المواد الكيماوية المستخدمة في مكافحة النباتات
CHEMICALS USED TO CONTROL PLANTS

- مبيدات الحشائش
- منظمات النمو النباتية
- مُسقِطات ومُجففات الأوراق

obeikandl.com

obeikandl.com

مبيدات الحشائش
Herbicides

الخصائص الأساسية للحشائش التي تجعلها مكروهة من الإنسان تتعلق بتأثيرها على خفض جودة وكمية الإنتاج الزراعي وبتأثيراتها على الصحة العامة بإنتاجها مواد مثيرة للحساسية ينتج عنها التهابات جلدية أو تأثيرات أخرى غير مرغوبة. تبلغ نسبة الحشائش ١٠ ٪ من كل أنواع النباتات تقريباً، أو نحو ٣٠,٠٠٠ نوع من الحشائش. ومن هذه، ١٨٠٠ نوع تسبب خسائر اقتصادية خطيرة في إنتاج المحاصيل، وهناك نحو ٣٠٠ نوع من هذه الحشائش تصيب المحاصيل المتزرعة بصورة وبائية على مستوى العالم. وقد أصبحت الولايات المتحدة الأمريكية مأوى لـ ٧٠ ٪ من أخطر الحشائش في العالم.

أنفق المزارعون في الولايات المتحدة الأمريكية حوالي ٥,٦٣ بليون دولار في عام ١٩٩٨م على مبيدات الحشائش، بالإضافة إلى ١,١٠ بليون دولار على تكاليف التطبيق. وتراجع استخدام مبيدات الحشائش في عام ١٩٩٩م ليبلغ أكثر من ٥ بليون دولار بقليل. مبيدات الحشائش مواد كيماوية مصممة خصيصاً لقتل الحشائش، وتبلغ نسبة مبيعاتها أكثر من ٦٠ ٪ من كل مبيعات مبيدات الآفات في الولايات المتحدة الأمريكية (Donaldson et al., 2002). وقد حلّت مبيدات الحشائش، أو المواد القاتلة للحشائش، بدرجة كبيرة محل الطرق الميكانيكية لمكافحة الحشائش في الدول التي تستخدم فيها الزراعة المكثفة والميكنة الزراعية بدرجة كبيرة. وتوفر مبيدات الحشائش وسائل أكثر فاعلية واقتصادية لمكافحة الحشائش عن استخدام طرق الحرث، والعزيق، والاقتلاع باليد. وقدمت مبيدات الحشائش، مع الأسمدة، ومبيدات الآفات الأخرى، والأصناف المحسّنة من النباتات، مساهمة فعّالة في زيادة الإنتاج والحد من ارتفاع التكاليف والنقص في العمالة الزراعية. ويتركز الاستخدام المكثف لمبيدات الحشائش في شمال أمريكا، أوروبا الغربية، اليابان، وأستراليا كما يتركز في الدول النامية. وبدون استخدام مبيدات الحشائش، يصبح من المستحيل الميكنة الكاملة لإنتاج القطن، بنجر السكر، الحبوب، البطاطس والذرة.

كما تستخدم مبيدات الحشائش بدرجة مكثفة أيضاً بعيداً عن المزارع، في أماكن أخرى مثل المراكز الصناعية، جوانب الطرق، ضفاف المصارف، قنوات الري، أماكن التسلية، المروج وحدود السياج، جسور السكك

الحديدية، وخطوط القوى الكهربائية. وتزيل مبيدات الحشائش النباتات غير المرغوبة التي تسبب أضراراً، أو تحدث الحرائق، أو تعيق عمل السفن. وهي أيضاً تقلل تكاليف العمالة اللازمة للحش.

وتصنف مبيدات الحشائش على أنها اختيارية (selective) عندما تستخدم لقتل الحشائش دون الإضرار بالمحصول، أو غير اختيارية (non-selective) إذا كان الغرض هو قتل كل النباتات الخضراء. ويمكن تطبيق كل من المواد الاختيارية والغير اختيارية على المجموع الخضري للحشائش أو على التربة المحتوية على بذور الحشائش وبادراتها، اعتماداً على طريقة التأثير وطريقة الاستخدام. ويدل مصطلح الاختيارية الحقيقية على مقدرة المبيد على أن يكون فعالاً ضد أنواع معينة فقط من النباتات، ولا يكون فعالاً ضد الأنواع الأخرى، عندما يطبق بالجرعة وفي التوقيت المناسبين. ويمكن تحقيق الاختيارية أيضاً عن طريق مكان التطبيق، وذلك عندما يطبق مبيد الحشائش الغير اختياري بالطريقة التي يصل فيها إلى الحشائش دون الوصول إلى المحصول.

ويمكن أن يكون تصنيف مبيدات الحشائش أمراً بسيطاً إذا كان الأمر يتعلق بالأنواع الاختيارية والغير اختيارية. إلا أنه يوجد طرق تصنيف متعددة يمكن أن تبنى على أساس الاختيارية، الملامسة أو الانتقال، التوقيت، المساحة المغطاة، والتصنيف الكيماوي.

وتصنّف مبيدات الحشائش أيضاً كمبيدات بالملامسة أو انتقالية (جهازية). ومبيدات الحشائش بالملامسة هي التي تقتل أجزاء النبات التي يطبق عليها المبيد، وتكون أكثر فاعلية ضد الحوليات، وهي الحشائش التي تنبت من البذور وتصل لمرحلة النضج التام كل عام. ويلزم التغطية الكاملة في حالة مكافحة الحشائش بالمواد التي تؤثر بالملامسة. وتمتص مبيدات الحشائش الانتقالية إما بالجذور أو بأجزاء النبات الموجودة فوق التربة، ثم تنتقل داخل نظام النبات إلى الأنسجة البعيدة. ويمكن أن تكون مبيدات الحشائش الانتقالية فعالة ضد كل أنواع الحشائش؛ ومع ذلك، فإن ميزتها الكبرى هي مكافحة النباتات المستديمة المعمرة، وهي الحشائش التي تستمر في نموها من عام لآخر، والتطبيق المنتظم ضروري لنجاح المواد الانتقالية أو الجهازية في مكافحة الحشائش.

ومن طرق التقسيم الأخرى، توقيت التطبيق مع الأخذ في الاعتبار مرحلة نمو المحصول أو الحشيشة. ويعتمد التوقيت على عدة عوامل، تشمل التقسيم الكيماوي للمادة وثباتها، ونوع المحصول وتحمله للمبيد، أنواع الحشائش، العمليات الزراعية، المناخ، ونوع وحالة التربة. والثلاثة أنواع من التوقيت هي قبل الزراعة (pre-planting)، قبل الانبثاق (pre-emergence) وبعد الانبثاق (post-emergence).

وتتم تطبيقات ما قبل الزراعة لمكافحة الحشائش الحولية في المنطقة قبل زراعة المحصول، قبل أيام أو أسابيع قليلة من الزراعة ويتم حديثاً تطبيق المبيدات في الخريف لمنع النمو المبكر للحشائش في الربيع قبل زراعة الذرة. أما تطبيقات قبل الانبثاق فتجرى بعد الزراعة وقبل انبثاق المحصول أو الحشائش، بناءاً على التعريف، أما تطبيقات بعد الانبثاق فتتم بعد أن ينبثق المحصول أو الحشيشة من التربة.

وتشمل تطبيقات مبيد الحشائش طبقاً للمساحة المغطاة أربعة طرق: هي معاملة الشريط المنزرع، تطبيق عام، معاملة البقع المصابة فقط، والرش الموجه. في المعاملة الشريطية يتم معاملة خط مستمر، بطول أو في خط المحصول. أما التطبيق العام فيتم فيه تغطية المساحة الكلية، بما فيها المحصول. أما معاملة البقع المصابة فتكون محدودة على مساحات صغيرة من الحشائش. يطبق الرش الموجه، على الحشائش فقط أو على التربة لتجنب ملامسة المحصول.

وفي هذا الفصل نؤكد على التقسيم الكيماوي لمبيدات الحشائش. والقسمان الرئيسيان هما مبيدات الحشائش الغير عضوية ومبيدات الحشائش العضوية.

مبيدات الحشائش غير العضوية
INORGANIC HERBICIDES

كانت المركبات غير العضوية هي أول مواد كيماوية تستخدم لمكافحة الحشائش. استخدمت محاليل الملح ومخلوط من الملح والرماد في تعقيم التربة في العصور المبكرة القديمة بواسطة الرومان. وفي عام ١٨٩٦م، استخدم كبريتات النحاس اختيارياً لقتل الحشائش في مزارع الحبوب. ومنذ حوالي ١٩٠٦م إلى ١٩٦٠م، كانت محاليل زرنيخيت الصوديوم (arsenite sodium) هي مبيدات الحشائش القياسية من الناحية التجارية. استخدم ثالث أكسيد الزرنيخ بمعدلات من ٤٠٠ إلى ٨٠٠ رطل / أيكر لتعقيم التربة، بينما يمكن أن يؤدي ١ — ٢ رطل من مبيد حشائش عضوي اختياري نفس النتيجة. ومثل مبيدات الزرنيخ الحشرية، تعتبر الزرنيخات ثلاثية التكافؤ مثبطات غير متخصصة للإنزيمات المحتوية على مجاميع الثيول (-SH groups). كما أنها تؤدي أيضاً إلى تثبيط ازدواج تفاعلات الفسفرة التأكسدية.

سلفامات الأمونيوم (Ammonium sulfamate $NH_4SO_3NH_2$) ملح آخر، أُدخل عام ١٩٤٢م لمكافحة الأغصان. وبمرور السنين استخدمت أملاح أخرى مثل ثيوسيانات الأمونيوم، نترات الأمونيوم، كبريتات الأمونيوم وكبريتات الحديد والنحاس، ويطبق كل منها برش المجموع الخضري بغزارة. وميكانيكية تأثير هذه المركبات هي التجفيف والبلزمة (انكماش بروتوبلازم الخلية بعيداً عن جدارها نتيجة لإزالة الماء من الفجوة المركزية الكبيرة).

مبيدات الحشائش المشتقة من البورات عائلة أخرى من المبيدات غير العضوية، مثل رابع بورات الصوديوم ($Na_2B_4O_7.5H_2O$)، ميتا بورات الصوديوم ($Na_2B_2O_4.4H_2O$)، بورات الصوديوم غير البلورية ($Na_2B_8O_{13}.4H_2O$). وكمية البورون أو حمض البوريك هي التي تحدد فاعليتها. تمتص مركبات البورون بجذور النبات وتنتقل إلى الأجزاء الموجودة فوق الأرض، وهي مبيدات حشائش غير اختيارية وثابتة. يتراكم البورون في أجزاء التكاثر في النباتات، ولكن ميكانيكية سميته غير واضحة. وما زالت مركبات البورون تستخدم لتعطي صورة شبه ثابتة من التعقيم للمناطق التي لا يرغب في تواجد أي نبات أخضر من أي نوع فيها. تعتبر مبيدات الحشائش العضوية الغير اختيارية هي الطريقة المفضلة لمكافحة النباتات الخضراء في منطقة محددة، في الوقت الحالي.

استخدم مبيد الحشائش غير الاختياري كلورات الصوديوم ($Na\ Cl\ O_3$) بدرجة مكثفة في الأربعين سنة الماضية، وهو معقم للتربة بمعدلات ٢٠٠ رطل / ايكر، ويمكن استخدامه لرش المجموع الخضري بمعدل ٥ رطل / ايكر كمسقط لأوراق نبات القطن، ويجب اتخاذ الاحتياط مع محاليل رش كلورات الصوديوم والتأكد من احتواء التجهيزة على مواد مقاومة للاشتعال، وهي عادة مادة ميتابورات الصوديوم. استُخدم حمض الكبريتيك أيضاً كمبيد حشائش على الأوراق، ولكن قل استخدامه بدرجة كبيرة بسبب تآكل آلات الرش المعدنية. وميكانيكية تأثير هذه المواد هي نفس الميكانيكية التي تم وصفها للأملاح المختلطة، وهي التجفيف والبلزمة.

ومازال العديد من مبيدات الحشائش غير العضوية مفيد في مكافحة الحشائش والأغصان، ولكن تم استبدالها بالمواد العضوية. وضعت وكالة حماية البيئة (EPA) قيوداً شديدة على بعض مبيدات الحشائش الغير عضوية بسبب ثباتها في التربة. وليس من الحكمة استخدام المواد غير العضوية حول البيوت إلا عن طريق خبراء؛ بهدف إزالة كل النموات خضرية من منطقة ما.

مبيدات الحشائش العضوية*
ORGANIC HERBICIDES

تعتبر مبيدات الحشائش العضوية معقدة نوعاً ما نظراً للعدد الكبير من أقسامها الكيميائية (حوالي ٣١ قسماً)، ذلك إذا أضفنا النوع القديم والغير قانوني في غالب الأحيان من الزيوت البترولية كما ظهر حديثاً العديد من أقسام مبيدات الحشائش الجديدة سيتم إلقاء نظرة مختصرة عليها. وبسبب تشابه تركيب كثير من المركبات الكيميائية في المجاميع المختلفة في بعض النواحي، يختلف الخبراء حول المجموعة التي تنتمي إليها بعض المركبات. ولا يمكن الاستقرار على رأي باتخاذ صفة أخرى للمركب، مثل طريقة التأثير السام، ولأن طرق التأثير تختلف بدرجة بسيطة داخل المجاميع الكيميائية، فهي أيضاً ليست المحدد النهائي. يوجد العديد من الأقسام الصغيرة الأخرى لمبيدات الحشائش ولا يتسع المكان لذكرها هنا ولكن نذكر حصر معقول للأقسام الرئيسية.

مجموعة الكلوروأسيتاميد (سابقاً الأسيتانيليدات) Chloroacetamides (Acetanilides)

تعتبر مجموعة الكلوروأسيتاميد ذات صلة بعيدة بمبيدات الحشائش من مجموعة الأميد، لأن كل من الكلوروأسيتاميد والأميدات مثبطات للنمو المرستيمي. الفرق الرئيس بينهما أن الأميدات لا تنتقل، بعكس الكلوروأسيتاميد التي تنتقل في تيار النتح مارة من الجذور للأوراق الناتجة.

---

* يعتمد تقسيم مبيدات الحشائش على تقسيم الجمعية الأمريكية لعلم الحشائش (Weed Technology 11: 384-393, 1997). مبيدات الحشائش البيولوجية لا يتضمنها هذا التقسيم، ويمكن الرجوع إليها في الفصل الرابع والعشرين.

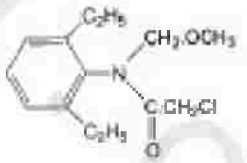
وتستخدم جميع مركبات الكلوروأسيتاميد كمبيدات حشائش قبل الانبثاق بتقليبها في التربة قبل الزراعة، ويطبق بعضها فوق السطح.

ومن هذه المبيدات ألاكلور Alachlor وكان له استخدام واسع وترتيبه السابع عشر بين مبيدات الآفات المستخدمة في الولايات المتحدة في ١٩٩٩م. وقدر المستخدم من الألاكلور في الزراعة بحوالي ٧- ١٠ مليون رطل، وبصفة رئيسية على الذرة والقطن وفول الصويا.

يخلط الميتولاكلور Metolachlor مع التربة قبل الزراعة وقبل الانبثاق لمكافحة الحشائش الحولية وبعض الحشائش عريضة الأوراق في الذرة وفول الصويا والفول السوداني. ويقدر المستخدم من الميتولاكلور والمشابه الحديث له اس-ميتولاكلور بـ ٤٢-٥٠ مليون رطل في ١٩٩٩م (Donaldson et al., 2002). ويستخدم البيوتاكلور Butachlor على الأرز فقط لمكافحة الحشائش النجيلية خارج الولايات المتحدة، ويطبق إما بالخلط قبل الزراعة أو قبل الانبثاق، بعد زراعة البذور أو الشتل. ويستخدم البروباكلور Propachlor على الذرة والقطن والذرة الرفيعة وفول الصويا لمكافحة الحشائش النجيلية أساساً، ويطبق على سطح التربة قبل انبثاق الحشيشة والمحصول وظهر حديثاً مركب ثنيكلور thenychlor (كاسامتس® Kasamets) ويستخدم على الأرز في كوريا الجنوبية ويعود طريقة تأثير مركبات الكلوروأسيتاميد أساساً لتثبيط الأحماض الذهنية طويلة السلسلة.

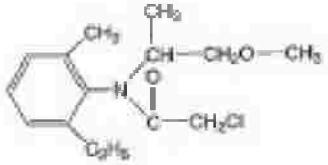
الأسيتوكلور Acetochlor (هارنس® Harness، سرباس® Surpass) تم تسجيله للاستخدام على المحاصيل في ١٩٩٤م وبصفه أساسية في الذرة، وتم استخدام أكثر من ٣٠ مليون رطل في الولايات المتحدة في ١٩٩٩م.

