} -αναγωγάση που συμμετέχει στην βιοσύνθεση της εργοστερόλης

Fenhexamid



Νέα δραστική ουσία που ανακαλύφθηκε το 1989 και πήρε έγκριση για καταπολέμηση του *Botrytis cinerea*, *Monilinia*, *Sclerotinia*.

Έχει προστατευτική κυρίως δράση

Είναι αυτή τη στιγμή το πιο αποτελεσματικό μυκητοκτόνο κατά του βοτρύτη

Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ακόμη και μία ημέρα πριν τη συγκομιδή

Τρόπος Δράσης EBIs

Το σύνολο των μυκήτων με εξαίρεση του *Ωομύκητες* συνθέτουν εργοστερόλη που αποτελεί βασικό συστατικό των κυτταρικών μεμβρανών τους

Αναστέλλουν την βιοσύνθεση της εργοστερόλης με συνέπεια την συσσώρευση και ενσωμάτωση στις κυτταρικές μεμβράνες πρόδρομων της εργοστερόλης ενώσεων (λανοστερόλη)

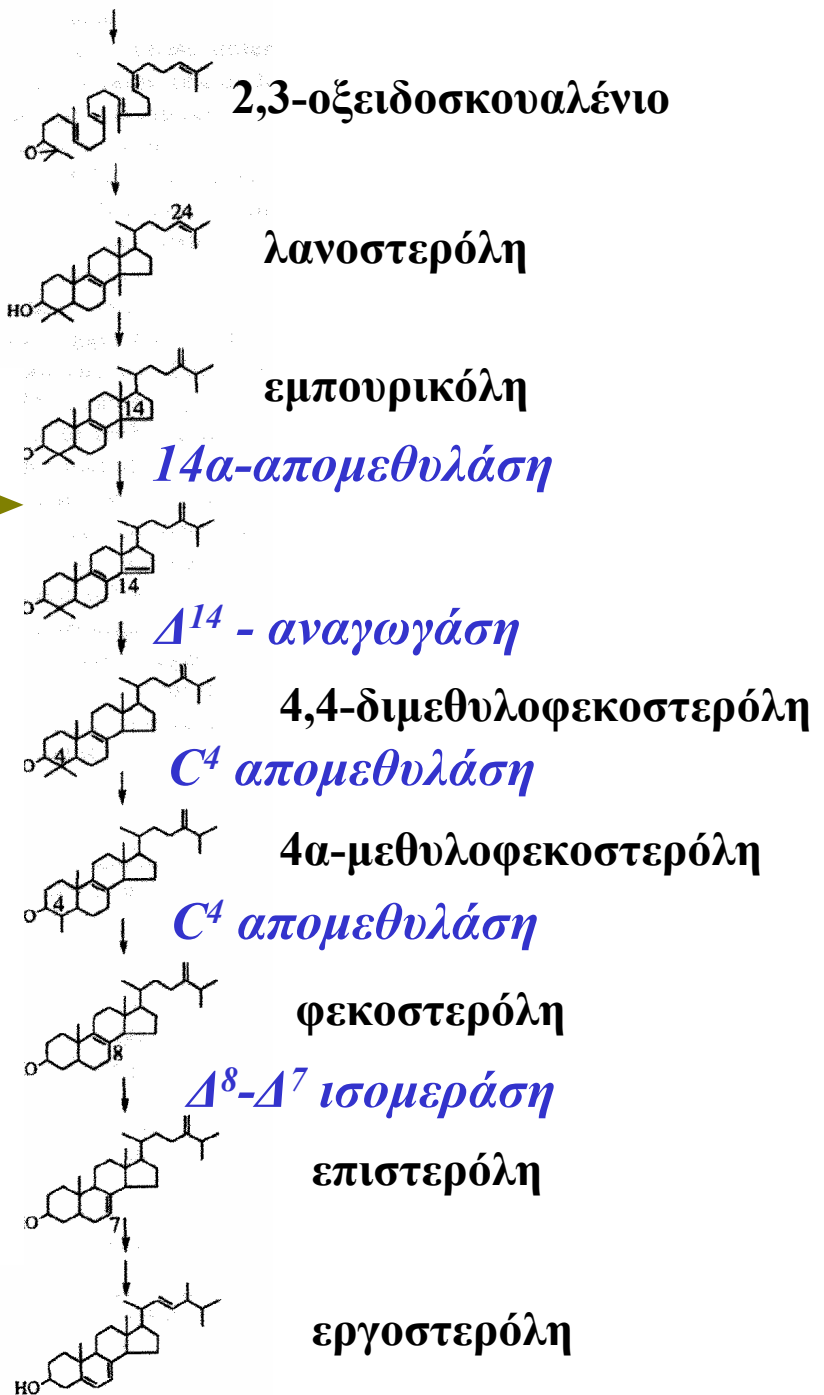
Οι κυτταρικές μεμβράνες των μυκήτων είναι ρευστές, παρουσιάζουν ανωμαλίες διαπερατότητας και αναστολή λειτουργίας ενζυμικών συστημάτων συνδεδεμένων με αυτές

ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΔΡΑΣΗΣ SBIs I

Παρεμποδίζουν κατά την βιοσύνθεση της εργοστερόλης **την απομεθυλίωση του C-¹⁴ στο μόριο της λανοστερόλης (πρόδρομης ουσίας της εργοστερόλης)**

Τρόπος - Μηχανισμός Δράσης EBIs

SBI1s I -
Τριαζόλια, Πυριδίνες
Πυριμιδίνες, Πιπεραζίνες

ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΔΡΑΣΗΣ SBIs II

1. Παρεμποδίζουν την αναγωγή του διπλού δεσμού C-¹⁴(¹⁵) που προκύπτει από την απομεθυλίωση του C-¹⁴ αναστέλλοντας την δράση του ενζύμου *Δ¹⁴-αναγωγήση*
2. Παρεμποδίζουν την μετατόπιση του διπλού δεσμού από τον C-⁸(⁹) σε C-⁷(⁸) αναστέλλοντας το ενζυμο *Δ⁸-Δ⁷ ισομεράση*

