

# Ζιζανιοκτόνα (Herbicides)

Είναι οργανικά μόρια που χρησιμοποιούνται για την καταπολέμηση ζιζανίων (κάθε φυτό που εμφανίζεται εκεί που δεν είναι επιθυμητό)

Έχουν σχεδιασθεί για να σκοτώνουν φυτά που μερικές φορές ανήκουν στην ίδια οικογένεια με το καλλιεργούμενο φυτό

*Απαιτείται εκλεκτικότητα που είναι πολύ σημαντικότερη για τα ζιζανιοκτόνα από ότι για μυκητοκτόνα και εντομοκτόνα*

Κατέχουν το μεγαλύτερο μέρος της αγοράς γεωργικών φαρμάκων παγκοσμίως

Αποτελούν συχνούς ρύπους των υπογείων και επιφανειακών νερών

**Τα ζιζανιοκτόνα ανάλογα με τον τρόπο - μηχανισμό δράσης τους διαχωρίζονται στις παρακάτω κατηγορίες:**

- 1. Ζιζανιοκτόνα που παρεμβάλλονται στο ορμονικό σύστημα των φυτών**
- 2. Ζιζανιοκτόνα αναστολείς της φωτοσύνθεσης στο Φωτοσύστημα II**
- 3. Ζιζανιοκτόνα αναστολείς της φωτοσύνθεσης στο Φωτοσύστημα I**
- 4. Ζιζανιοκτόνα που παρεμβάλλονται στην βιοσύνθεση καροτινοειδών**
- 5. Ζιζανιοκτόνα - αναστολείς του ενζύμου *PPG-O***
- 6. Ζιζανιοκτόνα που παρεμβαίνουν στην μίτωση**
- 7. Ζιζανιοκτόνα - αναστολείς σύνθεσης μεγαλομοριακών λιπαρών οξέων**
- 8. Ζιζανιοκτόνα - αναστολείς της βιοσύνθεσης λιπών (όχι ACC)**
- 9. Ζιζανιοκτόνα αναστολείς του ενζύμου ACC**
- 10. Ζιζανιοκτόνα - αναστολείς της βιοσύνθεσης κυτταρικών τοιχωμάτων**
- 11. Ζιζανιοκτόνα αναστολείς της βιοσύνθεσης αμινοξέων**

# **Ζιζανιοκτόνα με ορμονική δράση**

## **1. Φαίνοξυ-αλκανοϊκά οξέα**

**- Φαίνοξυ-οξεικά (2,4-D, MCPA, 2,4,5 T)**

**- Φαίνοξυ-βουτυρικά (2,4-DB, MCPB)**

**- Φαίνοξυ-προπιονικά οξέα (fenoprop, mecoprop)**

## **2. Παράγωγα του βενζοϊκού οξέος (dicamba)**

## **3. Πυριδινικά (picloram, chlorpyralid, triclopyr)**

## **4. Diflubenzopyr-Na**

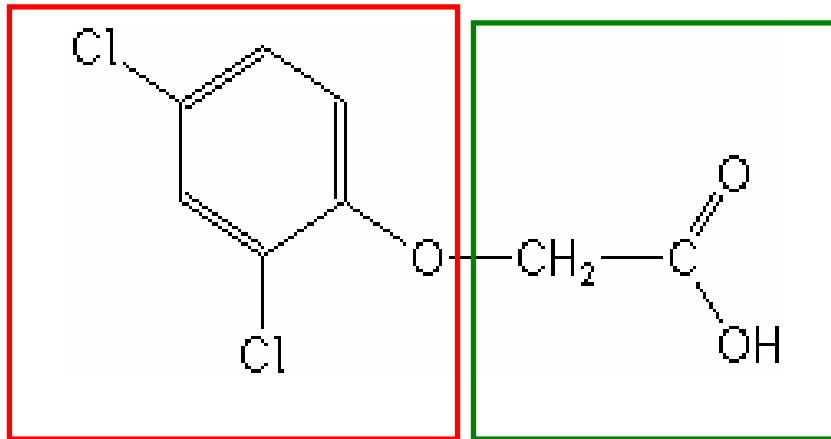
## **5. Κινολινικά καρβοξυλικά οξέα (quinclorac, quinmerac)**

## **6. Διάφορα (benazolin, chlorfenac)**

# Φαινοξυ-αλκανοικά οξέα

Ανακαλύφθηκαν το 1942 όταν παρατηρήθηκε ότι το 2,4 διχλωροφαίνοξυ-οξικό οξύ είχε τις ίδιες ιδιότητες με την ενδογενή αυξίνη (IAA) με την διαφορά ότι δεν μεταβολιζόταν τόσο γρήγορα στο εσωτερικό του φυτού

**ΧΗΜΙΚΗ ΔΟΜΗ:** Αποτελούνται από υποκατεστημένο φαινυλικό δακτύλιο που ενώνεται μέσω ατόμου οξυγόνου με αλειφατικό οξύ



## Φυσικοχημικές Ιδιότητες

Στην φυσική τους μορφή έχουν χαμηλή υδατοδιαλυτότητα αλλά τυποποιούνται ως άλατα με μεταλλικά ιόντα, αμμωνία ή αμίνες που έχουν αυξημένη διαλυτότητα

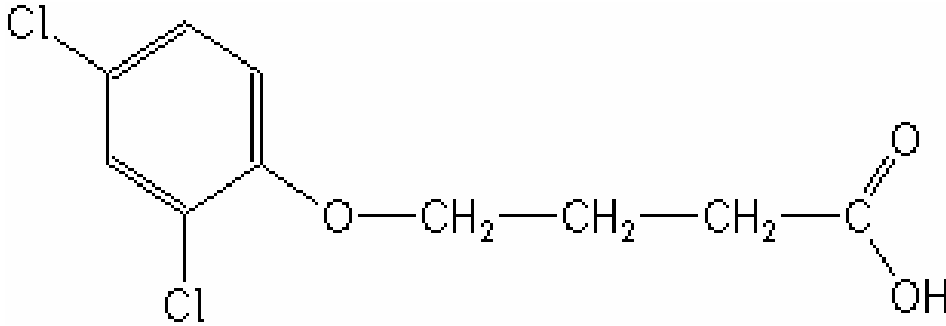
## Φάσμα Δράσης

Αποτελεσματικά εναντίον ετήσιων και πολυετών πλατύφυλλων ζιζανίων σε αγροστώδεις ή ανθεκτικές πλατύφυλλες καλλιέργειες

# Φαινοξυ-βουτυρικά οξέα

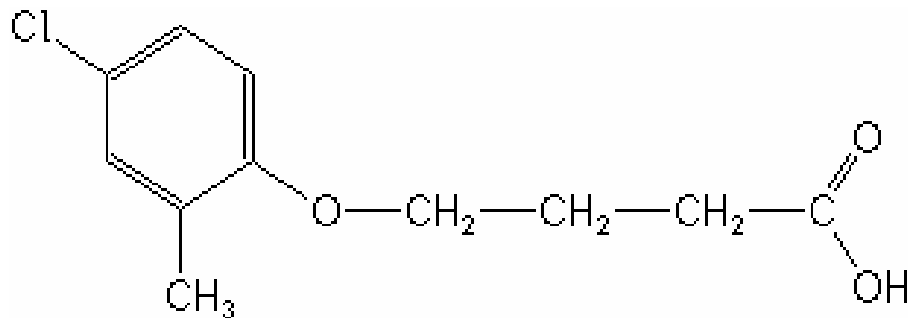
## 2,4-DB (2,4, δίχλωρο βουτυρικό οξύ)

Εφαρμόζεται στη **μηδική** στο στάδιο του 1-4 σύνθετων φύλλων για την καταπολέμηση πλατύφυλλων ζιζανίων. Η βόσκηση της μηδικής απαγορεύεται για ένα τουλάχιστο μήνα μετά την εφαρμογή.



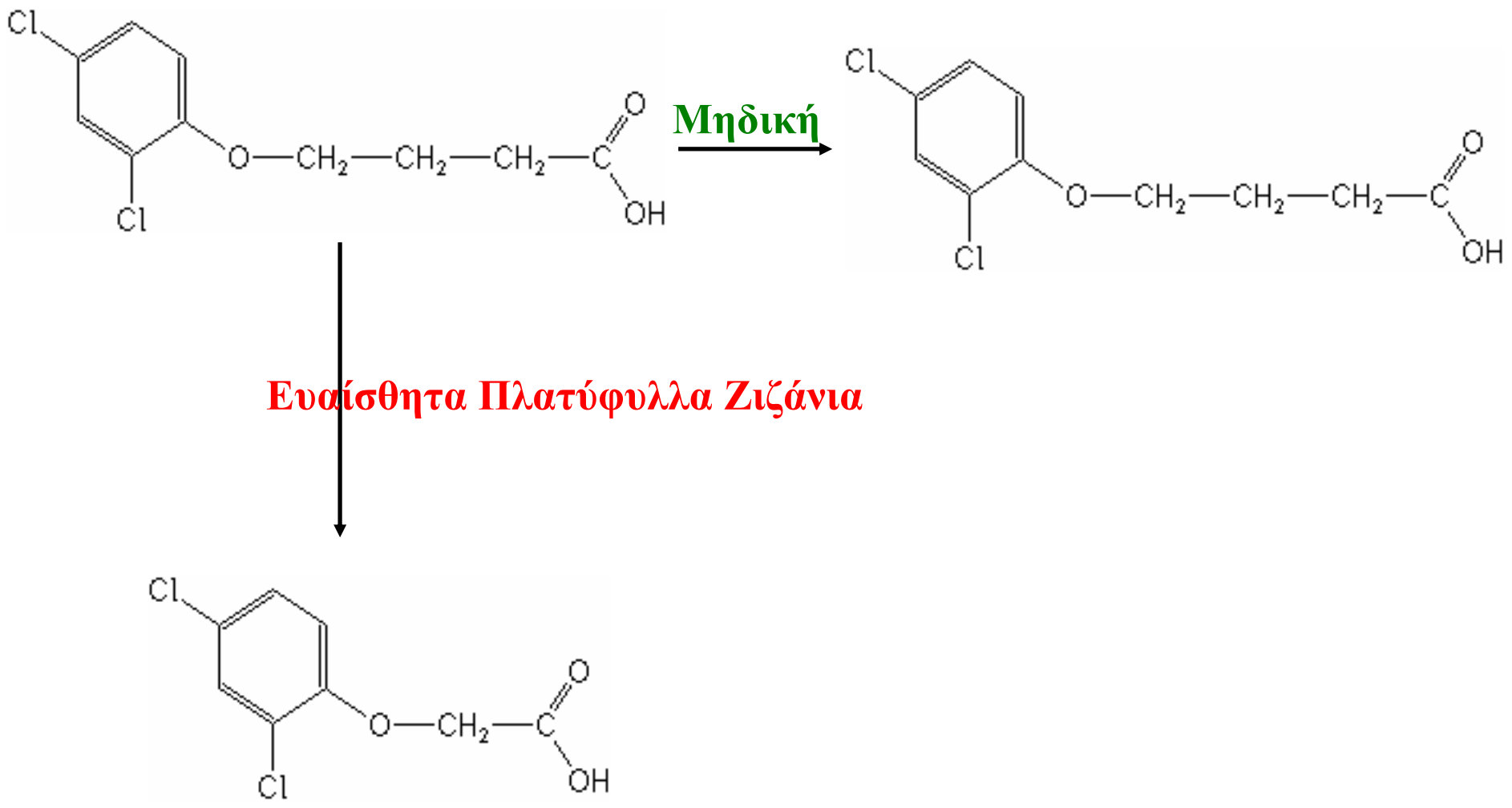
## MCPB (μέθυλο, χλώρο φαίνοξυ-βουτυρικό οξύ)

Δεν εφαρμόζεται στην Ελλάδα



# ΕΚΛΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΦΑΙΝΟΞΥ-ΒΟΥΤΥΡΙΚΩΝ

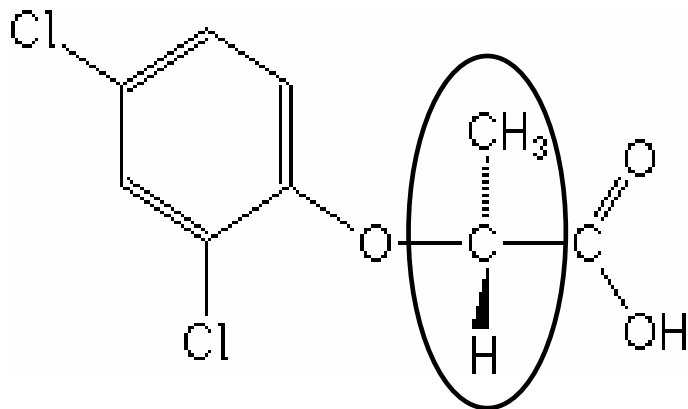
Τα ψυχανθή όπως η μηδική, είναι ανθεκτικά στα φαινοξυβουτυρικά 2,4-DB, MCPB, διότι δεν έχουν την δυνατότητα να πραγματοποιήσουν β-οξείδωση που ενεργοποιεί τα φαινοξυ-βουτυρικά



## Φαίνοξυ-προπιονικά οξέα

Αποτελούν ιδιαίτερη ομάδα των φαινοξυ-αλκανοϊκών οξέων διότι στο προπιονικό τμήμα του μορίου τους έχουν ασύμμετρο άτομο άνθρακα

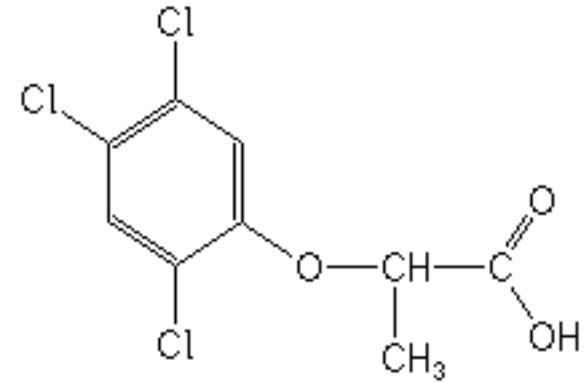
Τα φαίνοξυ-προπιονικά είναι μίγματα οπτικών ισομερών εκ των οποίων **μόνο τα R-ισομερή έχουν ζιζανιοκτόνο δράση**





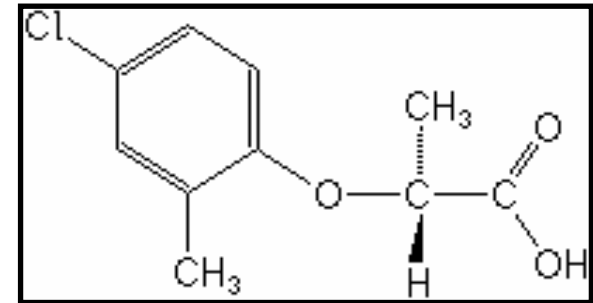
## Fenoprop (2,4,5-TP)

Ανάλογο του 2,4,5-T και χρησιμοποιείται και αυτό για την καταπολέμηση θαμνωδών και δενδρωδών πολυετών ζιζανίων



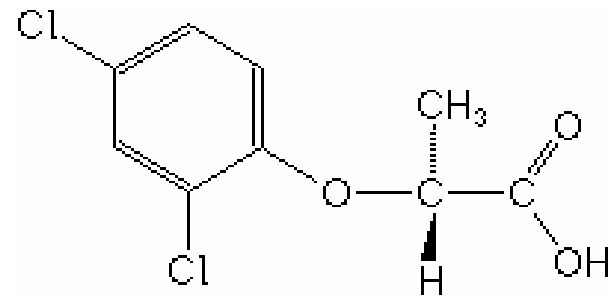
## Mecoprop

Ανάλογο του MCPA και χρησιμοποιείται μεταφυτρωτικά σε σιτάρι, κριθάρι ως μίγμα με άλλα ζιζανιοκτόνα όπως bromoxynil, cyanazine, isoproturon



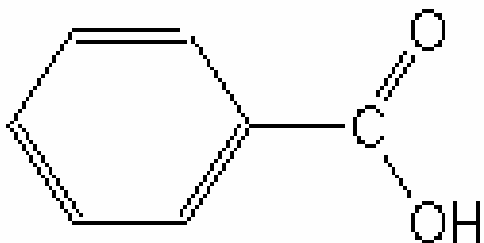
## Dichlorprop

Ανάλογο του 2,4-D και χρησιμοποιείται τον χειμώνα στα σιτηρά σε μίγμα με το bentazone



# Παράγωγα του βενζοϊκού οξέος

Παράγωγα του βενζοϊκού οξέος με δύο ή τρεις υποκαταστάτες Cl<sup>-</sup> έχουν και αυτά ορμονική δράση



Μέλη της ομάδας αυτής είναι:

1. **2,3,6-TBA**
2. **Chloramben**
3. **Dicamba (Banvel)**

# Τρόπος – Μηχανισμός Δράσης

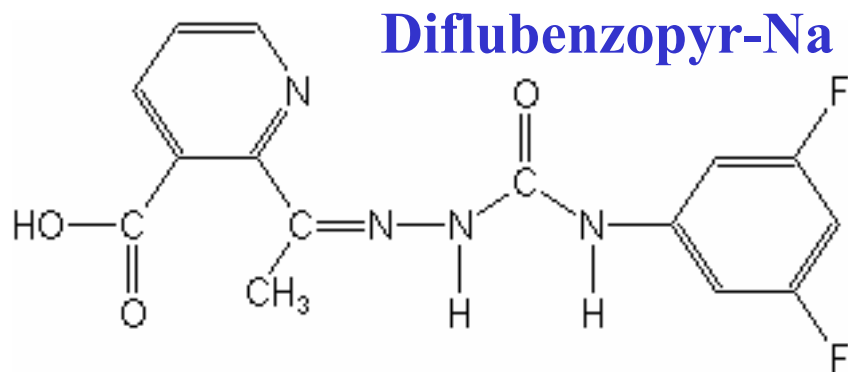
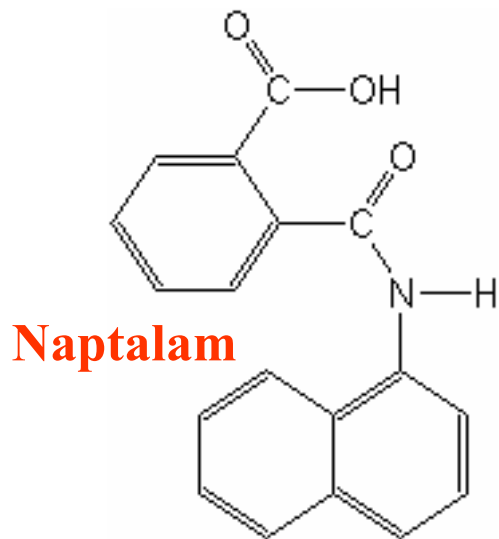
Η αλληλουχία των αντιδράσεων που ακολουθούν είναι οι εξής:

1. Ενεργοποίηση του ενζύμου αμινοκυκλοπροπανική συνθάση (ACC-synthase)
2. Ταχύτατη παραγωγή ACC και υπερπαραγωγή αιθυλενίου
3. Συστροφή των φύλλων και σημάδια πρόωρης γήρανσης
4. Βιοσύνθεση αμπισισικού οξέος (ABA) και μετακίνηση του διασυστηματικά σε όλο το φυτό
4. Κλείσιμο των στοματίων, αναστολή χρήσης  $\text{CO}_2$  για παραγωγή βιομάζας,
5. Σχηματισμός  $\text{H}_2\text{O}_2$  που ελευθερώνει ενεργοποιημένο  $\text{O}_2$  και υπεροξείδωση των λιπαρών οξέων των κυτταρικών μεμβρανών
6. Καταστροφή των φυτικών ιστών και νέκρωση του φυτού



# Naptalam, Diflubenzopyr-Na

Παρουσιάζονται μαζί γιατί έχουν το ίδιο τρόπο και μηχανισμό δράσης που διαφέρει από τα άλλα ορμονικά ζιζανιοκτόνα



# Τρόπος-Μηχανισμός Δράσης diflufenzopyr

Αναστέλλουν την μετακίνηση της ενδογενούς αυξίνης IAA από τα ακραία μεριστώματα όπου και παράγεται στη βάση του φυτού και στις ρίζες.

Τα δύο αυτά ζιζανιοκτόνα δεσμεύονται στην πρωτεΐνη που ελέγχει την μεταφορά της IAA από το ένα κύτταρο στο άλλο και τελικά στο φλοίωμα



υπερβολική συγκέντρωση IAA στα ακραία μεριστώματα



χλώρωση και αναστολή της ανάπτυξης και γεωτροπισμό

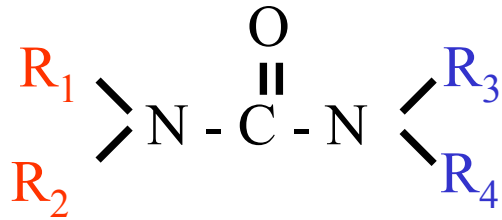
*Το diflufenzopyr χρησιμοποιείται σε μίγματα με άλλα ορμονικά ζιζανιοκτόνα όπως τα **dicamba, quinclorac, picloram** και μεγιστοποιεί την δράση τους ενώ ταυτόχρονα έχει βρεθεί ότι αυξάνει και την εκλεκτικότητα τους*

# **Ζιζανιοκτόνα αναστολείς Φωτοσύνθεσης - Φωτοσύστημα II**

- **Παράγωγα Ουρίας (linuron, diuron, isoproturon)**
- **Τριαζίνες (simazine, prometryne)**
- **Καρβοξανιλίδια (propanil)**
- **Ουρακίλες (bromacil)**
- **Βενζονιτρίλια (bromoxynil)**
- **Φαινυλοπυριδαζινόνες (pyridate, pyridafol)**
- **Δις-καρβαμιδικά (desmedipham)**
- **Bentazone, Chloridazon**

# Ζιζανιοκτόνα παράγωγα της ουρίας

Τα μέλη αυτής της ομάδας περιέχουν στο μόριο τους την ομάδα της ουρίας



Όπου  $\text{R}_3, \text{R}_4$  1)  $-\text{CH}_3$  (monuron)

2)  $-\text{OCH}_3$  και  $-\text{CH}_3$  (linuron)

3) υδρογόνο και δακτύλιος (siduron)

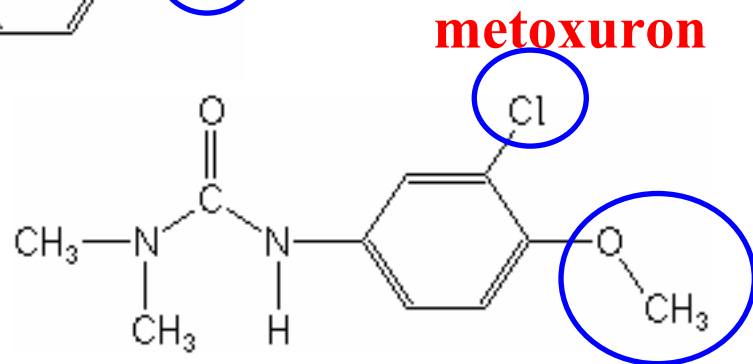
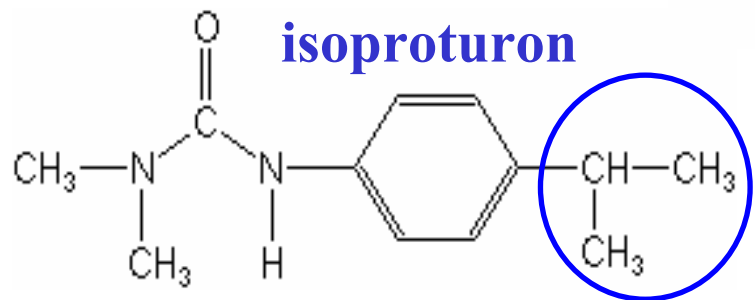
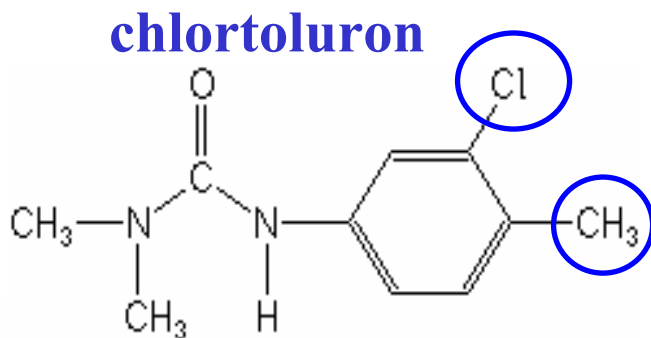
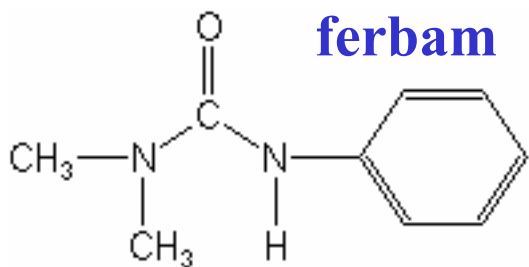
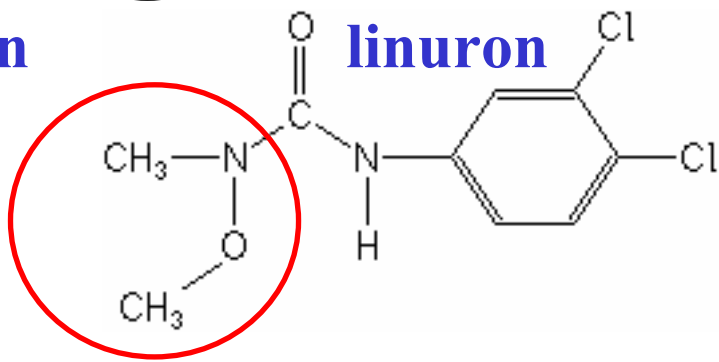
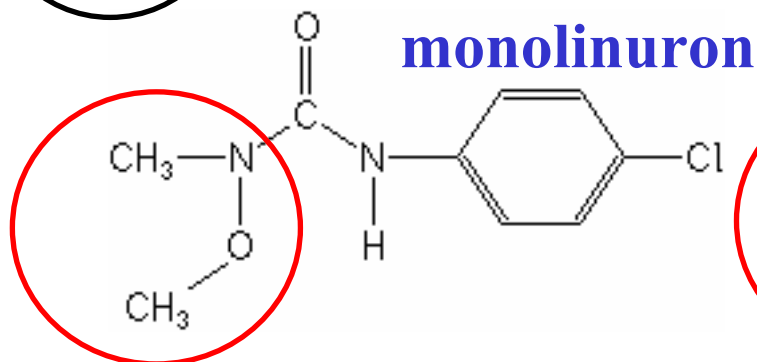
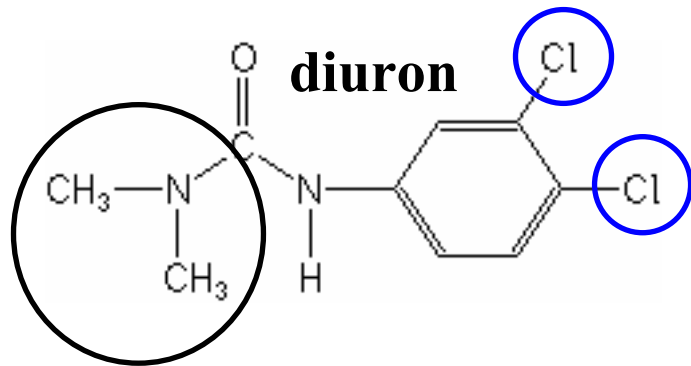
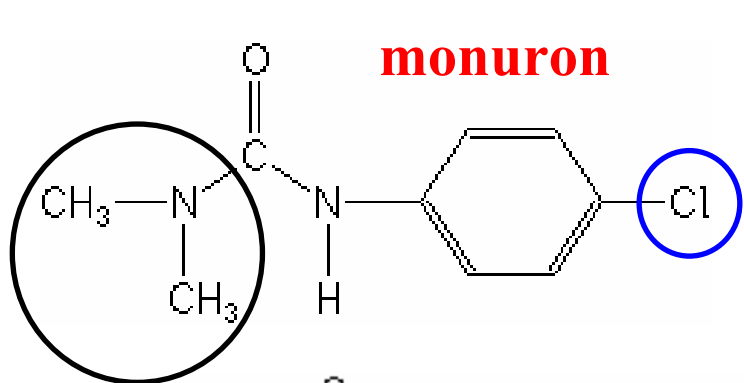
$\text{R}_1=\text{H}$ ,  $\text{R}_2$  αλογονωμένος (Cl, Br) ή μεθυλιωμένος φαινυλικός δακτύλιος (φαινυλουρίες) – diuron, linuron ή isoproturon

Μπορεί  $\text{R}_2$  να είναι δύο φαινυλικοί δακτύλιοι ενωμένοι με οξυγόνο (φαινοξυφαινυλουρίες - difenoxuron)

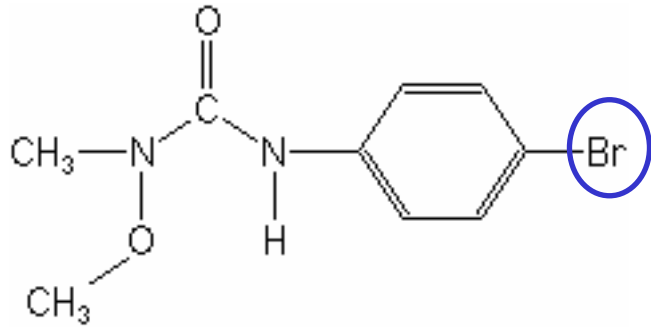
## ΧΡΗΣΕΙΣ

Διασυστηματικά μη εκλεκτικά ζιζανιοκτόνα εδάφους που εφαρμόζονται συνήθως προφυτρωτικά **εναντίον ετησίων πλατύφυλλων ζιζανίων**

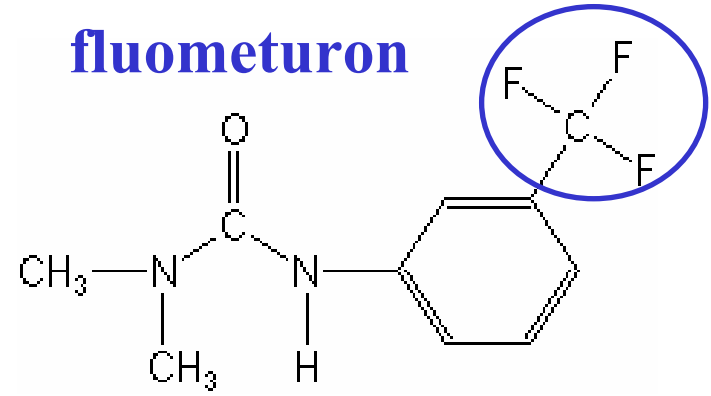




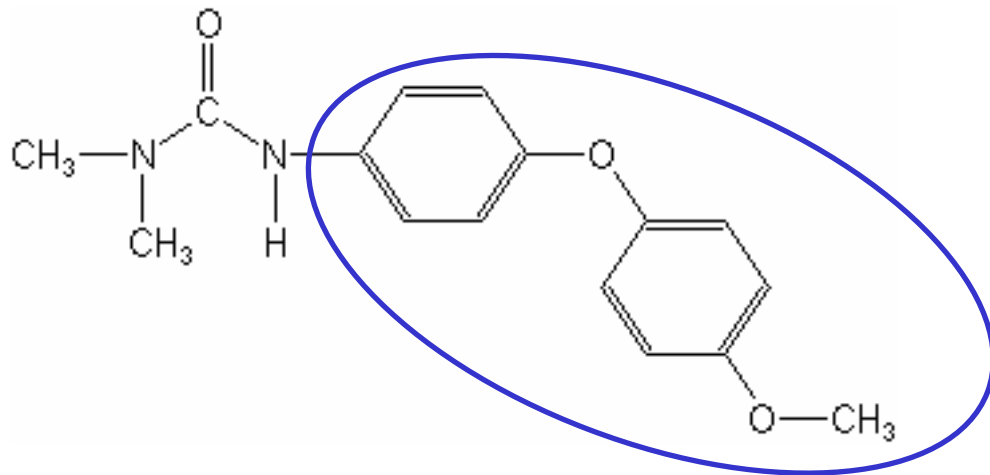
**metobromuron**



**fluometuron**

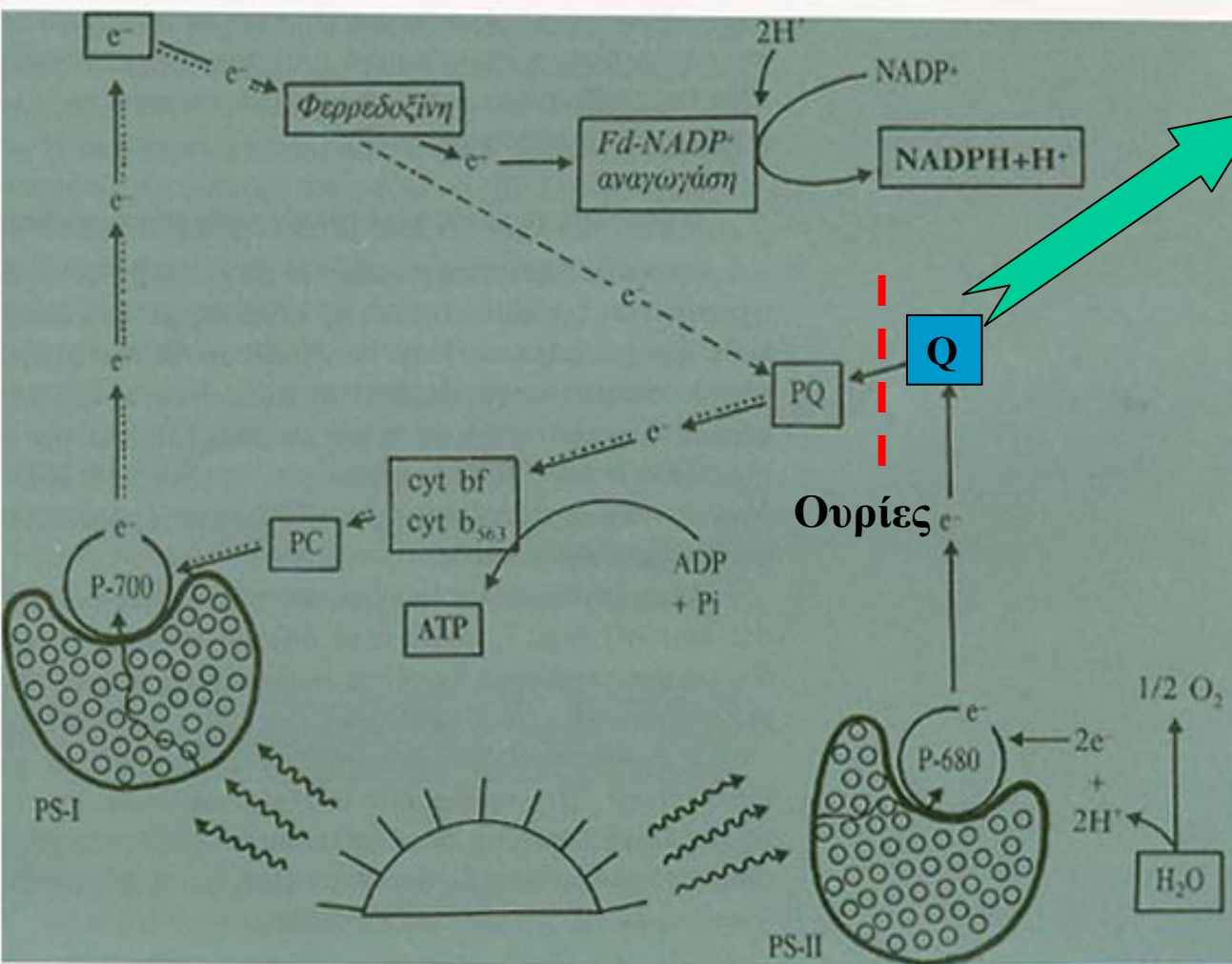


**difenoxuron**



# Τρόπος-Μηχανισμός Δράσης Ουριών, Τριαζινών και λοιπών αναστολέων του Φωτοσυστήματος II

Αναστέλλουν την φωτοσύνθεση παρεμποδίζοντας την ροή ηλεκτρονίων στο φωτοσύστημα II μεταξύ του συστήματος Q και της Πλαστοκινόνης (PQ).