آلاكلور (لاسّو، بارتنر)
ALACHLOR (Lasso®, Partner®)



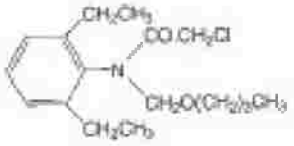
2-chloro-2′,6′-diethyl-*N*-(methoxymethyl) acetanilide

ميتولاكلور (دوال ماجنيم)
METOLACHLOR (Dual Magnum®)



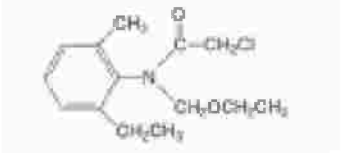
2-chloro-*N*-(2-ethyl-6-methylphenyl)-*N*-(2-methoxy-1-methylethyl) acetamide

بيوتاكلور (بيوتانوكس)
BUTACHLOR (Butanox®)



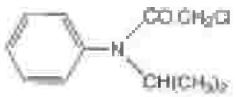
N-(butoxymethyl)-2-chloro-*N*-(2,6-diethylphenyl) acetamide

أسيتوكلور (سورباس، توبنوتش)
ACETOCHLOR (Surpass®, Topnotch®)



2-chloro-*N*-ethoxymethyl-6'-ethylaceto-*O*-toluidide

بروباكلور (رامرود)
PROPACHLOR (Ramrod®)



2-chloro-*N*-(1-methylethyl)-*N*- phenyl acetamide

مجموعة الأميدات Amides

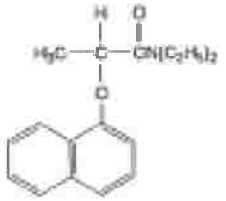
مبيدات الحشائش من مجموعة الأميد لها خواص حيوية مختلفة. وهي تشبه مجموعة الكلورأسيتاميد وأحياناً تصنف معها في نفس المجموعة.

يستخدم مبيد الداي ميثيناميد Dimethenamide في مكافحة معظم الحشائش النجيلية وقليل من الحشائش عريضة الأوراق السائدة وكذلك السعد (yellow nutsedge) في الذرة وفول الصويا والذرة الرفيعة، كمبيد اختياري قبل الانبثاق سُجل في أمريكا في عام ١٩٩٣م وفي عام ١٩٩٩م أنتج المشابه السيني الفعّال له (s isomer) عن طريق التنقية وظهر تحت اسم داي ميثيناميد-ب (أوت لوك® Outlook). استخدم البروبانيل بكثرة في حقول الأرز كمبيد اختياري بعد الانبثاق لمكافحة مدى واسع من الحشائش. ويستخدم النابروباميد في مكافحة النجيليات والحشائش عريضة الأوراق في بساتين العنب والفاكهة، وفي الطماطم، بعد زراعة بذورها مباشرة، وفي الفراولة ونباتات الزينة والتبغ.

بروبانيل (ستاميد)
PROPANIL (Stampede®)

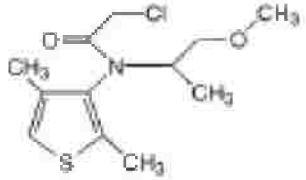
3',4'-dichloropropionanilide

نابروباميد (ديفرينول)
NAPROPAMIDE (Devrinol®)



2-(α-naphthoxy)-*N*,*N*-diethylpropionamide

داي ميثيناميد (فرونتير)
DIMETHENAMID (Frontier®)



(1*RS*,a*RS*)-2-chloro-*N*-(2,4- dimethyl-3-thienyl)-*N*-
(2-methoxy-1-methylethyl) acetamide

يؤثر البروبانيل propanil أساساً على الأوراق، وهو مثبط قوي لتفاعل هيل (Hill)، وهو تفاعل يُنشطُ بالضوء، ويحدث فيه انقسام للماء (تحلل ضوئي)، مما ينتج عنه الأكسجين الحر O_2 بواسطة النباتات. ويعتبر الكلوروفيل (الصبغة الخضراء في النبات) مكون أساسي في هذا التفاعل، لأنه يساعد على إنتاج الأكسجين من الماء ونقل الهيدروجين إلى مستقبل الهيدروجين.

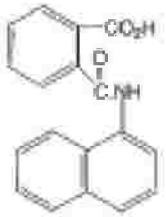
ويمكن كتابة صيغة كيميائية مبسطة للتفاعل كما يلي:

$$2\ H_2O + 2\ A \xrightarrow[\text{chlorophyll}]{\text{light}} 2\ AH_2 + O_2$$

حيث A مستقبل غير معروف للأيدروجين، ويستمر معقد الأيدروجين والمستقبل (AH_2) في تفاعلات مع ثاني أكسيد الكربون لتكوين سكريات النبات والسليلوز، مع تحرر الأكسجين الحر O_2 إلى الجو الخارجي. ويستخدم النابتالام Naptalam كمحلول رش بعد الانبثاق لمكافحة البادرات النامية للحشائش النجيلية وعريضة الأوراق، وطريقة تأثيره هي وقف عمل هرمون إندول حمض الخليك (IAA، انظر فصل الثاني عشر منظمات نمو النبات). أما البرونااميد Pronamide، فهو اختياري قبل الانبثاق أو في مراحل مبكرة بعد الانبثاق، لمكافحة الحشائش النجيلية وعريضة الأوراق في مدى واسع من المحاصيل، ويلزم امتصاصه بواسطة الجذور، ولذلك فله نشاط قليل على الأوراق. ويعتبر البنسوليد Bensulide من أحسن مبيدات حشائش المروج، خاصة لمقاومة حشيشة الدفيرة (crabgrass)، ويمكن تصنيفه على أنه مبيد حشائش فوسفوري عضوي، وله سمية على الثدييات أعلى من معظم مبيدات الحشائش الأخرى لأنه فوسفوري عضوي. يؤثر البنسوليد عن طريق تثبيط انقسام الخلايا في قمم الجذور، ويستخدم قبل الانبثاق في المروج، لمكافحة بعض الحشائش النجيلية وعريضة الأوراق، ولكنه يفشل عند رشه على الأوراق، لأنه لا ينتقل.

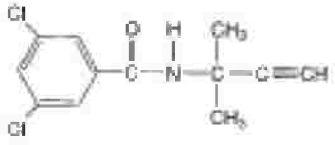
بيثوكساميد (كوربان® Korban، سكسيسور® Successor) مبيد جديد من هذه المجموعة أُنتج للاستخدام في أوروبا لمكافحة حشائش الذرة وفول الصويا. ويثبط هذا المركب الأحماض الدهنية طويلة السلسلة مشابهاً في ذلك للدايميثيناميد dimethenamid. لا يوجد نمط ثابت لميكانيكية تأثير مركبات الأميد، فبعضها يطبق على التربة فقط ويؤثر من خلال المجموع الجذري أو البذور، ويطبق بعضها على الأوراق.

نابتالام (آلاناب)
NAPTALAM (Alanap®)



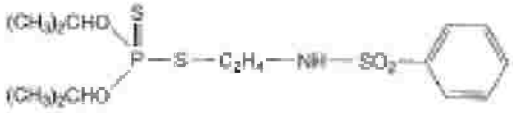
N-1- naphthylphthalamic acid

برونااميد (كيرب)
PRONAMIDE (Kerb®)



3,5-dichloro (N-1,1-dimethyl-2-propynyl) benzamide

بنسوليد (بيتاسان، بريفار)
BENSULIDE (Betasan®, Prefar®)



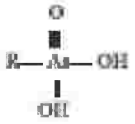
O,O-diisopropyl phosphorodithioate *S*-ester with *N*-(2-mercaptoethyl) benzenesulfonamide

مركبات الزرنيخ العضوية Organoarsenicals

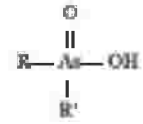
لا تستخدم مركبات الزرنيخ العضوية بدرجة كبيرة الآن كمبيدات حشائش زراعية، وخاصة مشتقات حمض الزرنيخيك arsenic والزرنيخوز arsonic. حمض الكاكوديليك (ثاني ميثيل حمض الزرنيخيك) وملح الصوديوم له هي المشتقات الوحيدة لحمض الزرنيخيك، أما الذاى صوديوم ميثان أرسونات (DSMA) والمونو صوديوم ميثان أرسونات فأملاح لحمض الزرنيخوز.

مركبات الزرنيخ العضوية أقل سمية بكثير للثدييات عن مركباته الغير عضوية، وهي مواد بللورية صلبة تذوب في الماء نسبياً. والزرنيخات أو مركبات الزرنيخ الخماسي، تؤثر بطريقة مختلفة عن الصورة الثلاثية التكافؤ لمركبات الزرنيخ غير العضوية، التي تم ذكرها. تتداخل الزرنيخات مع تمثيل النبات، وتتداخل مع النمو العادي بدخولها في تفاعلات بدلاً من الفوسفات. وهي لا تحل محل الفوسفات الأساسي فقط، ولكنها أيضاً تمتص وتنقل بطريقة مماثلة للفوسفات. مركبات الزرنيخ الثلاثية مبيدات حشائش قوية جداً بالملامسة، أما مركبات الزرنيخ الخماسية التكافؤ فتنتقل خلال الدرنات والريزومات الموجودة تحت الأرض، مما يجعل هذه المركبات مفيدة جداً ضد حشيشة جونسون (الحاليان) والسعد nutsedge. تطبق هذه المبيدات عادة لمعاملة البقع المصابة.

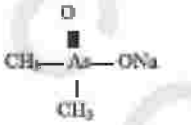
ARSONIC ACID



ARSINIC ACID

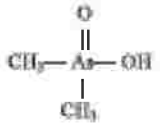


CACODYLIC ACID



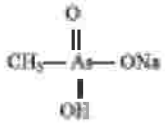
Sodium salt

CACODYLIC ACID



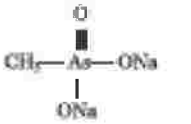
Hydroxydimethylarsine oxide

MSMA



monosodium methanearsonate

DSMA

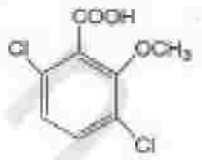


disodium methanearsonate

مشتقات حمض البنزويك Benzoic Acids

مشتقات حمض البنزويك مركبات حلقية أو حلقات سداسية مشتقة من حمض البنزويك. يستخدم عدد من هذه المركبات كمبيدات حشائش تطبق على التربة، ضد البذور والبادرات النامية. وتصنف على أنها مبيدات حشائش تؤثر مثل هرمونات النمو، وتتحرك في كلا الاتجاهين من الأوراق إلى الخلايا المرستيمية البعيدة في المجموع الخضري، والجذور، وتتحرك أيضاً مع تيار النتح، بما يسمح باستخدامها في معاملة التربة. ويعتقد أن طريقة تأثيرها هي منافسة الأوكسين والتداخل في تخليق البروتين، مما يؤدي للتداخل في تكوين الخلية. والداي كامبا Dicamba مبيد للحشائش عريضة الأوراق وكان أحد الخمسة والعشرون مبيداً الأكثر استخداماً في أمريكا لمدة عقدين ويستخدم الآن بمعدل ٦–٨ مليون رطل سنوياً. وقد أوقف استخدام الكلورفيناك والكلورامبن.

داي كامبا (بانفيل)
DICAMBA (Banvel®)

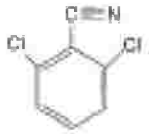


2-methoxy –3,6-dichlorobenzoic acid

النيتريلات (البنزونيتريلات سابقاً) Nitriles (formerly Bezonitriles)

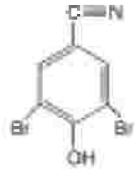
النيتريلات مركبات عضوية عبارة عن حلقة بنزين تحتوي على مجموعة سيانيد (C ≡ N-). دايكلوبينيل Dichlobenil والبروموكسينيل Bromoxynil مبيدان حشائش بالملامسة لمقاومة الحشائش عريضة الأوراق في المحاصيل النجيلية. وهما مسجلان للاستخدام في الحبوب الصغيرة والذرة، والذرة الرفيعة (السورجام) وبادرات المروج seedling turf لمقاومة الحشائش عريضة الأوراق بعد الانبثاق. وميكانيكية تأثير هذه المجموعة متعددة، وتشمل تثبيط نمو البادرات، تثبيط براعم البطاطس، وتثبيط نمو الأنسجة نتيجة تثبيط الفسفرة التأكسدية، ومنع تثبيت ثاني أكسيد الكربون. ومع ذلك، فإن هذه التأثيرات لا تفسر التأثير السريع لهذه المركبات. وينتمي الأيوكسينيل Ioxynil للنيتريلات، ولكنه غير مسجل في الولايات المتحدة.

دايكلوبنيل (كاسورون)
DICHLOBENIL (Casoron®)



2,6-dichlorobenzonitrile

بروموكسينيل (بروميدال، بكتريل)
BROMOXYNIL (Brominal®, Bactrif®)

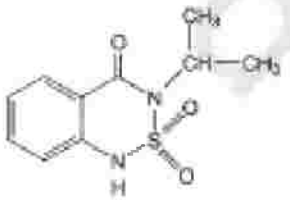


3,5-dibromo-4-hydroxybenzonitrile

مجموعة البنزوثياديازول Benzothiadiazoles

لا يوجد إلا مركب واحد في هذه المجموعة الكبيرة، البنتازون Bentazon. تقتل البنزوثياديازولات الحشائش العريضة الأوراق والسعد بتثبيط التمثيل الضوئي. وهي تختلف عن مثبطات التمثيل الضوئي الأخرى، مثل الترايازينات والفينيل يوريا. في أن انتقال المركبات يكون محدود جدا، وبالتالي يمكن استخدامها فقط كمعاملات بعد الانبثاق، ويلزم تغطية النبات بالكامل لتكون فعالة. والبنتازون فعّال في مقاومة الحشائش عريضة الأوراق في فول الصويا والأرز والذرة والفول السوداني والفول والبسلة.

بنتازون (بازاجران)
BENTAZONE (Basagran®)



3-(1-methylethyl)-1*H*-2,1,3-benzothiadiazin-4-(3*H*)-one 2,2-dioxide

مركبات ثاني البريديليوم Biprydyliums

يعني اسم ثنائي البريديليوم اتصال مجموعتي بيريديل. يوجد ثلاثة مبيدات حشائش مهمة في هذه المجموعة: الداي كوات والباراكوات والداي فنزوكوات، وهي مبيدات حشائش بالملامسة، تتلف الأنسجة النباتية بسرعة، فيبدو النبات وكأنه قتل بالصقيع بسبب تدمير غشاء الخلية. ويتم هذا الذبول والجفاف خلال ساعات، مما يجعل هذه المبيدات الجديدة مفيدة كمواد مجففة قبل الحصاد لمحاصيل البذور والقطن وفول الصويا وقصب السكر ودوار الشمس. ويستخدم الداي كوات أيضاً في مكافحة الحشائش المائية وهي غير نشطة في التربة. وتستخدم هذه المركبات بالمتخصصين المدربين على مكافحة الحشائش، الذين يمكنهم تحقيق نتائج جيدة لأصحاب المنازل.

دايكوات
DIQUAT

6,7-dihydrodipyrido(1,2-α:2',1'c) pyrazidinium (dibromide)

باراكوات
PAR AQUAT

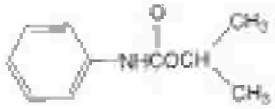
1,1'-dimethyl-4,4'-bipyridylium ion (dichloride)

مجموعة الكاربامات Carbamates

تعتبر الكاربامات أو إسترات حمض الكاربامك نشطة جداً فسيولوجياً. وكما رأينا، فبعض مركبات الكاربامات مبيدات حشرية والبعض الآخر كما سنرى مبيدات فطرية، كما أن بعض الكاربامات مبيدات حشائش. اكتشفت الكاربامات في سنة ١٩٤٥م، وتستخدم أساساً كمبيدات حشائش إختيارية قبل الانبثاق، ولكن بعضها فعال بعد الانبثاق.

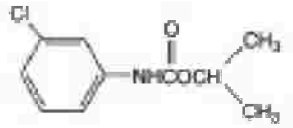
أول مبيد حشائش من مجموعة الكاربامات هو البروفام Propham (ويعرف أيضاً باسم IPC)، ثم تبعه الكلوربروفام Chlorpropham، ثم أسولام Asulam. تقتل هذه المبيدات النباتات بإيقاف عملية الانقسام، وإيقاف نمو الأنسجة النباتية. لهذه المركبات تأثيران ملحوظان: منع إنتاج البروتين، وقصر الكروموسومات التي تمر بالانقسام الميتوزي (التضاعف). تنتقل هذه المركبات بسرعة، وتثبط النمو المرستيمي.

بروفام (توبيرايت)
PROPHAM (Tuberite®)



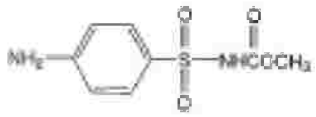
isopropyl carbanilate

كلوربروفام (فيورلو، س أي ب س)
CHLORPROPHAM (Furloe®, CIPC)



isopropyl m- chlorocarbanilate

أسولام (أسولوكس)
ASULAM (Asulox®)

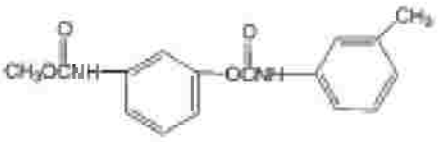


methyl sulfanilylcarbamate

الفينيل كاربامات Phenyl-carbamates

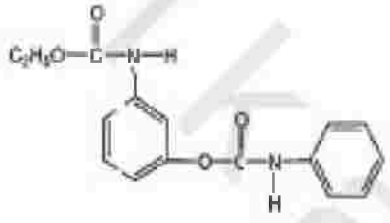
من مركبات الفينيل كاربامات يوجد مركبان فقط هما مبيد الفينميديفام phenmedipham، الذي يحتوي على أصلين (جذرين) من الكاربامات في تركيبه، ويستخدم في إنتاج بنجر السكر ودوار الشمس كمبيد حشائش بعد الانبثاق والديسميديفام Desmedipham (بتانكس Betanex®)، وهو مسجل في الولايات المتحدة لمكافحة العديد من حشائش الربيع عريضة الأوراق في بنجر السكر.