Τρόπος - Μηχανισμός Δράσης ΕΒΙs

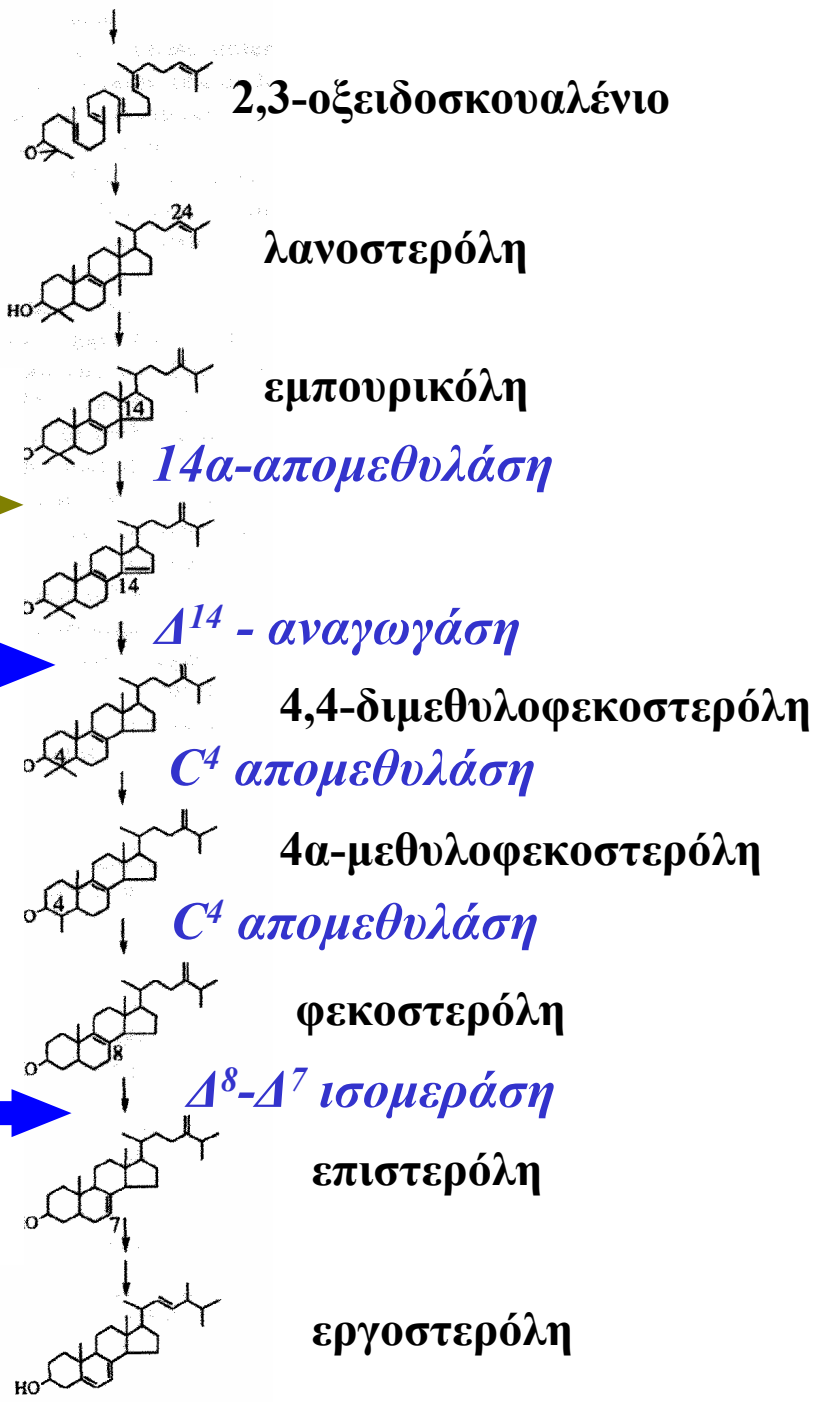
SBI's I -
Τριαζόλια, Πυριδίνες
Πυριμιδίνες, Πιπεραζίνες



SBI's II
Μορφολίνες, Πιπεριδίνες
Spiroxamine



SBI's II
Μορφολίνες, Πιπεριδίνες
Spiroxamine



Μηχανισμός Δράσης Fenhexamid – SBI III

Δρα στην αλυσίδα των αντιδράσεων για την βιοσύνθεση της εργοστερόλης

Αναστέλλει την δράση του ενζύμου *C4-απομεθυλάση* που ελέγχει τις δυο διαδοχικές αντιδράσεις απομεθυλίωσης της 4,4-διμεθυλοφεκοστερόλης σε φεκοστερόλη