Διακοπή ροής e<sup>-</sup> στο Φωτοσύστημα II

Σχηματισμός ενεργοποιημένων μορίων χλωροφύλλης

Αντίδραση ενεργοποιημένης χλωροφύλλης με O<sub>2</sub>

Παραγωγή ενεργοποιημένου O<sub>2</sub>

Υπεροξείδωση και καταστροφή μεμβρανών

# Τριαζινικά ζιζανιοκτόνα

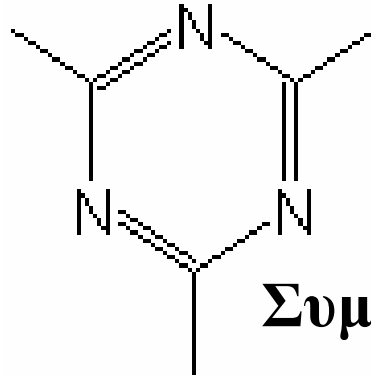
Ανακαλύφθηκαν το 1955 και εξελίχθηκαν σε μια από τις σημαντικότερες ομάδες ζιζανιοκτόνων

## ΧΡΗΣΕΙΣ

Εκλεκτικά ζιζανιοκτόνα εδάφους αποτελεσματικά εναντίων ετησίων αγροστωδών και πλατυφύλλων ζιζανίων

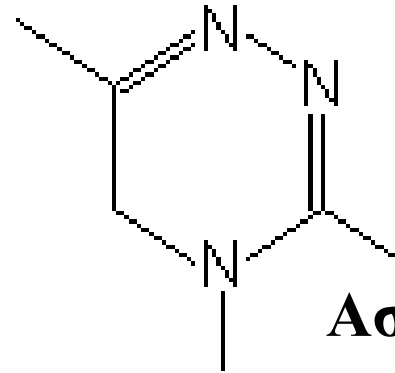
# ΧΗΜΙΚΗ ΔΟΜΗ ΤΡΙΑΖΙΝΩΝ

Περιέχουν χαρακτηριστικό εξαμελή ετεροκυκλικό δακτύλιο με 3 άτομα N



Συμμετρικές

Cl ή SCH<sub>3</sub> ή OCH<sub>3</sub>

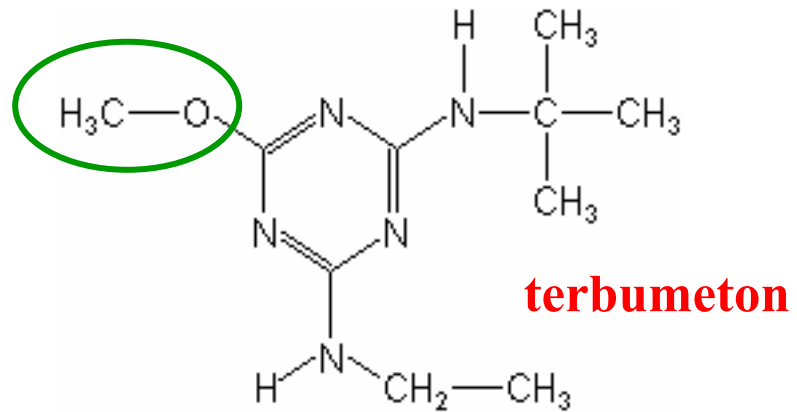
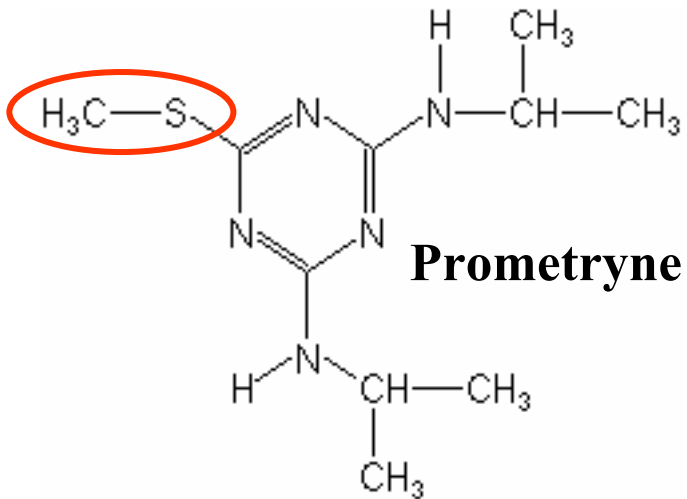
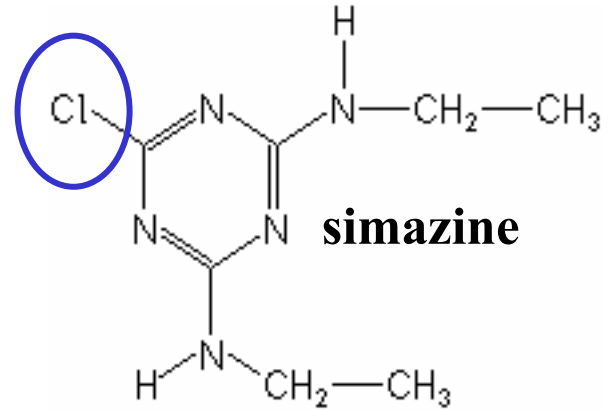
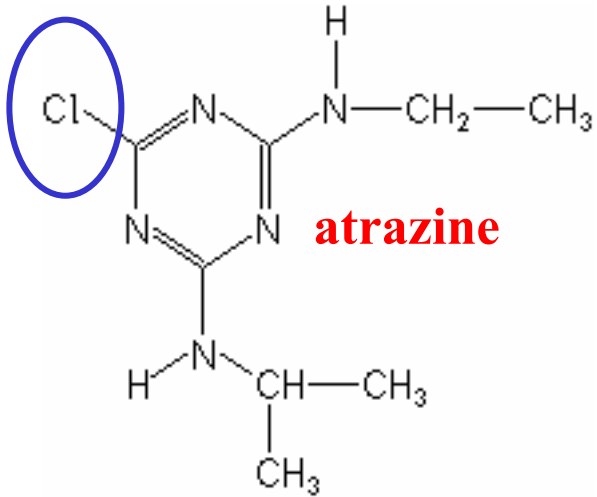


Ασύμμετρες

Διακρίνονται αρχικά σε **συμμετρικές** (πιο σημαντικές) και **ασύμμετρες** τριαζίνες ανάλογα με τη θέση των ατόμων στον τριαζινικό δακτύλιο

Οι συμμετρικές τριαζίνες ανάλογα με τον υποκαταστάτη στη θέση 2 διακρίνονται

- Χλωροτριαζίνες (-Cl) με κατάληξη **-zine**
- Θειοαλκυλο-τριαζίνες (-SR) με κατάληξη **-tryne**
- Μέθοξυ-τριαζίνες (-OCH<sub>3</sub>) με κατάληξη **-ton**



## ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

Οι τριαζίνες συμπεριφέρονται σαν ασθενείς βάσεις σε υδατικά διαλύματα

Η υδατοδιαλυτότητα των τριαζινών εξαρτάται:

- 1) Από τον υποκαταστάτη στη θέση 2 του δακτυλίου και μειώνεται με την ακόλουθη σειρά χλωρο < θειομέθυλο < μεθοξυ τριαζίνες
- 2) Από το pH του μέσου που είναι διαλυμένες
- 3) Από το μέγεθος των αλκυλο υποκαταστατών του τριαζινικού δακτυλίου

## ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ

Οι τριαζίνες σε **όξινο pH (χαμηλότερο του pKa)** έχουν θετικό φορτίο, προσροφούνται στα συστατικά της αργίλου του εδάφους και η μετακίνηση και αποικοδόμηση τους στο έδαφος είναι περιορισμένη

Σε **ουδέτερα και αλκαλικά εδάφη** βρίσκονται σε μη ιονισμένη μορφή συνεπώς η περιεκτικότητα των εδαφών σε οργανική ουσία καθορίζει την ποσότητα τους που θα προσροφηθεί στα εδαφικά κολλοειδή και την ποσότητα που παραμένει στο εδαφικό διάλυμα

# Τρόπος-Μηχανισμός Δράσης

**Αναστέλλουν την φωτοσύνθεση παρεμβαίνοντας στην ροή ηλεκτρονίων στο φωτοσύστημα II (όπως ακριβώς και τα παράγωγα της ουρίας)**

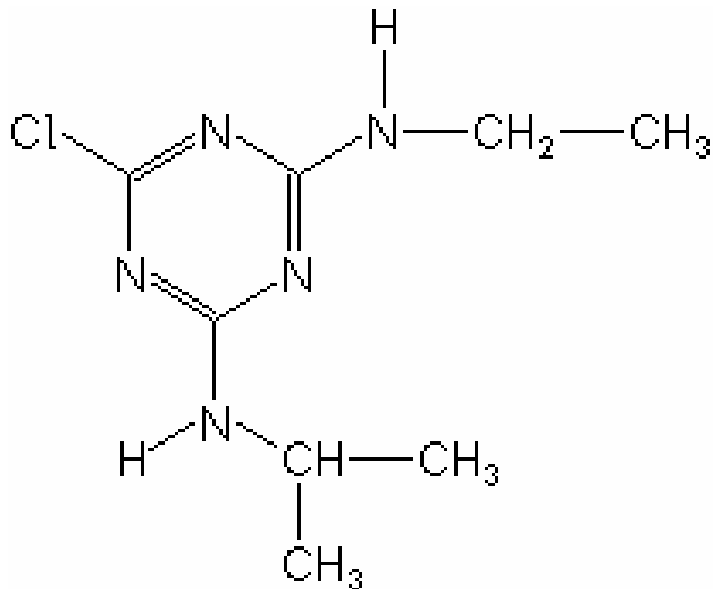


# Χλωροτριαζίνες

## Atrazine

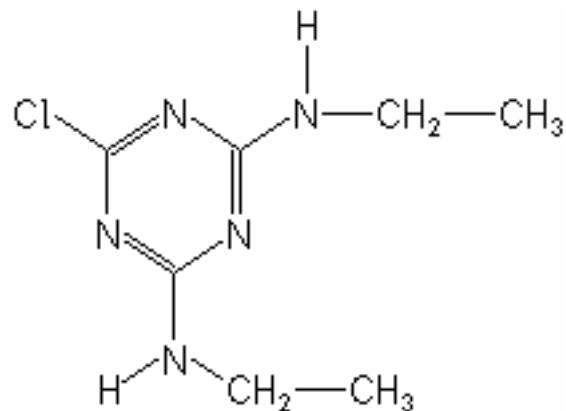
Το σημαντικότερο ζιζανιοκτόνο παγκοσμίως για τον αραβόσιτο  
Εφαρμόζεται προφυτρωτικά στον αραβόσιτο αμέσως μετά την σπορά  
Χρησιμοποιείται για καθολική ζιζανιοκτονία σε μη γεωργικές εκτάσεις

Η χρήση του έχει απαγορευθεί σε αρκετές ευρωπαϊκές χώρες (Δανία, Ιταλία)  
λόγω της συχνής εμφάνισης του σε υψηλές συγκεντρώσεις στα υπόγεια και  
επιφανειακά νερά που χρησιμοποιούνται ως πόσιμα



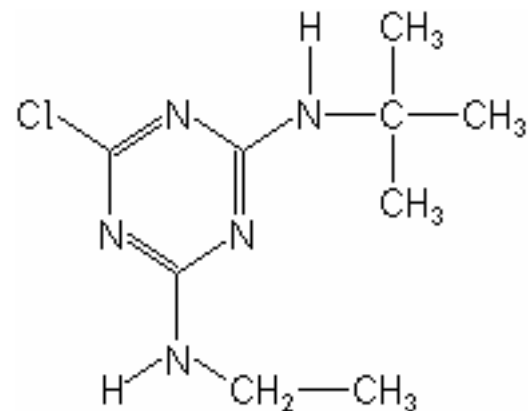
## Simazine

Εφαρμόζεται κυρίως σε δενδρώδεις καλλιέργειες όπως αμπέλι, αμυγδαλιά, αχλαδιά, βερυκοκιά.



## Terbuthylazine

Σε πολλές χώρες της Ευρώπης χρησιμοποιήθηκε ως αντικαταστάτης του atrazine αλλά η ανίχνευση του στα υπόγεια και επιφανειακά νερά των παρακείμενων περιοχών περιόρισε την χρήση του

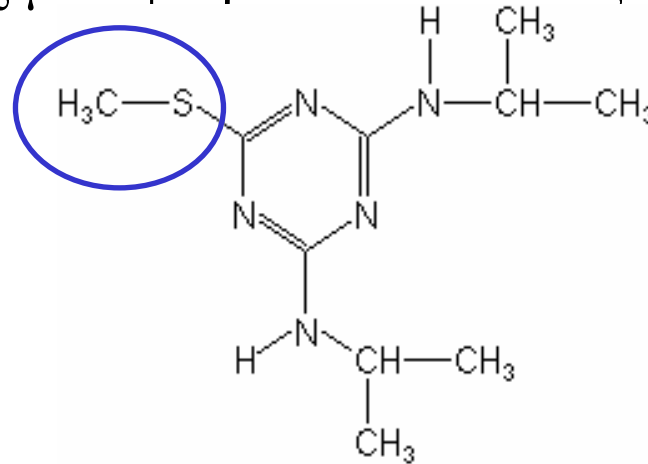


# Θειομέθυλο τριαζίνες

## Prometryne

Χρησιμοποιείται αμέσως μετά την σπορά βαμβακιού.

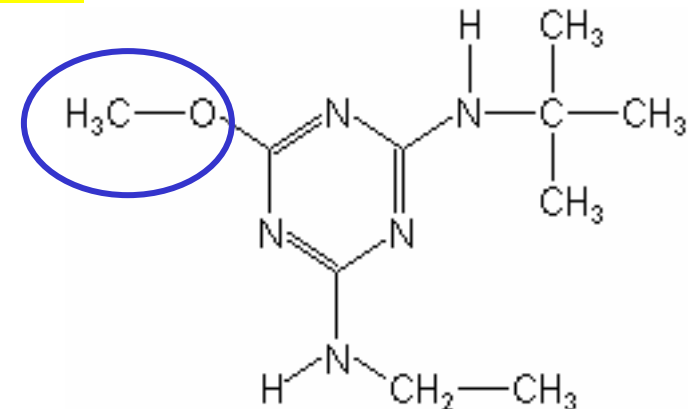
Είναι αποτελεσματικό και όταν εφαρμόζεται στο φύλλωμα και για αυτό εφαρμόζεται και νωρίς μεταφυτρωτικά όταν τα ζιζάνια είναι σε νεαρό στάδιο



# Μεθοξυ-τριαζίνες

## Terbumeton

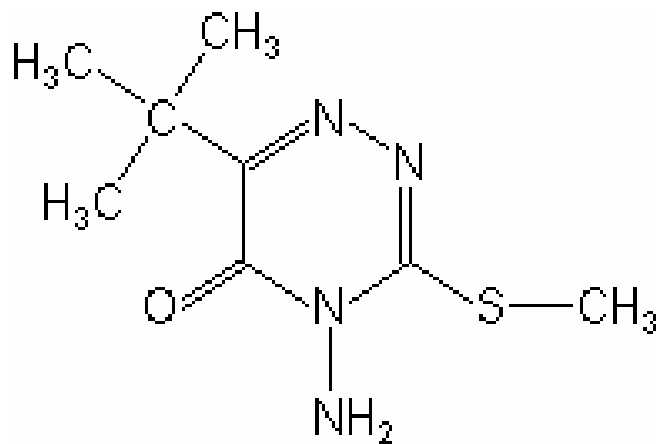
Ζιζανιοκτόνο εδάφους και φυλλώματος που χρησιμοποιείται σε μίγμα με terbuthylazine για αμπέλια ηλικίας άνω των 4 ετών. Εφαρμόζεται τον χειμώνα πριν από την έναρξη των βροχών



# Ασύμμετρες τριαζίνες

## Metribuzin (Sengor)

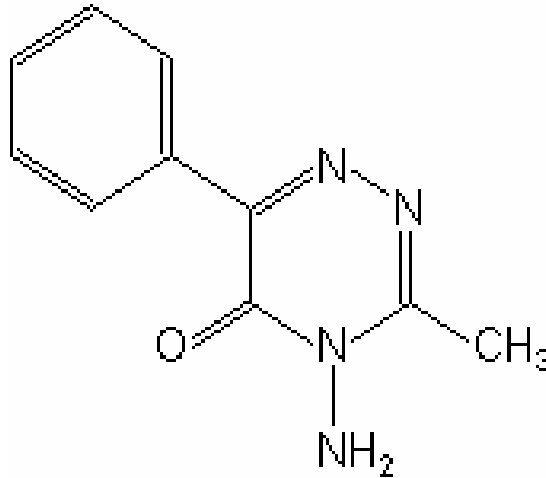
Ζιζανιοκτόνο εδάφους και φυλλώματος που χρησιμοποιείται σε πατάτα προφυτρωτικά ή μεταφυτρωτικά



# Ασύμμετρες τριαζίνες

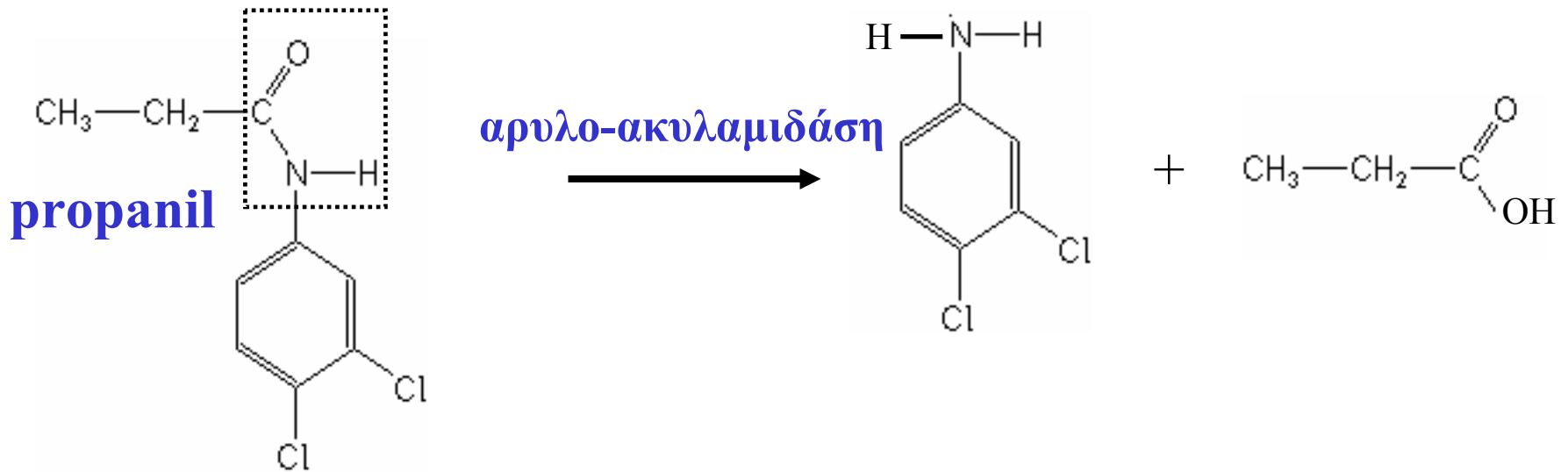
## Metamitron (Goldix)

Στην Ελλάδα χρησιμοποιείται στα ζαχαρότευτλα προφυτρωτικά αλλά και μεταφυτρωτικά



# Καρβοξανιλίδια

Με βάση την χημική τους δομή είναι ουρίες κατά το ήμισυ και δρουν αναστέλλοντας την φωτοσύνθεση στο **Φωτοσύστημα II**



Το κυριότερο μέλος της ομάδας είναι το εκλεκτικό στο ρύζι propanil.

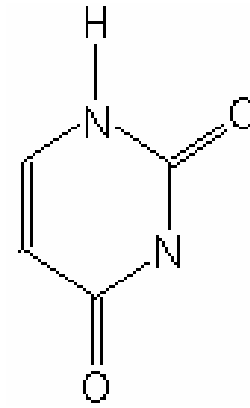
Η εκλεκτικότητα οφείλεται στο ένζυμο **αρυλο-ακυλαμιδάση** που έχει το ρύζι και υδρολύει ταχύτατα το propanil ενώ δεν υπάρχει στα ζιζάνια του ρυζιού

Η δράση του ενζύμου αναστέλλεται από καρβαμικά εντομοκτόνα

# Ουρακίλες

Αναπτύχθηκαν από τη Du Pont μετά το 1960

**Bromacil - Lenacil - Terbacil**



Αποτελεσματικά εναντίον ετησίων **αγροστωδών και πλατύφυλλων ζιζανίων** αλλά και ορισμένων πολυετών (**bromacil, terbacil**) - ειδικά αν της εφαρμογής προηγηθεί κατεργασία του εδάφους

**Εφαρμόζονται στό έδαφος** και προσλαμβάνονται από τις ρίζες των φυτών και μετακινούνται αποπλαστικά με το ρεύμα διαπνοής

## Τροπος-Μηχανισμος Δράσης

Δρουν ως αναστολείς της φωτοσύνθεσης

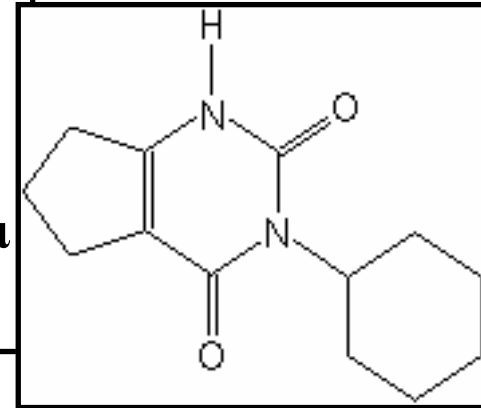
## Lenacil

Εφαρμογή σε ζαχαρότευτλα, παντζάρια, σπανάκι, φράουλα

Προσπαρτικά με ενσωμάτωση στα ζαχαρότευτλα

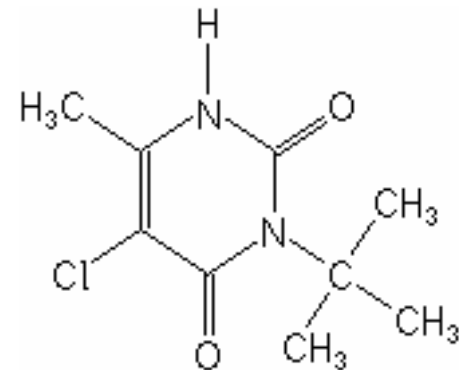
Μετά την σπορά και πριν το φύτευμα σε παντζάρια, σπανάκι

Τέλος χειμώνα εως την άνθηση στη φράουλα



## Terbacil

Εφαρμογή χειμώνα σε δενδρώδη είδη,  
τριανταφυλλιές, δύσμο, ρίγανη



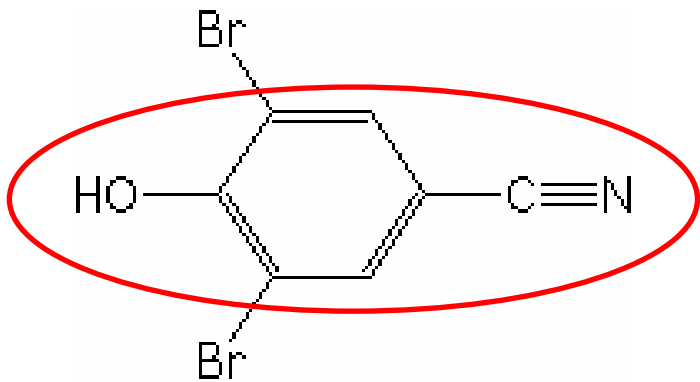


# Βενζονιτρίλια

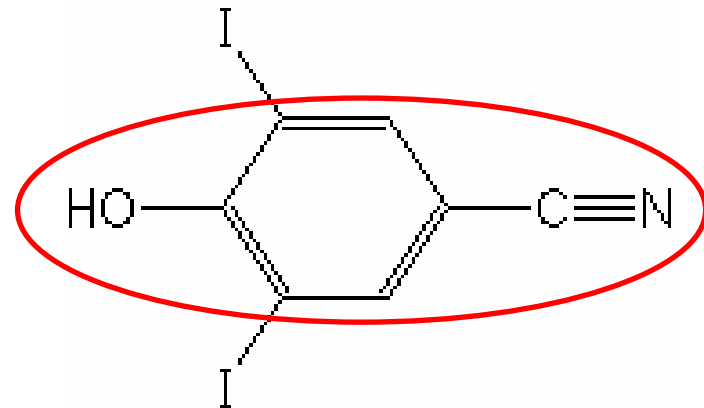
Έχει δύο μέλη: **Bromoxynil - Ioxynil**

**Ζιζανιοκτόνα φυλλώματος** με ελάχιστη συμπλαστική κίνηση

- Εφαρμόζονται στα σιτηρά για καταπολέμηση ετησίων πλατύφυλλων ζιζανίων
- Εφαρμόζονται σε μίγματα (bromoxynil+ioxynil ή bromoxynil-mecoprop)
- **Αναστέλλουν την φωτοσύνθεση των φυτών**



**Bromoxynil**

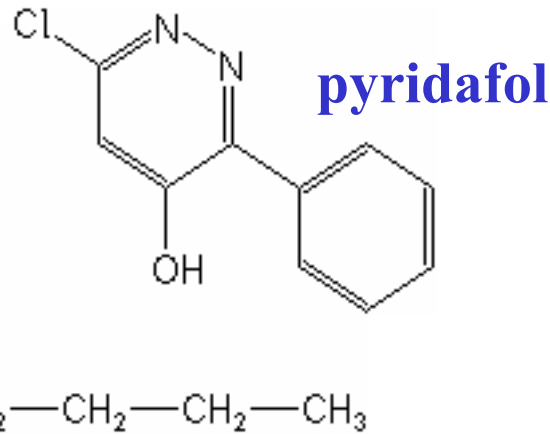
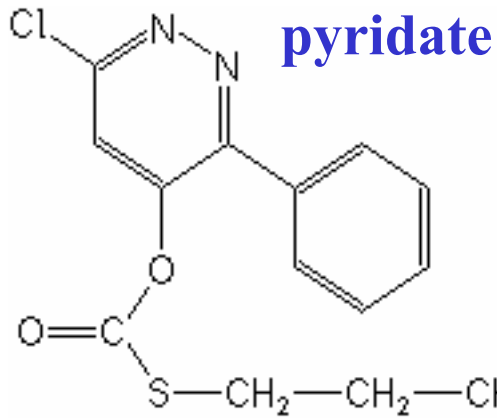
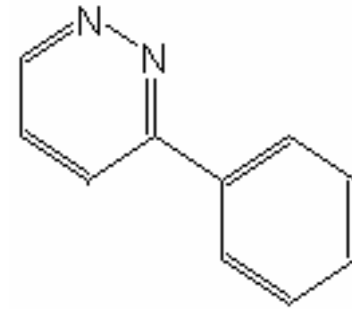


**Ioxynil**

# Φαινυλοπυριδαζίνες

Τα κυριότερα μέλη της ομάδας αυτής είναι

1. **Pyridate**
2. **Pyridafol**



Το **pyridate** χρησιμοποιείται ως εκλεκτικό ζιζανιοκτόνο και εφαρμόζεται μεταφυτρωτικά σε καλλιέργειες ρυζιού, σιταριού και αραβοσίτου για την καταπολέμηση αγροστωδών και πλατύφυλλων ζιζανίων

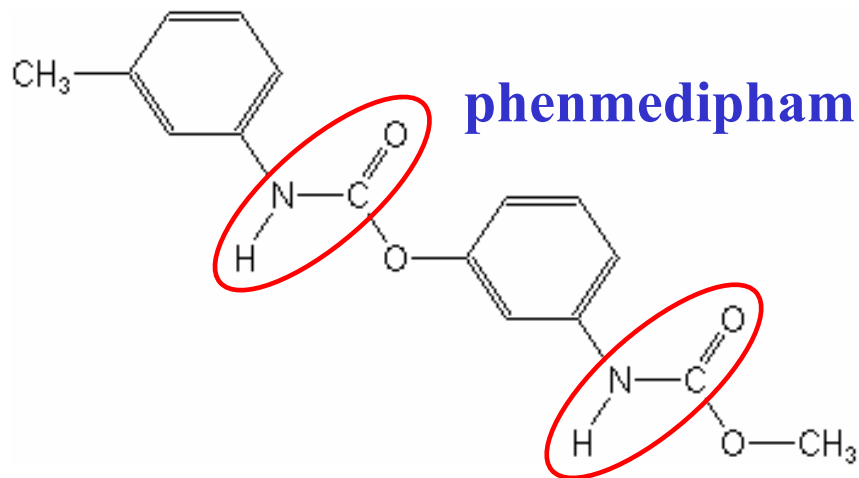
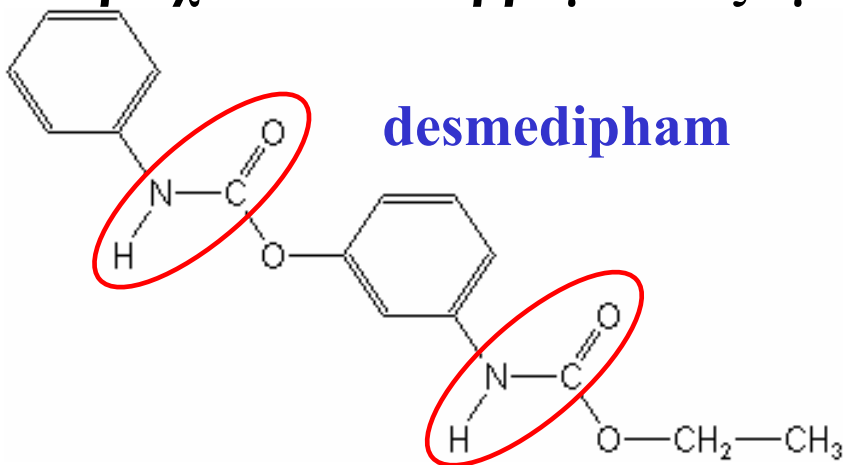
# Δις-καρβαμιδικά

Δύο είναι τα μέλη της ομάδας αυτής

1. Desmedipham

2. Phenmedipham

Περιέχουν δύο καρβαμιδικές ομάδες στο μόριο τους



Εκλεκτικά, διασυστηματικά **ζιζανιοκτόνα φυλλώματος** που απορροφούνται από τα φύλλα και κινούνται αποπλαστικά

Εφαρμόζονται μεταφυτρωτικά στα τεύτλα, **συνήθως ως μίγμα (Betanal)**, για την καταπολέμηση πλατύφυλλων ζιζανίων

*Τα ζιζανιοκτόνα ανάλογα με τον τρόπο - μηχανισμό δράσης τους διαχωρίζονται στις παρακάτω κατηγορίες:*

- 1. Ζιζανιοκτόνα που παρεμβάλλονται στο ορμονικό σύστημα των φυτών**
- 2. Ζιζανιοκτόνα αναστολείς της φωτοσύνθεσης στο Φωτοσύστημα II**
- 3. Ζιζανιοκτόνα αναστολείς της φωτοσύνθεσης στο Φωτοσύστημα I**
- 4. Ζιζανιοκτόνα που παρεμβάλλονται στην βιοσύνθεση καροτινοειδών**
- 5. Ζιζανιοκτόνα - αναστολείς του ενζύμου *PPG-O***
- 6. Ζιζανιοκτόνα που παρεμβαίνουν στην μίτωση**
- 7. Ζιζανιοκτόνα - αναστολείς σύνθεσης μεγαλομοριακών λιπαρών οξέων**
- 8. Ζιζανιοκτόνα - αναστολείς της βιοσύνθεσης λιπών (όχι ACC)**
- 9. Ζιζανιοκτόνα αναστολείς του ενζύμου ACC**
- 10. Ζιζανιοκτόνα - αναστολείς της βιοσύνθεσης κυτταρικών τοιχωμάτων**
- 11. Ζιζανιοκτόνα αναστολείς της βιοσύνθεσης αμινοξέων**

# Διπυριδία

Τα κυριότερα μέλη της ομάδας αυτής είναι:

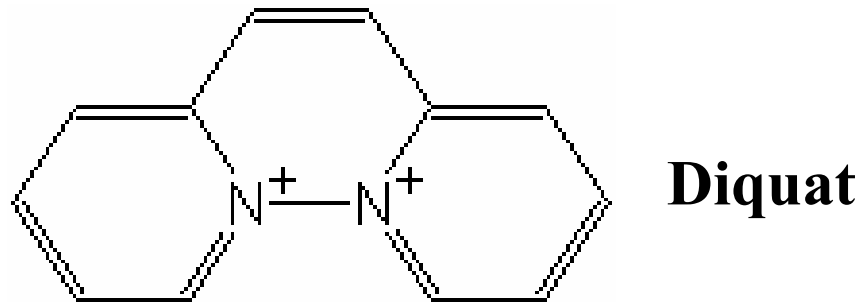
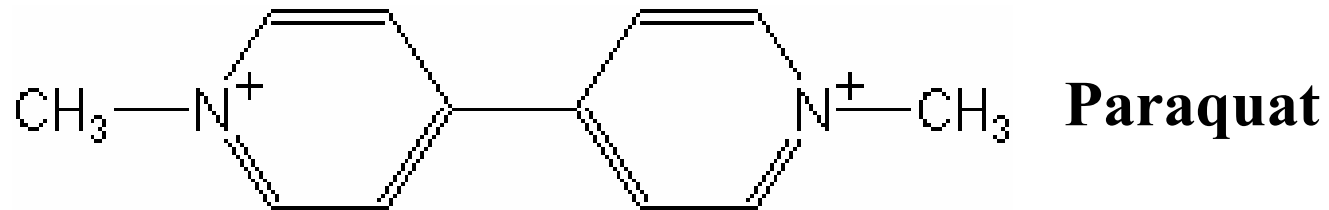
**1. Paraquat (GRAMOXONE)**

**2. Diquat (REGLONE)**

Είναι ευρέους φάσματος μη εκλεκτικά ζιζανιοκτόνα επαφής που εφαρμόζονται στο υπέργειο τμήμα του φυτού και το καταστρέφουν

# Διπυριδία

Τα μέλη της ομάδας αυτής είναι μη πτητικά με σχετικά υψηλή υδατοδιαλυτότητα (**paraquat, diquat 700 g/l**)



# Μεταβολισμός Διπυριδιλίων

Ο μεταβολισμός τους στα **φυτά** δεν έχει μελετηθεί λόγω του ότι προκαλούν ταχύτατη ξήρανση των υπεργείων φυτικών τμημάτων με τα οποία έρχονται σε επαφή

Στο **έδαφος** τα διπυριδίλια δεν μεταβολίζονται διότι λόγω του θετικού τους φορτίου προσροφόνται ισχυρά στα κολλοειδή της αργίλλου

Στα **θηλαστικά** προκαλεί καταστροφή των πνευμόνων και δεν υπάρχει αντίδοτο παρά μόνο απομάκρυνση με τη χρήση ενεργού άνθρακα

# Τρόπος Δράσης - Διπυριδυλίων

Τα διπυριδύλια είναι αδρανή στο σκοτάδι αλλά πολύ δραστικά παρουσία φωτός.