فينميديفام (بتانال، سبن-آيد)
PHENMEDIPHAM (Betanal®,Spin-Aid®)



methyl *m*-hydroxycarbanilate-*m*-methylcarbanilate

ديسميديفام (بتانكس)
DESMEDIPHAM (Betanex®)



ethyl[3-[(phenylamino)carbonyl] oxy]phenyl]carbamate

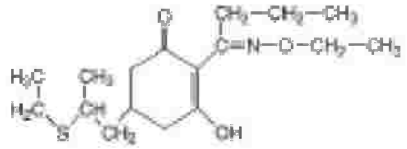
الأحماض الأليفاتية المكلورة Chlorinated Aliphatic Acids

هناك اثنان من الأحماض الأليفاتية أُستخدما بكثرة كمبيدات حشائش وهما ثلاثي كلورو حامض الخليك TCA والدالابون Dalapon، وذلك ضد الحشائش النجيلية، وخاصة حشيشة (quack grass) والنجيل. وكلا المبيدين يؤثر عن طريق ترسيب البروتين داخل الخلايا. استخدم الدالابون بكثرة حول المنازل لمكافحة النجيل، ولا يسوّق أي من المبيدين في الولايات المتحدة الأمريكية الآن.

مجموعة الهكساندايون الحلقية Cyclohexanediones

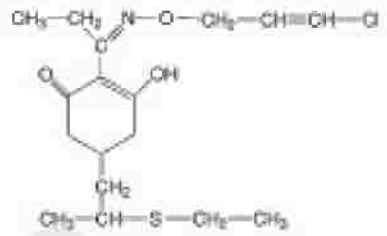
مجموعة الهكساندايون الحلقية كلها مبيدات حشائش إختيارية بعد الانبثاق، وتستخدم لمكافحة الحشائش النجيلية الحولية والدائمة في المحاصيل عريضة الأوراق مثل القطن، فول الصويا، البطاطس، بنجر السكر والخضروات. وهي لاتكافح الحشائش عريضة الأوراق أو السعد. وهناك مركبان فقط مسجلان في الولايات المتحدة وهما سيثوكسيديم، وكليثوديم، أما السيكلوديم وترالكوكسيديم غير مسجلين. وظهر مبيد جديد هو بترالوكسيديم teproloxydim (أرامو Aramo®، إيكونوكس Equinox®) وهو يكافح الحشائش النجيلية في القطن وفول الصويا وبنجر السكر (التركيب غير مذكور).

سيثوكسيديم (بوسات)
SETHOXYDIM (Posat®, Vantage®)



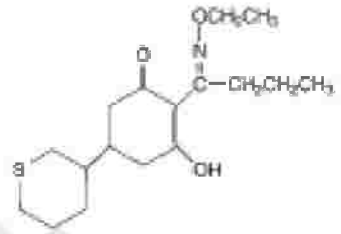
2-(1-(ethoxyimino) butyl)-5-(2-(ethylthio) propyl)-3-hydroxy-2-cyclohexeno-1-one

كليثودم (سيلكت)
CLETHODIM (Select®, Prism®)



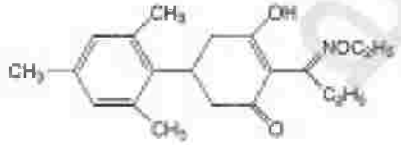
(*E,E*)-(+)-2-[1-[[(3-chloro-2-propenyl) oxy] imino] propyl]-5-(2-ethylthio) propyl]-3- hydroxy-2-cyclohexeno-1-one

سيكلوكسيديم (فوكس، لاسار)
CYCLOXYDIM (Focus®, Laser®)



2-[1-(ethoxyimino) butyl]-3-hydroxy-5- (tetrahydro-2*H*-thiopyran-3-yl)-2-cyclohexeno-1-one

ترالكوكسيديم (جراسب، أشيف)
TRALKOXYDIM (Grasp®, Achieve®)



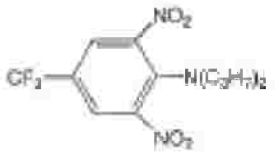
2-[1-(ethoxyimino) propyl]-3-hydroxy-5-(2,4,6-trimethylphenyl)cyclohex-2-enone

مجموعة ثنائي نيتروأنيلات Dinitroanilines

تعتبر مجموعة ثنائي النيتروأنيلات من أكثر المواد استخداماً في الزراعة، وتستخدم بكثافة كمبيدات حشائش اختيارية، بالخلط مع التربة، قبل الانبثاق، في كثير من المحاصيل الحقلية. وكأمثلة لهذه المجموعة نذكر الترايفلورالين، البنيفين، الاوريزالين، البندميثالين، والأيزوبروبالين. والترايفلورالين قليل الذوبان جداً في الماء، مما يقلل غسيله وتحركه من الهدف المعامل به. وتثبط النيتروأنيلات نمو كلاً من المجموع الجذري والخضري عندما تمتص بالجذور، ولها طريقة تأثير تتضمن تثبيط تكوين العديد من الإنزيمات، وكذلك منع ازدواج الفسفرة التأكسدية. يكافح الأورايزالين النجيليات الحولية والحشائش العريضة الأوراق في القطن، فول الصويا، أشجار الفاكهة خالية الثمار، أشجار البندق، بساتين العنب ونباتات الزينة. ويكافح البندميثالين النجيليات الحولية وبعض الحشائش عريضة الأوراق في الذرة، ويستخدم بالخلط مع التربة قبل الزراعة، في القطن، فول الصويا، الخضراوات والتبغ.

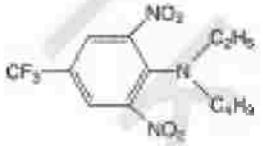
ومركبات ثنائي النيتروأنيلين مبيدات حشائش قبل الانبثاق، تثبط بشدة نمو جذور البادرات، مما يؤدي لتقزم النبات. وأحدث مركب في هذه المجموعة هو البروديامين Prodiamine (باريكاد® Barricade)، ويستخدم في المروج ونباتات الزينة. والإثالفلورالين Ethalfluralin (سونالان® Sonalan)، مركب جديد أيضاً من مجموعة النيتروأنيلين، يستخدم في القطن وفول الصويا، ويخلط مع التربة، وهو إختياري ضد النجيليات الحولية والحشائش عريضة الأوراق، وهو مفيد ضد حشيشة عنب الديب (nightshade).

ترايفلورالين (تريفلان)
TRIFLURALIN (Treflan®)



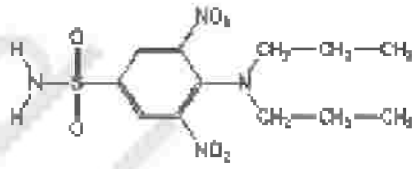
α,α,α-trifluoro-2,6-dinitro-*N*,*N*-dipropyl-*p*-toluidine

بينيفين (بالان)
BENEFIN (Balan®)



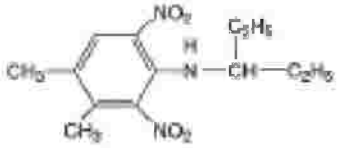
N-butyl-*N*-ethyl-α,α,α, trifluoro-2,6-dinitro-*p*-toluidine

أوريزالين (سورفلان)
ORYZALIN (Surflan®)



3,5-dinitro-*N*⁴,*N*⁴-dipropylsulfanilamide

بينديميثالين (بروول، ستومب)
PENDIMETHALIN (Prowl®, Stomp)

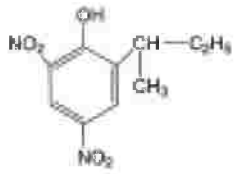


N-(1-ethylpropyl)-3,4- dimethyl-2,6-dinitrobenzenamine

مجموعة ثنائي النيتروفينولات Dinitrophenolates

تضم مجموعة ثنائي نيتروفينول الـ DNOC والداينوسيب DINOSEB (Dinitro®, DNBP) وبعض المواد الغير مشهورة. استخدمت هذه المواد لأكثر من ٥٠ سنة كمبيدات حشائش، مبيدات للبيض، مبيدات فطرية، مبيدات حشرية، ولخف الأزهار. وتؤثر مبيدات الداي‌نيتروفينولات عن طريق منع ازدواج الفسفرة التأكسدية، ليس في النباتات فقط، ولكن أيضاً في الحيوانات ذوات الدم الحار، بما في ذلك الإنسان. لذلك منعت وكالة حماية البيئة جميع استخدامات هذا القسم من مبيدات الحشائش، وذلك في عام ١٩٨٧م باتفاق عام مع المنتجين، بسبب التأثيرات المتشكك فيها على صحة الإنسان على المدى الطويل.

دايتوسب
DINOSEB



2-*sec*.butyl-4,6-dinitrophenol

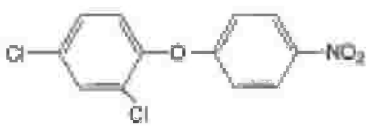
مجموعة ثنائي الفينيل إيثر Diphenyl Ethers

تتكون مجموعة الداي فينيل إيثر أساساً من جزيء من حلقتي فينيل (بنزين) ترتبطان معاً عن طريق ذرة أكسجين .

أول مركب في هذه المجموعة هو النيتروفين Nitrofen ، وأُدخل عام ١٩٦٣م. وتستخدم هذه المبيدات بصورة عامة لمكافحة الحشائش الحولية بالتطبيق قبل الانبثاق ، أو بعد الانبثاق بوقت قليل. وهي أساساً مبيدات حشائش بالملامسة ، وتمتص بسرعة عن طريق الأوراق والجذور ، وانتقالها محدود. وتسبب الاصفرار والموت الموضعي كتأثيرات ملحوظة لنشاطها. ومن الناحية الفسيولوجية ، فإن طريقة تأثيرها ليست واضحة تماماً ، ويعتقد أنها تثبط إنزيم protoporphyrinogen oxidase (PPO). في بعض الأحيان نجد أنها تحث على النمو ، مشابهة بذلك تأثير الأوكسينات ومبيدات الحشائش من مجموعة الفينوكسي.

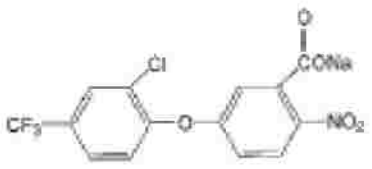
يوجد في هذه المجموعة عدد من مبيدات الحشائش الناجحة. وتطبق هذه المواد على الأوراق ، ولا تنتقل ، وتنشط عن طريق الرش بالحجم الكبير المحتوي على المواد النشطة سطحياً لزيادة التغطية. وتستخدم لمكافحة الحشائش النجيلية وعريضة الأوراق في فول الصويا ، الفول السوداني وبعض الخضروات الأخرى. ولمقاومة الحشائش بعد الانبثاق في القمح ، الشعير ، فول الصويا وبنجر السكر. وتضم النيتروفين Nitrofen ، الأسيفلورفين Aciflurfen واللاكتوفين Lactofen والأوكسيفلورفين Oxyfluorfen. وتشمل أيضاً البايفنوكس Bifenox (مودون® Modown) والفومسافين (fomesafen) (رفلكس® Reflex و تورنادو® Tornado).

نيتروفن
NITROFEN



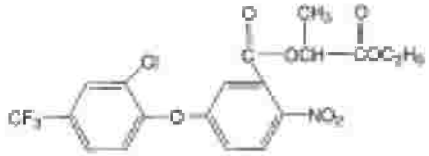
2,4-dichlorophenyl *p*-nitrophenyl ether

أسيفلورفن (بلازر)
ACIFLUORFEN (Blazer®)



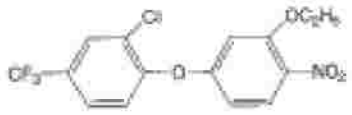
Sodium 5-[2-chloro-4-(trifluoromethyl)-phenoxy]-2-nitrobenzoate

لاكتوفن (كوبرا)
LACTOFEN (Cobra®)



1'-(carboethoxy) ethyl 5-[2-chloro-4-(trifluoromethyl) phenoxy]-2-nitrobenzolate

أوكسيفلورفن (جول)
OXYFLUORFEN (Goal®)



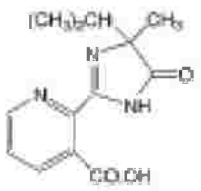
2-chloro-1 (3-ethoxy-4-nitrophenoxy)-4-(trifluoromethyl) benzene

مجموعة الايميدازولينونات Imidazolinones

تعتبر الايميدازولينون مجموعة جديدة نسبياً، وأول ظهور لها سنة ١٩٨١م، وأحدث أفرادها ايمازاموكس imazamox (رابتور® Raptor) عام ١٩٩٨م. وهي مثبطات للنمو المرستيمي، كما تثبط التخليق الحيوي للأحماض الأمينية المتفرعة السلسلة. وهي أكثر فاعلية ضد الحشائش عريضة الأوراق عن النجيليات، ولها نشاط على كلاً من الأوراق والتربة. يتراوح ثباتها في التربة بين المتوسط والطويل.

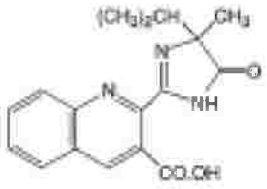
استخدم الإيمازابير Imazapyr لأطول فترة كمبيد حشائش غير اختياري ضد مدى واسع من الحشائش، وله نشاط باقي في المناطق الخالية من المحاصيل وفي الغابات. ويستخدم إيمازاكوين Imazaquin بتوسع في فول الصويا، وهو مبيد اختياري قبل وبعد الانبثاق. أما الامازاميثابنزميثيل Imazamethabenz-methyl، فهو مبيد حشائش اختياري بعد الانبثاق ضد الشوفان، الخردل، الحنطة السوداء، في دوار الشمس والقمح والشعير. الايمازإثابير Imazethapyr مبيد قبل الانبثاق، وقبل الزراعة بالخلط مع التربة، وبعد الانبثاق لمكافحة النجيليات الحولية والمعمرة والحشائش عريضة الأوراق في فول الصويا والبقوليات الأخرى.

إيمازابير (أرسينال، شوبر)
IMAZAPYR (Arsenal®, Chopper®)



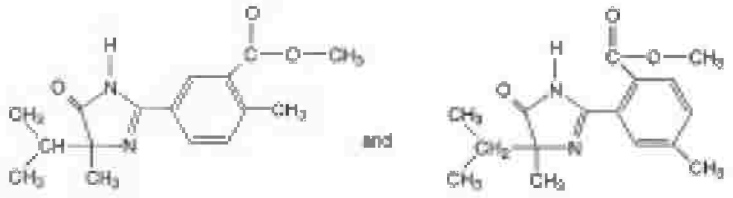
2-[4,5-dihydro-4-methyl-4-(1-methylethyl)- 5-oxo-1*H*-imidazol-2-yl]-3-pyridine carboxylic acid

إيمازاكين (سبتر، إيماج)
IMAZAQUIN (Scepter®, Image®)



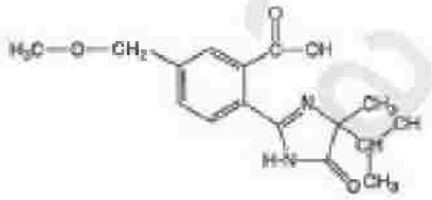
2-[4,5-dihydro-4-methyl-4-(1-methylethyl)-5-oxo-1*H*-imidazol-2-yl]-3-quinoline carboxylic acid

إيمازاميثابنز-ميثايل (أسيرت، داجير)
IMAZAMETHABENZ-METHYL (Assert®, Dagger®)



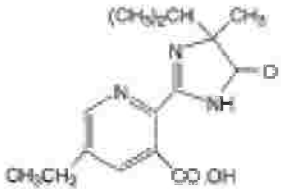
m-toluic acid, 6-(4-isopropyl-4-methyl-5- oxo-2-imidazolin-2-yl)-, methyl ester and *p*-toluic acid, 2-(4-isopropyl-4-methyl-5- oxo-2-imidazolin-2-yl, methyl ester
(a mix of the two methyl esters)

إيمازاموكس (رابتور)
IMAZAMOX (Raptor®)



2-(4-isopropyl-4-methyl-5-oxo-2-imidazolin-2-yl)-5-(methoxymethyl) nicotinic acid

إيمازيثابير (بورسويت)
IMAZETHAPYR (Pursuit®)

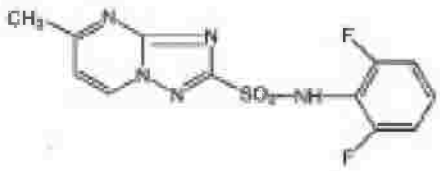


(±) 2-[4,5-dihydro-4-methyl-4-(1-methylethyl)- 5-oxo-1*H*-imidazol -2-yl]-5-ethyl-3-pyridinecarboxylic acid

مجموعة الترايازولوبيريميدين Triazolopyrimidines

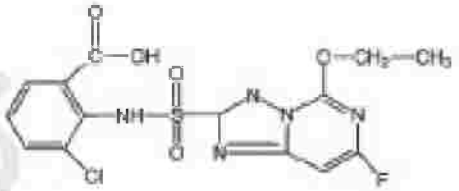
مجموعة جديدة، قريبة جداً من مجموعة الايميدازولينون. أنتجتها شركة Dow AgroSciences عام ١٩٩٠م، مبتدئة بتركيب فلوميتسولام flumetsulam (برودسترايك® Broadstrike) ثم تبعه ميتوسولام metsulam (اكليبس® Eclipse)، كلورانسولام-ميثيل chloransulam-methyl (فرسترات® Firstrate)، ودايكلوسولام diclosulam (سترونجرام® Strongarm). والفلوميتسولام مبيد اختياري قبل الزراعة، قبل الانبثاق، وبعد الانبثاق، يكافح الحشائش الصعبة عريضة الأوراق في الذرة وفول الصويا، يباع في الولايات المتحدة كمخلوط مع مبيدات أخرى وتم تسجيله في ١٩٩٣م. والميتوسولام له نفس الاختيارية، وغير مسجل في الولايات المتحدة. ويتم تطوير الكلورانسولام والدايكلوسولام في الولايات المتحدة لمكافحة الحشائش عريضة الأوراق في فول الصويا والفول السوداني والمركب الجديد هنا هو الفلوراسولان florasulam (برايموس® Primus) يتم تطويره لمكافحة الحشائش عريضة الأوراق في الذرة والحبوب. طريقة تأثير هذه المركبات مماثلة لطريقة تأثير السلفونيل يوريا والايميدازولينون (انظر الفصل الثامن عشر).