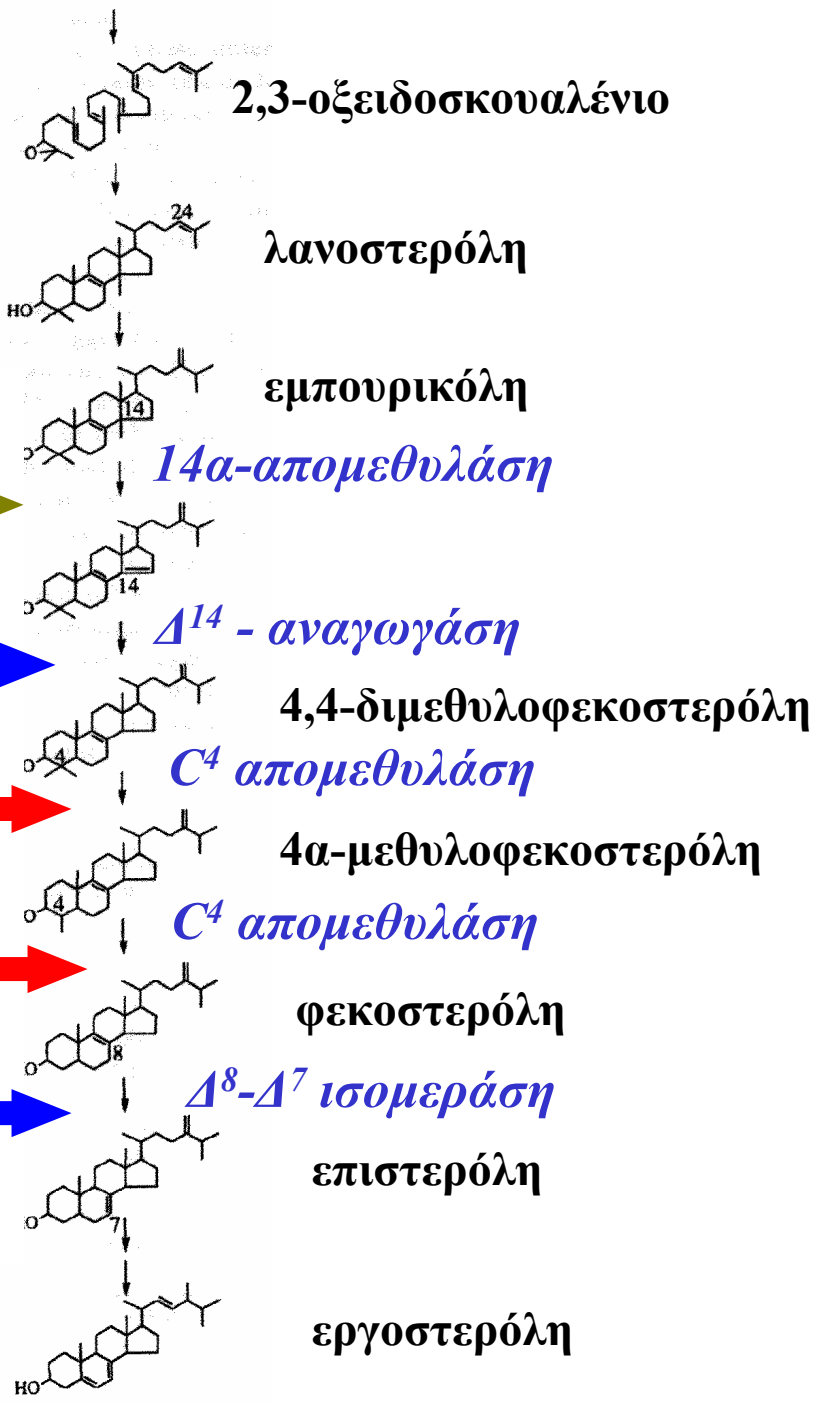
Τρόπος - Μηχανισμός Δράσης ΕΒΙs

SBI's I -
Τριαζόλια, Πυριδίνες
Πυριμιδίνες, Πιπεραζίνες

SBI's II
Μορφολίνες, Πιπεριδίνες
Spiroxamine

Fenhexamid

SBI's II
Μορφολίνες, Πιπεριδίνες
Spiroxamine



Ακυλ-αλανίνες

Σημαντική ομάδα διασυστηματικών μυκητοκτόνων με θεραπευτική δράση εναντίον Ωομυκήτων που προκαλούν ασθένειες φυλλώματος, ριζών και λαιμού (*Pythium, Phytophthora*)

Η ανακάλυψη τους ξεκίνησε από έρευνες που έγιναν με την ομάδα των χρωροακετανιλιδίων που έχουν ζιζανιοκτόνο δράση

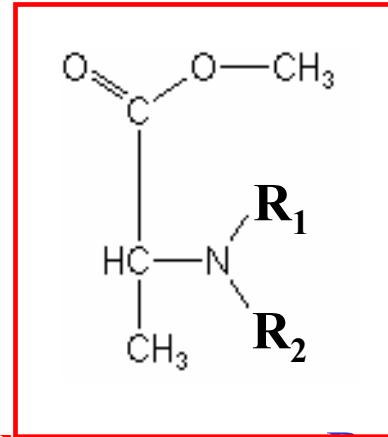
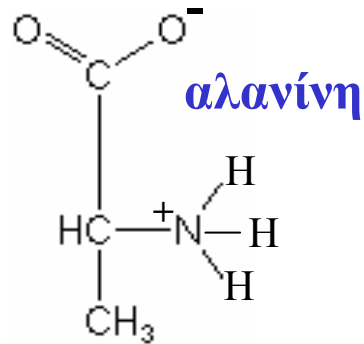
Έχουν ασύμμετρο άτομο άνθρακα και αποτελούν μίγμα οπτικών ισομερών

Τα κυριότερα μέλη της ομάδας είναι: **metalaxyl, benalaxyl**

Ακυλ-αλανίνες

Οι ακυλαλανίνες χημικά αποτελούν εστέρες της **αλανίνης**

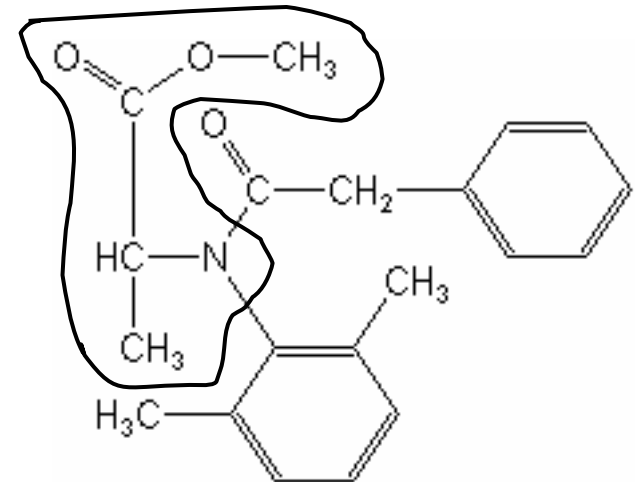
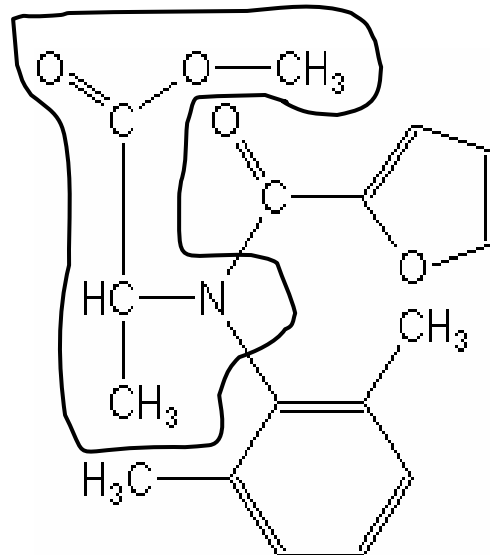
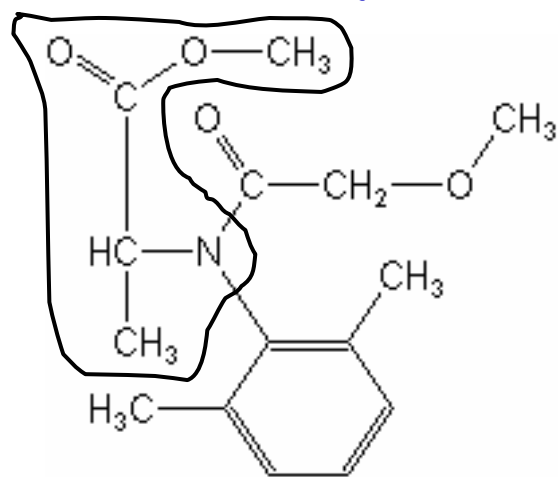
Τη βασική χημική δομή του μορίου τους αποτελεί η ομάδα