Η δράση τους είναι τόσο γρήγορη που εμποδίζεται η μετακίνηση τους στο εσωτερικό του φυτού.

**Εφαρμογή το απόγευμα ώστε το φάρμακο να μετακινηθεί εντός του φυτού πριν ενεργοποιηθεί το επόμενο πρωί.**



# Μηχανισμός Δράσης Διπυριδιλίων

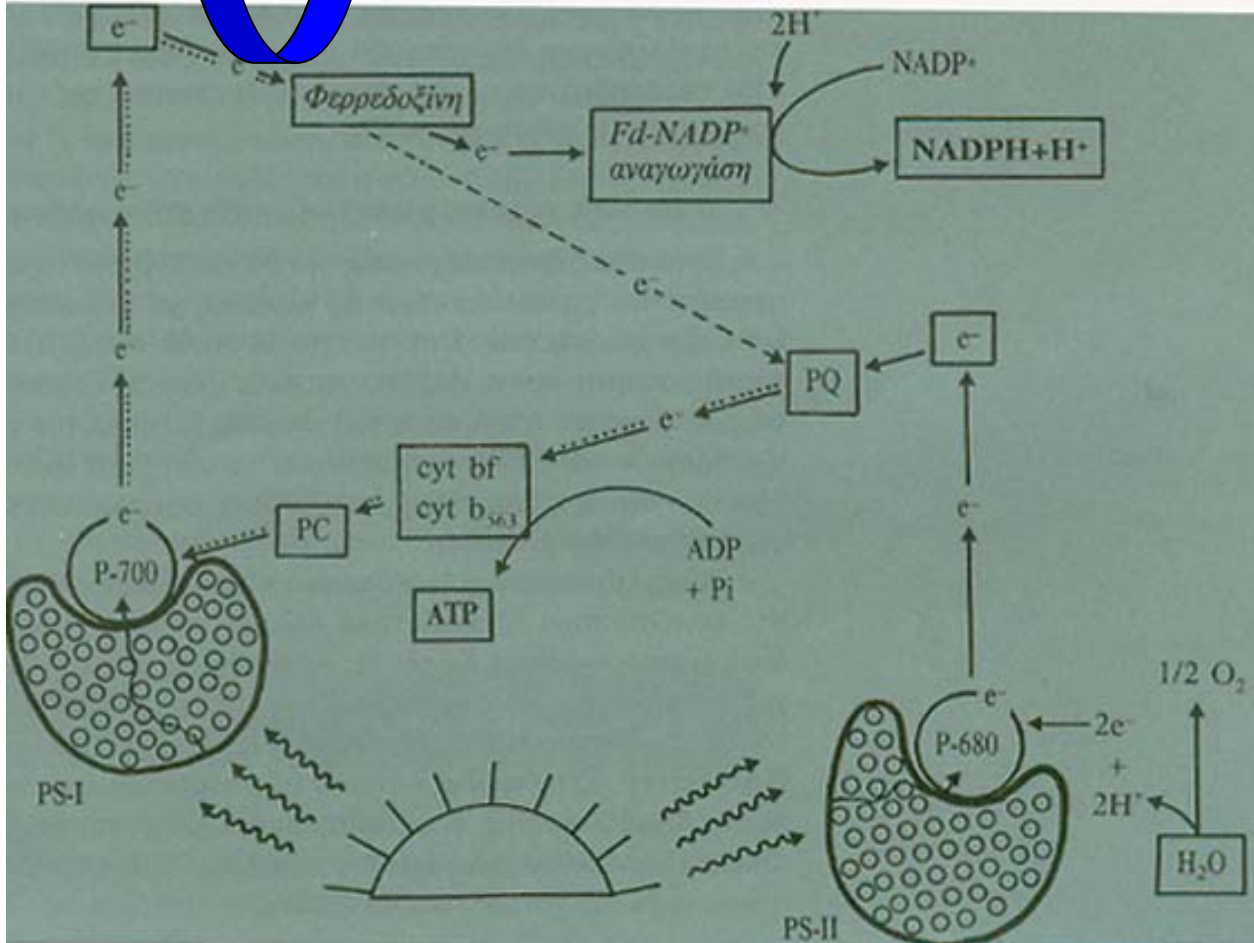
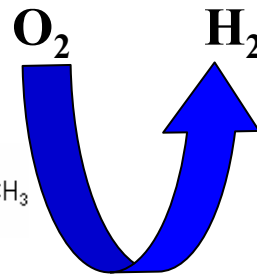
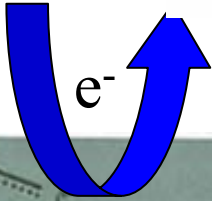
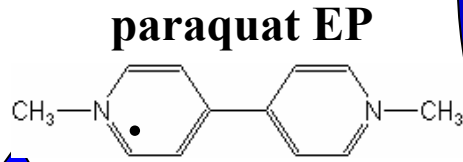
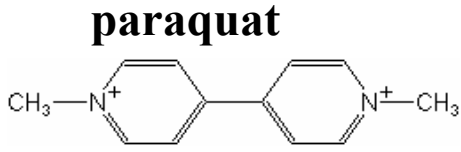
Τα διπυριδύλια βρίσκονται σε ιονισμένη μορφή στους χλωροπλάστες

Κατά την διάρκεια της φωτοσύνθεσης λαμβάνουν ηλεκτρόνια από την αναγωγική πλευρά του φωτοσυστήματος I και ανάγονται σε ελεύθερη ρίζα

Παρουσία  $O_2$  η ρίζα οξειδώνεται προς το αρχικό ιόν με παράλληλη παραγωγή

$H_2O_2$  που καταστρέφει τις κυτταρικές μεμβράνες των φυτικών κυττάρων

Υπεροξείδωση και  
καταστροφή  
κυτταρικών μεμβρανών



## **ΧΡΗΣΕΙΣ Paraquat & Diquat**

1. Με κατευθυνόμενο ψεκασμό μεταξύ των γραμμών δενδρωδών καλλιεργειών
2. Για καθολική καταπολέμηση ζιζανίων σε μη γεωργικές εκτάσεις
3. Ως αποξηραντικό φυλλώματος σε καλλιέργειες πατάτας, βαμβακιού και σόγιας για διευκόλυνση της συγκομιδής

**Τα ζιζανιοκτόνα ανάλογα με τον τρόπο - μηχανισμό δράσης τους διαχωρίζονται στις παρακάτω κατηγορίες:**

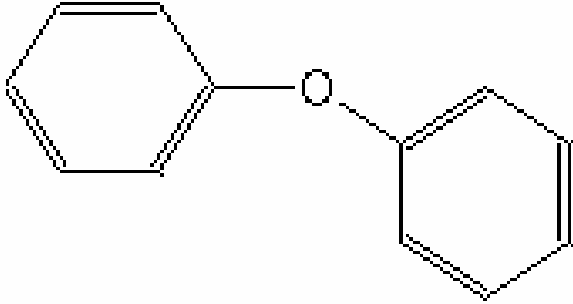
- 1. Ζιζανιοκτόνα που παρεμβάλλονται στο ορμονικό σύστημα των φυτών**
- 2. Ζιζανιοκτόνα αναστολείς της φωτοσύνθεσης στο Φωτοσύστημα II**
- 3. Ζιζανιοκτόνα αναστολείς της φωτοσύνθεσης στο Φωτοσύστημα I**
- 4. Ζιζανιοκτόνα που παρεμβάλλονται στην βιοσύνθεση καροτινοειδών**
- 5. Ζιζανιοκτόνα - αναστολείς του ενζύμου *PPG-O***
- 6. Ζιζανιοκτόνα που παρεμβαίνουν στην μίτωση**
- 7. Ζιζανιοκτόνα - αναστολείς σύνθεσης μεγαλομοριακών λιπαρών οξέων**
- 8. Ζιζανιοκτόνα - αναστολείς της βιοσύνθεσης λιπών (όχι ACC)**
- 9. Ζιζανιοκτόνα αναστολείς του ενζύμου ACC**
- 10. Ζιζανιοκτόνα - αναστολείς της βιοσύνθεσης κυτταρικών τοιχωμάτων**
- 11. Ζιζανιοκτόνα αναστολείς της βιοσύνθεσης αμινοξέων**

# **Αναστολείς του ενζύμου Οξειδάση του Πρωτο-πορφυρινογόνου (*PPG-O*)**

- 1. Διφαινυλαιθέρες (bifenox, nitrofen)**
- 2. N-φαινυλφθαλιμίδια (cinidon-ethyl, flumioxazin)**
- 3. Θειαδιαζόλες (thidiazimin)**
- 4. Οξαδιαζόλες (oxadiazon)**
- 5. Τριαζολινόνες (carfentrazone-ethyl)**
- 6. Οξαζολιδινεδιόνες (pentoxazone)**
- 7. Πυριμιδινοδιόνες (butafenacil)**

# Διφαινυλαιθέρες

Τα μέλη αυτής της ομάδας ζιζανιοκτόνων περιέχουν δύο φαινυλικούς δακτυλίους ενωμένους με ένα άτομο Ο (διφαινυλικός αιθέρας)



## ΧΡΗΣΕΙΣ

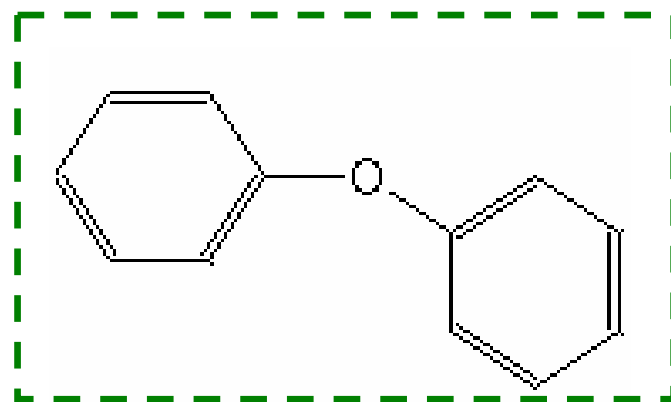
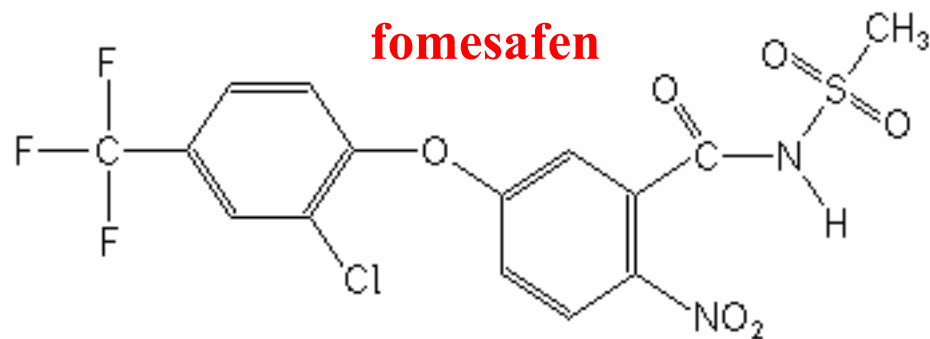
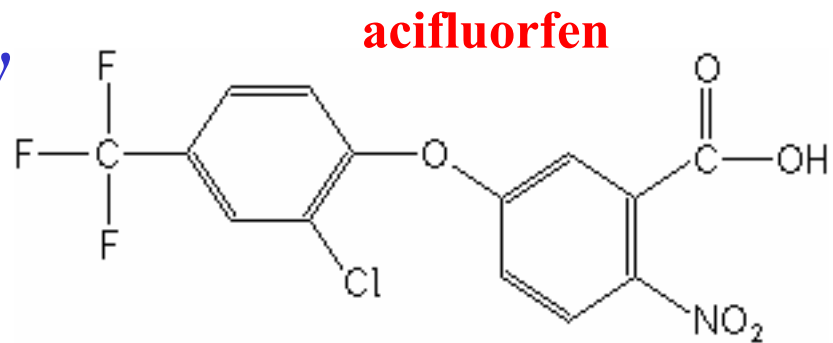
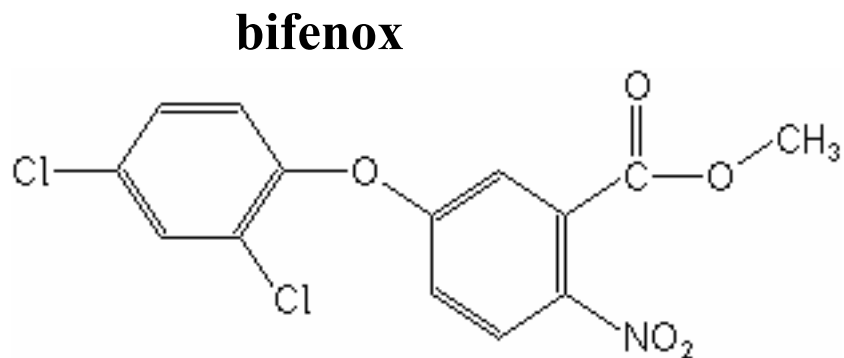
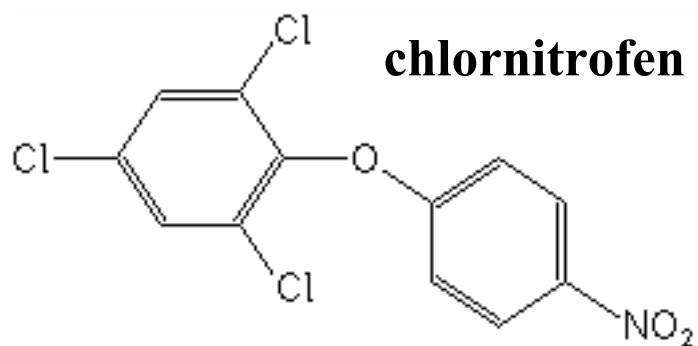
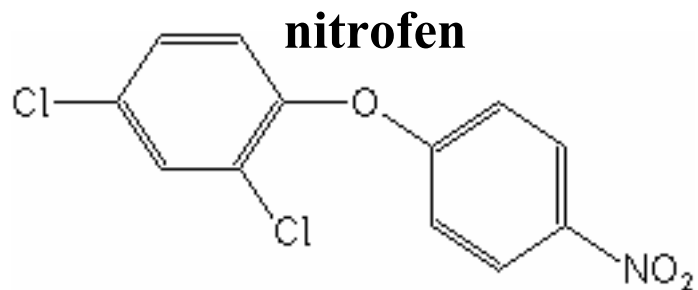
Εκλεκτικά ζιζανιοκτόνα εφαρμοζόμενα προφυτρωτικά συνήθως δια ενσωμάτωσης στο έδαφος. Χρησιμοποιούνται για την καταπολέμηση ετήσιων αγροστωδών και πλατύφυλλων ζιζανίων σε διάφορες καλλιέργειες

# Διφαινυλαιθέρες

Τα κυριότερα μέλη της ομάδας είναι:

1. **Bifenox** (κυκλοφορεί στην Ελλάδα)
2. **Oxyfluorfen** (κυκλοφορεί στην Ελλάδα)
3. **Nitrofen** (κυκλοφορεί στην Ελλάδα)
4. **Chlornitrofen**

# Χημική Δομή Διφαινυλικών



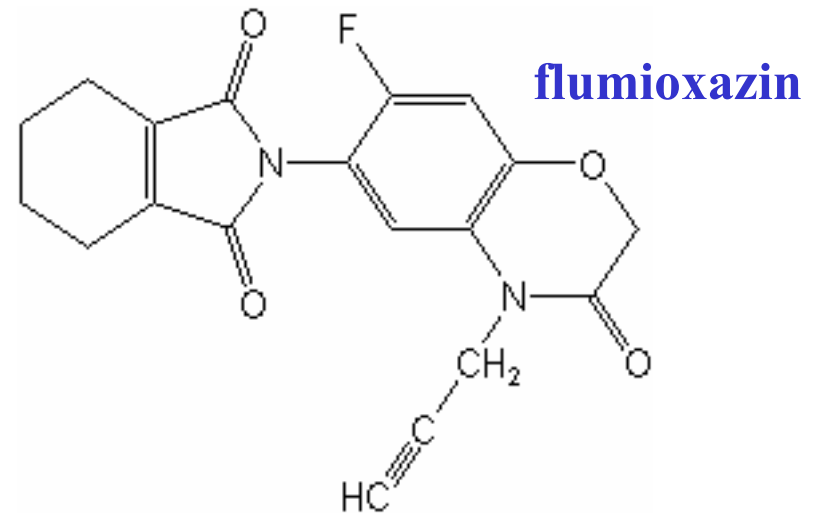
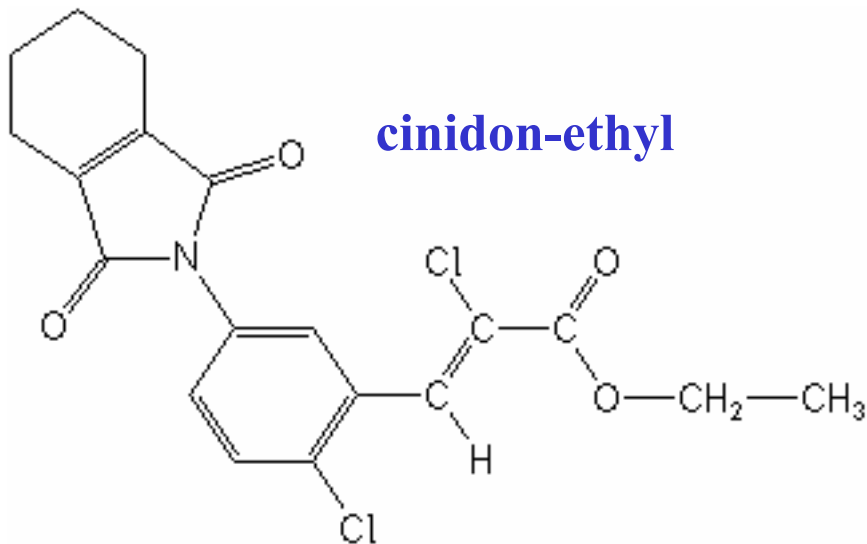
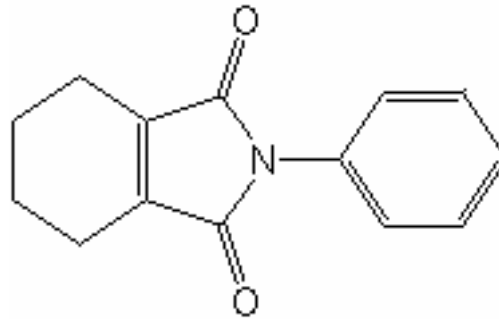


# N-Φαινυλφθαλιμίδια

Νέα ομάδα ζιζανιοκτόνων που εισήλθαν στην αγορά μετά το 1998

Τα κυριότερα μέλη είναι:

1. **Cinidon-ethyl**
2. **Flumioxazin**
3. **Flumiclorac-pentyl**



## Cinidon-ethyl

Εκλεκτικό ζιζανιοκτόνο επαφής που χρησιμοποιείται **μεταφυτρωτικά για την καταπολέμηση πλατύφυλλων ζιζανίων σε καλλιέργειες σιταριού**

Η εκλεκτικότητα του ζιζανιοκτόνου στο σιτάρι οφείλεται στην μειωμένη απορρόφηση του από τα φύλλα του σιταριού και στον ταχύτερο μεταβολισμό του από το σιτάρι σε σχέση με τα πλατύφυλλα ζιζάνια

Εφαρμόζεται σε **χαμηλές δόσεις (5 g δ.ο/στρ)** και προκαλεί στα ζιζάνια συμπτώματα ίδια με τα διφαινυλικά ζιζανιοκτόνα

## Flumioxazin

Είναι **ζιζανιοκτόνο εδάφους** που χρησιμοποιείται (όχι στην Ελλάδα) για την καταπολέμηση πλατύφυλλων κυρίως ζιζανίων σε καλλιέργειες σόγιας ενώ είναι αποτελεσματικό και κατά κάποιων αγροστωδών ζιζανίων (*Setaria viridis*, *Digitaria sanguinalis*)

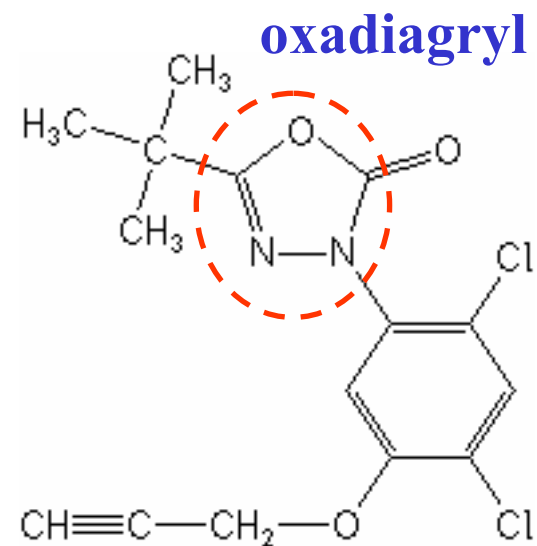
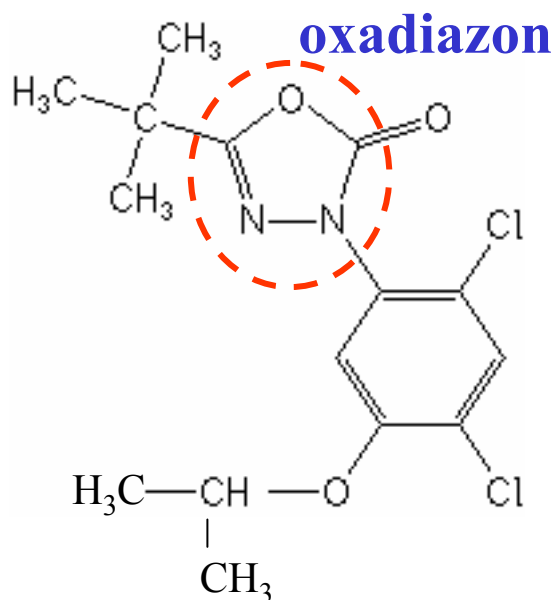
# Οξαδιαζόλες

Στην ομάδα αυτή υπάρχουν δύο μέλη

## 1. Oxadiazon

## 2. Oxadiagryl

Μόνο το **oxadiazon** χρησιμοποιείται στην Ελλάδα ενώ το **oxadiagryl** είναι εκλεκτικό ζιζανιοκτόνο στο ρύζι



# Oxadiazon (Ronstar)

Χρησιμοποιείται για την καταπολέμηση πλατύφυλλων ζιζανίων σε δενδρώδεις καλλιέργειες με κατευθυνόμενο ψεκασμό

**Ιδιαίτερα αποτελεσματικό εναντίον του πολυετους ζιζανίου περιπλοκάδα (*Convolvulus arvensis*)**

Είναι ζιζανιοκτόνο εδάφους και φυλλώματος

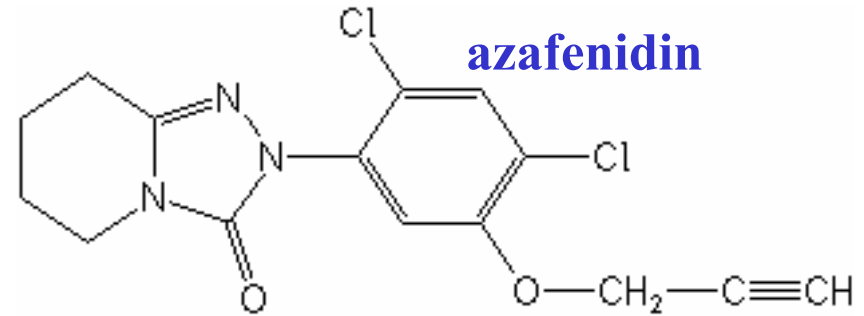
# Τριαζολινόνες

Νέα ομάδα ζιζανιοκτόνων που εισήλθαν στην αγορά στο τέλος της δεκαετίας του 2000. Τρία τα κυριότερα μέλη της ομάδας αυτής

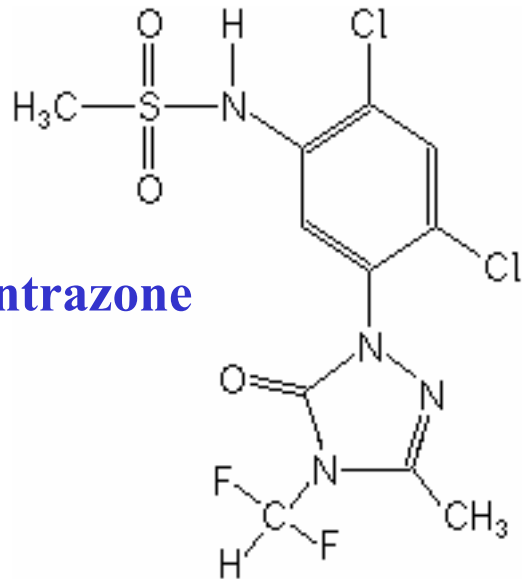
## 1. azafenidin

## 2. carfentrazone-ethyl

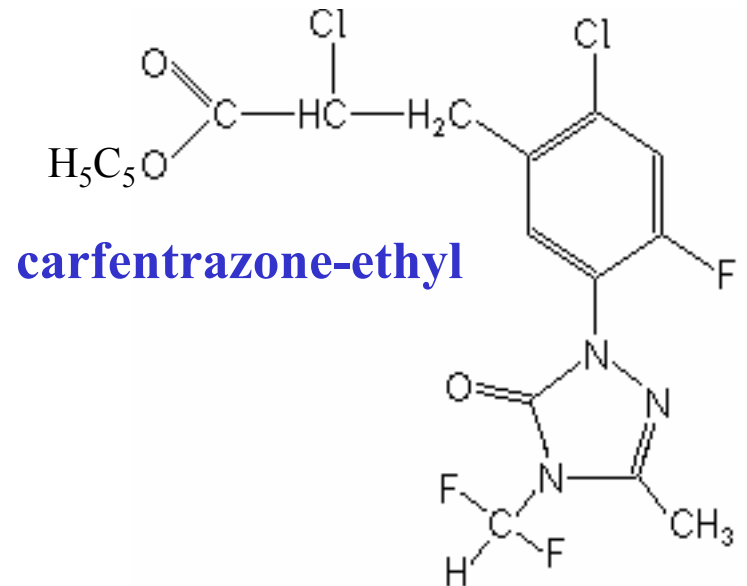
## 3. sulfentrazone



azafenidin



sulfentrazone



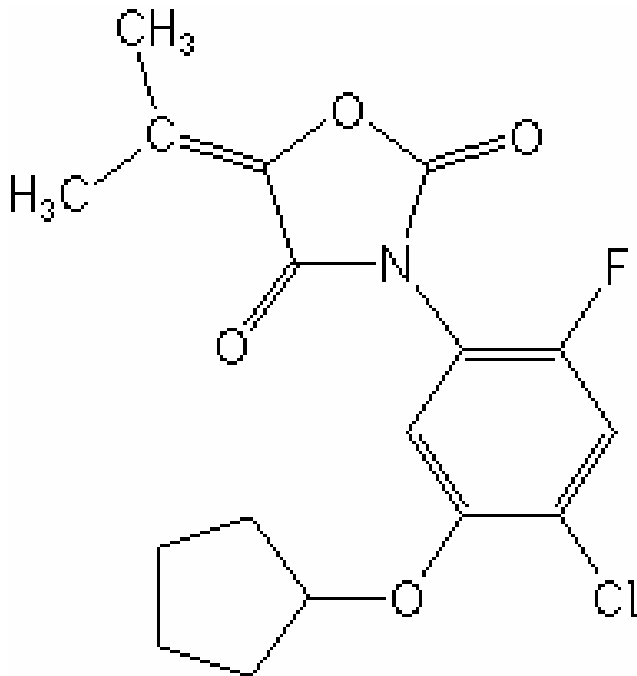
carfentrazone-ethyl

# Οξαζολιδινοδιόνες - Pentoxazone

Το μοναδικό μέλος της ομάδας αυτής ως τώρα είναι το **pentoxazone** που είναι ισχυρός αναστολέας του ενζύμου *PPG-O*

Χρησιμοποιείται στην καλλιέργεια του ρυζιού (υπό έγκριση στην Ελλάδα)

Η εκλεκτικότητα του ρυζιού στο **pentoxazone** οφείλεται στον ταχύτατο μεταβολισμό στο ρύζι σε αντίθεση με την αργή αποδόμηση του στα ζιζάνια



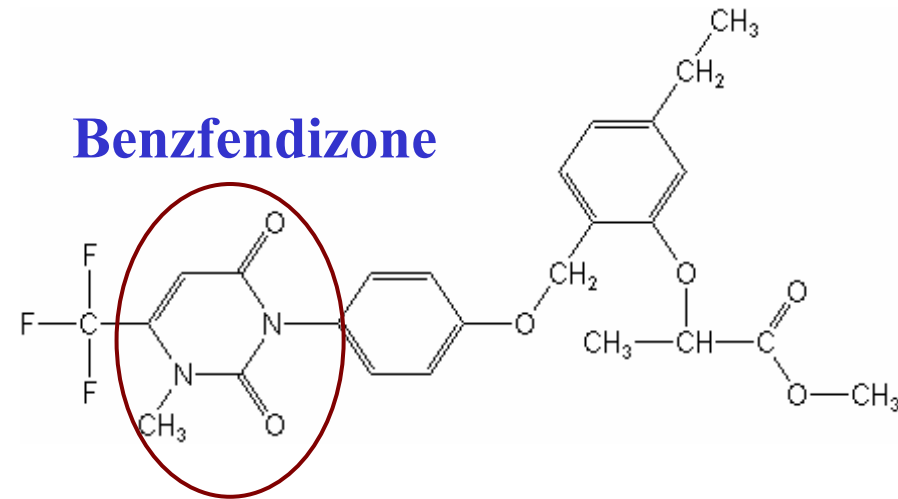
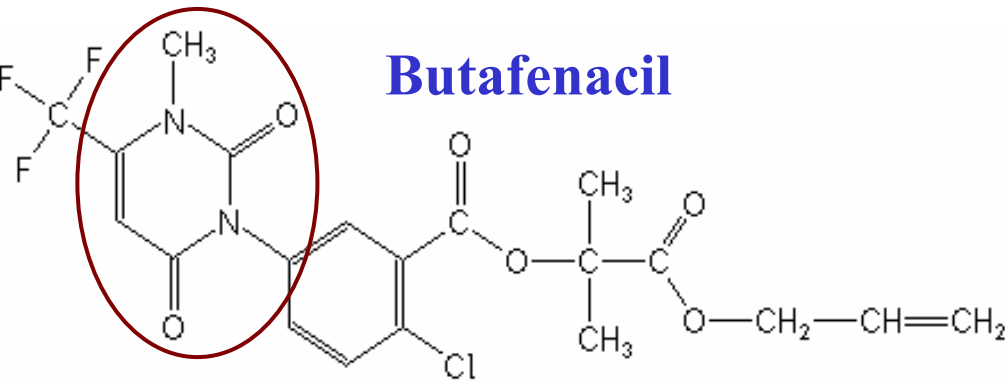
# Πυριμιδινοδιόνες

Νέα ομάδα ζιζανιοκτόνων που πρωτοανακαλύφθηκαν την δεκαετία του 1990 αλλά μόλις πριν από ένα έτος εμφανίσθηκαν στην αγορά και είναι ισχυροί αναστολείς του *PPG-O*

Τα δύο μέλη της ομάδας αυτής το ζιζανιοκτόνων είναι τα

## 1. Benzfendizone

## 2. Butafenacil




Το **benzfendizone** είναι εκλεκτικό μεταφυτρωτικό ζιζανιοκτόνο σε δενδρώδεις καλλιέργειες και αμπέλια

# Τρόπος-Μηχανισμός Δράσης Διφαινυλαιθερικών, Φθαλιμιδικών, Θειαδιαζολών, Οξαδιαζολών, Τριαζολινών, Πυριμιδινεδιονών, Οξαζολιδινεδιονών

Αναστέλλουν την δράση του ενζύμου Οξειδάση του Πρωτοπορφυρινογόνου (ProtoPorphyrinogen-Oxidase, PPG-O) που ελέγχει την βιοσύνθεση της πρωτοπορφυρίνης, βασικού συστατικού των χλωροφυλλών και της αίμης (χρωμοπρωτεΐνη υπεύθυνη για την μεταφορά του οξυγόνου στους πνεύμονες ανώτερων ζωικών οργανισμών)

Αναστολή σύνθεσης της πρωτοπορφυρίνης οδηγεί σε μη ενζυμική παραγωγή της πρωτοπορφυρίνης που δεν αποτελεί το σωστό υποστρώμα για την παραγωγή χρωμοπρωτεϊνών (χλωροφύλλη)



Παραγωγή ενεργών ριζών  $O_2$  και υπεροξειδωση και καταστροφή των κυτταρικών μεμβρανών



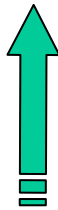
ALA  $\longrightarrow$  Πορφομπιλινογόνο  $\longrightarrow$  Ουροπορφυρινογόνο III  $\longrightarrow$  Κοπροπορφυρινογόνο III