فلوميتسولام (برودستريك، بايون)
FLUMETSULAM (Broadstrike®, Python®)



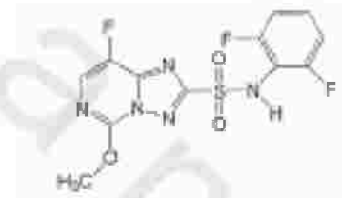
N-(2,6-difluorophenyl)-5-methyl-[1,2,4] triazol[1,5-a]pyrimidine-2-sulfonamide

كلورانسولام-ميثيل (فرستراد)
CHLORANSULAM-METHYL (Firstrate®)



n-(2-carboxymethyl-6-chlorophenyl)-5-ethoxy-7-fluoro(1,2,4)-triazolo-(1,5c)-pyrimidine-2-sulfonamide

فلوراسولان (برايموس)
FLORASULAM (Primus®)



2',6',8-trifluoro-5-methoxy[1,2,4] triazolo [1,5-c] pyrimidine-2-sulfonanilide

بروبيونات أريلوكسفينوكسي Aryloxphenoxy Propionates

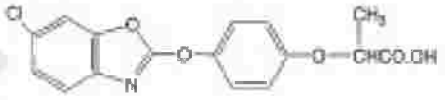
(سابقاً مجموعة استرات أحماض الأوكسي فينوكسي Oxyphenoxy Acid Esters)

هذه المجموعة من أحدث مجموعات مبيدات الحشائش وتستخدم بعد الانبثاق، ولها نشاط عالي ضد كل الحشائش النجيلية بمعدلات اقتصادية. وعليه، يمكن تطبيقها على معظم المحاصيل عريضة الأوراق بأقل قدر من المخاطرة بضرر المحصول. وفي المعدلات الأعلى من التطبيق يلاحظ بعض النشاط على التربة. وتنتقل هذه المركبات بسرعة في النجيليات من موضع الامتصاص إلى لأنسجة المرستيمية النامية. ويبدو أن الطقس له تأثير قليل على النشاط. وكلها فعالة ضد الأعداء الرئيسية الدقيرة (crabgrass) والحاليان (johnsongrass). الفلوازيفوب-بيوتيل Fluazifop-butyl هو الأكثر استخداماً في هذه المجموعة لمكافحة الحشائش النجيلية الحولية والمعمرة بعد الانبثاق، فوق القمة في المحاصيل عريضة الأوراق خاصة القطن وفول الصويا. وأضيف حديثاً للمجموعة مبيد بروباكيزافوب propaquizafop (أجيل® Agil، فالكون® Falcon) وكيزالوفوب-بي-إيثيل quizalofop-p-ethyl (آشور® Assure، ماتادور® Matador)، ميتاميفوب metamifop وبايرفثاليد pyriftalid (أبيرو آس® Apiro Ace).

دايكلوفوب–ميثيل (هولون)
DICLOFOP-METHYL (Hoelon®)

2-(4-(2,4-dichlorophenoxy-phenoxy)-
methyl propanoate

فينوكسابروب– إيثيل (ويب، أكسلام)
FENOXAPROP-ETHYL (Whip®, Acclaim®)

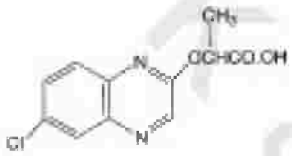


(±)-2-[4-[(6-chloro-2-benzoxazolyl] oxyl]
phenoxy] propanoic acid

فلوازيفوب–بيوتيل (فيوزيلاد)
FLUAZIPHOP-BUTYL (Fusilade®)

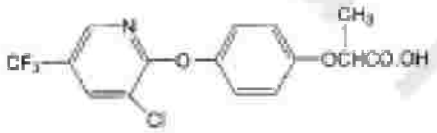
butyl 2- (4-(5-trifluoromethyl-2-pyridyloxy)
phenoxy) propionate

كويزالوفوب–بي–إيثيل (آسور، ماتادور)
QUIZALOFOP-P-ETHYL
(Assure®, Matador®)



(±)-2-[4-(6-chloro-2-quinoxalinyloxy)
phenoxy] propanoic acid

هالوكسيفوب–ميثيل (فيرديكت، جالانت)
HALOXYFOP-METHYL (Verdict®, Gallant®)



(±) – 2- [4-[[3-chloro-5-(trifluoromethyl)-2-pyridinyl]oxy]
phenoxy] propanoic acid

مركبات الفينوكسي Phenoxys

ظهر الـ 2,4– D عام ١٩٤٤م كأول مركب من مجموعة الفينوكسي، وهي مبيدات حشائش من مشتقات مجموعة فينوكسي حمض الخليك أو مبيدات الحشائش الهرمونية. وهذه المركبات عالية الاختيارية ضد الحشائش عريضة الأوراق وتنتقل خلال النبات. أعطى مبيد الحشائش الـ 2,4– D أقوى دافع للبحث التجاري لاكتشاف مبيدات حشائش عضوية أخرى في الأربعينات. وينتمي لهذه المجموعة العديد من المركبات، وأشهرها مبيدى 2,4-D و2,4,5-T، ومن المركبات الهامة في هذه المجموعة الـ 2,4—DB والـ MCPA والسلفكس Silvex .

ومبيدات الحشائش من مجموعة الفينوكسي لها آليات تأثير معقدة، تشبه في بعضها آليات تأثير الأوكسينات (هرمونات النمو). فهي تؤثر على الانقسام الخلوي، وتنشط تمثيل الفوسفات، وتحور تمثيل الأحماض النووية.

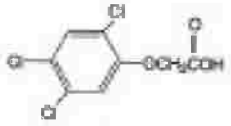
استخدمت مبيدات الـ 2,4-D والـ 2,4,5-T لسنوات بكميات كبيرة جداً على مستوى العالم بدون تأثيرات عكسية ضارة على صحة الإنسان أو الحيوان. إلا أن الـ 2,4,5-T الذي يستخدم أساساً لمكافحة الحشائش الخشبية الدائمة، أصبح موضوع للبحث المستمر وخاصة بسبب استخدامه في فيتنام في مخلوط مع الـ 2,4-D يسمى بالمادة البرتقالية (Agent Orange). وجد أن بعض العينات تحتوي كميات كبيرة من احدى الشوائب العالية السمية. وهي مادة ٢، ٣، ٧، ٨- رابع كلورو ثنائي بنزو بارا- دايوكسين 2,3,7,8-tetra-chlorodibenzo-p-dioxin . وبرغم أن التحويرات في طرق التصنيع قللت محتوى الدايوكسين لأقل المستويات، فقد تم إلغاء تسجيل الـ 2,4,5-T، وألغت الشركات المصنعة المنتج عام ١٩٨٥م، وتم استبدال مخلوط المادة البرتقالية بمبيد يسمى بالمادة البيضاء (Agent White)، وهو مخلوط من الـ ٤، ٢- د والبيكلورام (picloram)، وهو أطول بقاءاً وأكثر تأثيراً. ويستخدم نفس المخلوط حالياً (Grazon® P+ D, Tordon® RTU) في أراضي الرعي لمكافحة الأنواع الخشبية.

وما زال الـ 2,4-D من أكثر المبيدات المنتجة أهمية. واستخدم منه عام ١٩٩٩م أكثر من ٣٣ مليون رطل يتم تصنيعها في الولايات المتحدة في ٣٥ منتجاً للأستر والملح (Donaldson et al., 2002). ويستخدم في الزراعة على الغلال ومحاصيل الحبوب وقصب السكر لمكافحة الحشائش عريضة الأوراق، وعلى جوانب الطرق، وحلبات سباق الخيل وفي المروج وأراضي العشب*، وفي برامج المحافظة على الغابات. وعملية تصنيع الـ 2,4-D في الولايات المتحدة لا ينتج عنها أي مستوى من التلوث برابع كلورو الديوكسين. ومن المركبات الأخرى في هذه المجموعة الدايكلوربروب (2,4-DP) وملح حمض السيوتريك (MCPA) والميكوبروب (MCPP) وهي شائعة الاستخدام.

د- ٢،٤ (2,4-D)

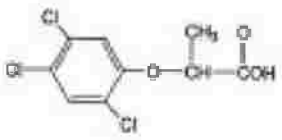
(2,4- dichlorophenoxy) acetic acid

ت- ٢،٤،٥ (2,4,5-T)



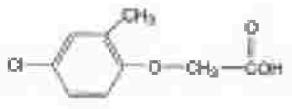
(2,4,5- trichlorophenoxy) acetic acid

سيلفكس (SILVEX)



2- (2,4,5- trichlorophenoxy) propionic acid

أ. م. سي. بي. (MCPA)

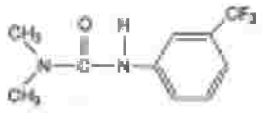


[(4-chloro-o-tolyl) oxy] acetic acid

مجموعة اليوريا Ureas

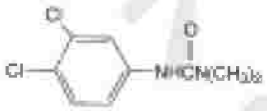
في مركبات الفنيل يوريا أو اليوريا المستبدلة، $H_2N\text{-}CO\text{-}NH_2$، تم الإحلال (الاستبدال) لذرات الأيدروجين فيها بسلاسل كربونية وحلقات مختلفة، مما نتج عنه مجموعة مفيدة من المركبات. تم اختبار الآلاف من مركبات اليوريا المستبدلة كمبيدات حشائش يستخدم العديد منها الآن. وموضح في الرسم كلاً من الفلوميتيورون Flumeturon، الدايورون Diuron، والفنيورون Feenuron-TCA، اللينيورون Linuron، السيديورون Siduron، والتيوثيورون Tebuthiuron. ومعظم مركبات الثيويوريا غير اختيارية نسبياً، وتطبق عادة على التربة كمبيدات حشائش قبل الانبثاق، ويستخدم بعضها بعد الانبثاق، بينما البعض الآخر فعال عند تطبيقه على الأوراق.

فلوميتيورون (كوتوران)
FLUOMETURON (Cotoran®)



1,1-dimethyl-3-(α,α,α-trifluoro-m-tolyl) urea

دايورون (كارمكس، كروفار)
DIURON (Karmex®, Krovar®)

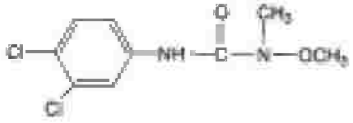


3-(3,4-dichlorophenyl)-1,1-dimethylurea

فينيورون-تي سي أ (دوزر)
FENURON-TCA (Dozer®)

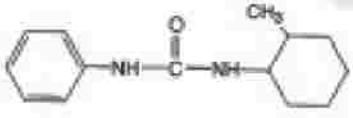
1,1-dimethyl-3-phenylurea mono (trichloroacetate)

لينيورون (لوروكس)
LINURON (Lorox®)



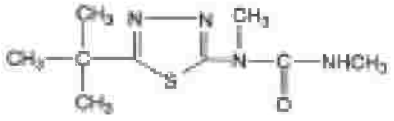
3-(3,4-dichlorophenyl)-1-methoxy-1-methylurea

سيديورون (توبيرسان)
SIDURON (Tupersan®)



1- (2-methylcyclohexyl)-3-phenylurea

تيبوثيورون (سبايك)
TEBUTHIURON (Spike®)



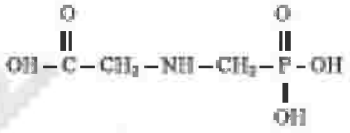
N-[5-(1,1-dimethylethyl)-1,3,4- thiadiazol-2-yl]*N,N'*-dimethylurea

تمتص مركبات اليوريا بقوة بالتربة ثم تمتص بواسطة الجذور. وميكانيكية تأثير مركبات اليوريا هي تثبيط عملية التمثيل الضوئي–(إنتاج سكريات النبات)–بطريقة غير مباشرة، عن طريق تثبيط تفاعل هيل (انظر البروبانيل تحت الأميدات)، ورغم العدد الكبير من مركبات هذه المجموعة فما يزال يظهر منها الجديد، وظهر منها حديثاً الأيزوبروتيورون isoproturon (أفيلون® Avelon) وكوميليورون cumyluron (جاميلا® Gamyla) الذي لا يعرف طريقة تأثيره وكلا المركبين غير مسجل في الولايات المتحدة.

مجموعة الأحماض الأمينية الفوسفونية Phosphono Amino Acids

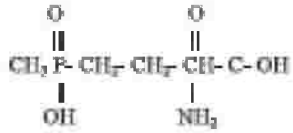
هذه المجموعة مبيدات حشائش انتقالية تطبق على الأوراق، وتتداخل مع التخليق الطبيعي للأحماض الأمينية في النبات. وهي أكثر فعالية ضد النجيليات عن الحشائش العريضة الأوراق، وتعتبر مركبات غير اختيارية على الأوراق، وليس لها نشاط في التربة. تنفذ هذه المركبات ببطيء نوعاً ما، ولذلك فإن سقوط المطر بعد تطبيقها بوقت قصير يمكن أن يقلل من تأثيرها، ويُذكر هنا الجلايفوسيت Glyphosate، الجلوفوسينيت Glufosinate، الفوسامين Phosamine والجليفوسات ترايميسيم Glyphosate trimisium.

جليفوسيت (راوند أب، رودير)
GLYPHOSATE (Roundup®, Rodeo®)



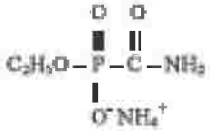
N-(phosphonomethyl) glycine
(isopropylamine salt)

جلوفوسينيت–أمونيوم (فينال، ليبرتي)
GLUFOSINATE-AMMONIUM
(Finale®, Liberty®)



(±)–2-amino-4-(hydroxymethylphosphinyl)
butanoic acid

فوسامين أمونيوم (كيرنيت)
FOSAMINE-AMMONIUM (Kernite®)



Ammonium ethyl carbamoyl phosphonate

الجلايفوسات (راوند أب® Roundup) مبيد غير اختياري، ليس له أثر باقي، ويستخدم بعد الانبثاق. ويعرف بتأثيره ضد الحشائش النجيلية المعمرة، العميقة الجذور، والحشائش عريضة الأوراق، وكذلك لمعاملة مشاكل الأفرع الخشبية في المناطق المنزرعة وغير المنزرعة. وهو مبيد حشائش انتقالي يطبق على الأوراق، ويمكن

تطبيقه على أي مرحلة من نمو النبات، وفي أي وقت من السنة، باستخدام معظم آلات التطبيق، بما فيها آلات الفتيلة الجديدة وآلات الاسطوانة الدوارة وآلات المسح.

ويبدو أن آلية تأثيره هي تثبيط تخليق الأحماض الأمينية العطرية، مما ينتج عنه تثبيط تمثيل الأحماض النووية وتثبيط تخليق البروتين. وهناك عدد مسجل لهذا المركب مجهز في صورة أملاح. ويرجع التزايد الكبير في استخدام الجلايفوسات من منتصف التسعينات لتسويق المحاصيل المعدلة وراثياً مثل (الذرة والقطن وفول الصويا والكانولا وغيرها) لتتحمل تطبيق الجلايفوسات. ويسمح هذا التقدم التكنولوجي للمزارعين برش مبيدات الحشائش غير الاختيارية على المحاصيل لتحقيق مكافحة ممتازة للحشائش بدون أي ضرر معنوي للمحصول ويرغم استخدام نفس التقنية في بعض المحاصيل لتتحمل مبيدات أخرى مثل الـ imidazolines والجلوفوسينات–أمونيوم إلا أنها لم تحقق نفس نجاح الجلايفوسات.