Furalaxyl

Benalaxyl

Metalaxyl



Metalaxyl (Ridomil)

Αποτελεί το σημαντικότερο μέλος της ομάδας και έδωσε αρχικά σημαντική λύση στην καταπολέμηση του *Phytophthora infestans* της πατάτας και της τομάτας.

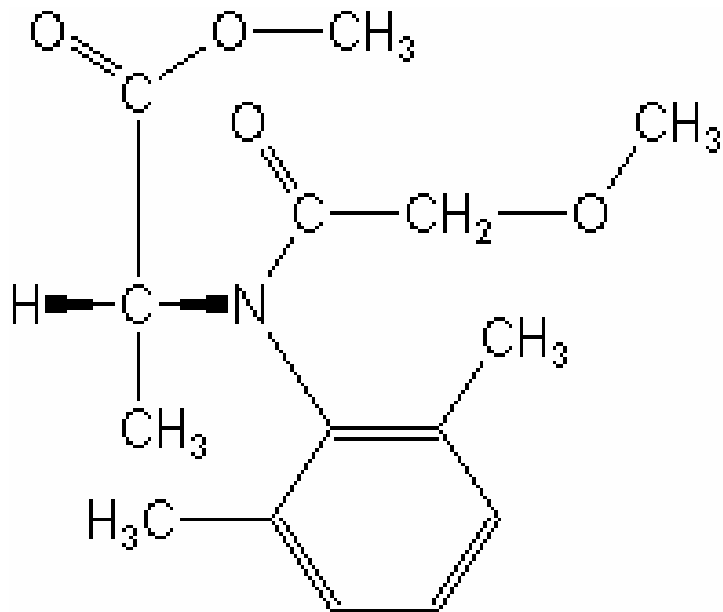
Εφαρμόζεται σε συνδυασμό με **προστατευτικά μυκητοκτόνα όπως τα διθειοκαρβαμικά maneb, mancozeb** και δίνει άριστη προστατευτική και θεραπευτική καταπολέμηση ωομυκήτων που προκαλούν ασθένειες φυλλώματος αλλά και του λαιμού

Η συνδυασμένη χρήση με προστατευτικά μυκητοκτόνα βελτιώνει την αποτελεσματικότητα

1. Το metalaxyl αναστέλλει την ανάπτυξη του μυκηλίου και την βλάστηση των σπορίων ενώ τα προστατευτικά μυκητοκτόνα παρεμποδίζουν την είσοδο των ζωοσπορίων στο εσωτερικό του φυτού δρώντας συνεπώς συμπληρωματικά
2. Μειώνει την πιθανότητα εμφάνισης ανθεκτικών στελεχών και μείωση της αποτελεσματικότητας του metalaxyl

Metalaxyl

Το **R**-ισομερές είναι **1000** πιο τοξικό από το **S**-ισομερές *in vitro* και πρόσφατα απομονώθηκε και κυκλοφορεί πλέον στην αγορά αυτούσιο ως νέα δραστική με το όνομα **metalaxyl – M**.



Έχει αποπλαστική και κάποια συμπλαστική κίνηση και συσσωρεύεται στα παλαιά φύλλα του φυτού

Τρόπος – Μηχανισμός Δράσης Ακυλ-αλανίνες

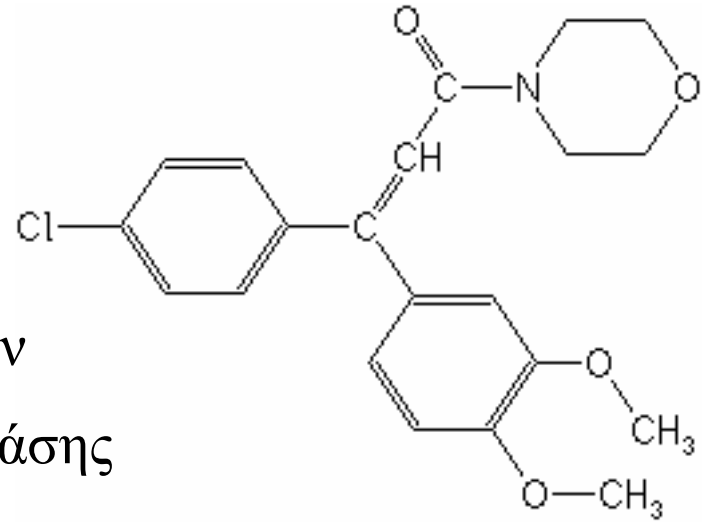
Δρουν δια αναστολής βιοσύνθεσης του ριβοσωμικού RNA αναστέλλοντας την RNA-πολυμεράση

Στα ευκαριωτικά κύτταρα υπάρχουν τρεις διαφορετικές RNA πολυμεράσες:

- **RNA-πολυμεράση I** για την βιοσύνθεση του ριβοσωμικού RNA (rRNA)
- **RNA-πολυμεράση II** για την βιοσύνθεση του αγγελιοφόρου RNA (mRNA)
- **RNA-πολυμεράση III** για την βιοσύνθεση του μεταφορέα RNA (tRNA)

Βρέθηκε ότι τα φαινυλαμίδια εμποδίζουν εκλεκτικά την δράση της rRNA πολυμεράσης

Dimethomorph



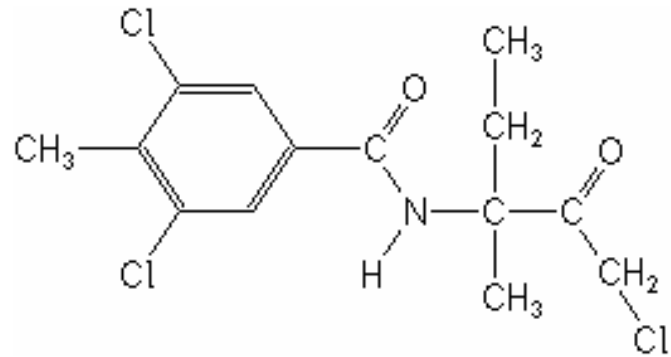
Χημικά ανήκει στην ομάδα των μορφολινικών αλλά παρουσιάζει διαφορετικό μηχανισμό δράσης

Χρησιμοποιείται κυρίως ως προστατευτικό μυκητοκτόνο αν και παρουσιάζει και διασυστημική δράση εναντίον του βοτρυτή στο αμπέλι (*Botrytis cinerea*)

Είναι μίγμα ισομερών εκ των οποίων μόνο το **Z-dimethomorph** έχει **μυκητοκτόνο δράση**. Κυκλοφορεί ως μίγμα *E,Z* – ισομερών σε αναλογία 1:1.

Τρόπος-Μηχανισμός Δράσης: Αναστέλλει την βιοσύνθεση των κυτταρικών τοιχωμάτων των μυκήτων

Βενζοαμιδικά - Zoxamide



Διασυστηματικό μυκητοκτόνο ιδιαίτερα αποτελεσματικό εναντίον Ωομυκήτων

Τρόπος-Μηχανισμός Δράσης

Παρεμποδίζει τον σχηματισμό της μιτωτικής ατράκτου

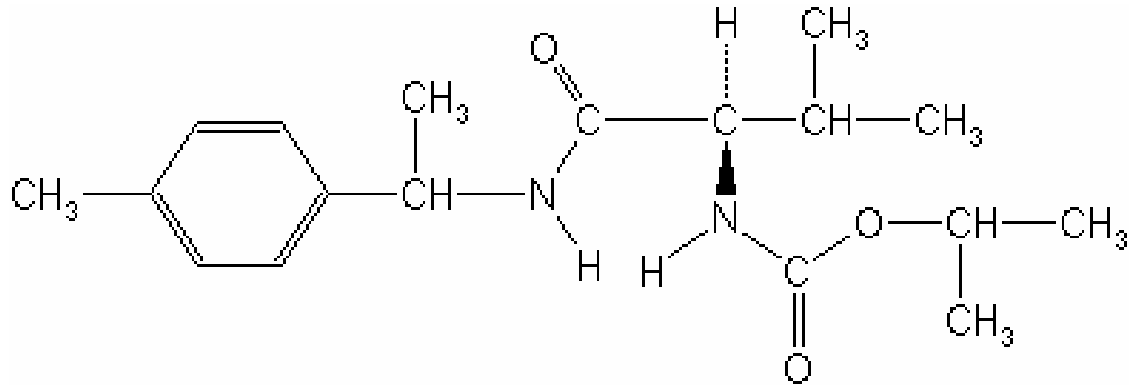
Το zoxamide δεσμεύεται στην β-τουμπουλίνη και παρεμποδίζει έτσι τον πολυμερισμό της τουμπουλίνης

Ίδιο μηχανισμό δράσης με βενζιμιδαζολικά μυκητοκτόνα - benomyl

Όμως αυτά δεν έχουν καμία μυκητοκτόνο δράση εναντίον ωομυκήτων

Αυτό ίσως σημαίνει ότι το zoxamide έχει κάποιο διαφορετικό σημείο δράσης σε σχέση με τα βενζιμιδαζολικά

Αμιδοκαρβαμικά - Iprovalicarb



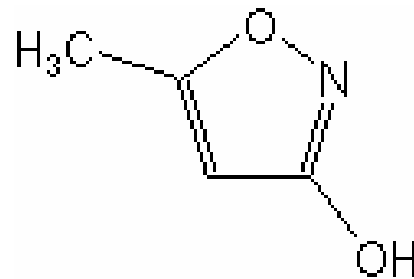
Το **iprovalicarb** είναι εξειδικευμένο διασυστηματικό και θεραπευτικό μυκητοκτόνο για την καταπολέμηση ωομυκήτων (*Phytophthora infestans*, *Plasmopara viticola*).

Κυκλοφορεί ως μίγμα (*S,S*) ή (*S,R*) διαστερεομερών

Τρόπος-Μηχανισμός Δράσης

Πιθανότατα παρεμποδίζει την απόθεση ή βιοσύνθεση δομικών συστατικών των κυτταρικών μεμβρανών των μυκήτων

Ισοξαζόλες - Humexazole



Είναι νέο μυκητοκτόνο εδάφους που χρησιμοποιείται σε καλλιέργειες θερμοκηπίου τομάτας για προστασία από φουζαρίωση (*Fusarium sp*).

Έχει διασυστηματική δράση και αφού προσληφθεί από τις ρίζες μεταφέρεται σε όλο το φυτό με το ρεύμα της διαπνοής.