Πρωτοπορφυρίνη IX  $\longleftarrow$  *Οξειδάση του Πρωτοπορφυρινογόνου PPG-O*  $\longrightarrow$  Πρωτοπορφυρινογόνο IX

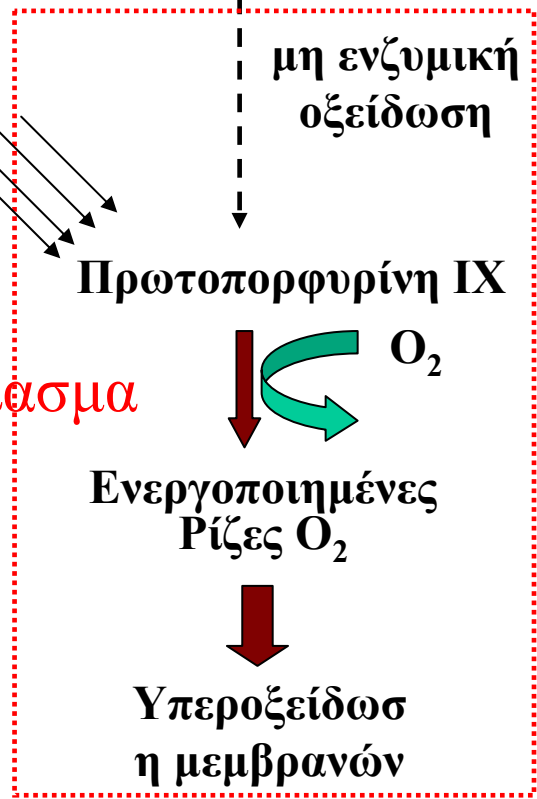
Mg  $\swarrow$   $\searrow$  Fe  
Mg-πρωτοπορφυρίνη IX Αίμη

**Χλωροφύλλη** **Κυτόχρωμα**

**Διφαινυλαιθέρες**



$h\nu$



# Αναστολείς βιοσύνθεσης καροτινοειδών - Λευκαντικά

Αναστολείς του ενζύμου PDS (*Phytoene DeSaturase*, αποκορεσμού του φυτοενίου)

1. Πυριδαζινόνες (**norflurazon**)

2. **fluridone**, flurochloridone

3. Πυριδινοκαρβοξυμίδια (diflufenican, picolinafen)

Αναστολείς του ενζύμου HPPD (*ΥδροξυΦαινυλοΠυρουβική Διοξυγενάση*)

4. Ισοξαζόλες (isoxaflutole)

5. Τρικετόνες (mesotrione, sulcotrione)

6. Τριαζόλες (aminotriazole)

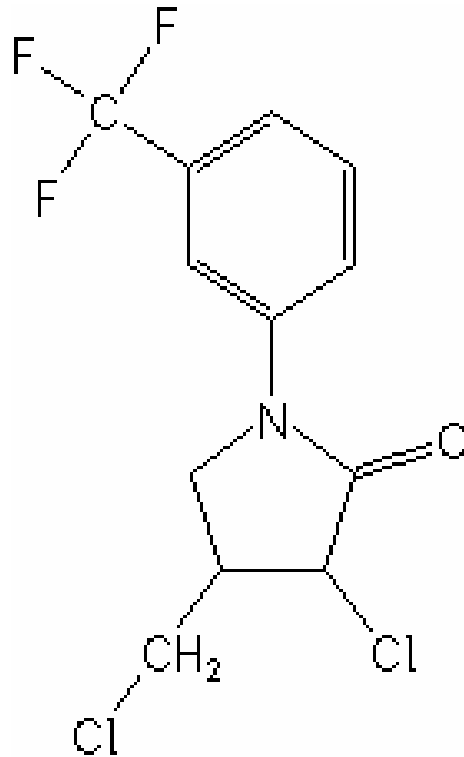
7. Ισοξαζολιδινόνες (clomazone)

**Αναστολείς του ενζύμου PDS**  
**(*Phytoene DeSaturase*, αποκορεσμού**  
**του φυτοενίου)**

# Flurochloridone

Χρησιμοποιείται προφυτρωτικά για την καταπολέμηση ετησίων πλατύφυλλων ζιζανίων σε καλλιέργεια ηλιάνθου

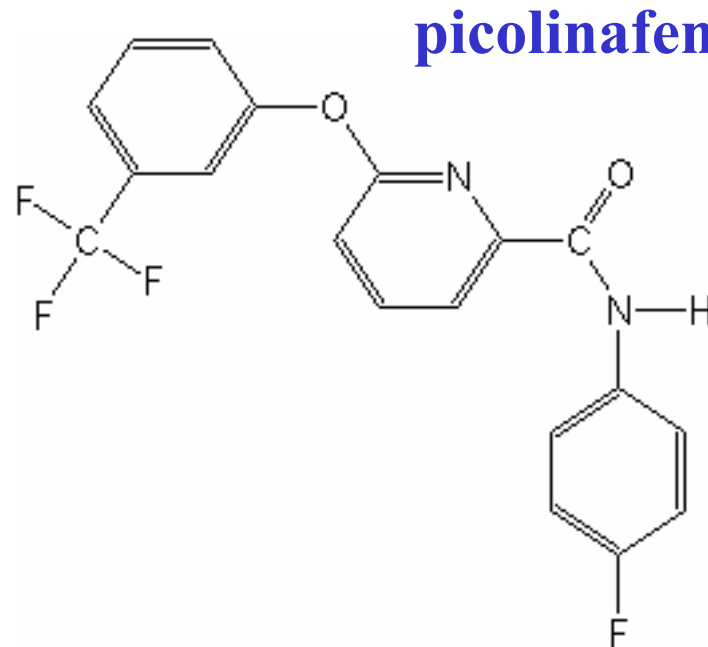
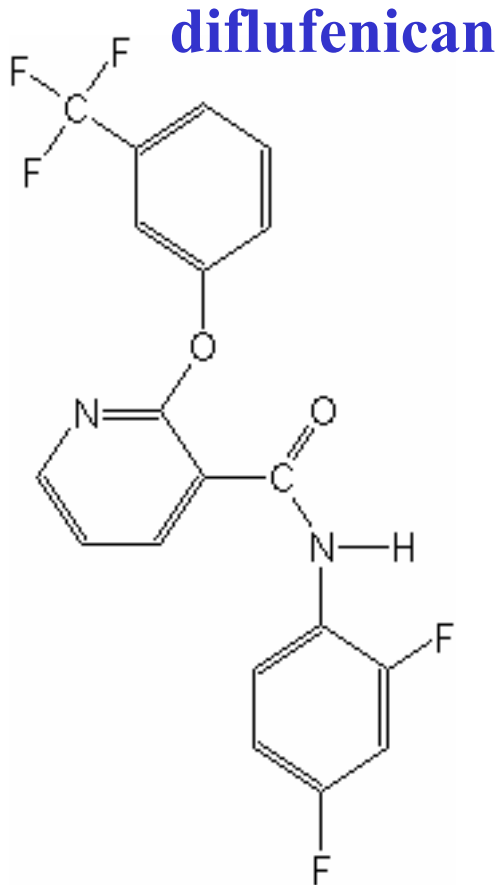
Αποτελεσματικό και εναντίον μερικών αγρωστωδών ζιζανίων



# Πυριδινοκαρβοξαμίδικα

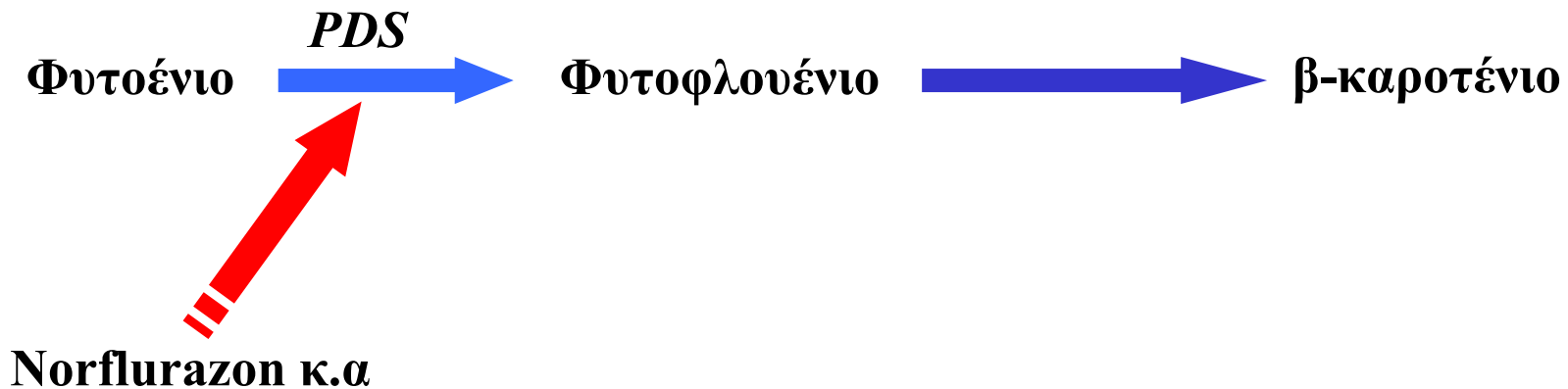
Νέα ομάδα ζιζανιοκτόνων που αναστέλλουν την βιοσύνθεση καροτινοειδών.

Τα κυριότερα μέλη της ομάδας αυτής είναι:



# Τρόπος-Μηχανισμός Δράσης Πυριδαζινών, Πυριδινοκαρβοξαμιδικών, fluridone, flurochloridone

Αναστέλλουν την δράση του ενζύμου αποκορεσμού του φυτοενίου (Phytoene Desaturase, *PDS*) στην αλυσίδα βιοσύνθεσης των καροτινοειδών με συνέπεια την αναστολή βιοσύνθεσης καροτινοειδών και εμφάνιση χαρακτηριστικών λευκών κηλίδων στο φύλλωμα



# Βιοσύνθεση Καροτινοειδών

Acetate  
↓  
Μεβαλονικό οξύ

Πυροφωσφορικό Προφυτένιο

Συνθετάση Φυτοενίου

Φυτοένιο

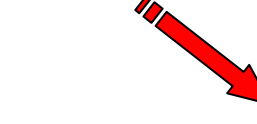
**PDS**

Φυτοφλουένιο

Λικοπίνη

β-καροτένιο

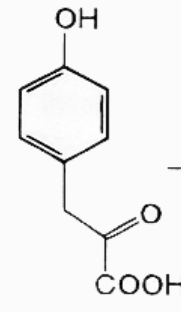
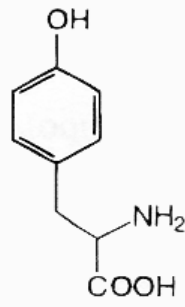
**Fluridone**



Nonaprenoid  
Pyrophosphate

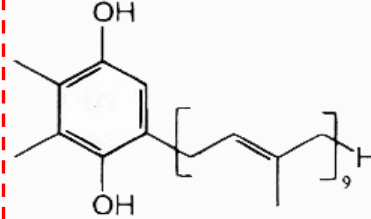
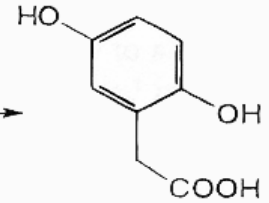
Nonaprenoid  
Pyrophosphate

CO<sub>2</sub>

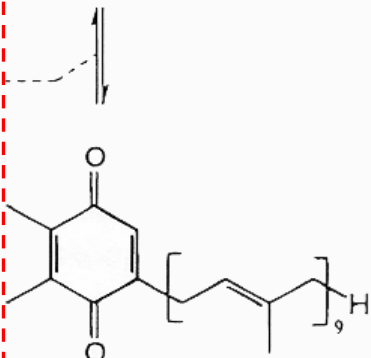
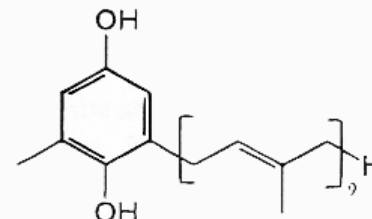


**HPPD**

X



Me



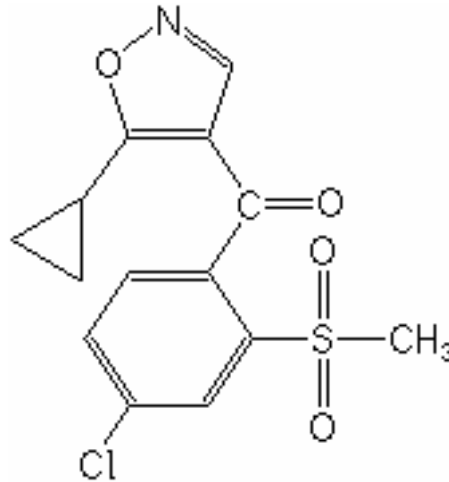
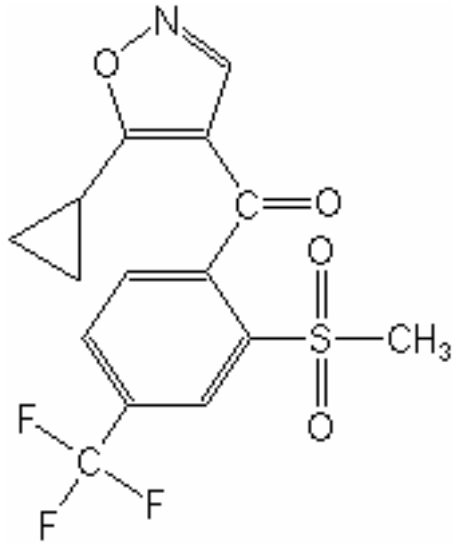
2H<sup>+</sup> + 2e<sup>-</sup>

**Αναστολείς του ενζύμου HPPD**  
**(ΥδροξυΦαινυλοΠυρουβική**  
**Διοξυγεννάση)**



# Ισοξαζολες

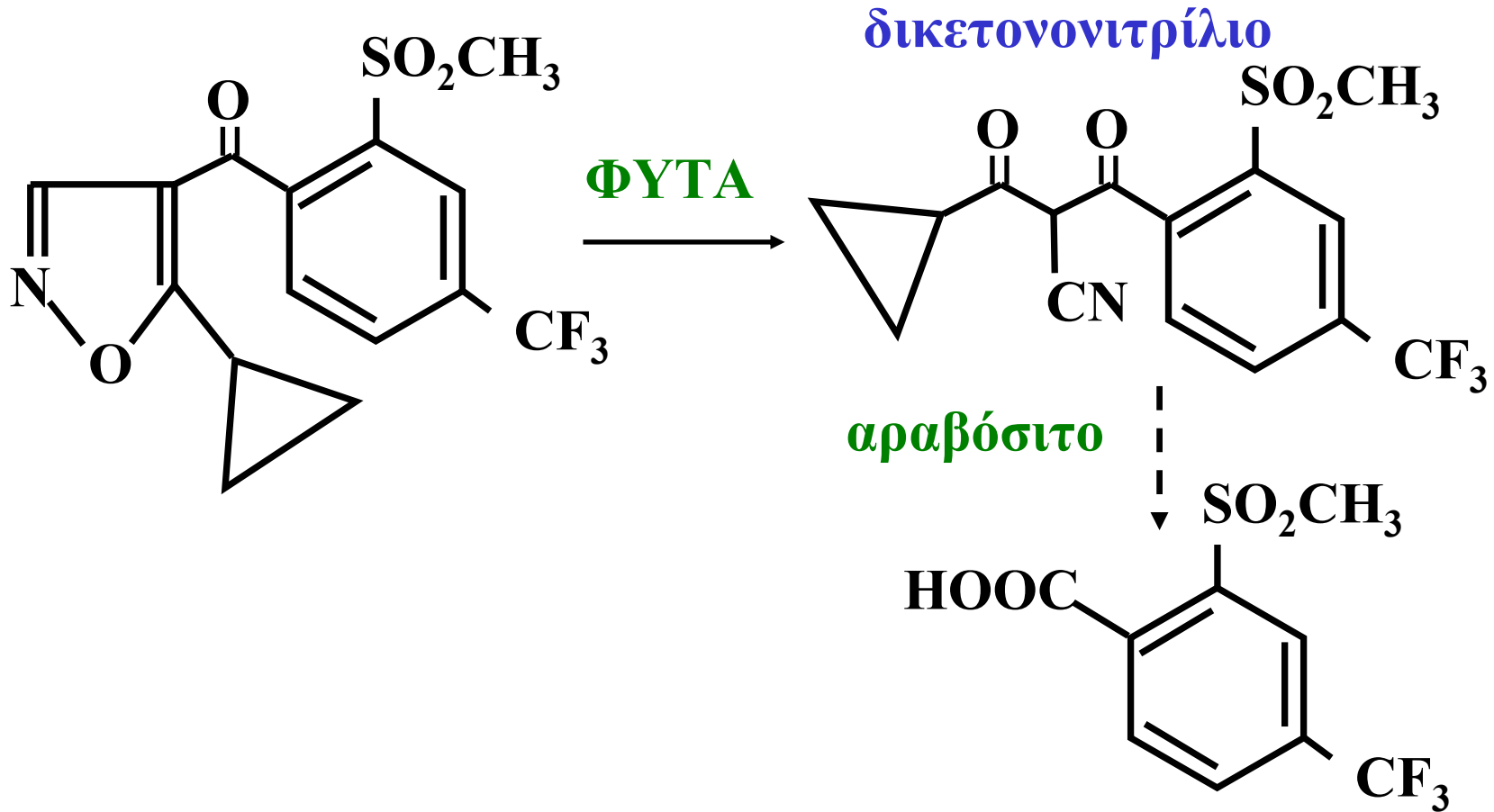
Το δύο μέλη της ομάδας αυτής είναι τα **isoxaflutole** και **isoxachlortole**



**ΧΡΗΣΕΙΣ:** Το **isoxaflutole** (**MERLIN**) χρησιμοποιείται προφυτρωτικά και νωρίς μεταφυτρωτικά για την καταπολέμηση αγρωστωδών και πλατύφυλλων ζιζανίων στον αραβόσιτο

Απορροφάται εύκολα από τις ρίζες των ζιζανίων και κινείται διασυστηματικά

**ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ:** Αποτελεί ενεργοποίηση όπου ο μεταβολίτης που προκύπτει στα φυτά είναι η ζιζανιοκτόνος ουσία



Η εκλεκτικότητα του **isoxaflutole** στον αραβόσιτο οφείλεται στην ταχύτατο μεταβολισμό του δικετονιτριλίου σε αδρανής μεταβολίτες

# Ισοξαζόλες – Συμπεριφορά στο έδαφος

Στο έδαφος το **isoxaflutole** συμπεριφέρεται ως ασθενές οξύ και σε ουδέτερα ή αλκαλικά pH βρίσκεται σε ανιονική μορφή στο εδαφικό διάλυμα και είναι ευαίσθητο σε έκπλυση στα βαθύτερα εδαφικά στρώματα

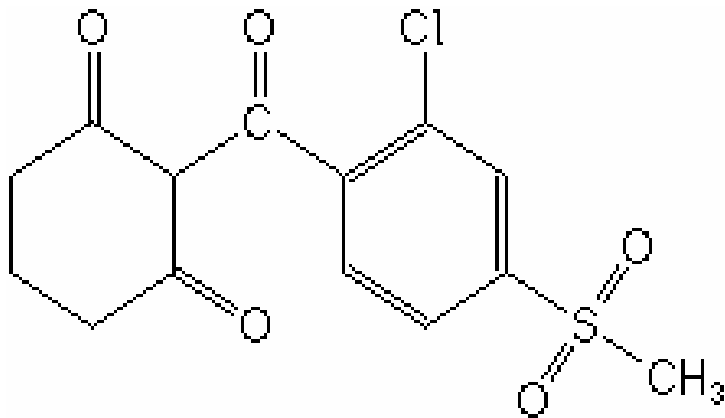
Το **isoxaflutole** μεταβολίζεται ταχύτατα στο έδαφος και στα φυτά σε δικετονιτρίλιο το οποίο είναι πιο υδατοδιαλυτό και απορροφάται πιο εύκολα από το ριζικό σύστημα των φυτών αλλά και εκπλύνεται πιο εύκολα στα βαθύτερα εδαφικά στρώματα

# Τρικετόνες

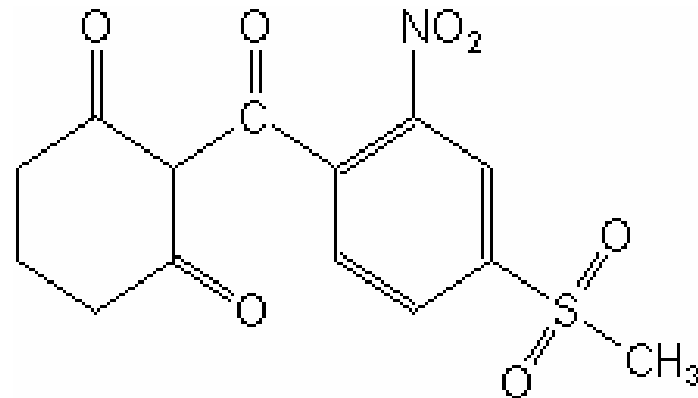
Νέα ομάδα ζιζανιοκτόνων που αποτελούν συνθετικά ανάλογα του φυτικού προϊόντος **λεπτοσπερμίνη** που παράγεται από το φυτό *Callistemon citrinus*

Η λεπτοσπερμίνη προκαλούσε σε δόσεις 100 g/στρ χαρακτηριστικά συμπτώματα όπως και άλλα ζιζανιοκτόνα που αναστέλλουν την βιοσύνθεση καροτινοειδών

**Sulcotrione**



**mesotrione**



## mesotrione

Προφυτρωτικό και μεταφυτρωτικό ζιζανιοκτόνο για την καταπολέμηση κυρίως πλατύφυλλων (*Xanthium strumarium*, *Abutilon theophrasti*, *Chenopodium sp*, *Amaranthus*, *Poligonum sp.*) και κάποιων αγρωστωδών ζιζανίων (*Digitaria sp*) σε αραβόσιτο

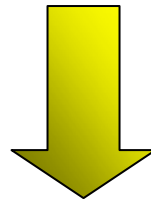
Είναι ασθενές οξύ ( $pK_a=3.12$ ) έτσι η υδατοδιαλυτότητα του εξαρτάται από το pH του μέσου στο οποίο βρίσκονται (2.2 – 22 g/L σε pH 4.8 – 9, αντίστοιχα)

Η εκλεκτικότητα του στο αραβόσιτο οφείλεται στην βραδύτερη απορρόφηση του από τα φύλλα και την ταχύτερη αποδόμηση του στον αραβόσιτο σε σχέση με τα ευαίσθητα ζιζάνια

# Τρόπος-Μηχανισμός Δράσης **Ισοξαζολών,** **Τρικετονών**

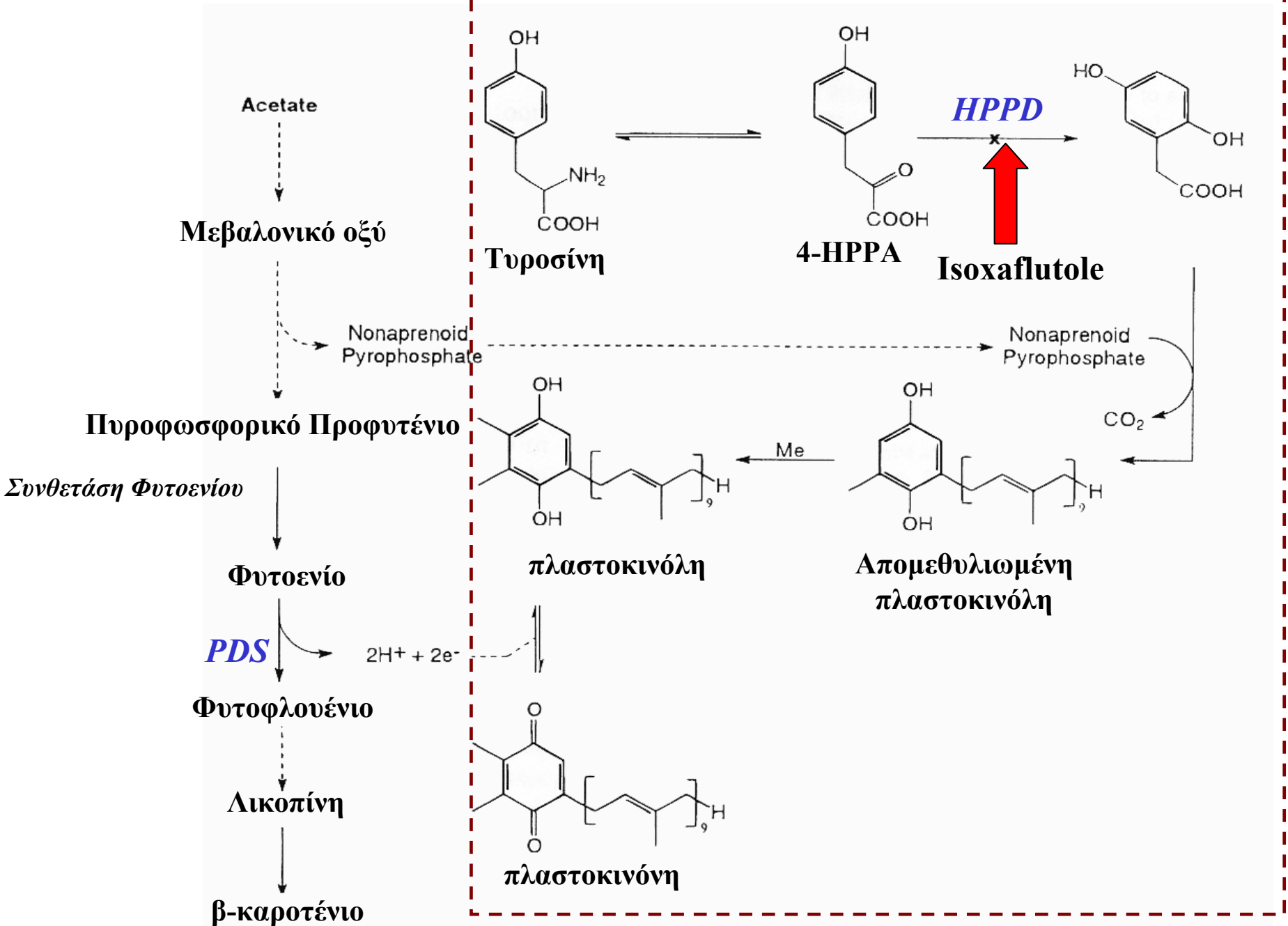
Αναστέλει την δράση του ενζύμου *HPPD* (ΥδροξυΦαινυλοΠυρουβική Διοξυγενάση) που ελέγχει ένα βήμα κατά την βιοσύνθεση των χρωστικών (καροτινοειδή, χλωροφύλλη)

Το ένζυμο *HPPD* ελέγχει την βιοσύνθεση της πλαστοκινόνης που συμμετέχει ως συμπάραγοντας του ενζύμου **αποκορεσμού του φυτοενίου** (**PDS**) το οποίο ελέγχει ένα από τα βήματα βιοσύνθεσης καροτινοειδών



Αναστολή βιοσύνθεσης καροτινοειδών και υπεροξείδωση και καταστροφή της χλωροφύλλης που επιφέρει χαρακτηριστική χλόρωση στα ζιζάνια

# Βιοσύνθεση Πλαστοκινόνης



# **Ζιζανιοκτόνα που παρεμβαίνουν στην μίτωση**

- 1. Δινιτροανιλίνες (trifluralin, pendimethalin)**
- 2. Βενζαμίδια (propyzamide, tebutam)**
- 3. Πυριδίνες (dithiopyr, thiazopyr)**
- 4. Φαινυλοκαρβαμιδικά (propham, asulam)**
- 5. Butamiphos**



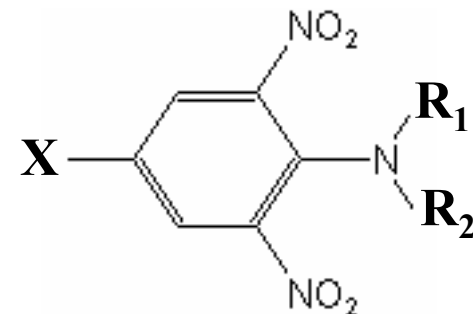
# Δινιτροανιλίνες

Πρωτοανακαλύφθηκαν και εισήλθαν στην αγορά την δεκαετία του 60

## ΧΗΜΙΚΗ ΔΟΜΗ

Τα μόρια τους αποτελούνται από:

1. Φαινυλικό δακτύλιο υποκατεστημένο στις θέσεις 2,6 με  $\text{NO}_2$
2. Αμιδική ομάδα υποκατεστημένη με μία ή δύο αλκυλοομάδες
3. Υποκαταστάτη στη θέση 4 του δακτυλίου

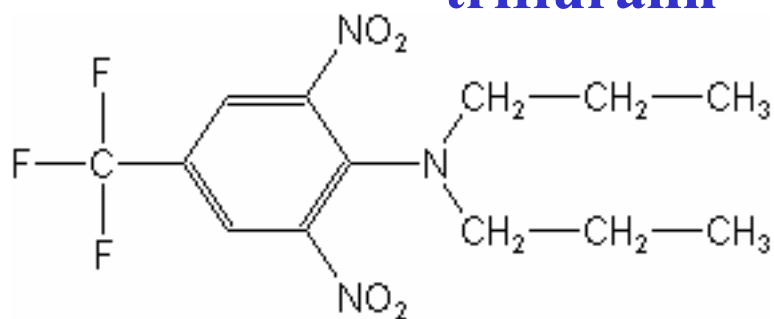


**Ο υποκαταστάτης στη θέση 4 μπορεί να είναι**

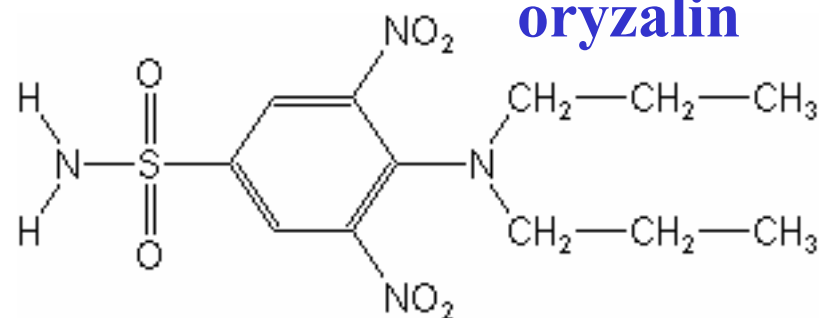
Υποκατεστημένο μεθύλιο ( $-\text{CH}_3$ ) όπως στο trifluralin

Σουλφόνυλο ομάδα ( $-\text{HSO}_2$ ) όπως oryzalin, nitralin

### trifluralin



### oryzalin



# ΧΡΗΣΕΙΣ-ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

Ζιζανιοκτόνα εδάφους για την καταπολέμηση κυρίως αγροστωδών ζιζανίων

Εφαρμόζονται στο έδαφος με ενσωμάτωση λόγω της φωτοευασθησίας τους  
Δεν έχουν καμία δράση όταν ψεκάζονται στο φύλλωμα

# ΤΡΟΠΟΣ-ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΔΡΑΣΗΣ

Προσλαμβάνονται από ρίζες και αναπτυσσόμενες κολεοπτύλες προκαλώντας:

- Διόγκωση του ακραίου τμήματος της κεντρικής ρίζας
- Μη δημιουργία παράπλευρων ριζών
- Πολυπύρηννα κύτταρα των ριζών

**Μυκητοκτόνα  
βενζιμιδαζολικά,  
zoxamide**



**Αναστέλλουν το πολυμερισμό της τουμπουλίνης που είναι η απαραίτητη πρωτεΐνη για τον σχηματισμό της πυρινικής ατράκτου. Οι δινιτροανιλίνες δεσμεύονται στην β-τουμπουλίνη και παρεμποδίζουν τον πολυμερισμό της**

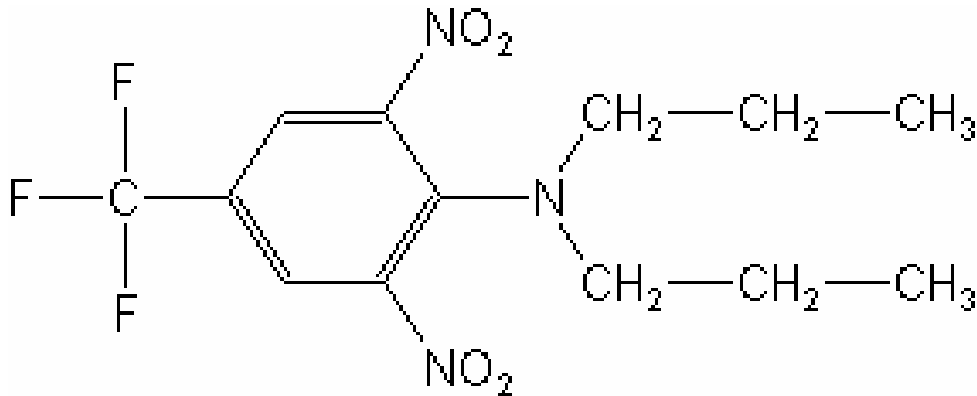
# Δινιτροανιλίνες - ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

- Φωτοευαίσθητες για το λόγο αυτό επιβάλλεται η ενσωμάτωση τους
- Σχετικά πτητικές
- Χαμηλή υδατοδιαλυτότητα

# Επιμέρους χρήσεις Δινιτροανιλινών

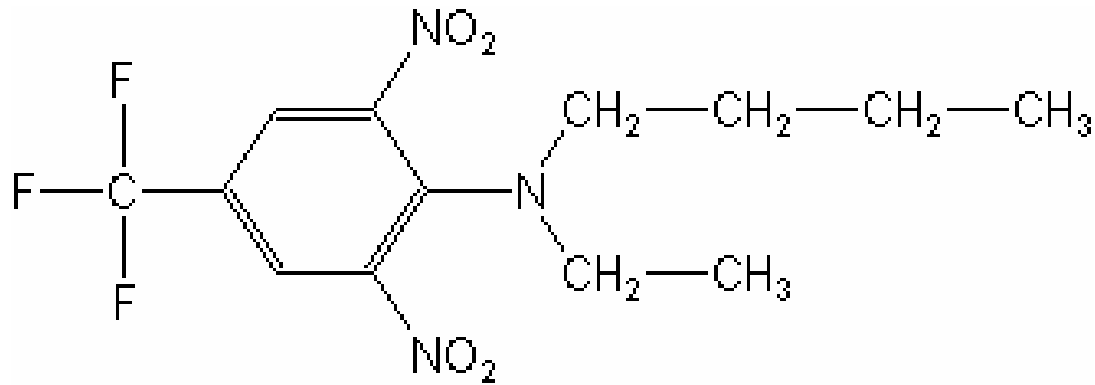
## Trifluralin (TREFLAN, EFLURIN)