ويستخدم الجلوفوسينات–أمونيوم أساساً ضد الحشائش النجيلية في البساتين ومزارع العنب كمبيد حشائش بعد الانبثاق. ومن المدهش أنه يستخدم على البطاطس كمجفف ولمكافحة الحشائش في الطرق التي يستخدم فيها أقل قدر من الحراثة. ويقاوم الفوسامين أمونيوم نمو البراعم في الأنواع الخشبية في المناطق الغير منزرعة، والجلايفوسات ترايمسيوم (تاتش داون Touchdown®) هو أحدث مركب في المجموعة، وظهر عام ١٩٨٨م وتركيبه غير موضح.

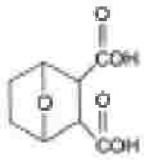
مجموعة أحماض الفثاليك Phthalic Acids

يوجد مركبان فقط ذات أهمية في هذه المجموعة الصغيرة، الكلوروثال–داي ميثيل chlorthal-dimethyl (داكثال DCPA, Dacthal®) وظهر سنة ١٩٦٠م، والاندوثال الذي ظهر عام ١٩٦٥م. والكلوروثال متخصص ضد حشيشة الدفيرة (crabgrass)، وهو أيضاً عالي الفعالية ضد معظم الحشائش النجيلية وعريضة الأوراق في الخضراوات. ويستخدم الاندوثال في بنجر السكر ضد عدد ضيق من الحشائش، ويستخدم كمبيد حشائش مائية أو مبيد طحالب وكمادة مجففة على القطن، البطاطس، البرسيم الحجازي والبرسيم، وسميته المنخفضة للسمك تجعله مبيداً مثالياً للحشائش المائية، ومثالاً واضحاً لحماية البيئة عن طريق اختيارية مبيدات الآفات.

د.م.ب.أ، كلوروثال–داي ميثيل (داكثال)
DCPA, CHLORTHAL-DIMETHYL (Dacthal®)

dimethyl tetrachloroterephthalate

إندوثال (أكوائول، إندوثال)
ENDOTHALL (Aquathol®, Endothal®)



7–oxabicyclo (2,2,1) heptane –2,3–
dicarboxylic acid (sodium salt)

مجموعة البيريدازينونات Pyridazinones

لأن هذه المجموعة تثبط تكوين الكلوروفيل (الصبغة الخضراء في النباتات) فإن الحشائش تفقد لونها بسرعة بعد امتصاصها لهذه المركبات، وتبدو بيضاء. كما أنها تثبط تخليق الكاروتين وتكافح هذه المبيدات الحديثة الحشائش النجيلية وعريضة الأوراق، وتقبل الخلط مع أملاح ثاني البريديليوم ومع عدد كبير من مبيدات الحشائش التي تخلط مع التربة قبل الزراعة كمبيدات حشائش قبل الانبثاق.

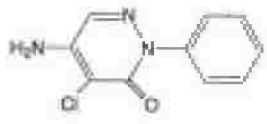
يستخدم كلوريديزون Chloridizon (ويسمى سابقاً البيرازون) (بيرامين® Pyramin) بدرجة مكثفة على بنجر السكر، وهو مبيد حشائش اختياري، قبل وبعد الانبثاق، لمكافحة الحشائش عريضة الأوراق. ويختلف عن المجموعة في أنه يثبط النظام الضوئي ٢ ويستخدم النورفلورازون Norflurazon (إيفيتال® Evital) قبل الانبثاق لمكافحة النجيليات الحولية وبعض الحشائش عريضة الأوراق في القطن، فول الصويا، العنب، ومحاصيل الفاكهة المتساقطة الأوراق. والفلوريدون Fluridone (سونار® Sonar) مبيد للحشائش المائية، يستخدم في البرك، قنوات الصرف، البحيرات، والخزانات، لمكافحة معظم الحشائش المائية في أي مرحلة من النمو.

الفلوروكلوريدون Fluorochloridone (راسر® Racer) مبيد حشائش تجريبي قبل الانبثاق لمكافحة الحشائش النجيلية وعريضة الأوراق في مدى واسع من المحاصيل. والكلوماوزن (سابقاً دايثازون Dimethazone) (Command®) مبيد حشائش قبل الانبثاق أو قبل الزراعة لمكافحة الحشائش النجيلية وعريضة الأوراق في فول الصويا، القطن، والخضراوات.

ويستخدم الأوكسادايازون Oxadiazon (رونستار® Ronstar) لمكافحة الحشائش في الأرز المنزرع بالبذور الجافة، وأراضي العشب ونباتات الزينة. من المركبات الجديدة في هذه المجموعة بفلوبيوتاميد beflubutamide وبيكولينافين picolinafen وأوكسادايرجيل oxadiargyl. المركب الأول تجريبي يتم تقييمه (تجربته) للاستخدام على الحبوب الصغيرة. والأوكسادايرجيل (توب ستار® Topstar) لا يستخدم في الولايات المتحدة ويؤثر الأوكسادايرجيل بنفس طريقة الرونستار وهي تثبيط إنزيم protoporphyrinogen oxidase .

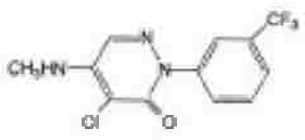
بيكولينافن (بيكو® Pico) له استخدامات على الحبوب الصغيرة وهو يثبط إنزيم phytoene desaturase.

كلوريديزون، بيرازون (بيرامين)
CHLORIDIZON, PYRAZON (Pyramin®)



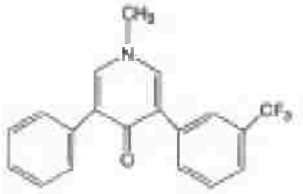
5-amino-4-chloro-2-phenyl-3-(2*H*)-pyridazinone

نورفلورازون (إفيتال، سوليكام)
NORFLURAZON (Evital®, Solicam®)



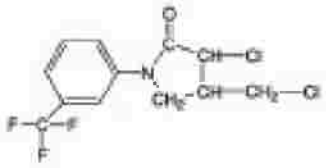
4-chloro-5-(methylamino)-2-[3-(trifluoromethyl) phenyl]-3-(2*H*)-pyridazinone

فلوريدون (سونار)
FLURIDONE (Sonar®)



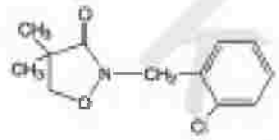
1-methyl-3-phenyl-5-[3-(trifluoromethyl) phenyl]- 4 (1*H*)- pyridinone

فلورو كلوريدون (راسر)
FLUOROCHLORIDONE (Racer®)



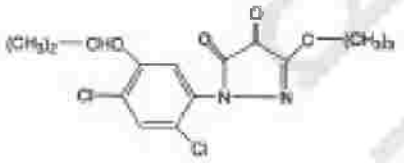
3-chloro-4-(chloromethyl)-1-(3-trifluoromethyl) phenyl – 2- pyrrolidinone

كلومازون (كوماند)
CLOMAZONE (Command®)



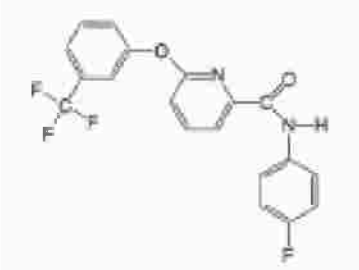
2-(2-chlorophenyl)methyl-4-dimethyl- 3- isoxazolidinone

أكساديازون (رونستار)
OXADIAZON (Ronstar®)



2-tert-butyl-4-(2,4-dichloro-5-isopropoxyphenyl)- Δ^2-1,3,4-oxadiazolin-5- one

بيكولينافن (بيكو)
PICLOLINAFEN (Pico®)



4-fluoro-6-(α,α,α-trifluoro-m-tolyloxy) pyridine-2-carboxanilide

الأحماض الكربوكسيلية Carboxylic Acids

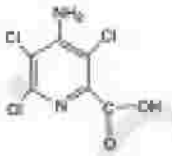
(سابقاً أحماض البريدينوكسي والبيكولينيك Pyridinoxy and Picolinic Acids)

في مبيدات الحشائش الكربوكسيلية تتصل مجموعة الكربوكسيل بحلقة البنزين. وتعرف مجموعة الـ COOH بمجموعة الكربوكسيل. ويمكن توضيح تركيب هذه المجموعة بإحدى الطريقتين كما في الرسم.

ومن هذه المجموعة بيكلورام picloram، ترايكلوبير triclopyr، فلوروكسيبير fluroxypyr، وكلوبيراليد clopyralid وكوينكلوراك quinclorac. وهذه المركبات مبيدات حشائش هرمونية تنتقل في كلا من اللحاء والخشب. وهي مثالية لمقاومة الحشائش المعمرة عريضة الأوراق والأغصان، ولها نشاط على كلا من التربة والأوراق. والبيكلورام له فترة بقاء طويلة في التربة، بينما الترايكلوباير والكلوبيراليد أقل ثباتاً بكثير. وطريقة تأثير هذه المركبات هي نفس طريقة تأثير الأوكسينات المُصنعة، وتؤثر بطريقة مماثلة لتأثير الهرمون النباتي الطبيعي، إندول حمض الخليك، ومماثلة لتأثير مجموعة الفينوكسي وأحماض البنزويك.

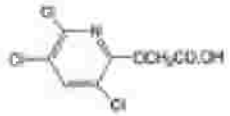
وأحد النقاط المثيرة بالنسبة للبيكلورام هو استخدامه في فيتنام بدلاً من مبيد المادة البرتقالية Agent Orange (2,4-D& 2,4,5-T). تم خلط البيكلورام مع الـ ٢,٤-د وعُرف باسم المادة البيضاء (Agent White)، واستمر لفترة أطول من المادة البرتقالية (Agent Orange) السابق له. ويستخدم نفس المخلوط في أراضي المراعي تحت الأسماء Grazon®P+D, Pathway® و Tordon® RTU.

بيكلورام (توردون)
PICLORAM (Tordon®)



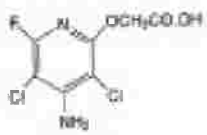
4-amino-3,5,6-trichloropicolinic acid

ترايكلوبير (جارلون)
TRICLOPYR (Garlon®)



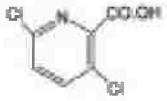
[(3,5,6-trichloro-2-pyridinyl) oxy] acetic acid

فلوروكسيبير (ستاران)
FLUOROXYPYR (Starane®)



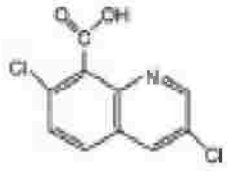
[(4-amino-3,5-dichloro-6-fluoro-2-pyridinyl)oxy] acetic acid

كلوبيراليد (لونترييل، ستينجر)
CLOPYRALID (Lontrel® , Stinger®)



3,6-dichloro-2-pyridinecarboxylic acid

كوينكلوراك (فاسيت)
QUINCLORAC (Facet®)



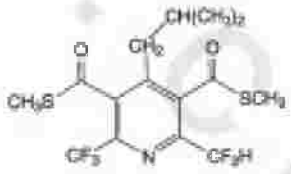
3,7-dichloro-8-quinolinecarboxylic acid

مجموعة البيريدينات Pyridines

البيريدين عبارة عن حلقة بنزين استبدلت فيها ذرة كربون بذرة نتروجين، كما بالشكل.

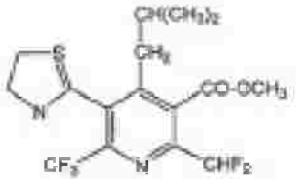
وتسمى مبيدات الحشائش المحتوية على حلقة البيريدين بالبيريدينات. ومن هذه المجموعة دايثيوبير (دايمنشن) و ثيازوبير (فيزور). الدايثيوبير اختياري، ويستخدم قبل وبعد الانبثاق، ويستخدم في أراضي العشب لمكافحة عدد كبير من الحشائش النجيلية. ويجهز عادة مع مبيدات حشائش أخرى ومع الأسمدة. أما الثيازوبير فهو اختياري قبل الانبثاق، يؤثر جيداً على جميع الحشائش النجيلية، في محاصيل كثيرة، مثل الموالح، القطن، الذرة، الفول السوداني، فول الصويا، والبطاطس.

دايثيوبير (دايمنشن)
DITHIOPYR (Dimension®)



3,5-pyridinecarbothioic acid, 2-(difluoromethyl)-4-(2-methylpropyl)- 6-(trifluoromethyl)-S,S-dimethylester

ثيازوبير (فايزور)
THIAZOPYR (Visor®)



Methyl-2-difluoromethyl-4-isobutyl-5-(4,5-dihydro-2-thiazolyl)-6-trifluoromethyl-3-pyridinecarboxylate

مجموعة مشتقات السلفونيل يوريا Sulfonylureas

مبيدات السلفونيل يوريا مثبطات للنشاط المرستيمي، ولها نشاط على كلا من الأوراق والتربة، وتؤثر على الحشائش عريضة الأوراق بدرجة أكبر من النجيليات، ولهذه المركبات نشاط متخصص جداً بمعدلات تطبيق تقل

غالباً عن٠.٢٥ أوقية (٧ جرامات)/ايكر. وهي تتراوح في الثبات بين الطويل جداً إلى المتوسط، ولها سمية منخفضة جداً على الثديات. وطريقة التأثير السام لمركبات السلفونيل يوريا هي تثبيط التخليق الحيوي للأحماض الأمينية ذات السلاسل المتفرعة من خلال تثبيط إنزيم تخليق الأسيتولاكتات (ALS) acetolactate synthetase.

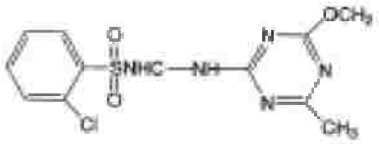
وينتمي لهذه المجموعة كلورسلفيورون chlorsulfuron، كلوريميورون-ايثيل chlorimuron-ethyl، الميتسلفيورون - ميثيل metsulfuron-methyl، والسلفوميتيورون-ميثيل sulfometuron-methyl. وظهر الكلورسلفيورون في عام ١٩٨١م، وله تأثير جيد على الحشائش عريضة الأوراق في القمح والشعير والشوفان وفي مكافحة الحشائش في المناطق الخالية من المحصول. ويتحمل الشوفان البري هذا المركب. ويكافح الكلوريميورون - ايثيل الحشائش عريضة الأوراق في فول الصويا كمبيد حشائش بعد الانبثاق. يستخدم الميتسلفيورون - ميثيل بنفس طريقة استخدام الكلورسلفيورون. ويستخدم السلفوميتيورون - ميثيل على المساحات الخالية من المحصول فقط كمبيد حشائش غير اختياري ذات مدى واسع قبل وبعد الانبثاق. ويمكن استخدامه أيضاً في غابات الصنوبر لمقاومة أنواع الأشجار الخشبية. ثيفينسلفيورون - ميثيل مبيد اختياري بعد الانبثاق لمكافحة الحشائش عريضة الأوراق والثوم البري في الحبوب الصغيرة. هالوسلفيورون - ميثيل (باتليون، بيرميت) مبيد اختياري قبل وبعد الانبثاق يستخدم في القطن، السورجام، الأرز، قصب السكر، والمروج. والمركبات المذكورة سابقاً موضح تركيبها.

ومن مبيدات السلفونيل يوريا القديمة: البنسلفيورون Bensulfuron (لونداكس Londax®)، نيكوسلفيورون nicosulfuron (أكسنت Accent®)، ترياسلفيورون triasulfuron (أمبر، لورجان Logran®, Amber®)، وبريميسلفيورون - ميثيل primisulfuron-methyl (بيكون، تل Tell®, Beacon®).

أما مبيدات السلفونيل يوريا الأحدث فهي أميدوسلفيورون amidosulfuron (ايجل، بورسويت Eagle®, Pursuit®)، أزيمسلفيورون azimsulfuron (جوليفر Gulliver®)، سيكلوسلفاميورون cyclosulfamuron (انفست Invest®)، ايثاميتسلفيورون-ميثيل ethametsulfuron-methyl (موستر Muster®)، ايثوكسي سلفيورون ethoxysulfuron (سنرايز Sunrise®)، فلوبيرسلفيورون-ميثيل flupyrsulfuron-methyl (ليكزس Lexus®)، فورام سلفيورون foramsulfuron (إيكويب Equip®، أويشن Option®)، أيودوسلفيورون-ميثيل iodosulfuron-methyl (هوسار Husar®)، ميثوسلفيورون-ميثيل methosulfuron-methyl (ميثوماكس Mesomaxx®)، أوكساسلفيورون oxasulfuron (داينام Dynam®، اكسبرت Expert®)، بروسلفيورون prosulfuron (بيك Peak®)، ريمسلفيورون rimsulfuron (ماتركس Matrix®، شادوت Shadeout®)، سلفوسلفيورون sulfosulfuron (مافريك Maverick®، سندانس Sundance®)، ترايبيورون-ميثيل tribenuron-methyl (اكسبرس Express®)، ترايفلوكس سلفيورون tryfluxysulfuron (براون Brown®، إينفيلد Enfield®) وترايفلوسلفيورون-ميثيل

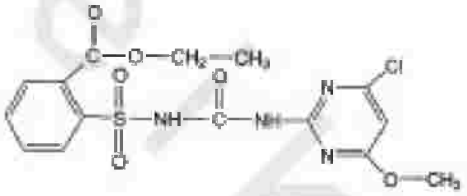
triflusulfuron-methyl (ديبوت® Debut، اب بيت® Upbeet) وترايتوسلفيورون tritosulfuron (كورتو® Corto). ويعتبر الفورام سلفيورون وأيودوسلفيورون-ميثيل هما الأحدث في التسجيل في هذه المجموعة (٢٠٠٢م). وخلال العشرون سنة الماضية كانت هذه المجموعة هي الأكثر إنتاجاً من بين جميع أقسام مبيدات الحشائش وسوف يضاف إليها مركبات أخرى من الشركات المنتجة في الولايات المتحدة واليابان.