Αποικοδομείται μικροβιακά στο έδαφος ενώ η υψηλή υδατοδιαλυτότητα εγκυμονεί κινδύνους για πιθανή έκπλυση του στα υπόγεια υδροφόρα συστήματα

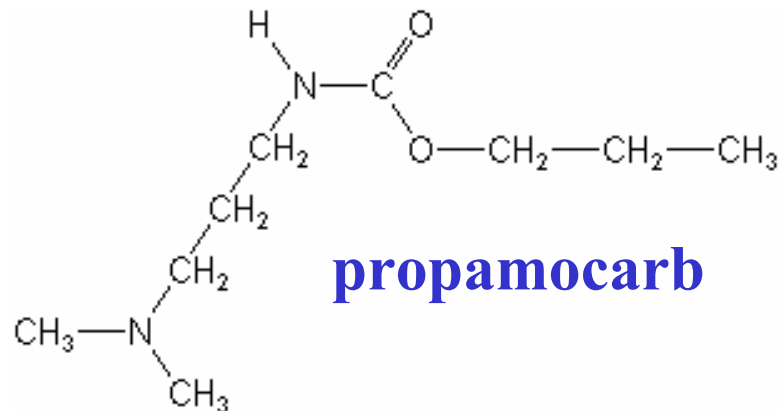
Τρόπος-Μηχανισμός Δράσης: Δεν έχει διευκρινισθεί ακόμη.

Έχει προταθεί ότι πιθανότατα αναστέλλει την βιοσύνθεση DNA/RNA

Καρβαμιδικά

Εκλεκτική δράση εναντίον ωομυκήτων (*Pythium*, *Phytophthora*, *Peronospora*) σε διάφορες καλλιέργειες

Κυριότερα μέλη είναι τα **propamocarb, iodocarb**. Το **propamocarb (PREVICUR)** χρησιμοποιείται ευρύτατα στην Ελλάδα ως διασυστηματικό μυκητοκτόνο σε καλλιέργειες θερμοκηπίου για την καταπολέμηση ωομυκήτων



Τρόπος-Μηχανισμός Δράσης

Μεταβάλλουν την διαπερατότητα των κυτταρικών μεμβρανών

Σημεία Δράσης Μυκητοκτόνων

Μυκητοκτόνα αναστολείς κυτταρικών μεμβρανών

Επιφανειοδραστικά (dodine, guazatine)
Καρβαμικά (prothiocarb, iprovalicarb)
dimethomorph

Πολυθεσικοί αναστολείς

Χαλκούχα [Cu]
Διθειοκαρβαμικά (maneb)

Αναστολείς Μιτοχονδριακής Αναπνοής

Καρβοξαμικά, Στρομπιλουρίνες, fenamidone, famoxadone, cyazofamid

Αναστολείς βιοσύνθεσης μεθειονίνης

Ανιλινοπυριμιδίνες
(Pyrimethalin, cyprodinil)

SBI (Αναστολείς Βιοσύνθεσης Στερολών)

Ιμιδιαζόλια (imazalil, ...)
Τριαζόλες (tebuconazole, ...)
Μορφολινικά (fenpropimorph, ...)
Πιπεριδίνες, Πιπεραζίνες κ.α
Υδροξυανιλίδια (fenhexamide)
Σπυροκεταλαμίνες (spiroxamine)

Πρωτεϊνική κινάση

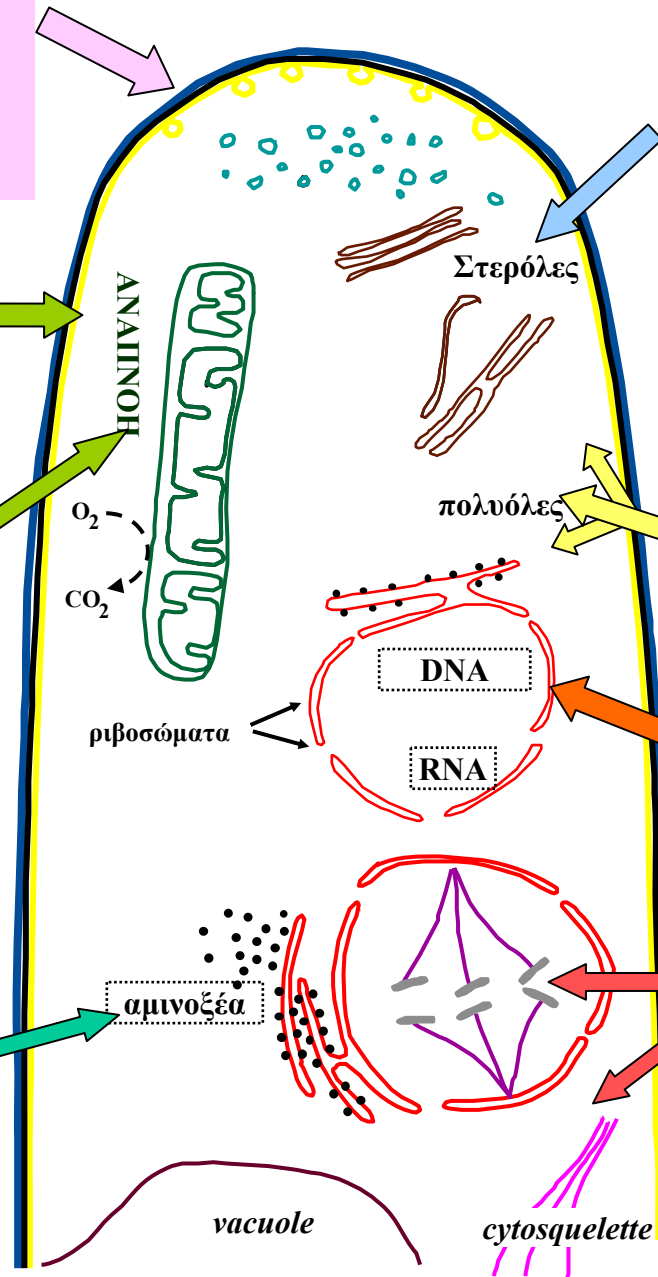
Δικαρβοξαμικά (irrodione)
Φαινυλοπυρόλες (fludioxonil)

Αναστολείς rRNA πολυμεράσης

Φαινυλαμίδια (metalaxyl)

Αναστολείς Μίτωσης

Βενζιμιδαζολικά (benomyl)
Παράγωγα θειοφανικού οξέος
(thiofanate-methyl)
Βενζαμίδια (zoxamide)