Εφαρμόζεται προφυτρωτικά με ενσωμάτωση σε καλλιέργειες **βαμβακιού**, ηλιάνθου, καρότου για την καταπολέμηση κυρίως αγροστωδών ζιζανίων



## Benfluralin (SONALAN)

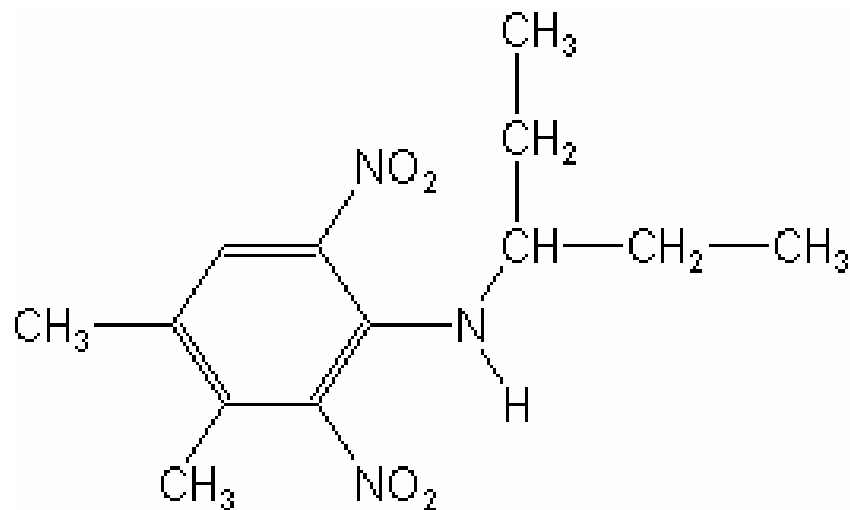
Εφαρμόζεται προφυτρωτικά με ενσωμάτωση σε καλλιέργειες μηδικής, αραχίδας. Καταπολεμά κυρίως αγρωστώδη ζιζάνια



## Pendimethalin (Stomp)

Χρησιμοποιείται σε καλλιέργειες βαμβακιού, φασολιού, αρακά για την καταπολέμηση αγρωστωδών ζιζανίων και ορισμένων πλατύφυλλων

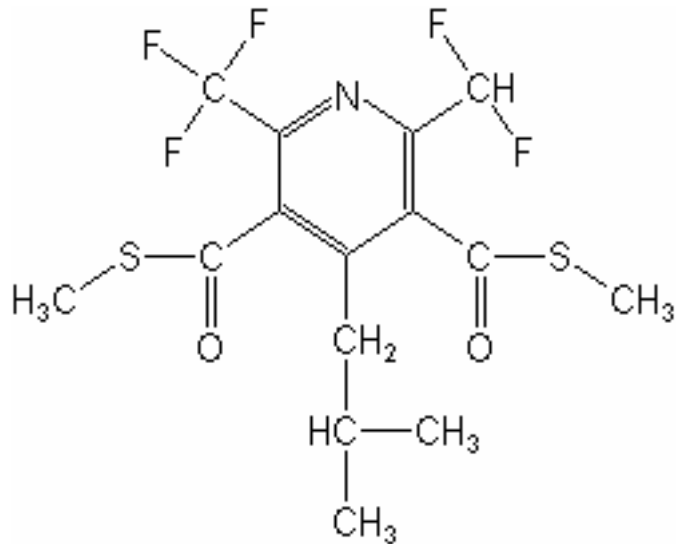
Το λιγότερο φωτοευαίσθητο και πτητικό ζιζανιοκτόνο της ομάδας



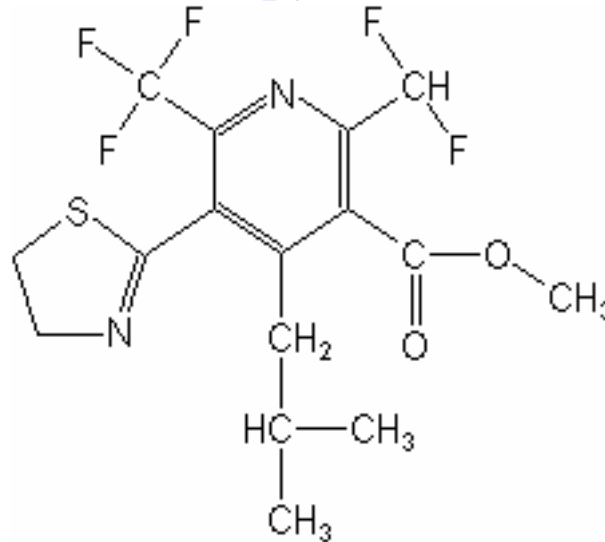
# Πυριδίνες

Τα δύο μέλη της ομάδας αυτής είναι

**dithiopyr**



**thiazopyr**



Το **dithiopyr** είναι το πιο πρόσφατο μέλος της ομάδας και χρησιμοποιείται προφυτρωτικά για την καταπολέμηση αγρωστωδών και κάποιων πλατύφυλλων ζιζανίων σε ρύζι

Το **thiazopyr** χρησιμοποιείται προφυτρωτικά σε δενδρώδεις καλλιέργειες για την καταπολέμηση αγρωστωδών και πλατύφυλλων ζιζανίων

# **Τρόπος – Μηχανισμός Δράσης Δινιτροανιλινών, butamiphos, Πυριδινών, Βενζαμιδίων**

Τα ζιζανιοκτόνα των ομάδων αυτών αναστέλλουν την μιτωτική διαίρεση με αποτέλεσμα την εμφάνιση διογκωμένων πολυπύρηνων κυττάρων

**Παρεμποδίζουν τον πολυμερισμό της τουμπουλίνης που είναι η πρωτεΐνη που ελέγχει τον σχηματισμό των μικροσωλινίσκων της μιτωτικής ατράκτου**



# **Ζιζανιοκτόνα - αναστολείς σύνθεσης μεγαλομοριακών λιπαρών οξέων (VeryLongChainFattyAcids, VCLFAs)**

**1. Χλωροακεταμίδια (alachlor, metolachlor)**

**2. Ακεταμίδια (napropamide)**

**3. Οξυακεταμίδια (flufenacet, mefenacet)**

**4. Τετραζολινόνες (fentrazamide)**

# Χλωροακεταμίδια

Το πρώτο σύγχρονο χλωροακεταμίδιο στην αγορά εμφανίσθηκε το 1965 με το όνομα **propachlor**

Στην συνέχεια κυκλοφόρησαν τα:

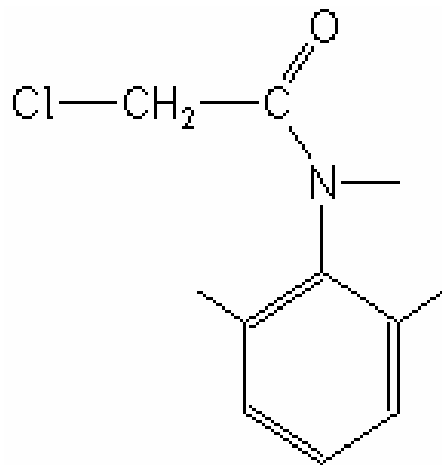
- **Alachlor**
- **Metolachlor (και σε τεύτλα)**
- **Acetochlor**

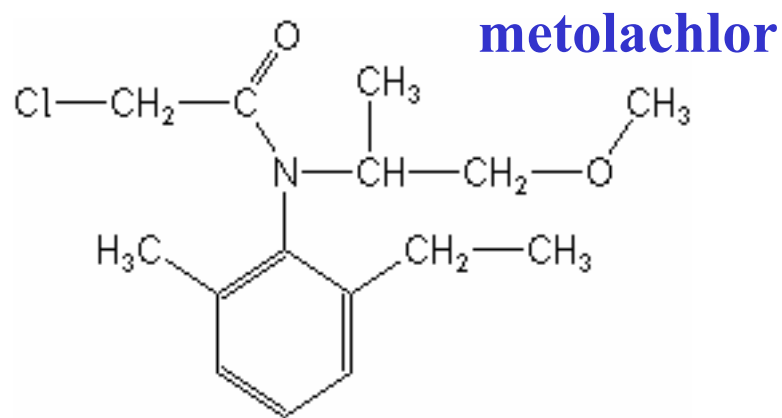
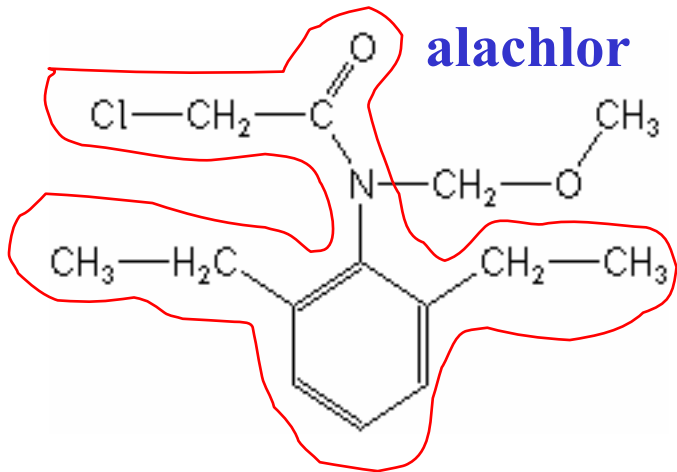
που χρησιμοποιούνται προφυτρωτικά σε καλλιέργειες αραβοσίτου για την καταπολέμηση αγρωστωδών αλλά και μερικών πλατύφυλλων ζιζανίων

# Χλωροακεταμίδια

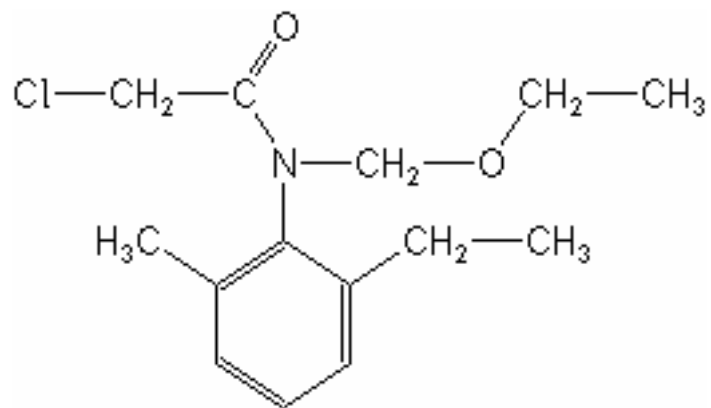
## ΧΗΜΙΚΗ ΔΟΜΗ

Ο πυρήνας του μορίου όλων των μελών της ομάδας αυτής είναι ένα 2,6 διαλκυλο υποκατεστημένο χλωροακετανιλίδιο



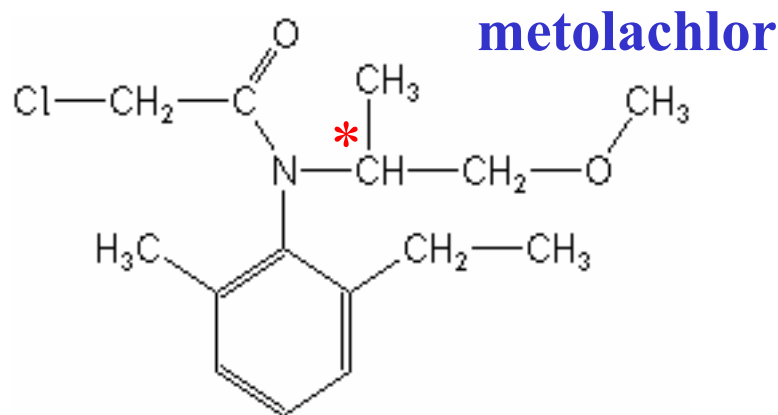


**acetochlor**



Ορισμένα χλωρακεταμίδια όπως το **metolachlor** (DUAL) χαρακτηρίζονται από ισομέρεια και από τα εναντιομερή που έχουν διαχωρισθεί το **S- metolachlor** έχει την υψηλότερη ζιζανιοκτόνο δράση

Στο εμπόριο κυκλοφορούν πλέον σκευάσματα στα οποία το **S- metolachlor** (DUAL GOLD) αποτελεί την καθαρή δραστική ουσία χωρίς προσμίξεις του αδρανούς ισομερούς R



Το S-metolachlor εφαρμόζεται σε χαμηλότερες δόσεις από το metolachlor

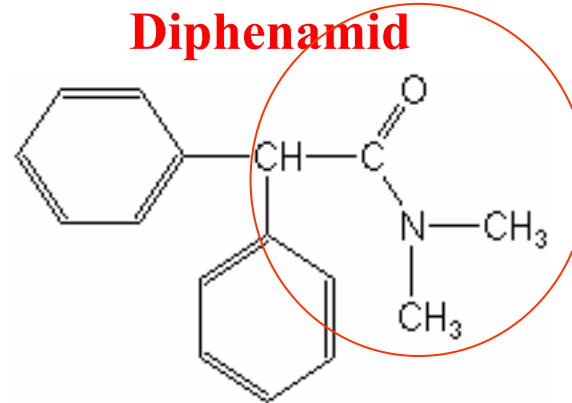
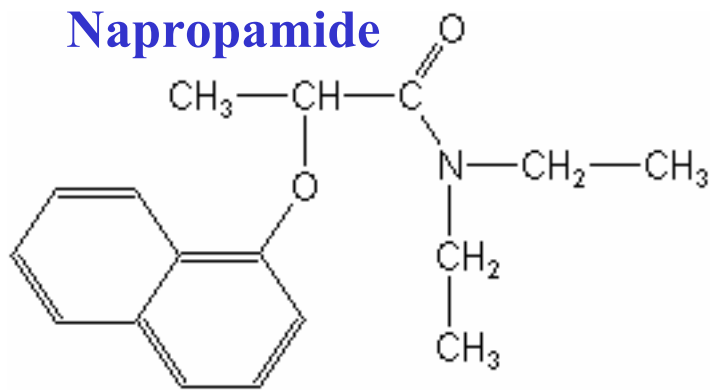
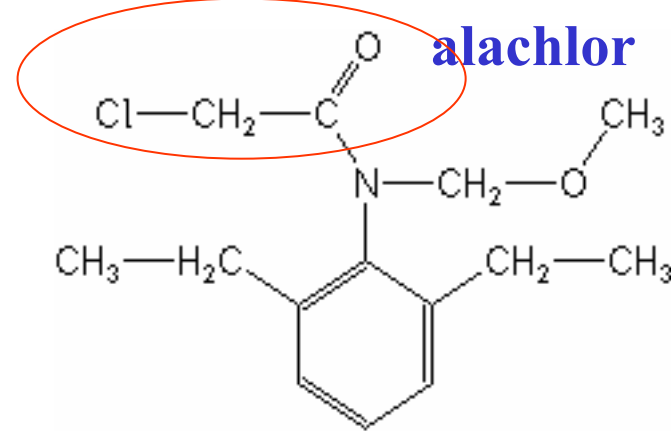
# Ακεταμίδια

Δύο μέλη σε αυτήν την ομάδα

## 1. Napropamide

## 2. Diphenamid

Μόνο το napropamide χρησιμοποιείται στην Ελλάδα



## Napropamide (DEVIRINOL)

Εκλεκτικό ζιζανιοκτόνο εδάφους που προσλαμβάνεται από τις ρίζες και μετακινείται αποπλαστικά εντός των φυτών

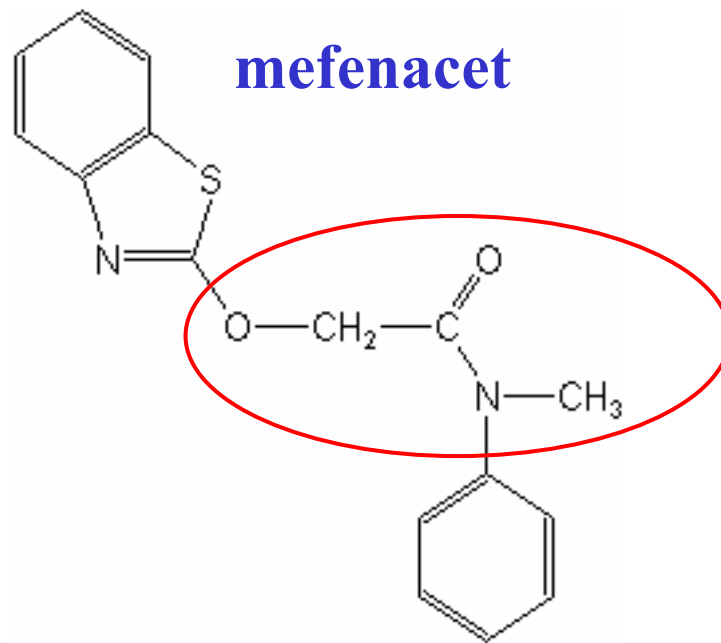
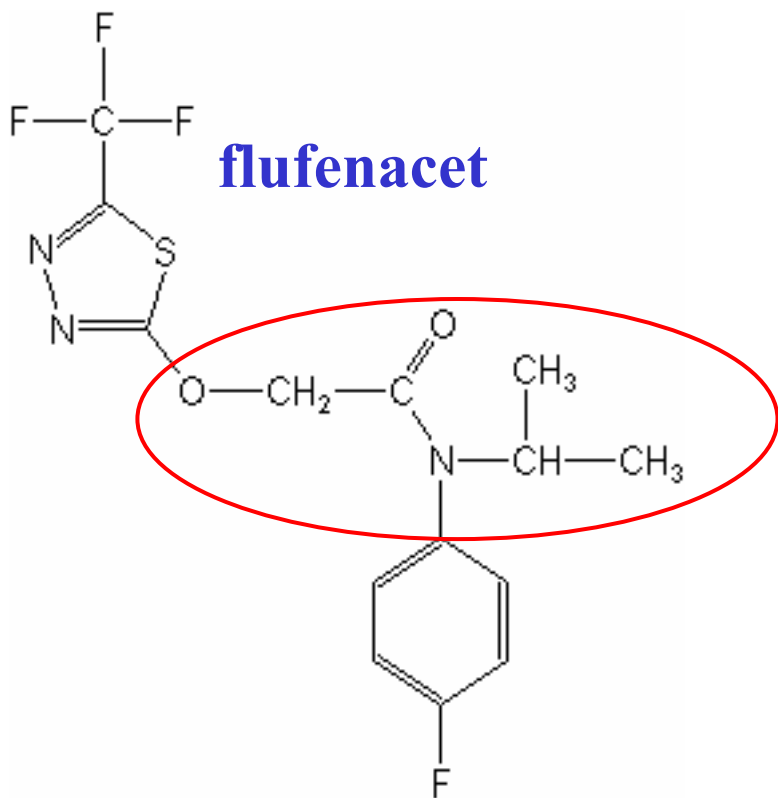
Εφαρμόζεται το χειμώνα για την καταπολέμηση ετησίων αγρωστωδών και πλατύφυλλων ζιζανίων κυρίως σε δενδρώδεις καλλιέργειες όπως αμπέλι, βερυκοκιά, δαμασκηνιά, αμυγδαλιά κ.α.

# Οξυακεταμίδια

Τα οξυακεταμίδια είναι σχετικά νέα ομάδα αμιδικών ζιζανιοκτόνων και περιλαμβάνουν τα

## 1. Flufenacet

## 2. Mefenacet



# Flufenacet

Εφαρμόζεται προσπαρτικά με ενσωμάτωση και προφυτρωτικά ή μεταφυτρωτικά σε αραβόσιτο για την καταπολέμηση ετησίων αγρωστωδών ζιζανίων

Χρησιμοποιείται μόνο του σε δόσεις 12-20 g/στρ αλλά και σε μίγματα με ζιζανιοκτόνα όπως atrazine, metosulam για καταπολέμηση ευρύτερου φάσματος ζιζανίων

Στο έδαφος συμπεριφέρεται ως ασθενής βάση και σε όξινα pH συμπεριφέρεται ως κατιόν και δεσμεύεται ισχυρά στα κολλοειδή της αργίλου

Αντίθετα σε εδάφη με ουδέτερο ή αλκαλικό pH είναι λιπόφιλο και προσροφάται στην οργανική ουσία του εδάφους



# Τρόπος – Μηχανισμός Δράσης **Χλωροακεταμιδίων, Ακεταμιδίων, Οξυακεταμιδίων**

Τα ζιζανιοκτόνα αυτά **αναστέλλουν με κάποιο τρόπο την βιοσύνθεση λιπαρών οξέων με >18C (VeryLongChainFattyAcids, VLCFAs)**

**Δεν έχουν** καμία ανασταλτική επίδραση στην βιοσύνθεση λιπαρών οξέων με αλυσίδα ατόμων άνθρακα έως και 18C (LongChainFattyAcids, LCFAs)

Τα χλωρακεταμίδια βρέθηκε ότι αναστέλλουν το ενζυμικό σύμπλοκο που καταλύει την αντίδραση ενσωμάτωσης του μαλονύλο CoA σε αλυσίδες λιπαρών οξέων με 18, 20, 22 κ.ο.κ ατόμων C

Τα VLCFAs αποτελούν βασικά συστατικά του κηρώδους επιχρίσματος των φύλλων

# Κυτόπλασμα Ενδοπλασματικό δίκτυο

CoA-ενεργοποίηση  
με ATP

Σύνθεση VCLFAs

## Πλαστίδιο

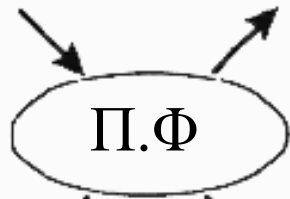
μαλόνυλο-CoA  
(C3-CoA)

παλμιτικό οξύ  
C16:0

C16:0

C16:0-CoA

C16:0-CoA



Π.Φ

ελαϊκό οξύ  
C18:1

C18:1

C18:1-CoA

C18:1-CoA

(C18:0)  
C18:0

C18:0-CoA

C18:0-CoA

+ C3-CoA

C20

C24

C26

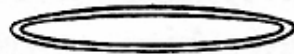
etc

Envelope

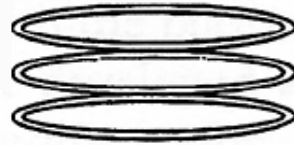
Αμίδια

Π.Φ: πρωτεϊνικός φορέας

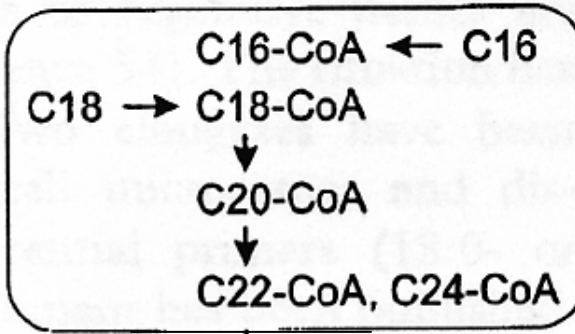
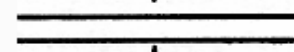
Ενδοπλασματικό  
δίκτυο



Οργανίδια  
Golgi

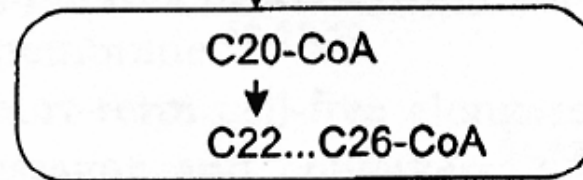


Κυτοπλασματική  
μεμβράνη

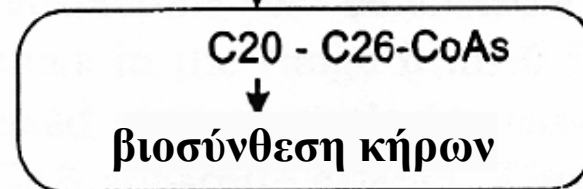


Αμίδια

Μεταφορά στα οργανίδια Golgi

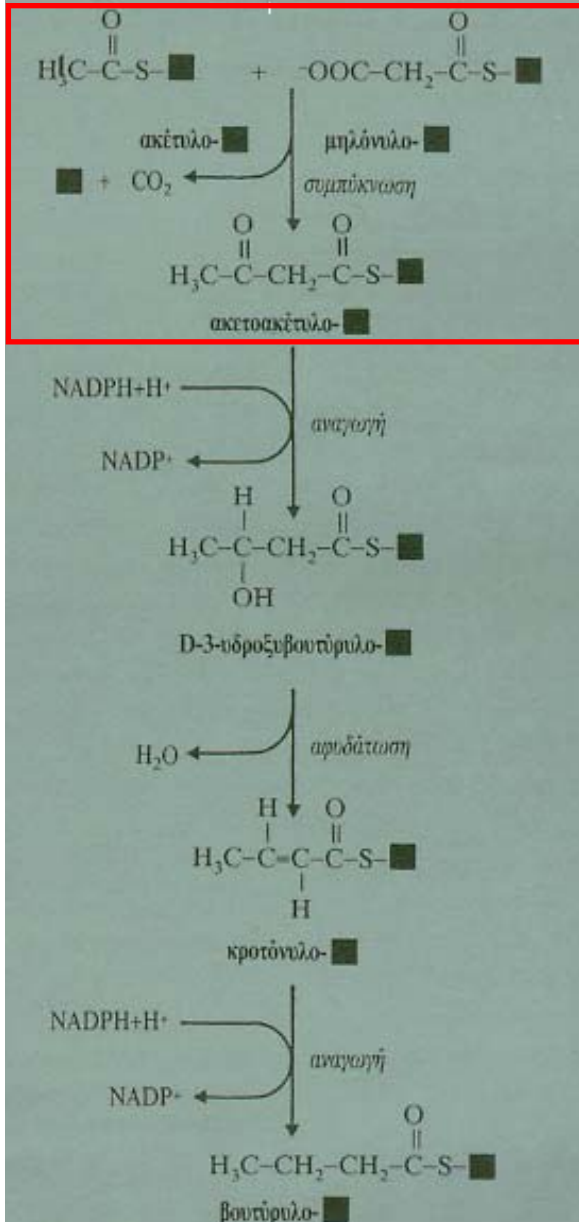
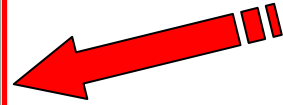


Μεταφορά στην κυτοπλασματική  
μεμβράνη



# Ενζυμικό σύμπλοκο επιμήκυνσης αλυσίδας λιπαρών οξέων

χλωρο-, οξυακεταμίδα,  
τετραζολινόνες



Τα αμίδια πιθανότατα αναστέλλουν την πρώτη αντίδραση συμπύκνωσης μεταξύ **άκυλο CoA (με 18 C)** και **μαλότυλο CoA** με αποτέλεσμα την αναστολή της επιμήκυνσης της αλυσίδας του λιπαρού οξέος κατά 2 C.

# **Ζιζανιοκτόνα - αναστολείς της βιοσύνθεσης λιπών (όχι ACC)**

- 1. Θειοκαρβαμιδικά (EPTC, molinate)**
- 2. Βενζοφουρανικά (ethofumesate)**
- 3. Χλωροαλειφατικά οξέα (TCA, Dalapon)**

# Θειοκαρβαμιδικά ζιζανιοκτόνα

Το πρώτο ζιζανιοκτόνο αυτής της ομάδας ανακαλύφθηκε το 1956 - **EPTC**

Στην αγορά υπάρχουν πολλά μέλη αυτής της ομάδας

**1. EPTC**

**2. Pebulate**

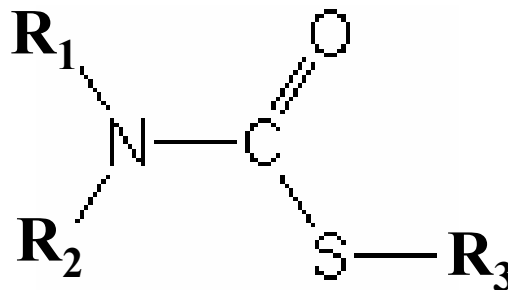
**3. Vernolate**

**4. Butylate**

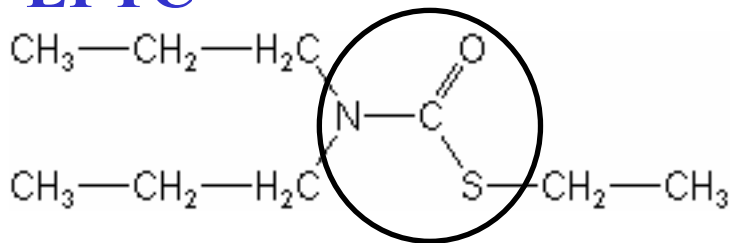
**5. Cycloate**

**6. Molinate**

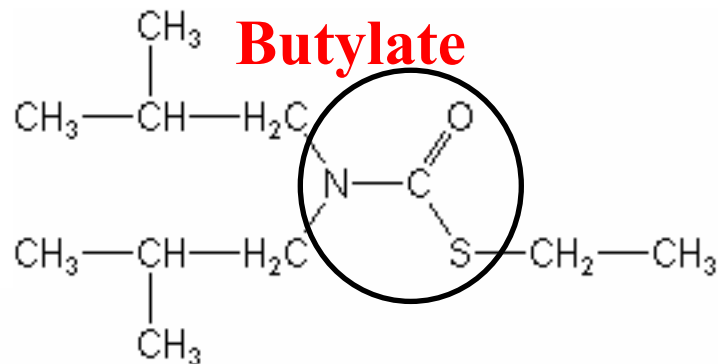
**7. Triallate** Χαρακτηριστική ομάδα στο μόριο η **θειοκαρβαμιδική ομάδα**



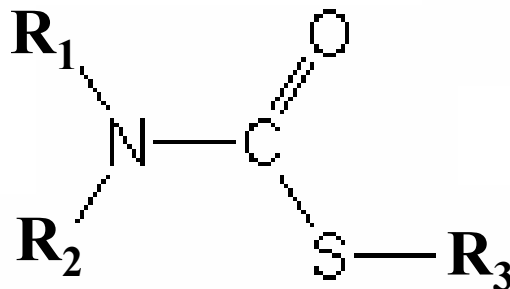
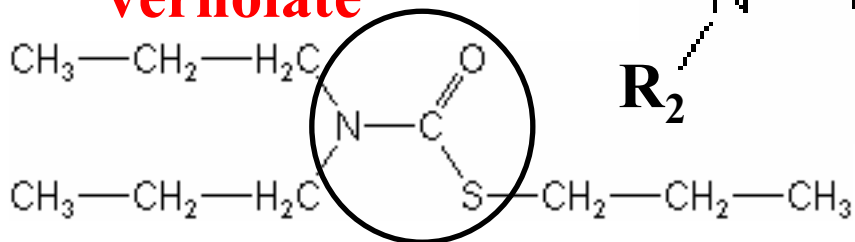
# EPTC



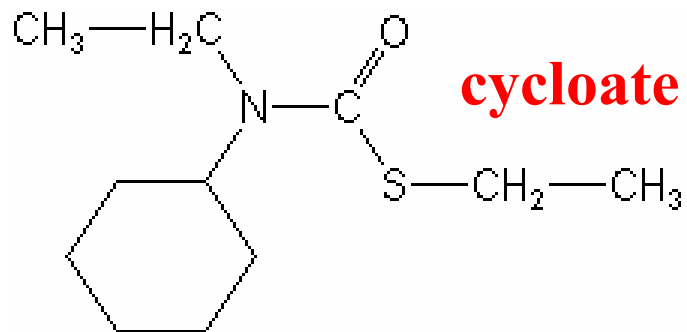
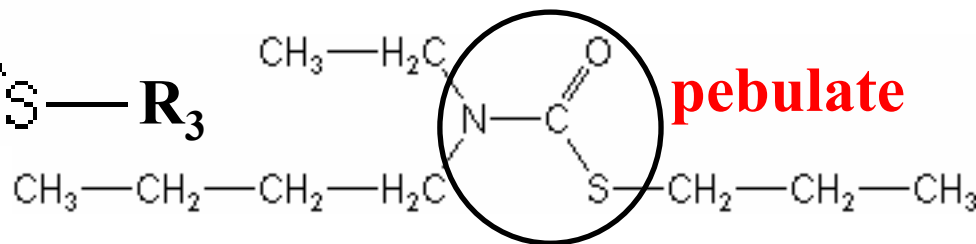
# Butylate



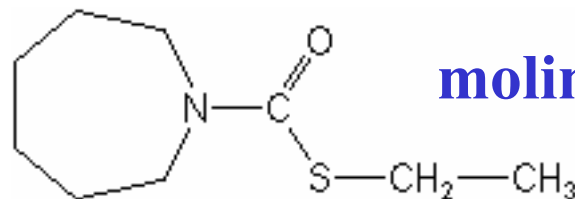
# vernolate



# pebulate



# molinate



# ΓΕΝΙΚΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ - ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

Ζιζανιοκτόνα εδάφους που εφαρμόζονται με ενσωμάτωση για **εκλεκτική καταπολέμηση αγροστωδών ζιζανίων σε πλατύφυλλες καλλιέργειες**

**Καταπολεμούν ετήσια αγροστώδη** αλλά ορισμένα (EPTC, rebulate) είναι εξίσου αποτελεσματικά και εναντίον πολυετών αγροστωδών ζιζανίων

Τα **EPTC, Butylate** εφαρμόζονται μεταφυτρωτικά σε καλλιέργειες αραβόσιτου αλλά σε σκευάσματα που περιέχουν ειδικές προστατευτικές ουσίες που ονομάζονται safeners (R-25788 ή dichlormid).

Το **dichlormid** βρέθηκε ότι αυξάνει την παραγωγή του ενζύμου τρανφεράση της γλουταθειόνης που είναι υπεύθυνο για τον σχηματισμό αδρανών συμπλόκων EPTC με γλουταθειόνη



# ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

Πτητικές ενώσεις και επιβάλλεται η ενσωμάτωση τους στο έδαφος

Η υδατοδιαλυτότητα τους ποικίλει

molinate (800 mg/l) > EPTC (370) > vernolate (90) > cycloate (85)

# ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ

Τα θειοκαρβαμιδικά αποδομούνται κυρίως από τους μικροοργανισμούς του εδάφους

Η υπολειμματικότητα τους αυξάνεται με την χρήση ουσιών όπως το dietholate που αναστέλλει την μικροβιακή δραστηριότητα στο έδαφος.