كلورسلفيورون (جلين)
CHLORSULFURON (Glean®)



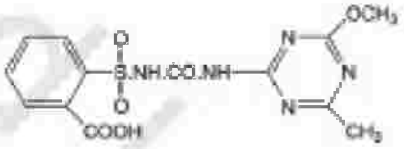
2-chloro-N-[(4-methoxy-6-methyl-1,3,5- triazin-2-yl)aminocarbonyl]- bezenesulfoamide

كلورميورون-إيثيل (كلاسيك)
CHLORIMURON-ETHYL (Classic®)



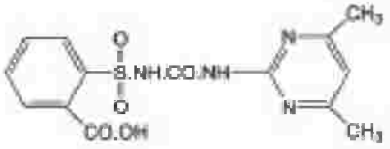
2-([[(4-chloro-6-methoxypyrimidino-2yl) aminocarbonyl] amino sulfonyl) benzoic acid, ethylester

ميتسلفيورون-ميثيل (آللي، اسكورت)
METSULFURON-METHYL (Ally®, Escort®)



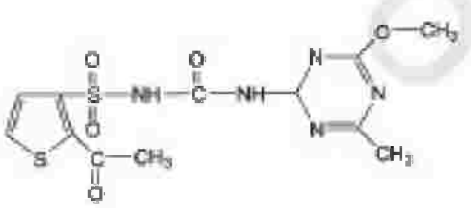
2[[[[(4-methoxy-6-methyl-1,3,5-triazin-2yl) amino] carbonyl]amino]sulfonyl]benzoic acid

سلفوميتيورون-ميثيل (أورست)
SULFOMETURON-METHYL (Oust®)



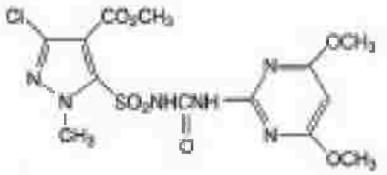
2-[[[(4,6-dimethyl-2-pyrimidinyl) amino] carbonyl] amino] sulfonyl] benzoic acid

ثيامينيورون-ميثيل (بيناكل، هارموني)
THIFENSULFURON-METHYL (Pinnacle®, Harmony®)



methyl-3- [[(4-methoxy-6-methyl-1,3,5- triazin-2yl) - amino-carbonyl] aminosulfonyl]-2-thiophenecarboxylate

هالوسلفيورون-ميثيل (بيرميت، باتاليون)
HALOSULFURON-METHYL (Permit®, Battalion®)



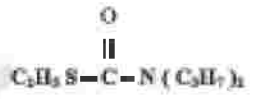
methyl-3-chloro-5-(4,6-dimethoxypyrimidin-2-yl carbamoylsulfamoyl)-1-methyl-pyrazole-4- carboxylate

مجموعة الثيوكاربامات Thiocarbamates

تحتوي مركبات الثيوكاربامات على الكبريت (من الكلمة اليونانية ثيون *theion*)، وهي تشتق من حمض الثيوكارباميك الافتراضي ($HS.CO.NH_2$)، الثيوكاربامات مبيدات حشائش اختيارية تُسوق لمكافحة الحشائش في أراضي المحاصيل. ومركبات الثيو والذاى ثيوكاربامات لها ضغوط بخارية استثنائية، وهي متطايرة جداً، ويجب خلطها مع التربة وقت التطبيق. وهي تثبط نمو المجموع الخضري وجذور البادرات عند انبثاقها من بذور الحشائش، وبالتالي، فكلها تستخدم كمبيدات حشائش بالخلط مع التربة إما قبل الزراعة أو قبل الانبثاق.

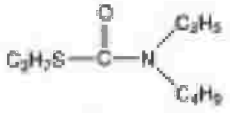
ومن أمثلة الثيوكاربامات الـ EPTC والبيبيولات Pebulate. ويستخدم الـ EPTC في الغالب لمقاومة الحشائش النجيلية الحولية والدائمة، بما فيها حشيشة الدفيرة، الحليان، وحشيشة الكواك. والبيبيولات فعال ضد كلاً من الحشائش النجيلية وعريضة الأوراق في التبغ والطماطم. ومن الثيوكاربامات مبيد ثيوبينكارب Thiobencarb، البيوتيلات Butylate، السيكولات Cycolate، المولينات Molinate، والفيرنوليت Vernolate. الثيوبينكارب هو أكثر مبيدات الحشائش استخداماً في الأرز على مستوى العالم. ويستخدم قبل الانبثاق أو مبكراً بعد الانبثاق ضد النجيليات والحشائش العريضة الأوراق في الأرز، بصفة خاصة.

إي بي تي سي (إبتام)
EPTC (Eptam®)



S-ethyl dipropylthiocarbamate

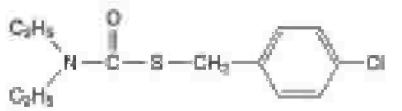
بيبيوليت (تيلام)
PEBULATE (Tillam®)



S-propyl-butyl ethylthiocarbamate

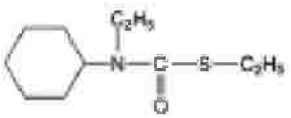
ومبيد المولينات فعال لمقاومة حشيشة أبو ركبة في الأرز. ويستخدم السيكلووات أساساً في بنجر السكر وبنجر المائدة والسبانخ لمقاومة الحشائش النجيلية الحولية والمعمرة وبعض حشائش عريضة الأوراق. ويخلط البيوتيلت قبل الزراعة مع التربة لمقاومة الحشائش النجيلية في الذرة. وهناك مركبان قديمان يتبعان الثيوكاربامات هما الدايالات Diallate (أفادكس Avadex®) والترايالات Triallate (فار-جو Far-Go®) وتركيبهم غير موضح. وأُوقف استعمال الدايالات، ويقاوم الترايالات الشوفان البري في البسلة والفول وذيل الثعلب في الحبوب الشتوية.

ثيوبنكارب (بوليرو، ساتورن)
THIOBENCARB (Bolero®, Saturn®)



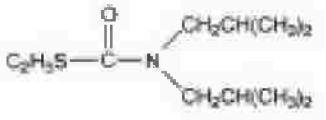
S-(4-chlorobenzyl)-diethyl thiocarbamate

سيكلووات (رو-نيت)
CYCLOATE (Ro-Neet®)



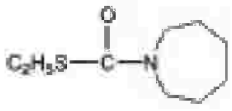
S-ethylcyclohexylethyl thiocarbamate

بيوتيليت (سوتان)
BUTYLATE (Sutan)



S-ethyl-diisobutyl thiocarbamate

موليبات (أوردرام)
MOLINATE (Ordram®)

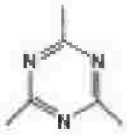


S-ethyl hexahydro-1 *H*-azepine-1-carbothioate

مجموعة الترايازينات Triazines

الترايازينات حلقات سداسية تحتوي على ثلاثة ذرات نيتروجين (المقطع tri يعني ثلاثة) وأزين azine (حلقة تحتوي النيتروجين)، وهي تكون مركبات النيتروجين الحلقية المختلطة ونواة الترايازين الأساسية موضحة مبينة مكان ذرات النيتروجين الثلاثة.

نواة الترايازين
TRIAZINE NUCLEUS

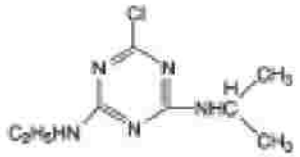


وربما تكون الترايازينات أكثر مركبات النيتروجين الحلقية المختلطة شهرة، بسبب استخدامها المكثف وسمعتها. وهي مثبطات قوية لانتقال الالكترون في التمثيل الضوئي. وتعتمد اختياريتها على مقدرة النباتات المقاومة على تحطيم أو تمثيل المركب الأساسي (أما النباتات الحساسة فلا تستطيع تحطيمها). تطبق الترايازينات على التربة أساساً بسبب فعاليتها بعد الانبثاق. ويوجد العديد من الترايازينات في السوق اليوم، ونوضح تركيب خمسة منها.

ذكرت وكالة حماية البيئة أن الأتترازين هو أكثر المبيدات استخداماً في الولايات المتحدة عام ١٩٩٩م، ويستعمل بمعدل ٨٠ مليون رطل، وبصفة خاصة على الذرة (Donaldson et al., 2002). وفي عام ٢٠٠٣م

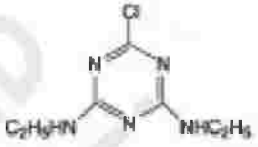
وضعت وكالة حماية البيئة مراجعة لاستخدامات الأترازين استمرت عدة سنوات وسوف تطبق بعض القيود على معدلات وطريقة الاستخدام لتقليل احتمالات انتقال متبقيات الأترازين إلى المياه الجوفية أو السطحية. وتم الاتفاق في عام ١٩٩٦م مع وكالة حماية البيئة على وقف استخدامات السيانازين.

أترازين (آتركس)
ATRAZINE (Astrex®)



2-chloro-4-(ethylamino)-6-(isopropylamino)- S- triazine

سيمازين (بريتسيب)
SIMAZINE (Princep®)

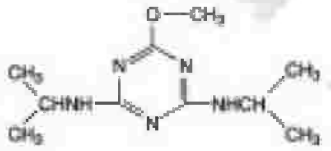


2-chloro-4,6-bis(ethylamino)- S-triazine

من الترايازينات المهمة الأخرى البروميترين Prometryn (كابارول Caparol®) والأميترين Ametryn (إفك Evik®)، تيربوترين Terbutryne (ترنت Temit®).

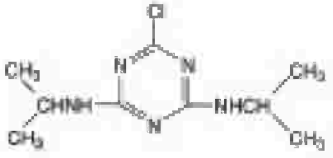
وتستخدم الترايازينات بطريقة اختيارية في بعض المحاصيل وغير اختيارية على البعض الآخر. وتستخدم بكميات كبيرة في إنتاج الذرة وبطريقة غير اختيارية في الأماكن الصناعية.

بروميتون (براميتول)
PROMETON (Pramitol®)



2,4-bis (isopropylamino)-6-methoxy-s-triazine

بروبازين (بروزينكس)
PROPAZINE (Prozinex®)

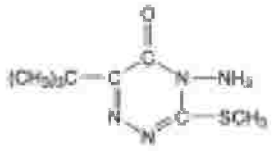


2-chloro-4,6-bis (isopropylamino)-s-triazine

مجموعة الترايازينونات Triazinones

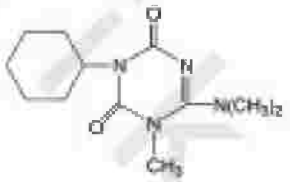
يوجد في هذه المجموعة مركبان من مبيدات الحشائش هما ميتريبيوزين وهكسازينون. يستخدم ميتريبيوزين في فول الصويا، القمح، قصب السكر، وبعض الخضراوات. أما هكسازينون فيستخدم في الأراضي الخالية من المحاصيل لمكافحة الحشائش الحولية، ثنائية الحول، والمعمرة، وكذلك النباتات الخشبية. ويستخدم أحياناً في صورة كريات لمكافحة النباتات الخشبية الموجودة في أراضي النباتات الصنوبرية كثيفة الأوراق مثل أشجار الكريسماس.

ميتريبيوزين (كونتراست، سينكور)
METRIBUZIN (Contrast®, Sencor®)



4-amino-6-(1,1-dimethylethyl)-3-
(methylthio)- 1,2,4-triazin-5 (4*H*)-one

هكسازينون (فلبار)
HEXAZINONE (Velpar®)



3-cyclohexyl-6-(dimethylamino)-1-methyl-2,3,5-triazino-
2,4-(1*H*,3*H*)-dione

مجموعة الترايازولات Triazoles

أقدم مركب والوحيد في هذه المجموعة هو الأميترول amitrol، الذي أتهم في حادثة التوت البري "*cranberry incident*" التاريخية عام ١٩٥٩م. بلغ الأمر ذروته بإضافة تعديل ديلانای Delaney لقانون الدواء والغذاء النقي عام ١٩٦٠م(انظر الفصل الثالث والعشرون). وينص هذا التعديل على عدم السماح بوجود أي متبقي من أي مادة مسرطنة (تسبب سرطان) في أي محصول غذائي.

أميترول
AMITROLE (Weedazol®)

3-amino-*s*-triazole

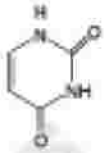
مجموعة اليوراسيلات Uracils

نواة اليوراسيل موضحة أسفل، ويستبدل عليها مجاميع كيماوية عديدة، لتكوين مبيدات الحشائش بروماسيل Bromacil، الترباسيل Terbacil، وثالث يباع في أوروبا فقط، لیناسیل Lenacil. بروماسيل مبيد

حشائش قبل وبعد الانبثاق للاستخدام في الأراضي الخالية من المحصول، وفي الأناناس، والموالح. وهو يكافح مدى واسع جداً من الحشائش النجيلية وعريضة الأوراق عندما يطبق مبكراً في موسم النمو، ويجب أن ينقل إلى منطقة الجذور بواسطة الرطوبة ليمتص بالجذور. يكافح التربا سيل معظم النجيليات الحولية والحشائش عريضة الأوراق عندما يطبق كمبيد حشائش اختياري، قبل الانبثاق. وكما هو الحال مع البروماسيل، فإن الرطوبة مطلوبة لنقل المادة إلى منطقة إنبات الحشائش عن طريق الري بالتنقيط أو سقوط المطر. والتربا سيل له فترة بقاء طويلة في التربة، ويجب عدم زراعة المحاصيل الحساسة له في الحقول المعاملة به لمدة سنتين. ويجب ألاّ يستخدم التربا سيل في الأراضي الرملية أو تلك التي تقل فيها المادة العضوية عن ١٪.

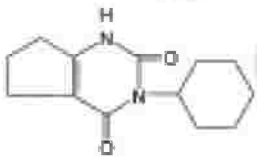
تثبط مركبات اليوراسيل التمثيل الضوئي بإيقاف تفاعل هيل، كما تفعل الفنيل يوريا والتر ايازينات. وهي عادة تطبق على التربة وتنتقل مع تيار النتح.

نواة اليوراسيل (URACIL NUCLEUS)



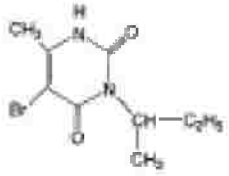
يوجد العديد من أقسام مبيدات الحشائش، ونجد أحياناً، داخل نفس القسم، بعض المركبات التي لها طرق تأثير مختلفة. والمركبات التي نوقشت وذُكر تركيبها هي عينة من مبيدات الحشائش الموجودة، ويمكن توقع ظهور مجاميع مختلفة في المستقبل، ستكون ميكانيكية تأثيرها أكثر وضوحاً، وذلك بعد بحث مكثف في هذا الموضوع المعقد. وغزارة المادة لا تسمح بملخص مختصر. وعلى الأحرى، فإن القارئ مطالب بمراجعة المجاميع بصفة دائمة، ليؤسس فكرة عامة عن أقسام استخدام وتأثير مبيدات الحشائش.

ليناسيل (لينازار)
LENACIL (Lenazar®)



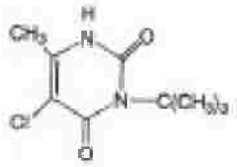
3-cyclohexyl-6,7-dihydro-1*H*- cyclopentapyrimidine-2,4-(3*H*,5*H*)-dione

بروماسيل (هيفار)
BROMACIL (Hyvar®)



5-bromo-3-sec-butyl-6-methyluracil
[5-bromo-6-methyl-3-(1-methylpropyl) uracil

تيرباسيل (سينبار)
TERBACIL (Sinbar®)



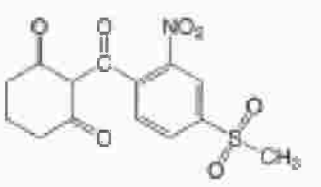
3-tert-butyl-5-chloro-6-methyl uracil

أقسام جديدة من مبيدات الحشائش
New Noval Herbicide Classes

ظهر عدد من المركبات الجديدة التي لا ينتمي تركيبها إلى الأقسام المذكورة سابقاً وسوف تناقش هنا تبعاً لأقسامها الجديدة.