Αντιπαθογονικά μυκητοκτόνα

Τα μυκητοκτόνα αυτά εμποδίζουν την ανάπτυξη των μυκήτων χωρίς να είναι άμεσα τοξικά στους μύκητες

Τα μυκητοκτόνα αυτά δρουν:

1. Παρεμποδίζοντας διεργασίες απαραίτητες για την έκφραση της παθογένεσης από το μύκητα
2. Αυξάνοντας την αντοχή του ξενιστή στο παθογόνο

Αντιπαθογονικά μυκητοκτόνα 1

Τα αντιπαθογονικά μυκητοκτόνα μειώνουν την παθογόνο ικανότητα:

1. Εμποδίζοντας την παραγωγή ή δράση ενζύμων που είναι απαραίτητα για την προσβολή
2. Παρεμποδίζοντας τον σχηματισμό ράμφους μολύνσεως (apresorium) ή ράμφους μολύνσεως που είναι απαραίτητα για ορισμένα παθογόνα

Μυκητοκτόνα που δρούν δια μείωσης της παθογόνου ικανότητας:

- 1. Παρεμποδιστές σύνθεσης μελανίνης**
- 2. Παρεμποδιστές σύνθεσης κουτινάσης**

Παρεμποδιστές Σύνθεσης Μελανίνης: Μυκητοκτόνα

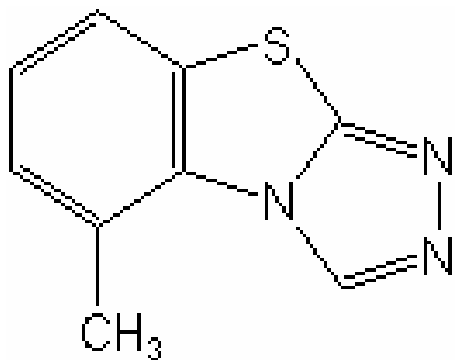
αποτελεσματικά και εκλεκτικά εναντίων των μυκήτων *Pyricularia oryzae* και *Colletotrichum*

Οι παραπάνω μύκητες σχηματίζουν ράμφος μολύνσεως το οποίο πρέπει να είναι σκληρό και ανθεκτικό για να επιτευχθεί η μηχανική κατάλυση της εφυμενίδας των φυτών. **Η σκλήρυνση του ράμφους μολύνσεως πραγματοποιείται με εναπόθεση μελανίνης**

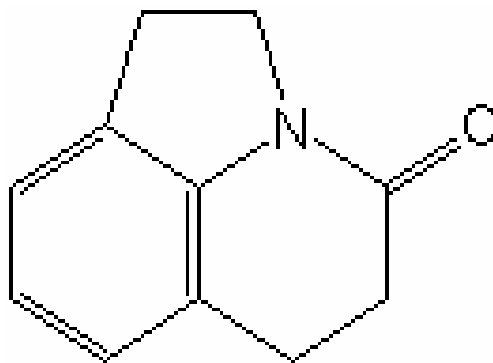
Τα μυκητοκτόνα αυτής της ομάδας παρεμβαίνουν στην βιοσύνθεση μελανίνης αναστέλλοντας την δράση ενζύμων που ελέγχουν διαδοχικές αντιδράσεις *αναγωγής* και *αποϋδάτωσης* κατά την βιοσύνθεση της μελανίνης

Αναστολείς της αναγωγάσης είναι τα **tricyclazole**, **pyroquilon**:

Tricyclazole

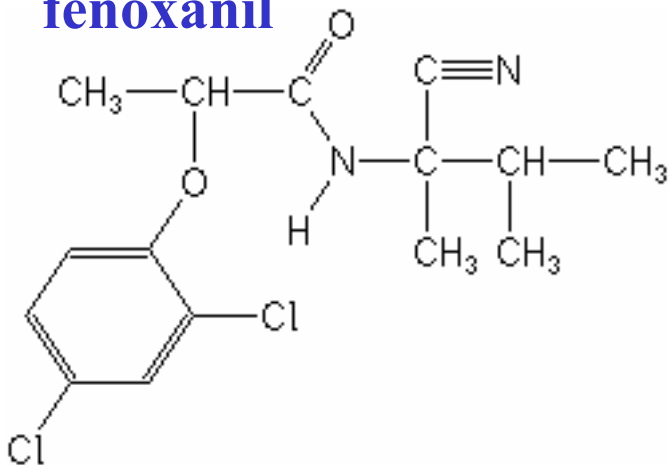


Pyroquilon

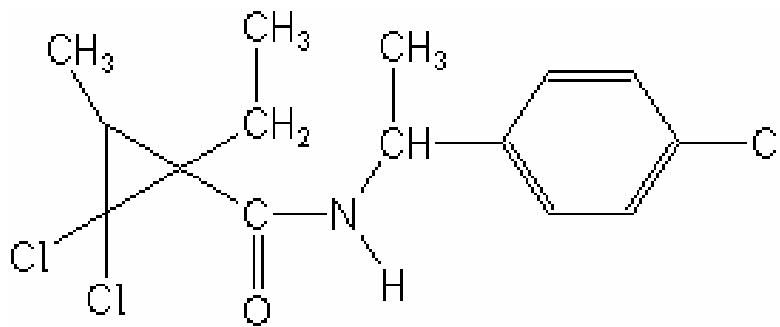


Αναστολείς της αποϋδρατάσης είναι τα **fenoxanil**, **carpropamid**:

fenoxanil



carpropamid



Τα **tricyclazole**, **piroquilon** είναι τα παλαιότερα μέλη της ομάδας αυτής και αναστέλλουν την δραστηριότητα του ενζύμου *3-N αναγωγή* που ελέγχει δύο αντιδράσεις κατά την βιοσύνθεση μελανίνης, την μετατροπή:

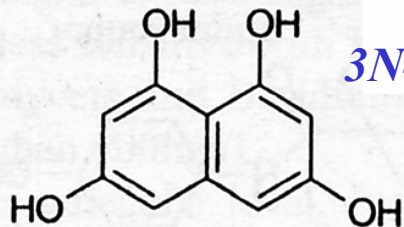
- 4-υδροξυναφθαλενίου σε σκυταλόνη
- 1, 3, 6 τριυδροξυναφθαλενίου σε βερμελόνη