Η ταχύτητα αποικοδόμησης αυξάνεται μετά από την επανειλημμένη εφαρμογή τους στον ίδιο αγρό επί σειρά ετών (επιταχυνόμενη βιοαποδόμηση)

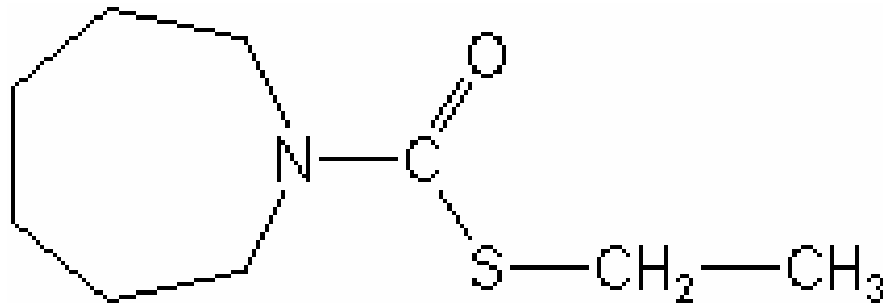


# Molinate

Ζιζανιοκτόνο στο ρύζι εναντίον της μουχρίτσας. Εφαρμόζεται:

1. Προσπαρτικά με ενσωμάτωση και κατάκλυση 4-6 ημέρες αργότερα
2. Αμέσως μετά την σπορά ως κοκκώδες σκεύασμα και κατάκλυση για δύο ημέρες
3. Μεταφυτρωτικά ως κοκκώδες σκεύασμα όταν η μουχρίτσα φθάσει τα 5-

10 cm



# Χλωροαλειφατικά

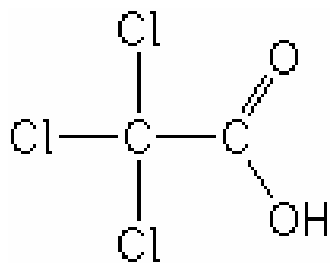
Τα κυριότερα μέλη της ομάδας

## 1. TCA

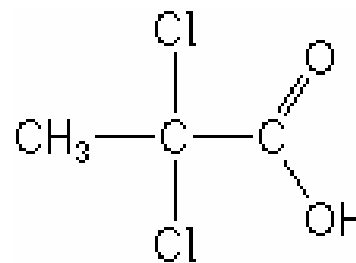
## 2. Dalapon

Εμφανίσθηκαν στην αγορά την δεκαετία του 1960 για την καταπολέμηση αγρωστωδών ζιζανίων

Έχουν υψηλή υδατοδιαλυτότητα και χαμηλό pKa (<2) οπότε βρίσκονται συνήθως σε ανιονική μορφή



**TCA**



**dalapon**

# TCA(TriChloroAcetate)

Εκλεκτικό διασυστηματικό ζιζανιοκτόνο εδάφους για την καταπολέμηση ετησίων και πολυετών αγροστωδών ζιζανίων (*Cynodon dactylon*, *Sorghum halepense*)

Απαιτείται διάστημα 4-5 μηνών μεταξύ εφαρμογής και σποράς σιταριού ή αραβοσίτου (φυτοτοξικότητα)

Προσλαμβάνεται από τις ρίζες και κινείται αποπλαστικά. Προσλαμβάνεται και από το φύλλωμα αλλά δεν μετακινείται διότι καταστρέφει τον ηθμό του φυτού

# Dalapon

Είναι διασυστηματικό εκλεκτικό ζιζανιοκτόνο φυλλώματος που χρησιμοποιείται για την καταπολέμηση ετήσιων και πολυετών αγρωστωδών ζιζανίων

Εφαρμόζεται με κατευθυνόμενη εφαρμογή σε οπωρώνες καθώς και μεταξύ γραμμών σε καλλιέργειες βαμβακιού

Προσλαμβάνεται από τις ρίζες και τα φύλλα των φυτών και κινείται τόσο αποπλαστικά όσο και συμπλαστικά

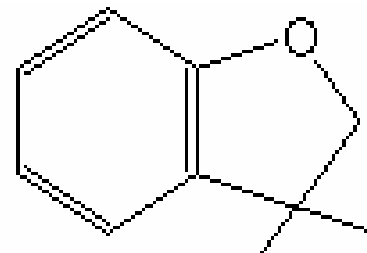
# Βενζοφουρανικά

Τα μέλη αυτής της ομάδας είναι

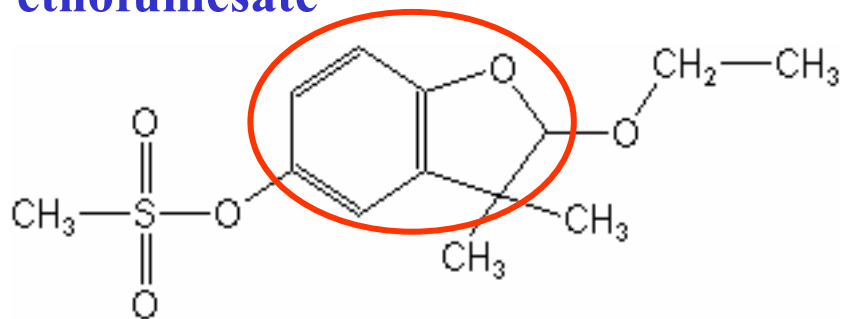
**1. Ethofumesate (NORTRON)**

**2. Benfuresate**

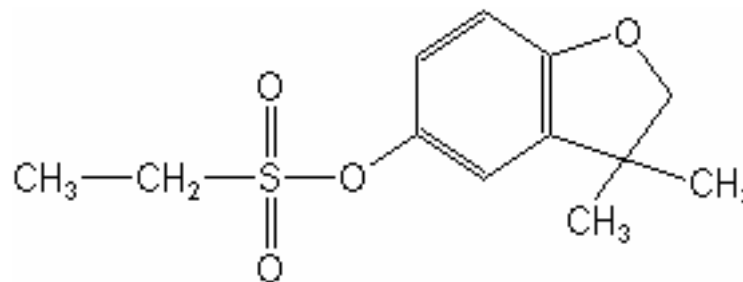
Μόνο το ethofumesate χρησιμοποιείται στην Ελλάδα



**ethofumesate**



**benfuresate**





# Ethofumesate

Εκλεκτικό διαυστηματικό ζιζανιοκτόνο που χρησιμοποιείται για την **καταπολέμηση ετήσιων αγροστωδών και πλατύφυλλων ζιζανίων σε καλλιέργειες ζαχαροτεύτλων**

Προσλαμβάνεται από τις ρίζες των πλατύφυλλων ζιζανίων και από τις κολεοπτύλες των αγροστωδών ζιζανίων και μεταφέρονται συμπλαστικά στους μεριστωματικούς ιστούς των φυτών

## **ΕΚΛΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ**

Οφείλεται στον ταχύτερο μεταβολισμό του ethofumesate στα τεύτλα από ότι σε ευαίσθητα είδη ζιζανίων

## **Τρόπος – Μηχανισμός Δράσης θειοκαρβαμιδικών, βενζοφουρανικών και γλωροαλειφατικών οξέων**

Δεν έχει εξακριβωθεί και πλήρως διευκρινισθεί ακόμη ο μηχανισμός δράσης τους αλλά πιθανότατα αναστέλλουν την βιοσύνθεση λιπαρών οξέων χωρίς όμως να αναστέλλουν την δράση του ενζύμου *ΑκετυλοCo Καρβοξυλάση (ACC)* που είναι σημείο δράσης των –FOPs και -DIMs

**Πιθανότατα αναστέλλουν την βιοσύνθεση μεγαλομοριακών λιπαρών οξέων (VLCFAs) με αποτέλεσμα την μειωμένη απόθεση κηρώδους επιχρίσματος στην επιφάνεια ζιζανίων που έχουν εκτεθεί σε αυτά τα φάρμακα**

# **Ζιζανιοκτόνα αναστολείς του ενζύμου *Acetyl Co Carboxylase (ACC)***

- 1. Κυκλοεξανοδιόνες (tralkoxydim, alloxydim) - DIMs**
- 2. Πολυκυκλικά αλκανοϊκά οξέα (haloxyfop, diclofop) - FOPs**

# Κυκλοεξανοδιόνες

Εκλεκτικά ζιζανιοκτόνα φυλλώματος που χρησιμοποιούνται μεταφυτρωτικά σε πλατύφυλλες καλλιέργειες για την καταπολέμηση ετησίων και μερικών πολυετών αγροστωδών ζιζανίων

Απορροφούνται διαμέσου του φυλλώματος και κινούνται συμπλαστικά και αποπλαστικά εντός του φυτού.

Τα κυριότερα μέλη της ομάδας είναι τα:

**1.Tralkoxydim**

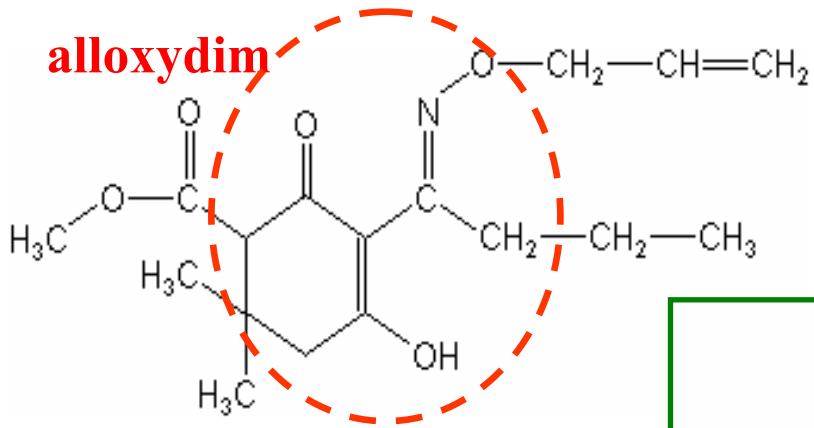
**2.Clethodim**

**3.Cycloxydim**

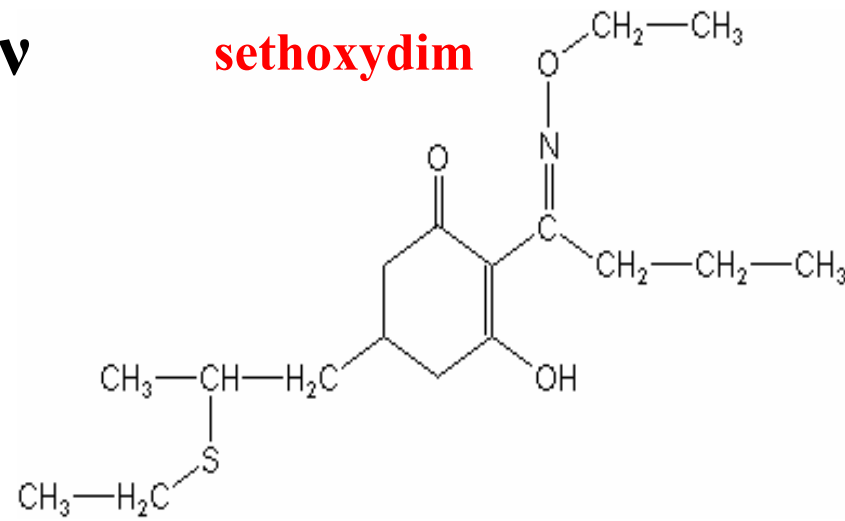
Ονομάζονται και -DIMS λόγω της χαρακτηριστικής κατάληξης στα ονόματα των ζιζανιοκτόνων αυτής της ομάδας

# Χημική Δομή Κυκλοεξανοδιενών

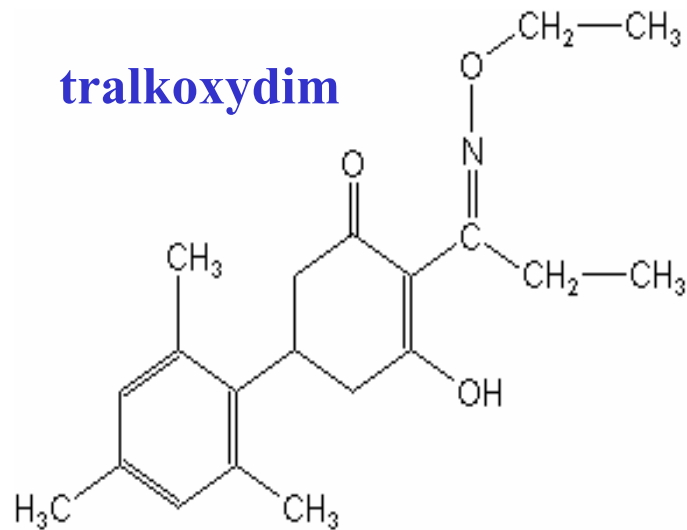
**alloxydim**



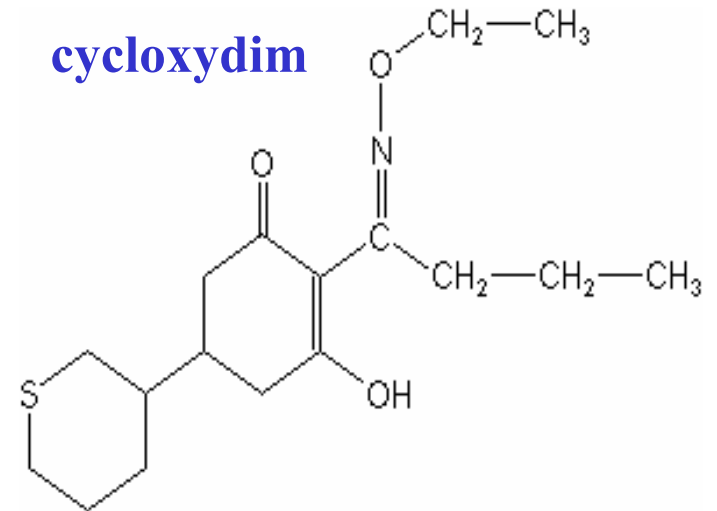
**sethoxydim**



**tralkoxydim**



**cycloxydim**



## Συμπεριφορά στο έδαφος και στο περιβάλλον

Συμπεριφέρονται στο έδαφος ως ασθενή οξέα ( $pK_a=4.1$ ) και συνεπώς συμπεριφέρονται ως πολικά μόρια (ανιόντα) με αποτέλεσμα λόγω της μη προσρόφησης τους σε οργανική ουσία (λιπόφιλη) και άργιλο του εδάφους (ανιόν επίσης) να εκπλύνονται εύκολα στα βαθύτερα εδαφικά στρώματα.

**ΌΜΩΣ** δεν αποτελούν σοβαρούς οργανικούς ρύπους των υδροφόρων συστημάτων λόγω των χαμηλών δόσεων στις οποίες εφαρμόζονται

# Επιμέρους Χρήσεις Κυκλοεξανοδιενών

**Sethoxydim (NABU):** χρησιμοποιείται μεταφυτρωτικά για την καταπολέμηση ετήσιων και πολυετών αγροστωδών ζιζανίων σε καλλιέργειες τεύτλων, καπνού, βαμβακιού.

**Tralkoxydim (GRASP):** χρησιμοποιείται για την καταπολέμηση αγροστωδών ζιζανίων σε καλλιέργειες σιταριού. Συνδυάζεται και με πλατυφυλλοκτόνα (bromoxynil, mecoprop) χωρίς να επηρεάζεται η εκλεκτικότητα του στο σιτάρι

# Πολυκυκλικά αλκανοϊκά οξέα

Αναπτύχθηκαν μετά την εμφάνιση προβλημάτων στις καλλιέργειες σιτηρών με την συνεχή χρήση φαινοξυαλκανοϊκών (εμφάνιση αγριοβρώμης)

Χρησιμοποιούνται προφυτρωτικά αλλά ορισμένα και μεταφυτρωτικά

**Όλα τα ζιζανιοκτόνα αυτής της ομάδας είναι εστέρες αλλά αμέσως μετά την πρόσληψη από το φυτό υδρολύονται προς το αντίστοιχο οξύ και μετακινούνται προς το σημείο δράσης**



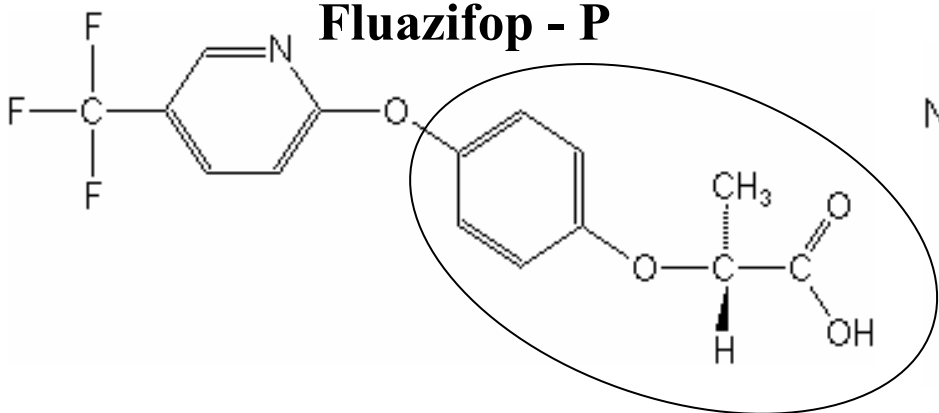
# Πολυκυκλικά αλκανοϊκά οξέα

Τα κυριότερα μέλη της ομάδας είναι

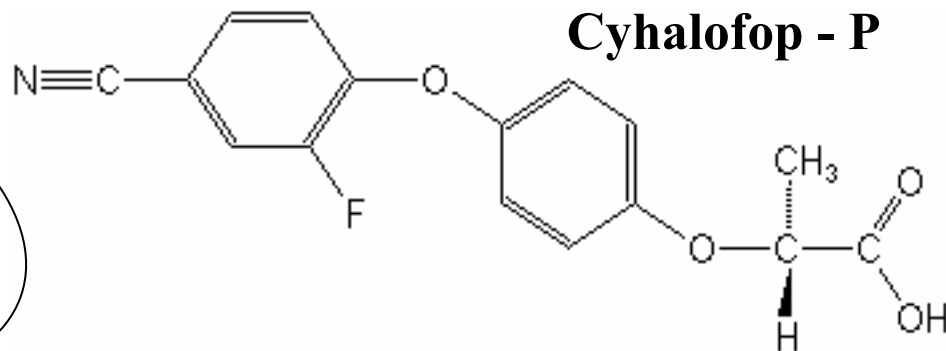
1. Haloxyfop (GALLANT)
2. Flamprop-m-isopropyl (SUFIX)
3. Fluazifop-P-butyl (FUSILADE)
4. Fenoxaprop-P-ethyl (PUMA)
5. Quazilofop-P-ethyl (TARGA)
6. Diclofop-methyl (ILLOXAN)
7. Cyhalofop-butyl (CLINCHER)

Παρουσιάζουν οπτική ισομέρεια - **μόνο R-ισομερή έχουν**  
**ζιζανιοκτόνο δράση** και τα σκευάσματα τα οποία περιέχουν μόνο το  
R-ισομερές ονομάζονται -P-

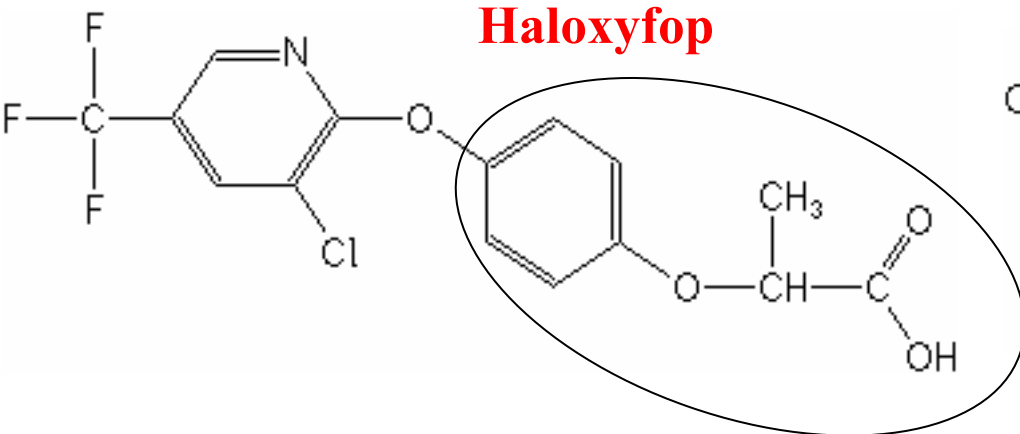
**Fluazifop - P**



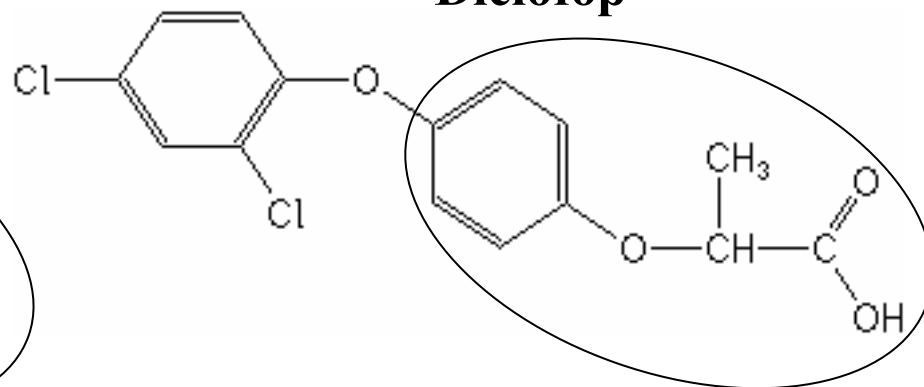
**Cyhalofop - P**



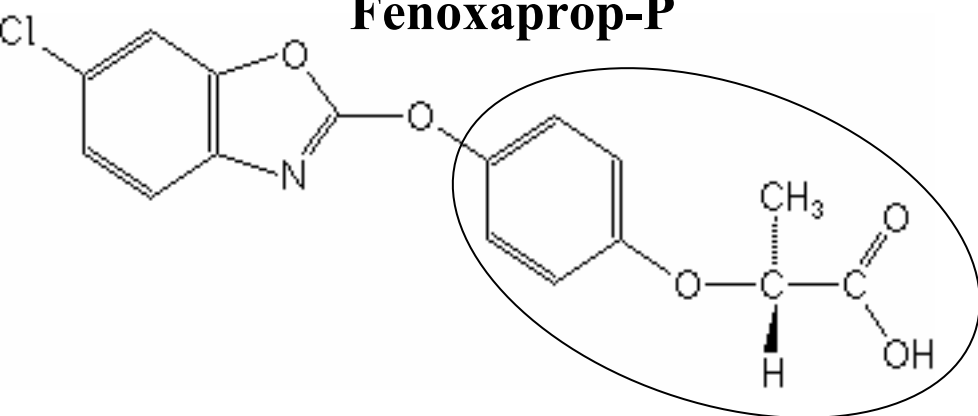
**Haloxyfop**



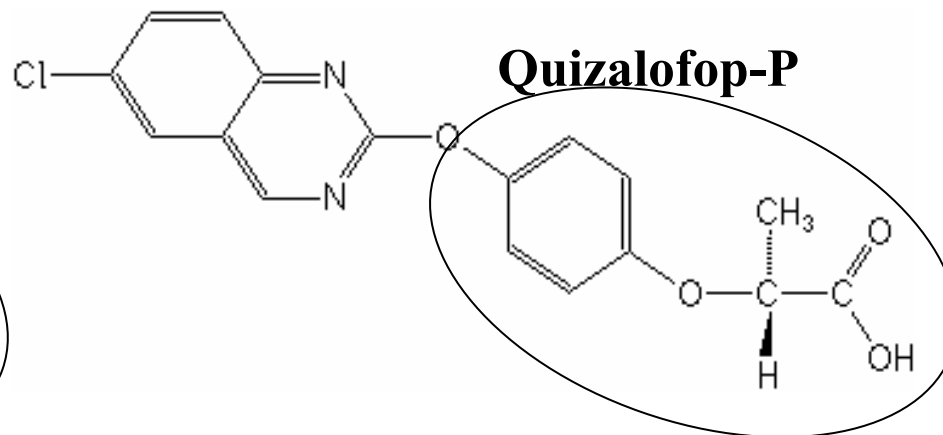
**Diclofop**



**Fenoxaprop-P**



**Quizalofop-P**



# Πολυκυκλικά αλκανοϊκά οξέα - Μεταβολισμός

## ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ ΣΤΑ ΦΥΤΑ

Υδρολύονται προς το αντίστοιχο οξύ που μετακινείται εντός του φυτού προς το σημείο δράσης (ενεργοποίηση)

Σε **ανθεκτικά φυτά** υδροξυλιώνονται και στη συνέχεια σχηματίζουν αδρανή σύμπλοκα με φυτικά συστατικά

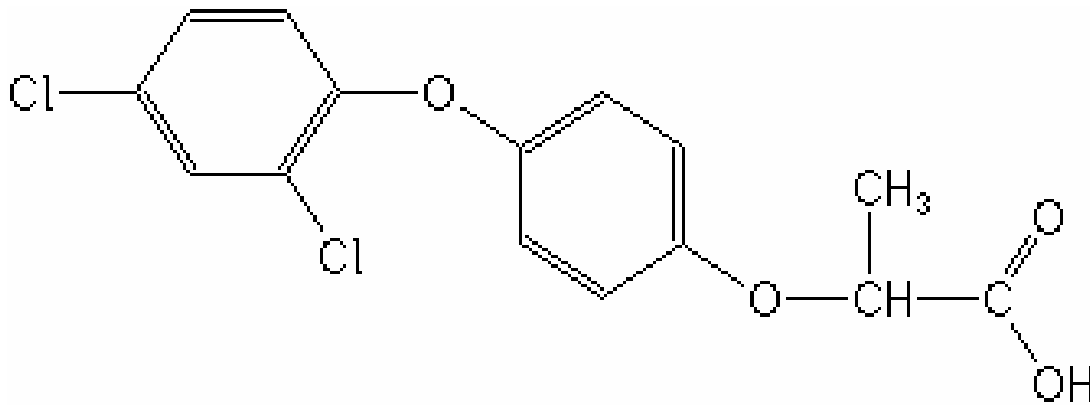
Στα **ευαίσθητα φυτά** επανεστεροποιούνται και έτσι παρατείνεται η παρουσία τους εντός των φυτών

# Diclofor-methyl (ILLOXAN)

Χρησιμοποιείται μεταφυτρωτικά για την καταπολέμηση αγροστωδών ζιζανίων σε καλλιέργειες αρακά, μπιζελιού, βίκου, ζαχαροτεύτλων κ.α.

Όλα τα πλατύφυλλα είναι ανθεκτικά στο diclofor methyl εκτός του βαμβακιού

Δεν συνδυάζεται με φαινοξυαλκανοϊκά ζιζανιοκτόνα όπως 2,4-D

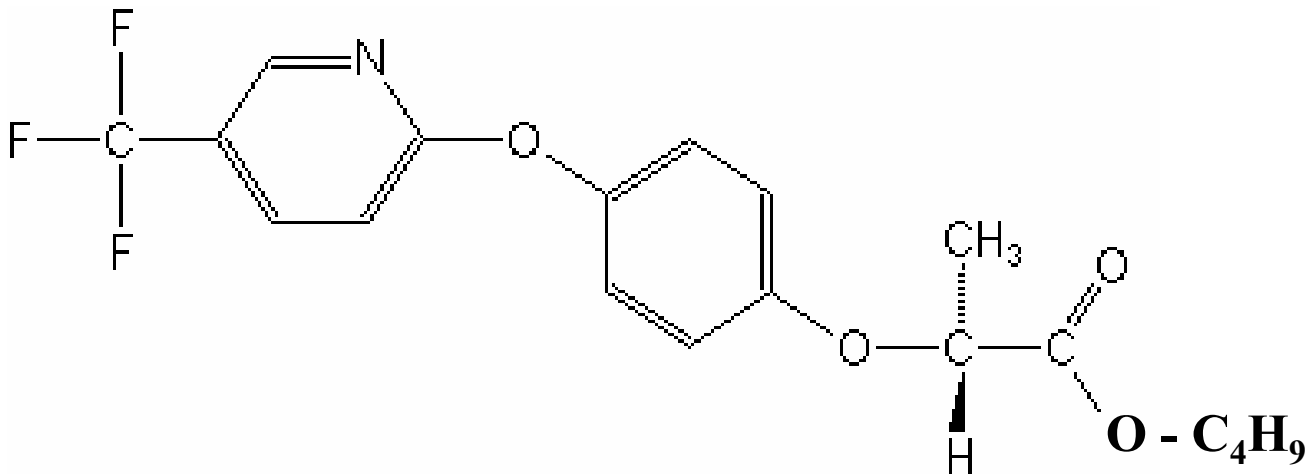


# Fluazifop-P-butyl (FUZILADE)

Χρησιμοποιείται για την καταπολέμηση ετησίων και πολυετών αγροστωδών ζιζανίων σε καλλιέργειες αμπελιού και ζαχαροτεύτλων

Απορροφάται από τα φύλλα και τις ρίζες των φυτών και κινείται αποπλαστικά και συμπλαστικά εντός των φυτών

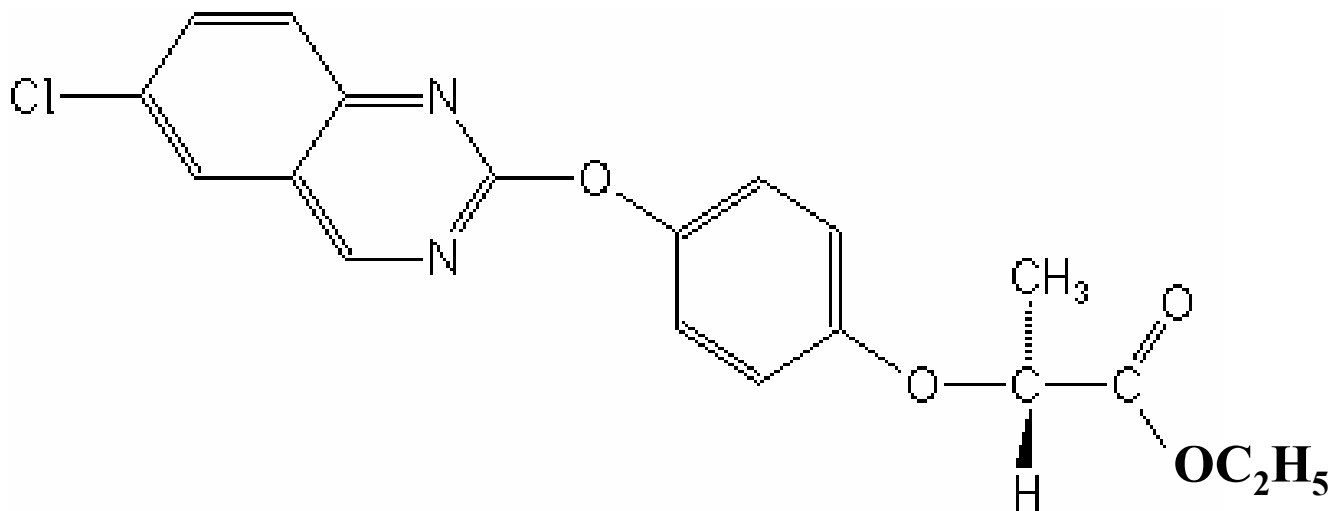
Εφαρμόζεται στο φύλλωμα των φυτών παρά στο έδαφος και συσσωρεύεται στους μεριστωματικούς ιστούς των φυτών



# Quizalofop-P-ethyl (TARGA)

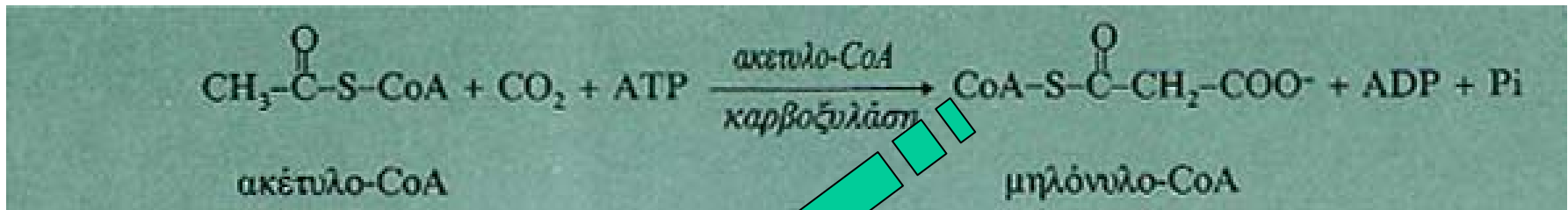
Χρησιμοποιείται για την καταπολέμηση ετησίων και πολυετών αγρωστωδών ζιζανίων σε διάφορες καλλιέργειες

Ταυτόχρονη εφαρμογή με ζιζανιοκτόνα που καταπολεμούν πλατύφυλλα ζιζάνια μειώνουν την αποτελεσματικότητα του



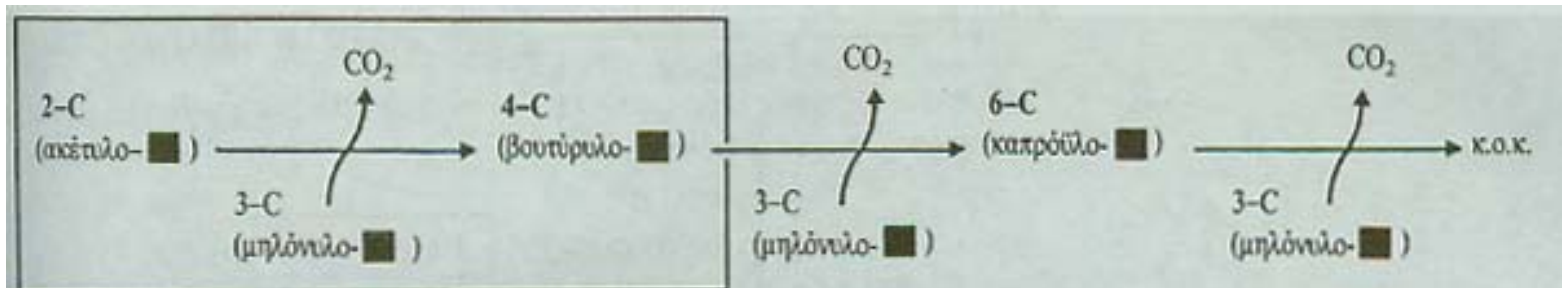
# Μηχανισμός Δράσης Κυκλοεξανοδιενικών και Πολυκυκλικών Αλκανοϊκών Οξέων

Παρεμβαίνουν στην λειτουργία του ενζύμου *ακέτυλο CoA καρβοξυλάση (ACC)* που ελέγχει το πρώτο βήμα για την βιοσύνθεση λιπαρών οξέων



Το μηλότυλο-CoA αποτελεί το δομικό συστατικό για την βιοσύνθεση των λιπαρών οξέων