بنزويل سيكلوهكساندايون Benzoylcyclohexanediones : يوجد ثلاثة مركبات في هذه المجموعة هي ميزوترايون mesotrione (كالستو Callisto®)، سولكوتريون sulcotrione (ميكادو Mekado®) وبنزوفيناب benzofenab (يوكاوايد Yukawide®). وميزوترايون المركب الوحيد المستخدم في الولايات المتحدة وسُجل في ٢٠٠١ للاستخدام في الذرة لمكافحة عريضة الأوراق والدفيرة، ويستخدم سولكوتريون في الذرة وقصب السكر ويستخدم بنزوفيناب في الأرز وتقوم هذه المركبات بتثبيط إنزيم ٤- هيدروكسي فينيل بيروفات داي أوكسيجينيز 4-hydroxyphenyl-pyruvate dioxygenase (4-HPPD).

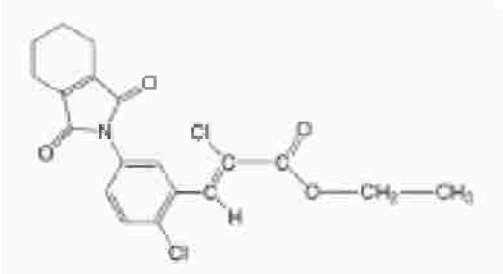
ميزوترايون (كالستو)
MESOTRIONE (Callisto®)



2-(4-mesyl-2-nitrobenzoyl) cyclohexane-1,3-dione

ن-فينيل-فثاليميد N-phenyl-phthalimides : يستخدم سينيدون- إيثيل cinidon-ethyl (لوتس Lotus®، بنجو Bingo®) لمكافحة الحشائش عريضة الأوراق خارج الولايات المتحدة ويقوم هذا المركب بتثبيط إنزيم بروتوبروفيرينوجن أكسيديز protoporphyrinogen oxidase (PPO).

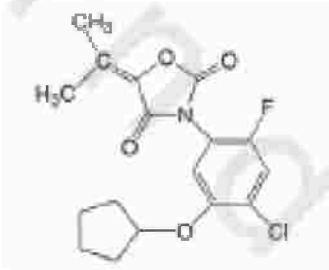
سينيدون–إيثيل (لوتس، بينجو)
CINIDON-ETHYL (Lotus®, Bingo®)



(Z)-ethyl 2-chloro-3-[2-chloro-5-(cyclohex1-ene-1,2-dicarboximido)phenyl]acrylate

أوكسازوليدين دايون Oxazolidinediones: بنتوكسازون pentoxazone (ويشر® Wecher) هو المركب الوحيد في هذا القسم ويستخدم في كوريا الجنوبية فقط على الأرز وهو يثبط إنزيم PPO.

بنتوكسازون (ويشر)
PENTOXAZONE (Wechser®)

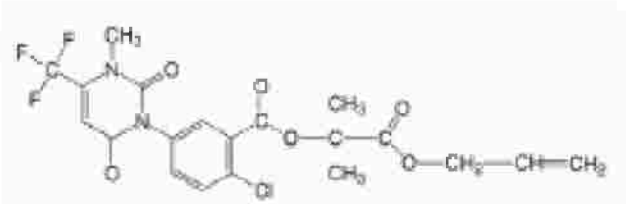


5-(4-chloro-5-cyclopentyloxy-2-fluorophenyl)-5-isopropylidene-1,3-oxazolidine-2,4-dione

الفينيل – بيرازول Phenyl-pyrazoles: المركب الوحيد في هذه المجموعة هو بيرافلوفن– إيثيل pyroflufen (إيكوبارت® Ecopart) وينتظر استخدامه لمكافحة الحشائش العريضة الأوراق خارج الولايات المتحدة في القطن وقصب السكر والقمح والذرة والبطاطس وفول الصويا وهو مثبط لإنزيم PPO.

بيريميدين دايون Pyrimidindiones: كما في الترايازولينونات نجد أن بيوتافيناسيل buta-fenacil (ريبن® Rebin، إنسباير® Inspire) هو الوحيد في هذه المجموعة ويستخدم لمكافحة الحشائش في العنب، اللوزيات، والفواكه ذات النواة الحجرية ومسقط لأوراق القطن خارج الولايات المتحدة. وهو مثبط لإنزيم PPO.

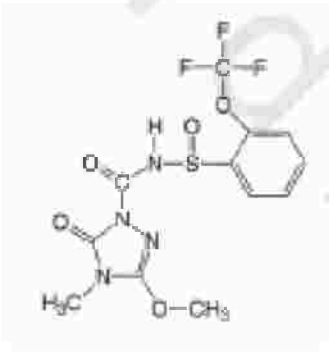
بيوتافيناسيل (رين، إنسباير)
BUTAFENACIL (Inspire®, Rebin®)



1-(allyloxycarbonyl)-1-methylethyl 2-chloro-5-[1,2,3,6-tetrahydro-3-methyl-2,6-dioxo-4-(trifluoromethyl)pyrimidin-1-yl]benzoate

سلفونيل أمينو–كربونيل–ترايازولينون Sulfonylamino-carbonyl-triazolinones: هناك مركبان جديدان في هذه المجموعة هما فلوكاربازون flucarbazone (إفرست Everest®) وبروبوكسيكاربازون propoxycarbozone (أتريبوت Attribute®، أوليمبس Olympus®) وهما في صورة ملح الصوديوم ويستخدما في الحبوب الصغيرة ضد النجيليات الحولية وبعض الحشائش عريضة الأوراق، والفوكاربازون مُسجل في كندا وأمريكا، والمركبان يثبطان إنزيم acetolactate synthetase مثل مجموعة السلفونيل يوريا.

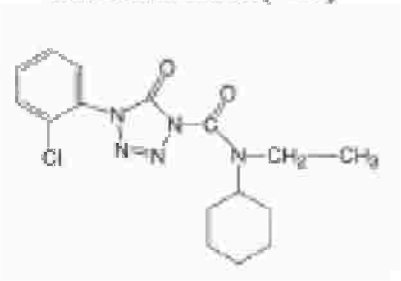
فلوكاربازون (إفرست)
FLUCARBAZONE (Everest®)



4,5-dihydro-3-methoxy-4-methyl-5-oxo-*N*-[2-(trifluoromethoxy)phenylsulfonyl]-1*H*-1,2,4-triazole-1-carboxamide

التترازولينونات Tertazolinones: يذكرنا تركيب فنترازاميد fentrazamide (ليس Locs®) بتركيب مجموعة الأميدات والكلوروأسيتاميد وهو الوحيد في هذه المجموعة. وهو مركب قليل السمية ويستخدم لمكافحة الدنيبة والسعد في الأرز في اليابان وكوريا، ويؤثر عن طريق تثبيط تخليق الأحماض الدهنية طويلة السلسلة.

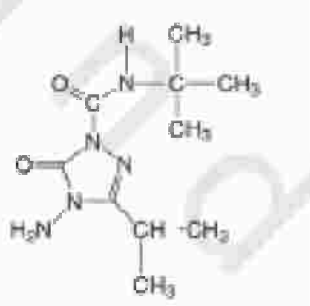
فنترازاميد (ليس)
FENTRAZAMIDE (Lecs®)



4-(2-chlorophenyl)-*N*-cyclohexyl-*N*-ethyl-4,5-dihydro-5-oxo-1*H*-tetrazole-1-carboxamide

الترايازولينونات Triazolinones : يستخدم مركب أميكاربازون amicarbazone (داينامیك Dinamic®) لمكافحة الحشائش عريضة الأوراق في الذرة وفول الصويا وقصب السكر خارج الولايات المتحدة وهو يثبط النظام الضوئي ٢.

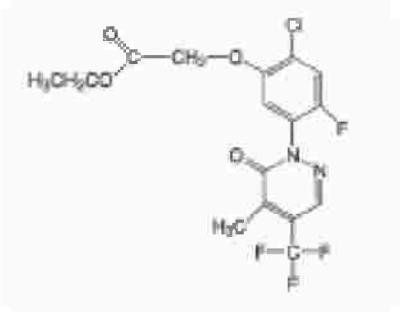
أميكاربازون (داينامیك)
AMICARBAZONE (Dinamic®)



4-amino-*N*-tert-butyl-4,5-dihydro-3-isopropyl-5-oxo-1*H*-1,2,4-triazole-1-carboxamide

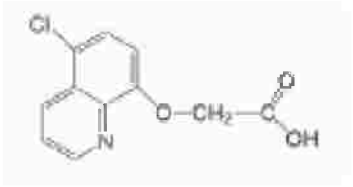
مركبات مختلطة أو غير مصنفة Unclassified or Miscellaneous : ظهرت ثلاث مركبات حديثة لا تنتمي لأي مجموعة وهي فلوفينبايرـإثيل flufenpyr-ethyl (أكسيوم Axiom®) ليستخدم على البطاطس والقمح وهو يثبط إنزيم PPO، وأوكسازايكلوميفون oxaziclomefone (هوميرن Homerun®، باتفول Patful®) وبنزوبايسيكلون benzobicyclon (شواس Showace®) ويستخدمان في الأرز في اليابان ولا يعرف طريقة تأثيرهم حتى الآن.

فلوفينباير – إيثايل (أكسيوم)
FLUFENPYR-ETHYL (Axiom®)



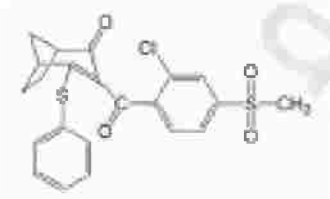
Acetic acid, [2-chloro-4-fluoro-5-[5-methyl-6-oxo-4-(trifluoromethyl)-1 (6*H*)-pyridazinyl] phenoxy]-ethylester

أوكسازيكلوميفون (هوميرون، باتفول)
OXAZICLOMEFONE (Homerun®, Patful®)



3-[1-(3,5-dichlorophenyl)-1-methylethyl]-5,4-dihydro-6-methyl-5-phenyl-2-*H*-1,3-oxazin-4-one

بنزوبايسيكلون (شواس)
BENZOBICYCLON (Shwace®)



3-(2-chloro-4-mesylbenzoil)-2-phenylthiobicyclo[3,2,1]oct-2-en-4-one

الصابون Soaps

ترجع القيمة الأساسية لمحاليل الصابون إلى قدرتها على تقليل التوتر السطحي للماء، مما يسبب انهيار الخلايا الحارسة المحيطة بالثغور التنفسية. وهذا بدوره يغلق أو يسد الثغور التنفسية، وهي أعضاء تبادل الأكسجين وثاني أكسيد الكربون في النباتات، مما يسبب الموت للخلايا المحيطة.

والصابون هو الأملاح القلوية للأحماض الدهنية. كلا من الصابون اليسر (soft) (أملاح البوتاسيوم) والصابون العسر (hard) (أملاح الصوديوم) يذوب في الماء، ولكن أملاح البوتاسيوم فقط هي التي لها نشاط كمبيدات حشائش. علاوة على ذلك فإن أكثر أملاح الأحماض الدهنية كفاءة هي القريبة في طول سلسلة الكربون من حمض اللوريك lauric acid (ك$_{١٢}$)، وتشمل أحماض الكابريك (ك$_{١٠}$)، الميريستيك (ك$_{١٤}$)، الباليتيك (ك$_{١٦}$)، والاستياريك (ك$_{١٨}$). لذلك، فإن الصيغة الجزيئية لملح البوتاسيوم لحمض اللوريك (لورات البوتاسيوم) هي:

$$C_{11}H_{23}COOK$$

تم تسجيل أول مبيدات حشائش من مجموعة الصابون اليسر في أواخر الثمانينيات والشركتان الرئيسيتان في تصنيعها هما شركة رنجر، التي تنتج مبيد سيفر Safer® ، الذي يقتل الحزازيات (moss) والطحالب، وشركة ميكوجين، التي تنتج دبموس Demoss® وهو مبيد طحالب وحزازيات، وشاربشوتر Sharpshooter® وهو مبيد حشائش، ووجهت كلها أساساً نحو سوق حدائق المنازل والمروج.

الزيوت المعدنية أو البترولية Petroleum Oils

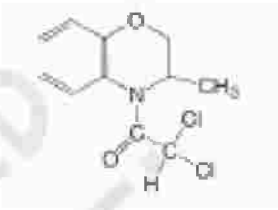
الزيوت المعدنية هي أقدم مبيدات الحشائش العضوية، وهي عبارة عن مخلوط معقد من سلاسل هيدروكربونية طويلة، تحتوي الكانات، ألكينات، وغالباً على مركبات حلقية، ومركبات عطرية، وتنتج بتقطير وتكرير الزيوت الخام. تظهر الزيوت المعدنية تأثيرها القاتل بالنفاذ من وإتلاف الأغشية البلازمية، ويزيد هذا التأثير بالحرارة وأشعة الشمس المباشرة. بسبب قوانين وكالة حماية البيئة والسلطات المحلية وحكومة الولايات المتحدة الأمريكية بمنع تحرر الهيدروكربونات إلى الجو، فإن الزيوت المعدنية لم تعد تستخدم قانوناً كمبيدات حشائش. برغم استخدامها أحياناً كمواد إضافية في تجهيز مبيدات الحشائش.

المواد الواقية للمحصول من تأثير مبيدات الحشائش Herbicide Safeners

عرف من سنوات عديدة أن خلط مواد معينة مع مبيدات الحشائش يعطي وقاية أو حماية لمحاصيل معينة بدون التأثير على مكافحة الحشائش. وتزايد البحث في السنوات الحديثة عن مركبات جديدة تقوم بهذا الدور لاعتقاد المنتجين أن هذه المواد تؤدي لزيادة الإنجاز وتعطي هذه المنتجات ميزات في السوق. والمواد الواقية للمحصول من تأثير مبيدات الحشائش تؤثر عن طريق أنها تنشط تمثيل مبيد الحشائش في المحاصيل وحيدة الفلقة التي يستخدم فيها هذا المبيد. ونذكر هنا أمثلة قليلة لهذه المواد. يستخدم مركب كلوكوينتوسيت–ميكسيل cloquiontocet-mexyl مع مبيد الحشائش كلودينافوب–بروبارجيل clodinafop-propargyl (ديسكفر Discover®) لبحمي القمح من تأثير المادة الفعالة. وقد تم تسجيل هذه التجهيزة في أمريكا في عام ٢٠٠٠م. وسجل مركب بينوكساكور banoxacor عام ١٩٩٧م وهو يزيد من تحمل الذرة لمبيدي اس–ميتولاكلور وميتولاكلور، كما يزيد مركب دايكلورميد dichlormid من تحمل الذرة لمجموعة الثيوكارباميات. ويقوم مركب فنكلورازول–إيثيل fenchlorazole-ethyl بتنشيط الفينوكسي بروب–إيثيل في الأصناف الحساسة بما فيها القمح. ويقوم بتقليل السمية النباتية وتقليل تأخير النمو. وبالمثل يقوم مركب ميفنبايير–داي إيثيل mefenpyr-diethyl بحماية محاصيل الحبوب الصغيرة ضد تأثير مبيد فينوكسيبروب –ب– إيثيل وبحمي كلاً من فلوكسوفينيم fluxofenim وأوكسابترينيل oxabetrinil السورجام من ضرر مبيد ميتولاكلور عند معاملة البذور وخاصة عندما يستخدم مبيد ميتولاكلور في مخلوط مع مبيد من مجموعة الترايازينات، وتم تصميم وإنتاج مركب فوريلازول furilazole لحماية محاصيل الحبوب

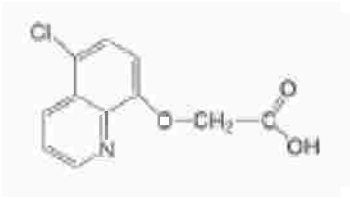
والذرة والأرز ضد عدد كبير من مبيدات الحشائش. وظهر أخيراً مركب أيزوكسادايفن-إيثيل isoxadifen-ethyl في عام ٢٠٠٢م لحماية الذرة من تأثير مبيدات الحشائش.