Τα **fenoxanil**, **carpropamid** είναι τα νεότερα μέλη της ομάδας και αναστέλλουν την δραστηριότητα του ενζύμου *αποϋδρατάση της σκυταλόνης* που ελέγχει επίσης δύο αντιδράσεις κατά την βιοσύνθεση της μελανίνης, την μετατροπή:

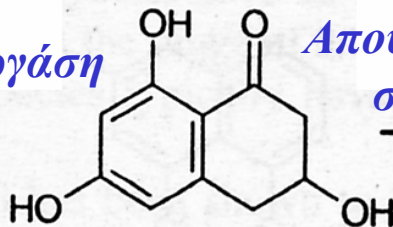
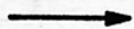
- σκυταλόνης σε 1,3,6 τριυδροξυ ναφθαλένιο
- βερμελόνης σε 1, 8 διυδροξυ ναφθαλένιο

pyroquilon
tricyclazole

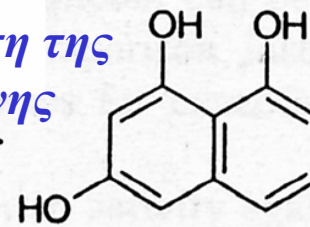
fenoxanil
capropamid



3N-Αναγωγή



*Αποϋδρατάση της
σκυταλόνης*

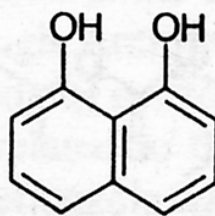


pyroquilon
tricyclazole

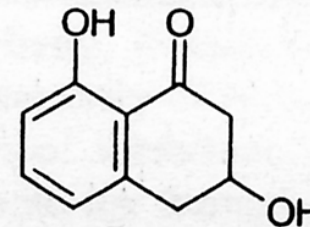


3N-Αναγωγή

ΜΕΛΑΝΙΝΗ



*Αποϋδρατάση της
σκυταλόνης*



fenoxanil
capropamid



Μυκητοκτόνα που δρουν δια μείωσης της παθογόνου ικανότητας

Παρεμποδιστές Σύνθεσης Κουτινάσης: Τα οργανοφωσφορικά **iprobenfos** και **edifenphos** δρουν ως αναστολείς της σύνθεσης κουτινάσης

Η κουτινάση είναι το ένζυμο που καταλύει την κουτίνη - κύριο συστατικό της εφυμενίδας των περισσότερων υπεργείων οργάνων των φυτών

Οι μύκητες δεν μπορούν να καταλύσουν την συνέχεια της εφυμενίδας των φυτών και συνεπώς δεν μπορούν να μολύνουν

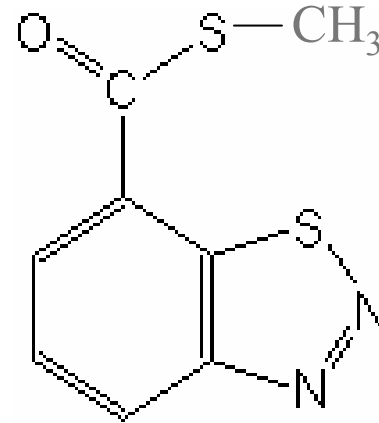
Αντιπαθογονικά μυκητοκτόνα 2

Γενικά τα φυτά έχουν μηχανισμούς άμυνας με την έκκριση ουσιών που αυξάνουν την άμυνα τους κατά των παθογόνων.

Μυκητοκτόνα που δρουν δια αύξησης της ανθεκτικότητας του ξενιστή:

- **acibenzolar-S-methyl**

Acibenzolar-S-methyl



Νέα ομάδα μυκητοκτόνων που δεν έχουν άμεση μυκητοκτόνο δράση αλλά **επάγουν τους αμυντικούς μηχανισμούς του φυτού ξενιστή παρουσία του παθογόνου**

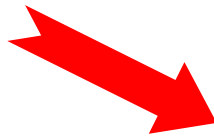
Διαυστηματικό μυκητοκτόνο και βακτηριοκτόνο που παρουσιάστηκε στην αγορά το 1996 για την καταπολέμηση κυρίως παθογόνων φυλλώματος όπως το ωΐδιο των σιτηρών

Παρουσιάζει πλήρη διασυστηματική δράση κινούμενο τόσο μέσω του συμπλαστικού όσο και του αποπλαστικού συστήματος των φυτών

Τρόπος-Μηχανισμός Δράσης – Acibenzolar–S-methyl

Δεν έχει καμία άμεση μυκητοκτόνο δράση αλλά ενεργοποιεί το αμυντικό σύστημα των φυτών για την αντιμετώπιση μυκητολογικών και βακτηριολογικών προσβολών

Προσβολή μύκητα



Συσώρευση σαλυκιλικού οξέος



Παραγωγή ενζύμων που καταλύουν τις κυτταρικές μεμβράνες των μυκήτων



ANTOXH

Τρόπος-Μηχανισμός Δράσης – Acibenzolar-S-methyl

Το Acibenzolar-S-methyl δρα ως ανταγωνιστής του σαλκυλικού οξέος για δέσμευση στο ενεργό κέντρο ενζύμου που ελέγχει την έκφραση γονιδίων υπεύθυνων για την ενεργοποίηση μηχανισμών άμυνας του φυτού

Πλεονεκτήματα

1. Δεν παρουσιάζει φυτο- ή μυκητο-τοξικότητα - ιδανικό συστατικό στρατηγικών φυτοπροστασίας φιλικών προς το περιβάλλον
2. Ιδιαίτερα απίθανη η εμφάνιση ανθεκτικών στελεχών μυκήτων
3. Μεγάλο φάσμα δράσης αν και η δραστηριότητα του επηρεάζεται από την σχέση παθογόνου-ξενιστή φυτού
4. Αποτελεσματικό εναντίον κυρίως ασθενειών φυλλώματος ικανοποιητική δράση και ως επικαλυπτικό σπόρων, περιορισμένη δράση εναντίον παθογόνων εδάφους