**Βιοσύνθεση Λιπαρών Οξέων**



# Ζιζανιοκτόνα - αναστολείς της βιοσύνθεσης κυτταρικών τοιχωμάτων

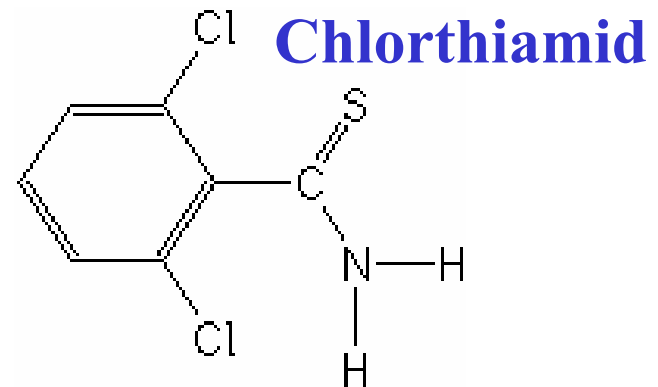
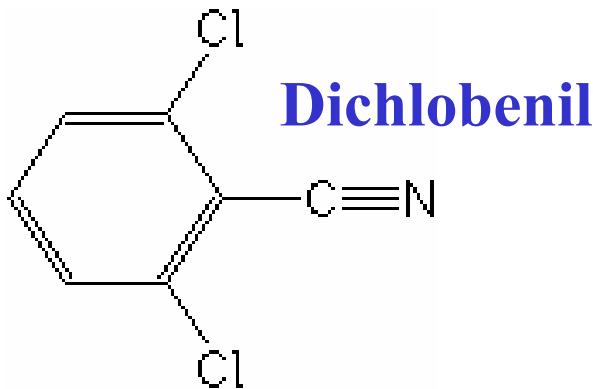
1. Νιτρίλια (dichlobenil, **chlorthiamid**)
2. Isoxaben



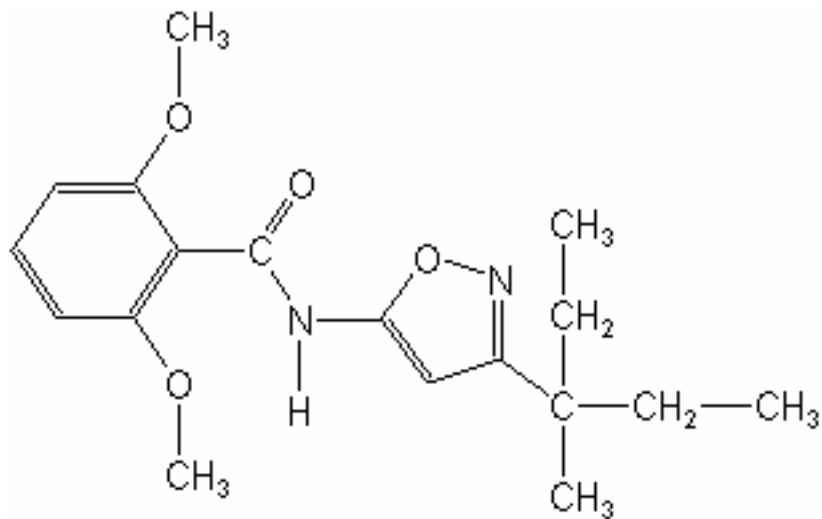
# Dichlobenil (GASORON) - Chlorthiamid

Ζιζανιοκτόνα εδάφους που προσλαμβάνονται από τις ρίζες και κινούνται μόνο αποπλαστικά

Εφαρμόζονται κυρίως σε δενδρώδεις καλλιέργειες και σε μη γεωργικές εκτάσεις. Απαιτείται ενσωμάτωση στο έδαφος ιδιαίτερα σε υψηλές θερμοκρασίες λόγω αυξημένης πτητικότητας



# Isoxaben



Εκλεκτικό ζιζανιοκτόνο εδάφους που εφαρμόζεται προφυτρωτικά σε καλλιέργειες χειμερινού σιταριού, καλλωπιστικών και δενδρωδών καλλιεργειών για την καταπολέμηση ετησίων πλατύφυλλων ζιζανίων

# Μηχανισμός Δράσης Βενζονιτριλίων, Isoxaben

Τα ζιζανιοκτόνα αυτής της ομάδας αναστέλλουν την βιοσύνθεση και απόθεση κυτταρίνης στα κυτταρικά τοιχώματα των φυτικών κυττάρων

Ο μηχανισμός βιοσύνθεσης της κυτταρίνης στα φυτικά κύτταρα δεν είναι πλήρως γνωστός αλλά τα **dichlobenil, isoxaben** έχει βρεθεί ότι αναστέλλουν τον πολυμερισμό της UDP-γλυκόζης που αποτελεί δομικό συστατικό της κυτταρίνης

Φυτά ανθεκτικά σε **dichlobenil, isoxaben** παρουσίασαν κυτταρικές μεμβράνες με υψηλή περιεκτικότητα σε πηκτίνες και χαμηλή περιεκτικότητα σε κυτταρίνη

# Ζιζανιοκτόνα Αναστολείς βιοσύνθεσης Αμινοξέων

1. Αναστολείς του ενζύμου *ALS (AcetoLactate Synthase, οξειγαλακτική συνθάση)* και της βιοσύνθεσης αμινοξέων με διακλαδισμένη πλευρική αλυσίδα
2. Αναστολείς του ενζύμου *EPSPS (συνθετάση του ΦωσφοΕνολοΠυρουβιλΣικιμικού Οξέος)* και της βιοσύνθεσης αρωματικών αμινοξέων
3. Αναστολείς του ενζύμου *GLS (Glutamate Synthase, συνθετάση της γλουταμίνης)* και της αφομοίωσης N στα φυτά

# **Ζιζανιοκτόνα - αναστολείς του ενζύμου ALS**

- 1. Σουλφουλουρίες (chlorsulfuron, metsulfuron-methyl)**
- 2. Ιμιδαζολινόνες (imazapic, imazaquin)**
- 3. Πυριμιδινυλβενζοϊκά (bispribac, pyriothiobac)**
- 4. Τριαζολοπυριμιδίνες (flumetsulam, metosulam)**

# Σουλφονουλουρίες

Ανακαλύφθηκαν την δεκαετία του 70 και έφτασαν στην αγορά την δεκαετία του 80.

*Αποτελούν πολύ χρήσιμες δραστικές ουσίες διότι:*

- Χρησιμοποιούνται σε χαμηλές δόσεις (100 φορές χαμηλότερες των παραδοσιακών ζιζανιοκτόνων, 1-2 g δ.ο/στρ)
- Είναι ασφαλή για το περιβάλλον
- Ασφαλή για τον άνθρωπο και τα θηλαστικά
- Παρουσιάζουν εκλεκτικότητα σε πλήθος καλλιεργειών

*Nicosulfuron, rimsulfuron* στο καλαμπόκι

*Azimsulfuron* στο ρύζι

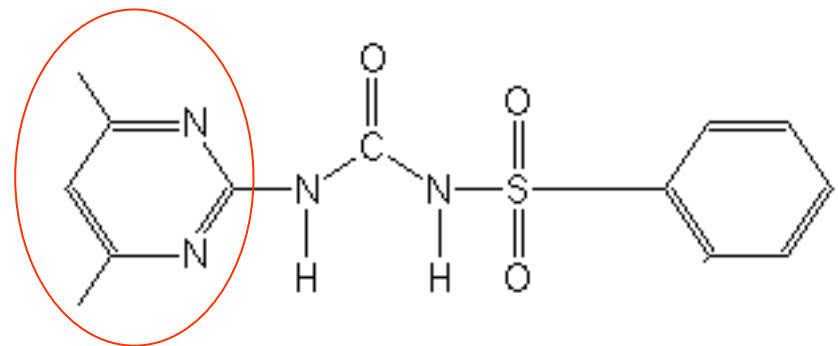
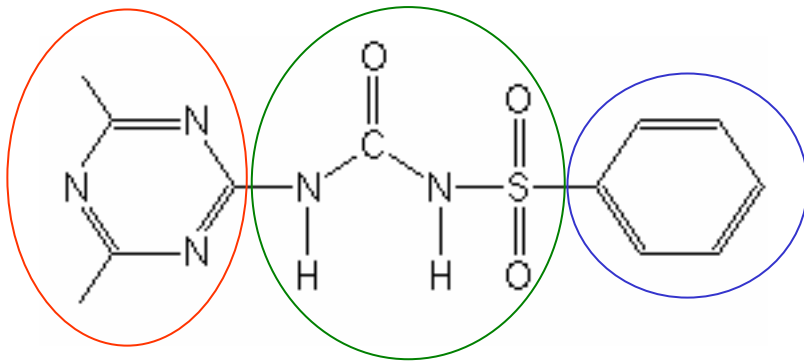
*Amidosulfuron* στο σιτάρι

*Triflusulfuron* στα τεύτλα

# Σουλφονουλourίες – Χημική Δομή

Το μόριο τους αποτελείται από:

- Αρυλικό τμήμα (φαίνυλο ομάδα)
- Σουλφονουλική ομάδα
- Ετεροκυκλική αρωματική ομάδα με άλκυλο ή άλκοξυ υποκαταστάτες



# Σουλφονουλουρίες - Φυσικοχημικές Ιδιότητες

➤ Είναι ασθενή οξέα με  $pK_a$  3.3-5.2

Η υδατοδιαλυτότητα και λιποφιλικότητα τους εξαρτώνται από το pH:

- Σε όξινο pH επικρατεί η αδιάστατη μορφή τους και συνεπώς παρουσιάζουν μειωμένη υδατοδιαλυτότητα και αυξημένη λιποφιλικότητα ( $K_{ow}$ )
- Σε ουδέτερο και αλκαλικό pH επικρατεί η ιονισμένη μορφή τους και συνεπώς αυξάνεται η υδατοδιαλυτότητα και μειώνεται η λιποφιλικότητα

<b>Chlorsulfuron</b>	<b>pH 5</b>	<b>pH 7</b>
$K_{ow}$	5,5	0,047
Υδατοδιαλυτοτητα (g/l)	0,6	31,8

Σουλφονουλουρίες με τριαζινικό δακτύλιο πιο υδατοδιαλυτές από αυτές με πυριμιδινικό δακτύλιο:

**Chlorsulfuron 0.6 g/l (pH 5) - 32 g/l (pH 7)**

**Nicosulfuron 0.4 g/l (pH 5) - 12g/l (pH 7)**



# Σουλφονουρίες - Φυτικοχημικές Ιδιότητες

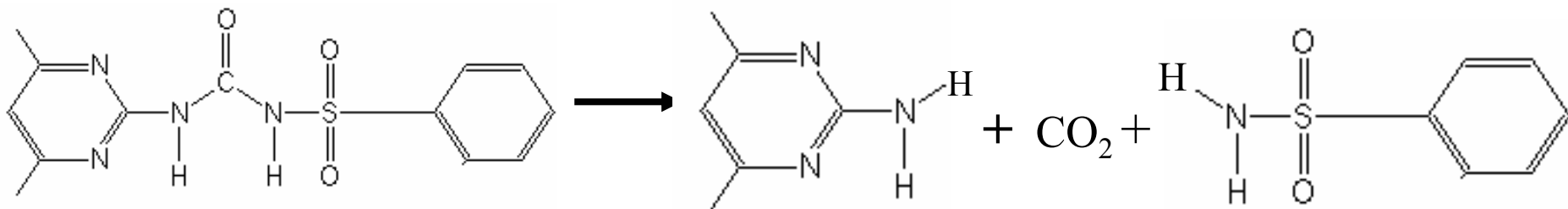
Χαμηλή πτητικότητα

Ασταθή σε **όξινα υδατικά διαλύματα** υφίστανται όξινη υδρόλυση με διάσπαση του σουλφονουλικού δεσμού και παραγωγή:

1.  $\text{CO}_2$

2. Σουλφοναμίδιο

3. Ετεροκυκλική αρωματική αμίνη



Σταθερά σε **αλκαλικά διαλύματα** υδρολύονται με αργό ρυθμό

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ chlorsulfuron

pH 8 (35C)  $T_{0.5} = 208$  ημέρες

pH 5 (35C)  $T_{0.5} = 6$  ημέρες

# Σουλφονουλουρίες

## Συμπεριφορά στο έδαφος - Μεταβολισμός

Η συμπεριφορά τους και ο μεταβολισμός τους στο έδαφος εξαρτάται από το pH:

1. Σε όξινα εδάφη οι σουλφονουλουρίες βρίσκονται σε αδιάστατη μορφή και προσροφούνται στην οργανική ουσία του εδάφους ΑΡΑ δεν εκπλένονται
2. Σε ουδέτερα και αλκαλικά εδάφη είναι ιδιαίτερα υδατοδιαλυτές και σημαντικές συγκεντρώσεις του παραμένουν στο εδαφικό διάλυμα όπου είτε αποικοδομούνται από τους μικρο-οργανισμούς του εδάφους είτε εκπλένονται



Δεν αποτελούν κύριους ρύπους των υπογείων νερών λόγω της μικρής δοσολογίας στην οποία εφαρμόζονται

Δεν παρουσιάζουν προβλήματα φυτοτοξικότητας για επόμενες καλλιέργειες εκτός των τεύτλων που συγκεντρώσεις **0.1 ppb chlorsulfuron** προκαλούν μείωση στην ανάπτυξη του ριζικού συστήματος των τεύτλων

# Σουλφονουλουρίες

## Μεταβολισμός στα Φυτά

Στα ανθεκτικά φυτά ο μηχανισμός αδρανοποίησης διαφέρει από φάρμακο σε φάρμακο και από φυτό σε φυτό

Συνήθως τα ανθεκτικά φυτά παρουσιάζουν αυξημένη ικανότητα καταβολισμού των σουλφονουλουριών

# Σουλφονυλουρίες – Μηχανισμοί Εκλεκτικότητας

**Αντιδράσεις μεταβολισμού που προσδίδουν εκλεκτικότητα:**

- Ο- απαλκυλίωση (ρύζι – **azimsulfuron, pyrazosulfuron ethyl**)
- Υδροξυλίωση ετεροκυκλικού δακτυλίου και σχηματισμός συμπλόκων (**rimisulfuron, nicosulfuron** στο καλαμπόκι)
- Υδροξυλίωση του φαινυλικού δακτυλίου και σχηματισμός συμπλόκων (**primisulfuron methyl** στο καλαμπόκι)
- Σχηματισμός αδρανών συμπλόκων με γλουταθειόνη (**chlorlimuron ethyl** στο καλαμπόκι, **triflusulfuron methyl** στα τεύτλα)
- Ταχύτατη υδρόλυση του σουλφονυλουρικού δεσμού (**sulfosulfuron** στο σιτάρι)
- Διάσπαση του εστερικού δεσμού στον υποκαταστάτη του φαινυλικού δακτυλίου (**thifensulfuron methyl** στο σιτάρι)

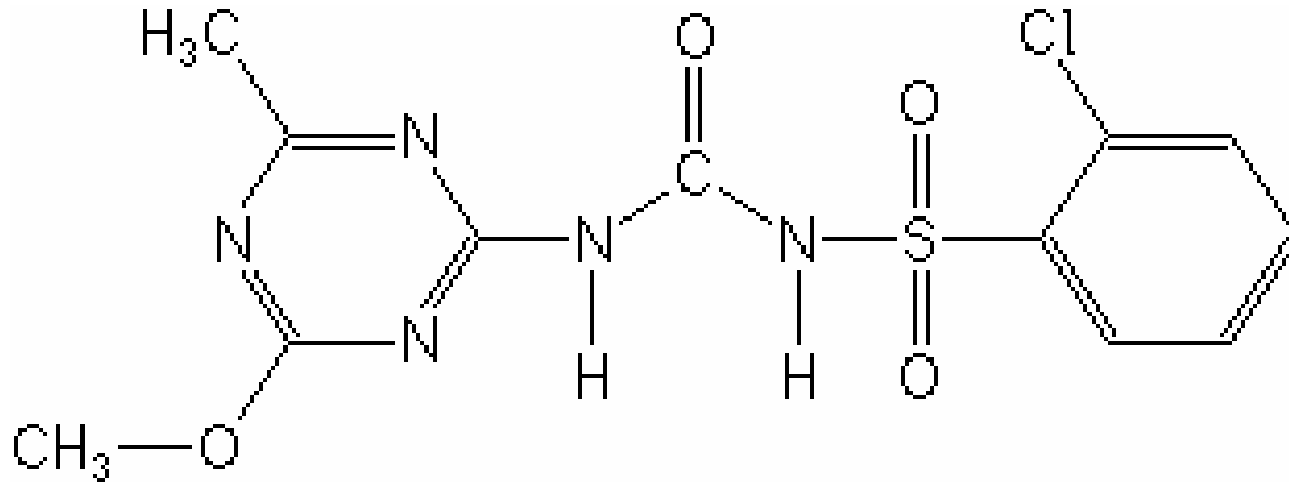
# Σουλφονουλουρίες - Χρήσεις

Διασυστηματικά εκλεκτικά ζιζανιοκτόνα εδάφους που προσλαμβάνονται από τις ρίζες των φυτών και κινούνται αποπλαστικά και συμπλαστικά εντός των φυτών

Αποτελεσματικά κυρίως εναντίον ετήσιων πλατύφυλλων ζιζανίων αν και καταπολεμούν και ορισμένα ετήσια αγροστώδη

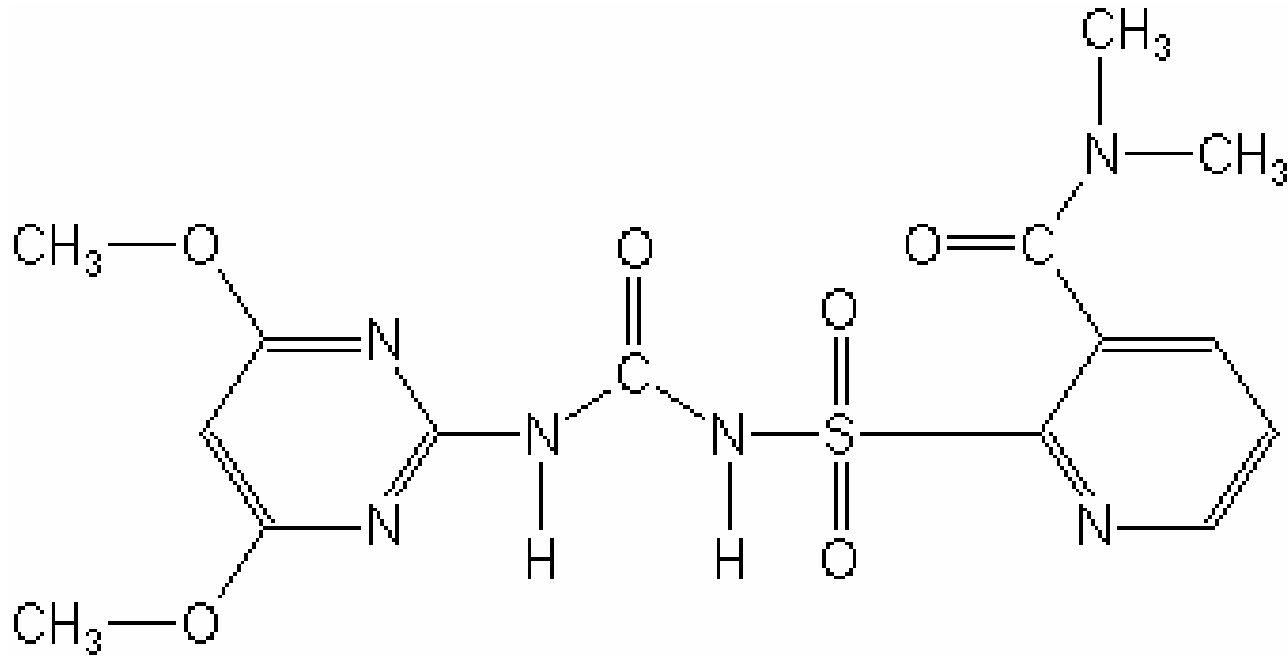
# Chlorsulfuron (GLEAN)

Εφαρμόζεται προφυτρωτικά και μεταφυτρωτικά σε καλλιέργειες σιταριού, κριθαριού και βρώμης για την εκλεκτική καταπολέμηση ετήσιων αγρωστωδών και κυρίως πλατύφυλλων ζιζανίων



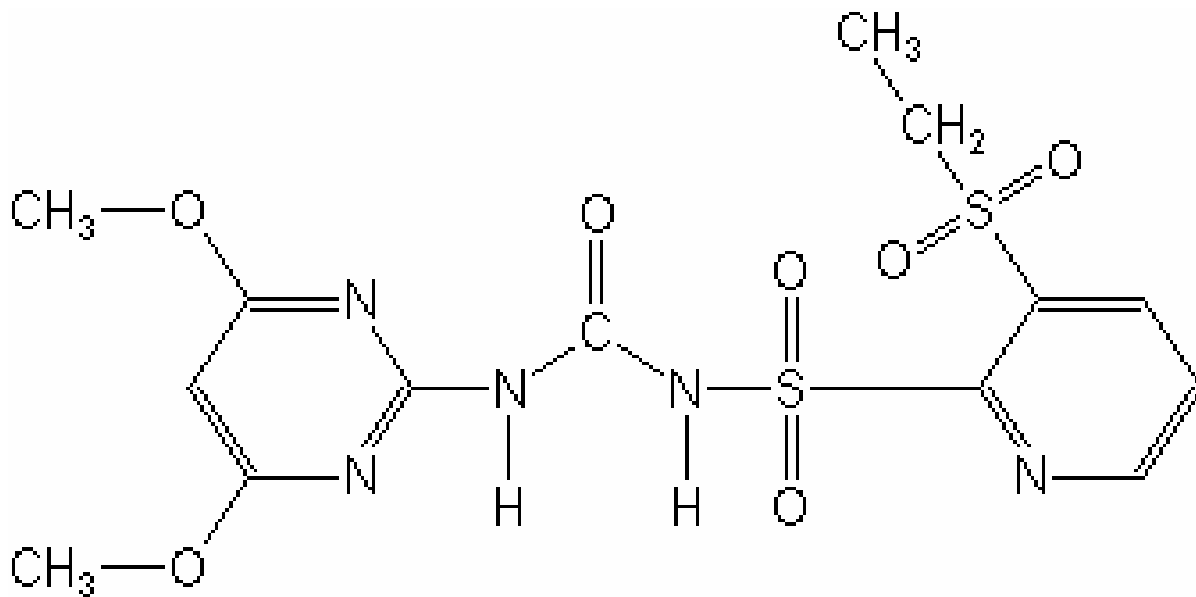
# Nicosulfuron

Εφαρμόζεται προφυτρωτικά και μεταφυτρωτικά σε καλλιέργειες αραβοσίτου για την εκλεκτική καταπολέμηση του βέλιουρα και άλλων ετήσιων αγροστωδών και κάποιων πλατύφυλλων ζιζανίων



## Rimsulfuron (RUSH)

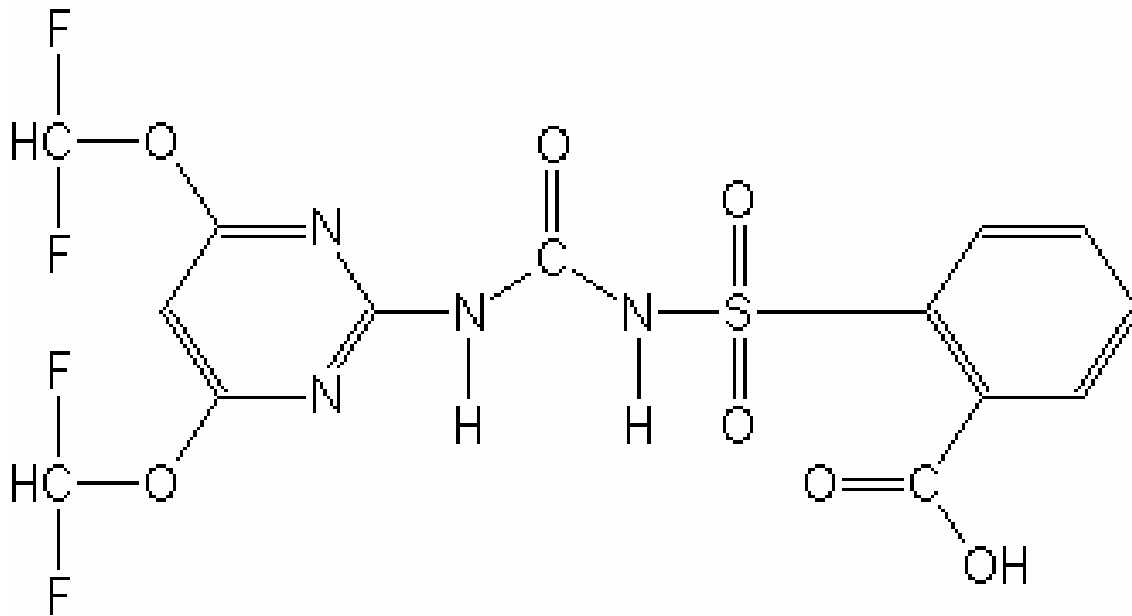
Εφαρμόζεται μεταφυτρωτικά σε καλλιέργειες αραβοσίτου, τομάτας και πατάτας για την εκλεκτική καταπολέμηση ετήσιων αγρωστωδών και πλατύφυλλων ζιζανίων





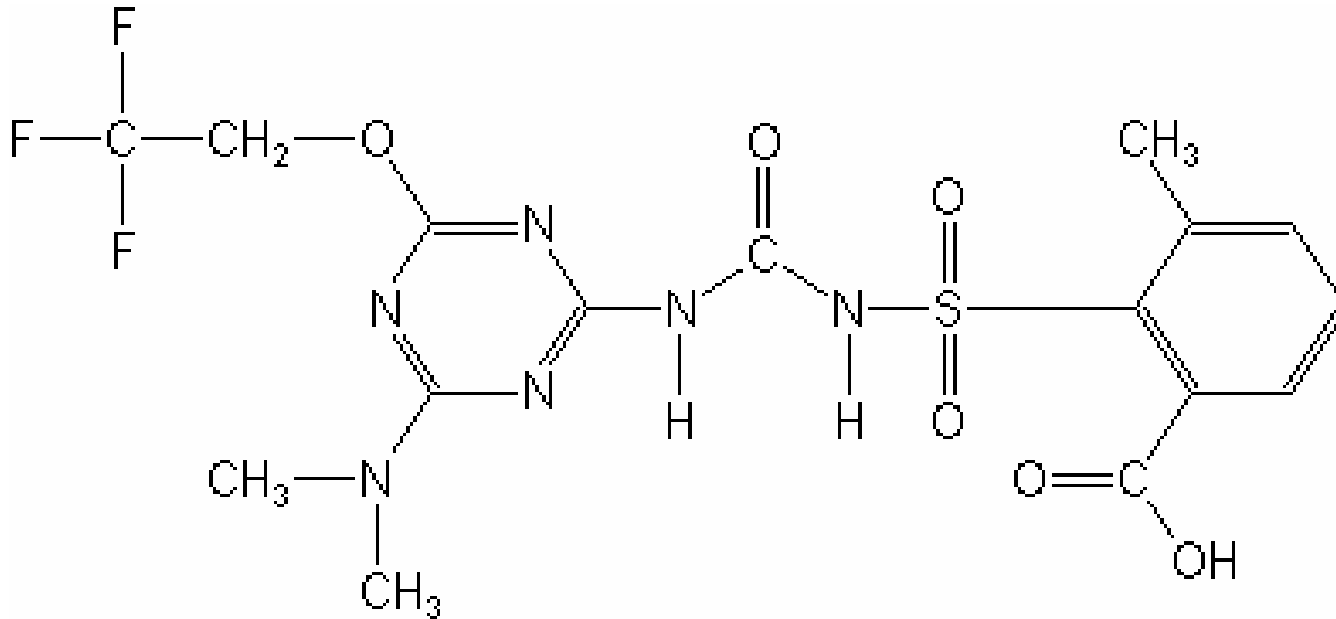
## Primisulfuron methyl (TEL)

Εφαρμόζεται μεταφυτρωτικά σε καλλιέργειες αραβοσίτου για την εκλεκτική καταπολέμηση βέλιουρα και ορισμένων πλατύφυλλων ζιζανίων



# Triflusulfuron-methyl

Εφαρμόζεται μεταφυτρωτικά σε καλλιέργειες τεύτλων για την εκλεκτική καταπολέμηση ετήσιων και πολυετών πλατύφυλλων ζιζανίων

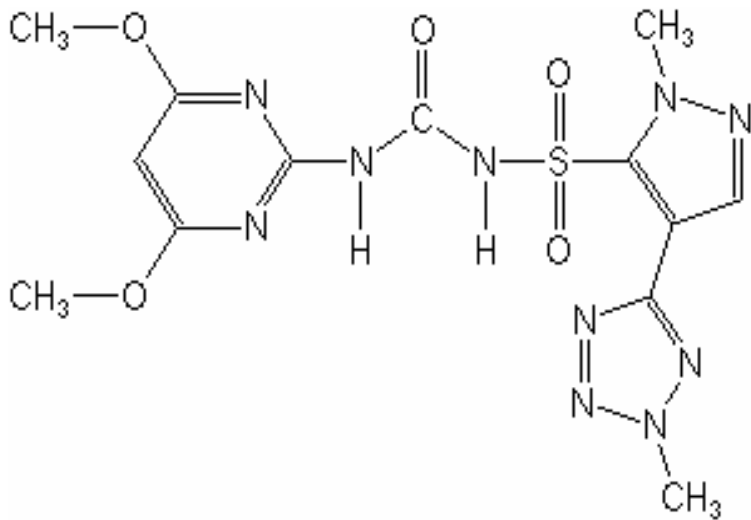


# Azimsulfuron (GULLIVER) και Cinosulfuron

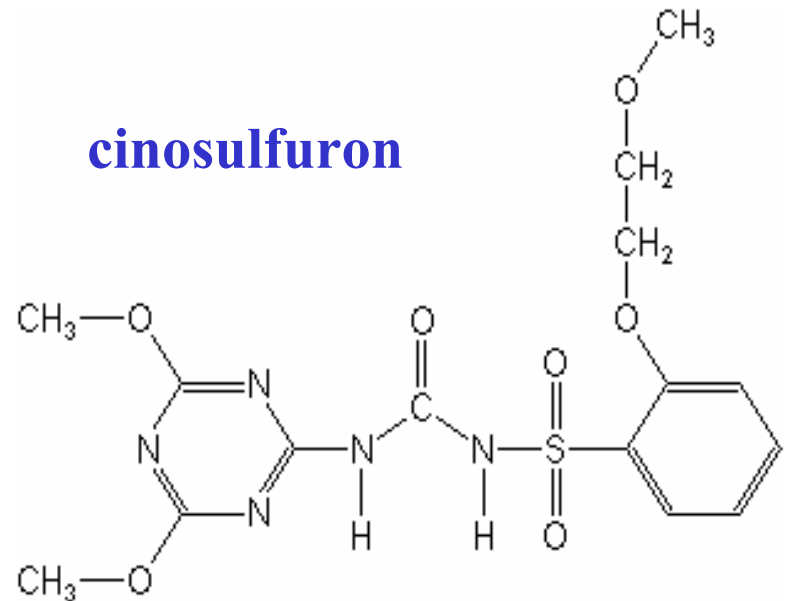
Εκλεκτικά ζιζανιοκτόνα που χρησιμοποιούνται μεταφυτρωτικά για την καταπολέμηση της μουχρίτσας και άλλων ετησίων ζιζανίων στην ορυζοκαλλιέργεια

Το azimsulfuron συνδυάζεται με άλλα ζιζανιοκτόνα όπως molinate, propanil για πιο αποτελεσματική καταπολέμηση βιοτύπων ζιζανίων ανθεκτικών στο ένα ή στο άλλο ζιζανιοκτόνο

**azimsulfuron**



**cinosulfuron**



# Ιμιδαζολινόνες

Σχετικά πρόσφατη ομάδα ζιζανιοκτόνων που ανακαλύφθηκε την δεκαετία του 70 και εμφανίσθηκαν στην αγορά την δεκαετία του 80.

Είναι εκλεκτικά διασυστηματικά ζιζανιοκτόνα που χρησιμοποιούνται για την καταπολέμηση ετήσιων και πολυετών αγροστωδών και πλατύφυλλων ζιζανίων

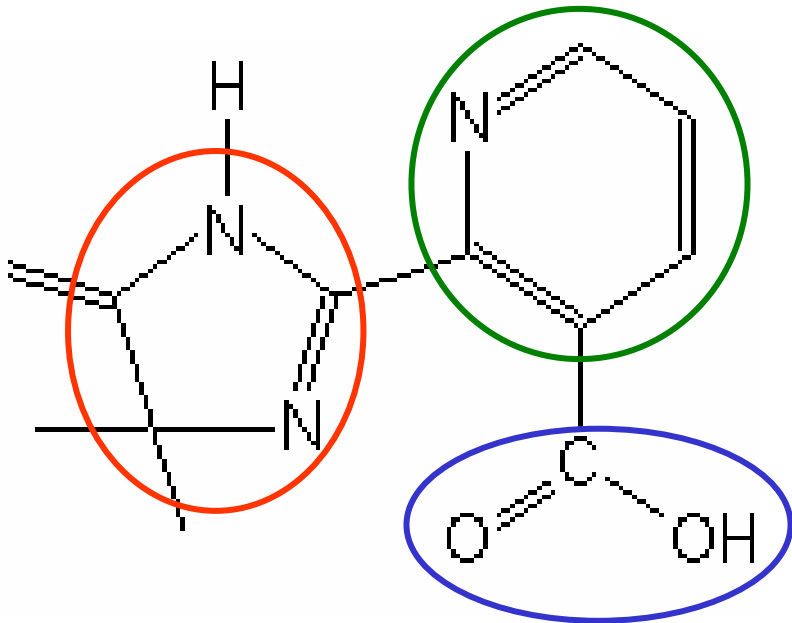
Τα κυριότερα μέλη της ομάδας είναι

- 1. Imazapyr (ARSENAL)**
- 2. Imazaquin**
- 3. Imazethapyr**
- 4. Imazapic**
- 5. Imazamethabenz-methyl (ACCERT)**
- 6. Imazamox**

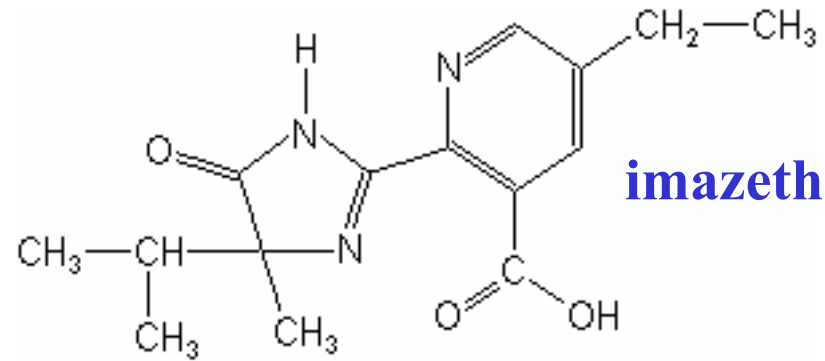
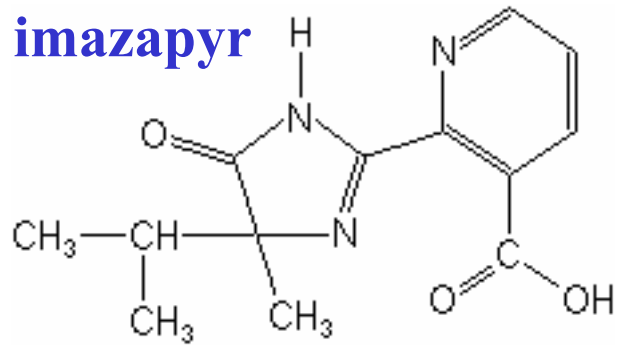
# Ιμιδαζολινόνες - Χημική Δομή

Τα σημεία της χημικής τους δομής που είναι απαραίτητα για την εκδήλωση της ζιζανιοκτόνου δράσης είναι:

1. Αρωματικός δακτύλιος
2. Καρβοξυλικό οξύ ή καρβοξυλικός εστέρας
3. Ιμιδαζολινικός δακτύλιος

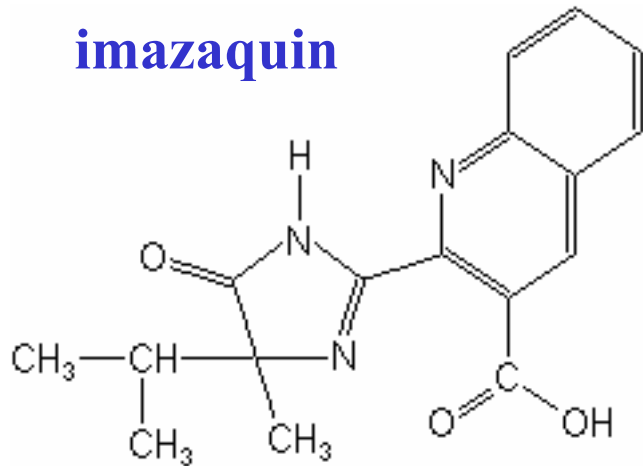


**imazapyr**

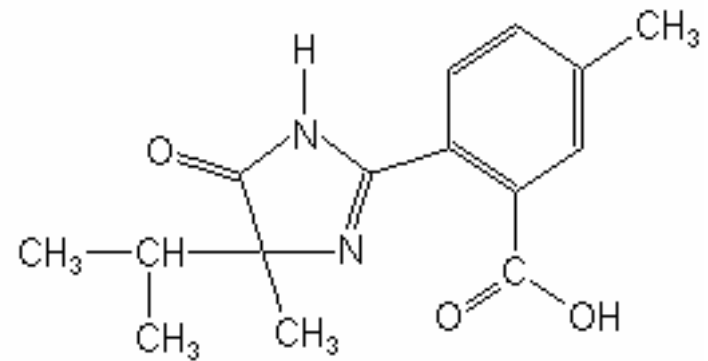


**imazethapyr**

**imazaquin**



**imazamethabenz**



# Ιμιδαζολινόνες – Φυσικοχημικές Ιδιότητες

- Η υδατοδιαλυτότητα τους ποικίλει (imazaquin 60 mg/l, imazapic 2.2 g/l, imazapyr 11.27 g/l)
- Μη πτητικά
- Είναι **ασθενή οξέα** όπως και οι σουλφονουλουρίες και έτσι προσροφούνται ελάχιστα σε αλκαλικά εδάφη όπου συμπεριφέρονται ως ανιόντα και είναι ευαίσθητα σε έκπλυση
- Γενικά δεν αποτελούν σημαντικό πρόβλημα για την ρύπανση των υπογείων νερών λόγω των μικρών δόσεων στις οποίες εφαρμόζονται

**Προσλαμβάνονται εύκολα από τις ρίζες και τα φύλλα των ζιζανίων** και κινούνται τόσο συμπλαστικά όσο και αποπλαστικά εντός των φυτών συσσωρευόμενα στα μεριστώματα των φυτών

# Ιμιδαζολινόνες - ΕΚΛΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ

Η εκλεκτικότητα τους οφείλεται στην ικανότητα των ανθεκτικών καλλιεργούμενων φυτών να μεταβολίζουν με ταχύτερο ρυθμό και σε αδρανής μορφές τα ιμιδαζολινικά ζιζανιοκτόνα



# ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΧΡΗΣΕΙΣ ΙΜΙΔΑΖΟΛΙΝΩΝ

**Imazamethabenz- methyl:** Χρησιμοποιείται μεταφυτρωτικά για την καταπολέμηση κυρίως αγρωστωδών ζιζανίων σε καλλιέργειες σιταριού, κριθαρίου και σίκαλης.

**Imazapyr:** Χρησιμοποιείται προφυτρωτικά ή μεταφυτρωτικά για την καταπολέμηση αγρωστωδών, πλατύφυλλων, θαμνωδών και δενδρωδών ζιζανίων σε μη γεωργικές εκτάσεις

**Imazethapyr:** Χρησιμοποιείται για την καταπολέμηση αγρωστωδών και πλατύφυλλων ζιζανίων σε καλλιέργεια μηδικής.

# Τριαζολοπυριμιδίνες

Νέα ομάδα ζιζανιοκτόνων που αναπτύχθηκαν την προηγούμενη δεκαετία και καταπολεμούν κυρίως ετήσια πλατύφυλλα ζιζάνια

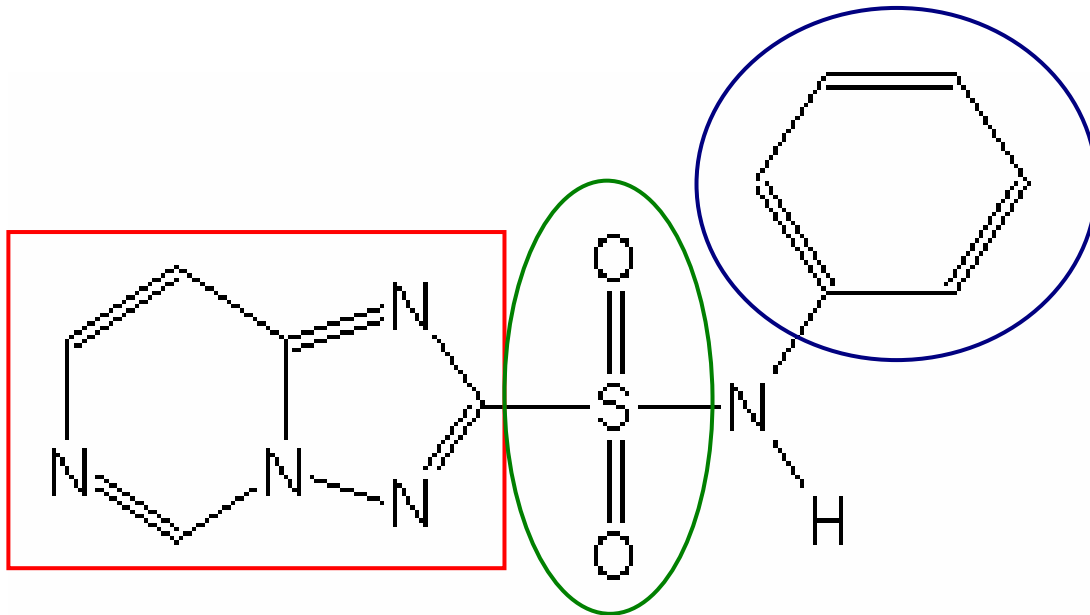
Τα ως τώρα μέλη της ομάδας αυτής είναι τα

1. Metosulam
2. Florasulam
3. Flumetsulam
4. Cloransulam-methyl
5. Diclosulam

# Τριαζολοπυριμιδίνες – Χημική Δομή

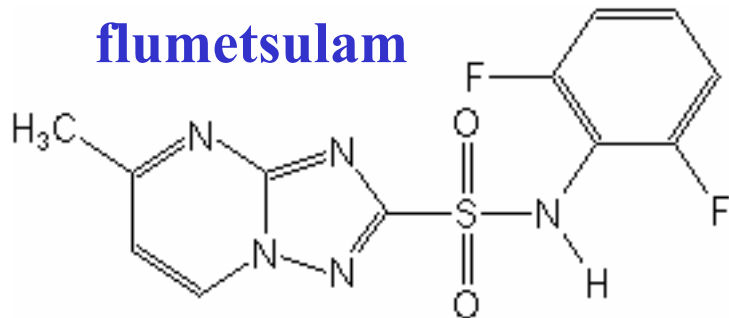
Το μόριο τους χαρακτηρίζεται από τρία τμήματα

1. Τριαζολοπυριμιδινικό δακτύλιο
2. Σουλφαμιδική γέφυρα
3. Φαινυλικό δακτύλιο

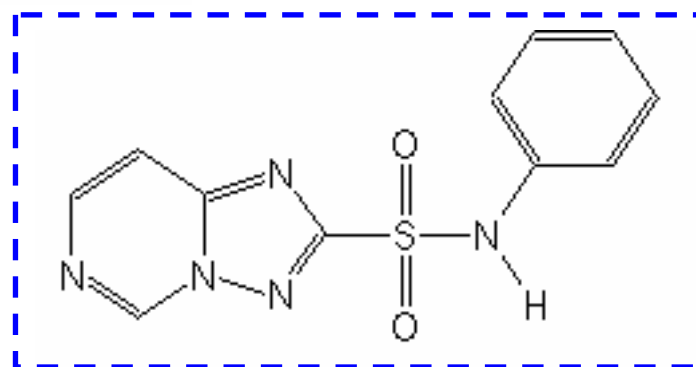
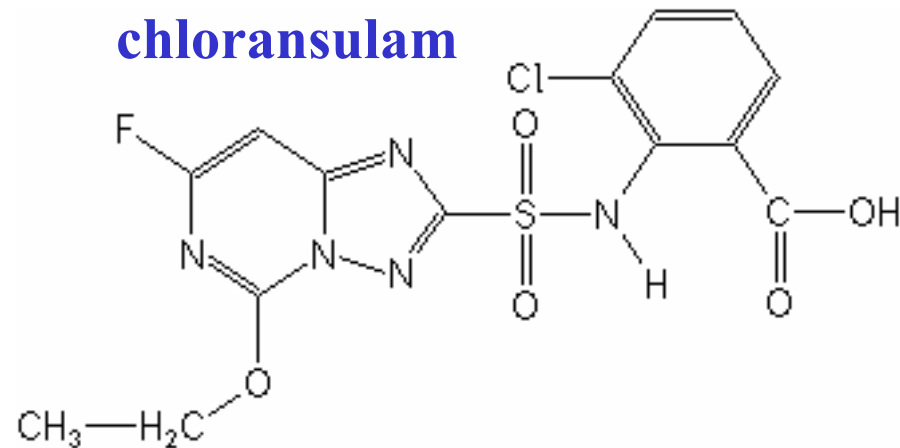


# Τριαζολοπυριμιδίνες

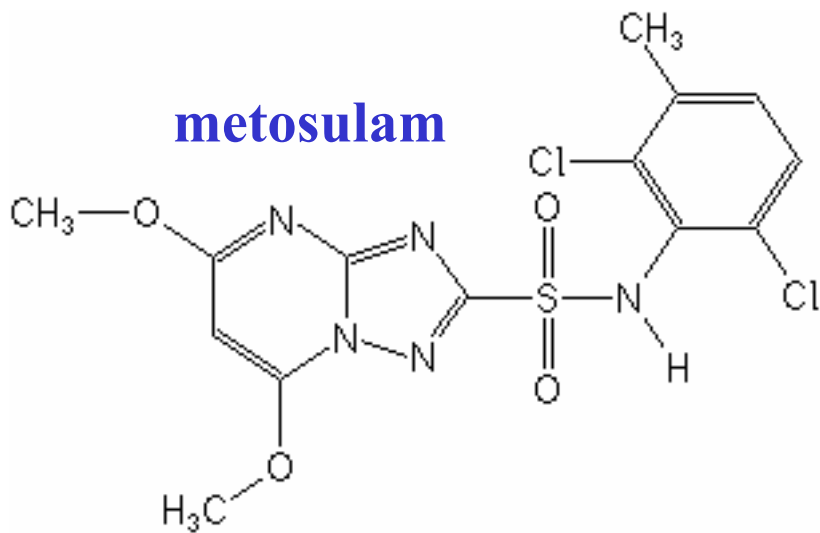
**flumetsulam**



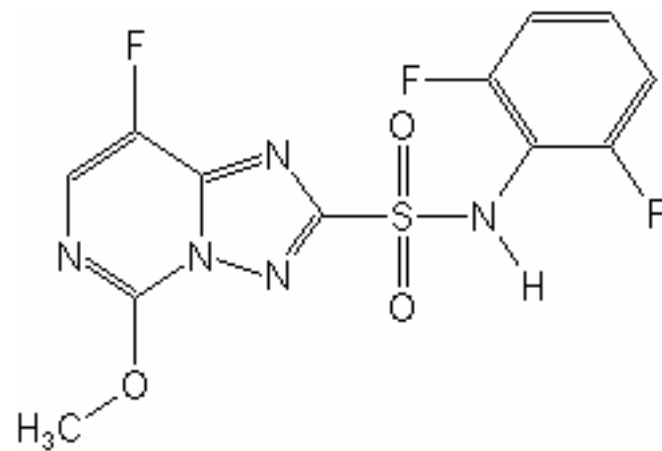
**chloransulam**



**metosulam**



**florasulam**



# Metosulam

Το μόνο ζιζανιοκτόνο αυτής της ομάδας που έχει πάρει έγκριση στην Ελλάδα και χρησιμοποιείται μεταφυτρωτικά σε μίγμα

1. με 2,4-D εναντίον πλατύφυλλων ζιζανίων σε καλλιέργειες σιταριού
2. με diclofor για καταπολέμηση και αγρωστωδών ζιζανιών

Η εκλεκτικότητα του στο σιτάρι οφείλεται στο ταχύτατο μεταβολισμό του και απενεργοποίηση του στο εσωτερικό του φυτού

## Florasulam

Χρησιμοποιείται όπως και το metosulam, μεταφυτρωτικά στο σιτάρι για την καταπολέμηση ετησίων πλατύφυλλων ζιζανίων σε πολύ χαμηλές δόσεις (0.25-0.75 g/στρ)

# Πυριμιδινυλ-βενζοϊκά

Νέα ομάδα ζιζανιοκτόνων που έχουν τα ίδια χαρακτηριστικά (μικρές δοσολογίες, ασθενή οξέα) και ίδιο μηχανισμό δράσης με τις σουλφονουλουρίες, ιμιδαζολινόνες (αναστολείς του ενζύμου *ALS*)

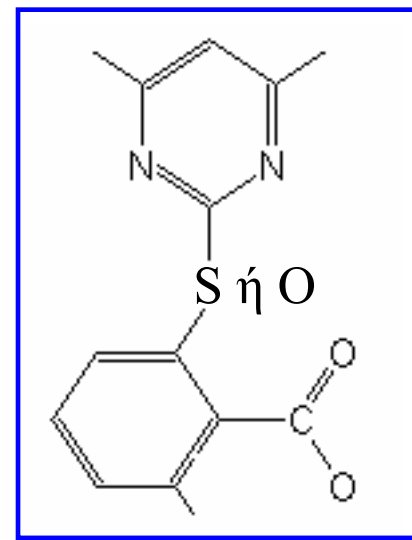
Τα κυριότερα μέλη της ομάδας αυτής είναι:

1. **Bispyribac-Na**
2. **Pyrithiobac-Na**
3. **Pyriftalide**
4. **Pyribenzoxim**

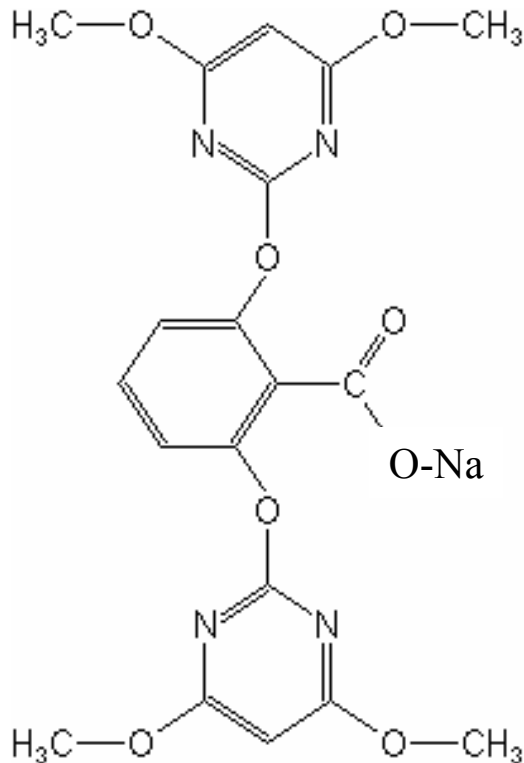
Από τα παραπάνω μόνο τα **bispyribac**, **pyrithiobac** έχουν δοκιμασθεί στην Ελλάδα και αναμένεται η έγκριση χρήσης τους

# Πυριμιδινυλβενζοϊκά

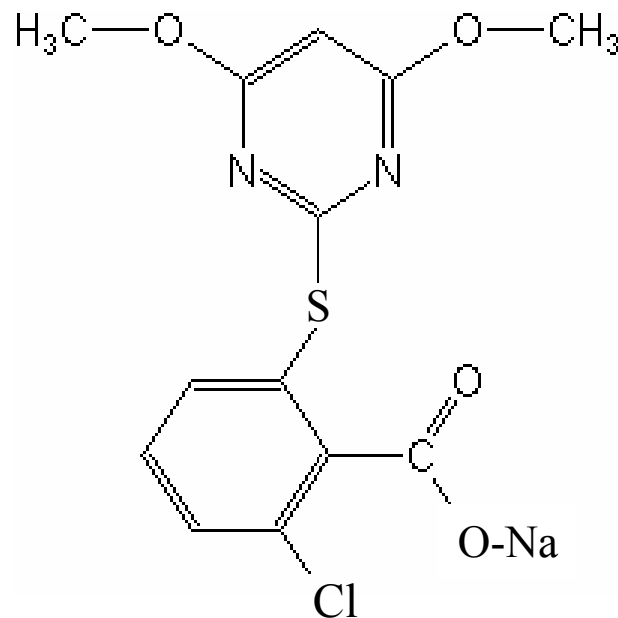
Τα bispyribac, pyriithiobac κυκλοφορούν ως άλατα με Na αλλά η δραστική τους μορφή είναι το ελεύθερο οξύ που ελευθερώνεται μετά από υδρόλυση του εστερικού δεσμού



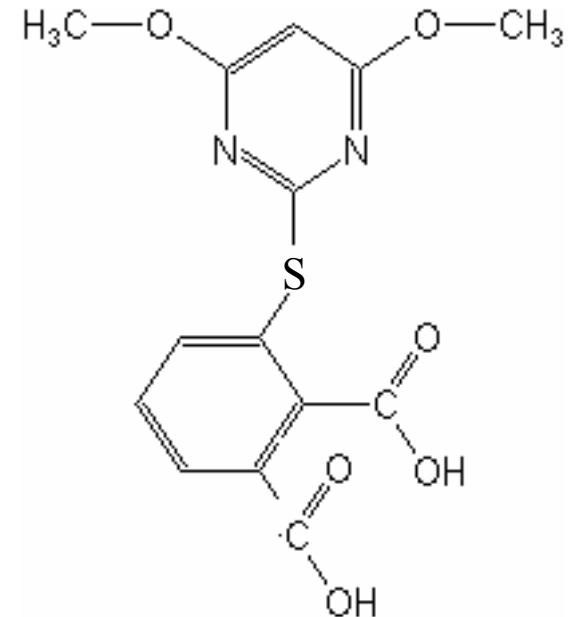
## bispyribac



## pyriithiobac



## pyriftalid





## **Bispyribac-Na**

Εκλεκτικό μεταφυτρωτικό ζιζανιοκτόνο που χρησιμοποιείται για την καταπολέμηση της μουχρίτσας σε καλλιέργεια ρυζιού

Η εκλεκτικότητα του οφείλεται στον ταχύτατο μεταβολισμό του από ένα ένζυμο P-450 μονοξυγενάση στο ρύζι που οδηγεί στην απενεργοποίηση του

## **Pyribenzoxim και Pyriftalid**

Εκλεκτικά ζιζανιοκτόνα που χρησιμοποιούνται για την μεταφυτρωτική καταπολέμηση της μουχρίτσας στο ρύζι.

Ιδιαίτερα αποτελεσματικά σε δόσεις από 0.3-0.4 g/στρ

## **Pyrithiobac-Na**

Νέο ζιζανιοκτόνο που χρησιμοποιείται για την μεταφυτρωτική καταπολέμηση πλατύφυλλων ζιζανιών στο βαμβάκι

# Περιβαλλοντική Συμπεριφορά Πυριμιδινυλβενζοϊκών

Στο έδαφος συμπεριφέρονται ως ασθενή οξέα ( $pK_a=2-3$ ) που σημαίνει ότι έχουν την ίδια συμπεριφορά και τύχη στο έδαφος με τις σουλφονουλουρίες

Σε εδάφη με  $pH > 5$  τα ζιζανιοκτόνα αυτά βρίσκονται σε ανιονική μορφή διαλυμένα στο εδαφικό διάλυμα και είναι ευαίσθητα σε έκπλυση στα βαθύτερα εδαφικά στρώματα

Η χαμηλή δοσολογία στην οποία χρησιμοποιούνται και η μικρή υπολειμματικότητα τους στο έδαφος δεν καθιστά τα ζιζανιοκτόνα αυτά πιθανούς ρυπαντές των υπογείων υδροφόρων οριζόντων

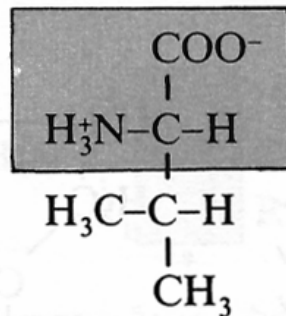
# Τρόπος-Μηχανισμός Δράσης Σουλφουλυριών, Ιμιδαζολινών, Τριαζολοπυριμιδινών και Πυριμιδινυλθειοβενζοϊκών

Αναστέλλουν την δράση του ενζύμου *οξυγαλακτική συνθάση*

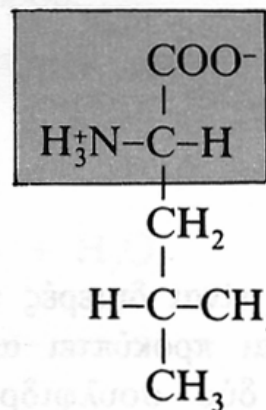
**(AcetoLactate Synthase, ALS)** που είναι υπεύθυνη για την βιοσύνθεση

αμινοξέων με διακλαδισμένη αλυσίδα ατόμων άνθρακα όπως βαλίνη,

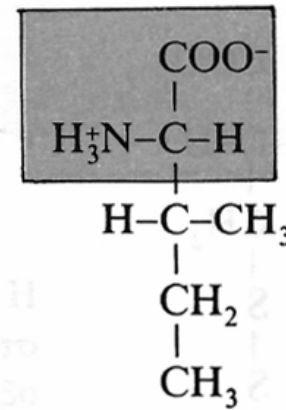
ισολευκίνη, λευκίνη



ΒΑΛΙΝΗ  
(Val)



ΛΕΥΚΙΝΗ  
(Leu)



ΙΣΟΛΕΥΚΙΝΗ  
(Ile)

**Αναστολείς του ενζύμου EPSPS (*συνθετάση του ΦωσφοΕνολοΠυρουβιλΣικιμικού Οξέος*) και της βιοσύνθεσης αρωματικών αμινοξέων**

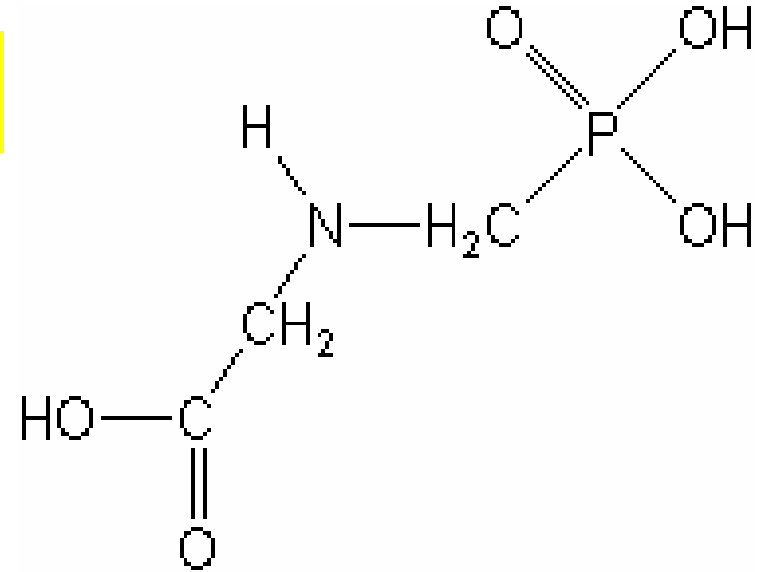
- **Glyphosate**

**Αναστολείς του ενζύμου GLS (*Glutamate Synthase, συνθετάση της γλουταμίνης*) και της αφομοίωσης N στα φυτά**

- **Glufosinate ammonium**
- **Bialaphos**

# Glyphosate (ROUND UP)

Παράγωγο φωσφονικού οξέος



## ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

Πολύ υδατοδιαλυτό (12 g/l) - αδιάλυτο σε οργανικούς διαλύτες

Κυκλοφορεί ως άλας του οξέος με ισοπροπυλαμίνη (ROUND UP)

# Glyphosate (ROUND UP) - Χρήσεις

Μη εκλεκτικό διασυστηματικό ζιζανιοκτόνο φυλλώματος που εφαρμόζεται:

1. Για καθολική ζιζανιοκτονία σε μη γεωργικές εκτάσεις, αρδευτικά κανάλια στραγγιστικές τάφρους
2. Με κατευθυνόμενο ψεκασμό για καταπολέμηση ζιζανίων σε γραμμικές καλλιέργειες φυτών μεγάλης καλλιέργειας και δενδρωδών καλλιεργειών
3. Για καταστροφή των υπολειμμάτων των καλλιεργειών στο τέλος της καλλιεργητικής περιόδου

Καταπολεμά εύρος ετησίων και πολυετών δυσεξόντων ζιζανίων με υπόγεια αγενή όργανα αναπαραγωγής (*Cyperus rotundus*, *Sorghum halepense*)

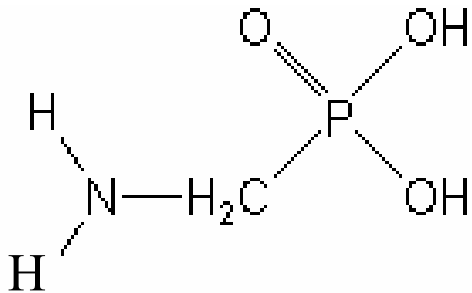
**Σημαντικό για αποτελεσματικότητα: ΧΡΟΝΟΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ**

# Glyphosate - Συμπεριφορά σε έδαφος, φυτά

- Στο έδαφος προσροφάται ισχυρά στην άργιλο του εδάφους
- Προσλαμβάνεται από τα φύλλα και μετακινείται συμπλαστικά και αποπλαστικά

## ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ

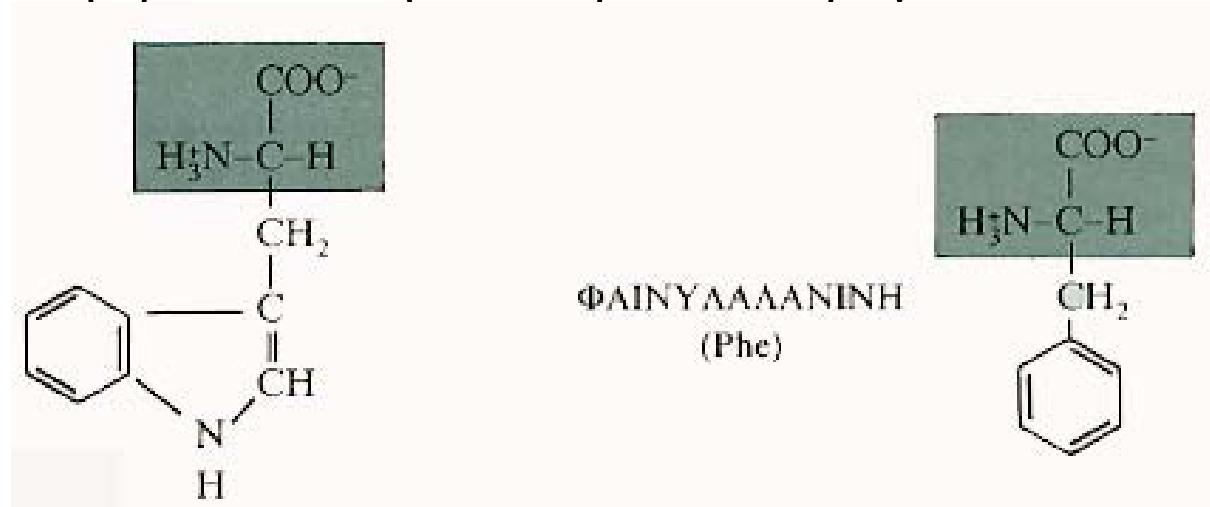
Στα φυτά μεταβολίζεται αργά προς AMPA (άμινο-μέθυλο-φωσφονικό οξύ)



# Glyphosate – Μηχανισμός Δράσης

Αναστέλλει την βιοσύνθεση αρωματικών αμινοξέων όπως φαινυλαλανίνη, τυροσίνη και τρυπτοφάνη. Το Glyphosate αναστέλλει την δράση του ενζύμου **συνθετάση του ΦωσφοΕνολοΠυρουβιλΣικιμικού Οξέος (EPSPS)** το οποίο παίζει σημαντικό ρόλο στην βιοσύνθεση των παραπάνω αρωματικών

αμινοξέων



Τα αμινοξέα αυτά συντίθενται από τα φυτά αλλά όχι από άνθρωπο και ανώτερα ζώα που τα προσλαμβάνουν από την τροφή τους (χαμηλό κίνδυνος τοξικότητας)



# Βιοσύνθεση Αμινοξέων με αρωματική πλευρική αλυσίδα

4-P-Ερυθρόζη

P-Ενολοπυρουβικό Οξύ

Σικιμικό Οξύ

Χορισματικό Οξύ

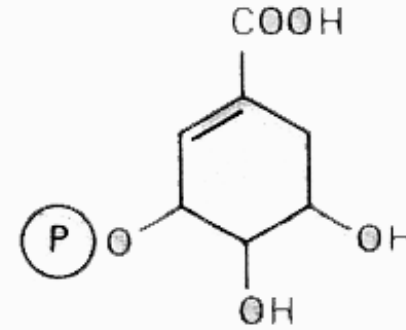
Προφαινικό Οξύ

Ανθρανιλικό Οξύ

Φαινυλαλανίνη

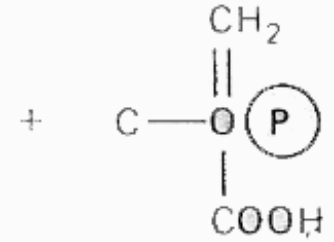
Τυροσίνη

Τρυπτοφάνη



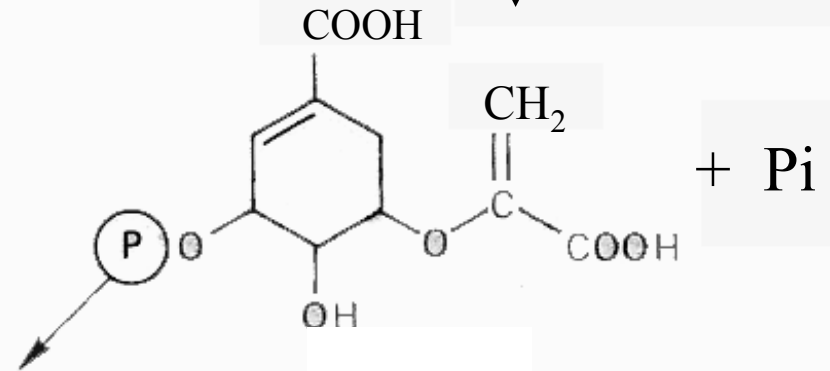
3-P-Σικιμικό οξύ

glyphosate



P-Ενολοπυρουβικό Οξύ

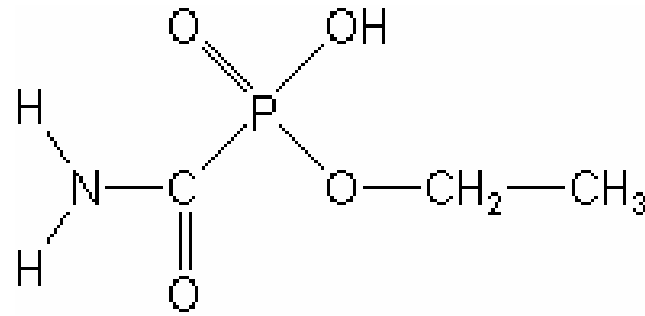
*EPSPsynthase*



χορισματικό οξύ

+ Pi

# Glufosinate ammonium (BASTA)



Μη εκλεκτικό ζιζανιοκτόνο επαφής και φυλλώματος που χρησιμοποιείται για την καταπολέμηση ευρέους φάσματος ετησίων και πολυετών ζιζανίων

Εφαρμόζεται με κατευθυνόμενο ψεκασμό σε δενδρώδεις καλλιέργειες καθώς και για καθολική ζιζανιοκτονία σε μη γεωργικές εκτάσεις ή γεωργικές εκτάσεις μετά την συγκομιδή και κατά την προετοιμασία του αγρού για σπορά

Προσλαμβάνεται εύκολα από τα φύλλα και τους βλαστούς των ζιζανίων αλλά κινείται ελάχιστα συμπλαστικά εντός του φυτού. Δεν απορροφάται από τις ρίζες των φυτών

# Bialaphos

Το bialaphos είναι φυσική τοξίνη που παράγεται από βακτήρια *Streptomyces hygrosopicus* και *S. viridochromogenes*.

Κυκλοφορεί ως ζιζανιοκτόνο στην Ιαπωνία με το εμπορικό όνομα HERBIACEAE.

Έχει ευρύ φάσμα δράσης αλλά δεν είναι εκλεκτικό στα καλλιεργούμενα φυτά.

Το bialaphos μετά την απορρόφηση του από τα φύλλα των ζιζανίων μετατρέπεται στην φυσική τοξίνη **phosphinothricin** η οποία και προκαλεί την νέκρωση τους

Το **glyphosate ammonium** αναστέλλει το ένζυμο συνθετάση της γλουταμίνης (GLS), από τα βασικά ένζυμα για την ενσωμάτωση του N στα αμινοξέα