بينوكساكور
BANOXACOR



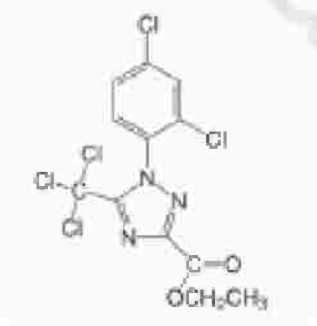
(*RS*)-4-dichloroacetyl-3,4-dihydro-3-methyl-2*H*-1,4-benzoxazine

كلوكوينتوسيت-ميكسيل
CLOQUINTOCET-MEXYL



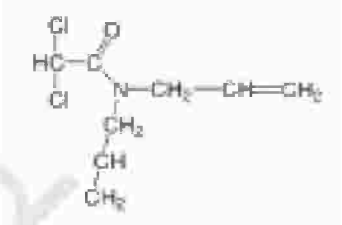
(5-chloroquinolin-8-yloxy)acetic acid

فنكلورازول-إيثيل
FENCHLORAZOLE-ETHYL



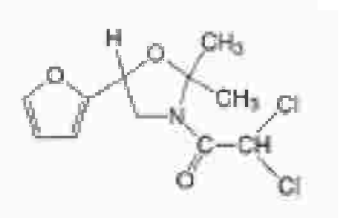
Ethyl 1(2,4-dichlorophenyl)-5-(trichloromethyl)-1*H*-1,2,4-triazole-
3-carboxylate

دايكلورميد
DICLORMID



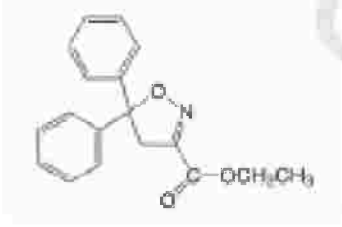
N,N-diallyl-2,2-dichloroacetamide 1-methylhexyl (5-chloroquinolin-8-yloxy)
acetic acid

فوريلازول
FURILAZOLE



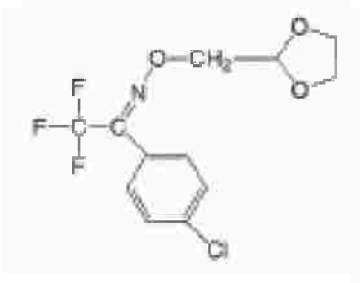
(RS)-3-dichloroacetyl-5-(2-furanyl)-2,2-dimethyloxazolidine

أيزوكسادايفن-إيثيل
ISOXADIFEN-ETHYL



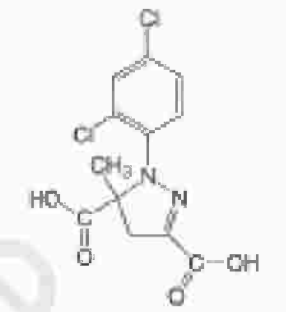
Ethyl 4,5-dihydro-5,5-diphenyl-1,2-oxazole-3-carboxylate

فلوكسوفينيم
FLUXOFENIM



4'-chloro-2,2,2-trifluoroacetophenone O-1,3-dioxolan-2-ylmethyloxime

ميفنبايرـداي إيثيل
MEFENPYR-DIETHYL



(*RS*)-1-(2,4-dichlorophenyl)-5-methyl-2-pyrazoline-3,5-dicarboxylic acid

oberkandi.com

الفصل الثاني عشر

منظمات النمو النباتية
Plant Growth Regulators

تقوم النباتات الخضراء بعمليات البناء الضوئي، وهو أكثر التفاعلات الكيماوية أهمية على سطح الأرض. حيث تمتص الطاقة الضوئية من الشمس، ثم تحول وتخزن في مواد تقوم بمد احتياجاتنا العاجلة أو تخزن لوقت الحاجة إليها. عُرف التمثيل الضوئي بصورة عامة منذ أكثر من ٢٠٠ سنة، وفي أوائل القرن العشرين عُرف أن النشاط في أحد أجزاء النبات يمكن أن ينظم النمو والتطور في جزء آخر منه. منظمات نمو النبات هي المواد الكيماوية التي عن طريقها تنظم النباتات نموها وتطورها.

ومنظمات النمو (PGRs) هي مواد كيماوية طبيعية أو مصنّعة تطبق مباشرة على النبات لتحور نمو النباتات، أو تركيبه من أجل تحسين الجودة وزيادة الإنتاج أو تسهيل الحصاد (Nickell, 1982). وتعتبر مجازاً مبيدات آفات. وتعرف منظمات نمو النبات أيضاً بالمواد المنظمة للنمو، هرمونات النبات، ومنظمات النبات. الهرمونات هي المواد الطبيعية التي تنتجها النباتات والتي تحكم النمو، تبدأ الإزهار، تسبب سقوط الأزهار، تكون وعقد الثمار، تسبب تساقط الثمار والأوراق، تحكم بداية ونهاية السكون، وتحث وتنشط نمو الجذور.

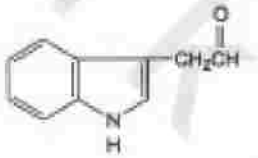
بدأ استخدام وتطور منظمات نمو النبات عام ١٩٣٢م، عندما أُكتشف أن الأسيتلين والإيثلين ينشطان الإزهار في الأناناس، وفي عام ١٩٣٤م وُجد أن الأُكسينات تحفز تكوين الجذور في الأجزاء النباتية. منذ ذلك الوقت، حدثت تطورات بارزة نتيجة لاستخدام منظمات نمو النبات، تشمل بعض الاكتشافات الرئيسية: إنتاج الثمار الخالية من البذور، منع تساقط التوت والأوراق، منع تساقط الثمار الغير ناضجة مبكراً، تشجيع العقد الكثيف لأزهار الثمار، خف الأزهار والثمار وزيادة الجودة والإنتاج في الفواكه والكرمات والمحاصيل الأخرى، منع الإنبات في البطاطس والأبصال المخزونة، وتثبيط البراعم في مخزون المشتل وأشجار الفاكهة لإطالة السكون. وهذا عدد قليل من مئات الإنجازات التي أصبحت ممكنة بواسطة هذه المواد الكيماوية التي تحكم النمو. ونتيجة لهذا، فإننا نأكل غذاء أفضل جودة، نأكل الفواكه والخضروات في غير موسمها أو بمعنى آخر على مدار العام، وندفع أقل في طعامنا بسبب تناقص الحاجة للأيدي العاملة في الخف والحصاد.

وتم تعريف ستة مجاميع من منظمات النمو (PGRs) بواسطة الجمعية الأمريكية لعلم البساتين : الأكسينات، الجبريلينات، السيتوكينينات، مولدات الاثيلين، مثبطات الايثلين، ومؤخرات النمو.

الأكسينات
AUXINS

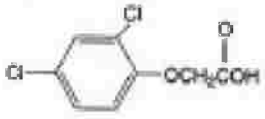
الأكسينات هي المركبات التي تحث على الاستطالة في خلايا المجموع الخضري. بعضها يُنتج طبيعياً، بينما البعض الآخر يتم تصنيعه. بادئات الأكسين هي المواد التي يتم تمثيلها إلى الأكسينات في النباتات. مضادات الأكسينات Antiauxines هي مركبات كيماوية تثبط عمل الأكسينات.

IAAld



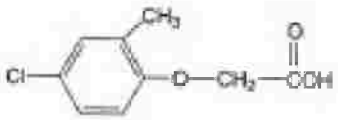
indoleacetaldhyde

2,4-D



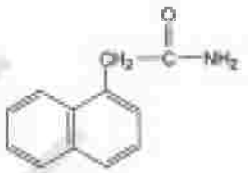
2,4-dichlorophenoxyacetic acid

MCPB



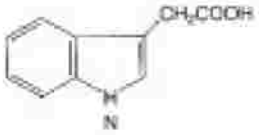
4-[(4-chloro-o-tolyl) oxy] butyric acid

NAD



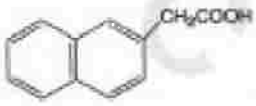
naphthalene acetamide

IAA



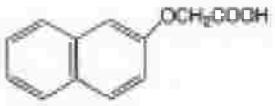
indoleacetic acid

NAA



β-naphthaleneacetic acid

BNOA



β-naphthoxyacetic acid

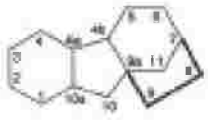
تستخدم الأوكسينات لخف التفاح والكمثرى، زيادة إنتاج البطاطس، فول الصويا وبنجر السكر، والمساعدة على تكوين الجذور في الأجزاء النباتية، ولزيادة تكوين الأزهار، ولها استخدامات أخرى. وآلية تأثيرها ليست مفهومة تماماً، وربما تؤثر هذه المواد عن طريق التحكم في نوع الانزيم المنتج في الخلية. وعلى أي حال، فعند إضافة الأوكسين تصبح الخلايا المفردة أكبر حجماً عن طريق ارتخاء جدار الخلية، ويتبع ذلك زيادة امتصاص الماء وتمدد جدار الخلية.

وموضح بالشكل سبعة أوكسينات. من ضمنها، الـ 2,4-D ويصنف كمبيد حشائش له خصائص شبيهه بالأوكسنات. وفي زراعة الموالح، يستخدم المركب الأخير لمنع تساقط الثمار قبل الحصاد في الأشجار الكبيرة (٦ سنوات فأكثر)، ولمنع تساقط الأوراق والثمار بعد رش زيوت المبيدات، لتأخير نضج الثمار وزيادة حجمها. ولتحقيق هذه التأثيرات يطبق الـ 2,4-D في أوقات معينة على كل الشجرة في صورة محاليل رش تحتوي المبيد بتركيزات من ٨ – ١٦ جزء في المليون. وهو فعّال على ثمار العنب، الليمون، البرتقال أبو صرّة، والبرتقال من النوع فالينسيا.

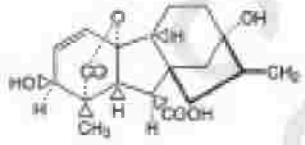
الجبريلينات
GIBBERELLINS

الجبريلينات مركبات تشجع انقسام الخلية أو استطالتها أو كليهما، وتحتوي على تركيب الجيبان Gibbane. وفي عام ١٩٥٧م أُدخل الجبريلين، أو حمض الجبريباليك، إلى مجال البساتين. وقد سبب نمواً غير عادي في أنواع عديدة من النباتات. وبرغم عزلها في البداية من فطر، فقد وجد مؤخراً أن الجبريلينات مكونات طبيعية في كل النباتات. منذ ذلك الوقت تم عزل عشرات الجبريلينات وتعرف بـ GA_1, GA_2 ... إلخ. وحمض الجبريباليك الأكثر استخداماً عادة هو GA_3.

جيبان GIBBANE



GA_3



gibberellic acid

من أمثلة استخدامات الجبريلينات : زيادة طول الساق والإنتاج في الكرفس ، كسر السكون في بذور البطاطس ، زيادة حجم العنب ، حث إنتاج عنب بدون بذور ، تحسين حجم الأزهار النامية في البيوت الزجاجية ، تأخير نضج الثمار ، إطالة فترة حصاد الثمار ، تحسين جودة الثمار ، واستبدال متطلبات السكون في بعض النباتات المزهرة مثل الأزاليات (azaleas) والهيدراجينات (hydrangeas). تم عزل أكثر من ٧٠ من الجبريلينات حتى الآن من الكائنات الدقيقة والنباتات الراقية والتعرف عليها.

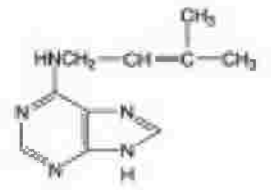
السيتوكينينات
CYTOKININS

السيتوكينينات (تُعرف أيضاً بالكينينات النباتية *phytokinins*) هي مركبات طبيعية ، أو تصنع ، تقوم بحث انقسام الخلايا في النباتات. ومعظم السيتوكينينات مشتقات من الأدينين adenine. واكتشفت المواد المفيدة منها عام ١٩٥٥م. ويمكن استخدامها في إطالة فترة تخزين الخضروات الطازجة ، الأزهار المقطوفة ، وعش الغراب. وتستخدم أيضاً لتشجيع نمو البراعم الجانبية في المشاتل وإنتاج نباتات الزينة في البيوت الزجاجية ، ومثال ذلك صبار عيد الميلاد.

تؤثر السيتوكينينات تأثيرين بارزين في النباتات : الحث على انقسام الخلايا ، وتنظيم التكشف والتمايز في أجزاء النبات المفصولة. وميكانيكية تأثيرها غير معروفة ، ويبدو أنها تعمل على مستوى الجين ، بحيث تُدمج في الأحماض النووية للخلية ، حيث تؤثر على انقسام الخلايا.

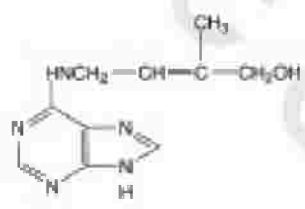
السيتوكينينات الطبيعية
Naturally Occurring Cytokinins

٢ ايب (2 IP)



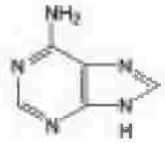
6-(γ,γ-dimethylallylamino)purine

زياتين (ZEATIN)



السيتوكينينات المصنّعة
Synthetic Cytokinins

أدينين (ADENINE)

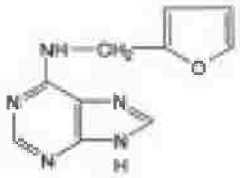


6-amino purine

بي أ (BA)

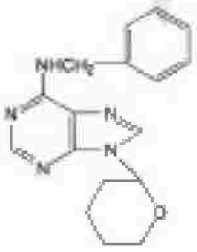
6-benzylamino purine

كينيتين (KINETIN)



6-furfurylamino purine

بي بي أ (PBA)



6-(benzylamino)-9-(2-tetrahydro-pyranyl)-9*H*-purine

ومن أمثلة السيتوكينينات المصنعة بورست® Burst، يلد بوستر® Yield Booster، سيتكس® Cytex سيتوزيم® Cytozyme، وتريجر® Trigger التي تحتوي كينينات مصنعة. وهي تؤثر عن طريق تشجيع بدأ التبرعم والتطور، ونمو الجذور. وتأثير سيانااميد الهيدروجين Hydrogen cyanamide (دورمكس® dormex) يشبه تأثير الستوكينين، ويستخدم على العنب لتشجيع التكشف المنتظم للبراعم في الربيع.

مولدات الإيثلين
ETHYLENE GENERATORS

كما ذكرنا، كان أول استخدام لمنظمات نمو النبات هو استخدام الإيثلين في تنشيط التزهير في الأناناس. أنتجت حديثاً مواد تطبق كمحاليل رش على مراكز نمو النبات، وتنشط تحرير الإيثلين ($H_2C = CH_2$). يسبب الإيثلين تأثيرات فسيولوجية عديدة، ويمكن استخدامه لتنظيم أوجه مختلفة من تمثيل النبات، نموه، وتطوره.

لمولدات الإيثلين العديد من الاستخدامات، فيمكن استخدامها في الإسراع من نضج الأناناس، لتشجيع النضج المتجانس للتين؛ لتسهيل الحصاد الميكانيكي للفلفل؛ الكرز، البرقوق، والتفاح؛ ولتشجيع التزهير المتماثل وخف الثمار، ولها استخدامات أخرى.

ويمكن استخدام الإيثلين لتنشيط إنبات البذور، نمو البراعم؛ انفصال الأزهار، الأوراق، والثمار؛ وتنظيم النمو؛ ونضج الثمار عند استخدامه في الوقت المناسب. ولا توجد آلية تأثير محددة بوضوح ينتج عنها أي من هذه التأثيرات البيولوجية. ومع ذلك، يبدو أن أكبر تأثير للإيثلين يكون على الإنزيمات الرئيسية لكل مرحلة فسيولوجية للنسيج الذي يمتصه. ويبدو أن الإيثلين يعمل كزناد أو منشط، ينتج عنه سلسلة من الأحداث البيولوجية قبل النضج، تترجم إلى النتيجة النهائية والمرغوبة عادة. ويحرر الإيثيفون Ethephon الإيثلين تدريجياً كناتج تحطم، عندما يطبق على سطح النبات. ومن صور استخدامه الإثرل Ethrel®، للفاكهة المتساقطة الأوراق والبندق، بريب Prep® للقطن، سيرون Cerone® لتقليل الرقاد في الحبوب الصغيرة، والفلوريل Florel® للاستخدام على نباتات الزينة في المشاتل والصوب الزجاجية.

ايثيفون (ايثريل، سيرون، فلوريل، بريب)
ETHEPHON (Ethrel®, Cerone®, Florel®, Prep®)

2- (chloroethyl) phosphonic acid

المثبطات والمواد المؤخرة
INHIBITORS AND RETARDANTS

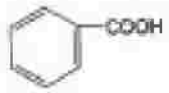
مجموعة متنوعة من المواد التي تثبط أو تؤخر عمليات فسيولوجية معينة في النباتات. والمواد التي توجد بصورة طبيعية في النباتات، هي في العادة هرمونات تثبيط وظائف مختلفة؛ مثل النمو أو إنبات البذور، أو توقف تأثير هرمونات أخرى، مثل الجبريللنات والأوكسينات. اكتشف حديثاً أنواع جديدة من المركبات المصنعة، وهي المواد المؤخرة لنمو النبات.

وأحدث مركب مكتشف هو حمض الأبسيسيك abscisic acid، وهو هرمون يتواجد طبيعياً في النباتات. وهو أداة كيماوية هامة لفهم وظيفة الثغور التنفسية، التي تنظم تبادل الغازات وفقد الماء من النباتات. ويبدو أن له ثلاث وظائف في النباتات: (١) الاحساس بالضغوط البيئية، خاصة تلك التي يحثها نقص الماء، (٢) توزيع نواتج التمثيل الضوئي إلى الأجزاء المختلفة عن طريق تيار النقل، (٣) تنظيم مستويات تشفير الأحماض الرايبونووية المرسالة (mRNA) لتخزين البروتين في البذور النامية (بوكوفاك Bukovac ١٩٨٧م).

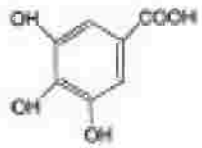
للمثبطات والمواد المؤخرة العديد من الاستخدامات: تمنع إنبات الأبصال، البطاطس المخزنة، وغيرها من محاصيل الجذور؛ تعطل نمو البراعم القاعدية الجانبية على نباتات التبغ؛ تحث على تقصير السيقان؛ تشجع إعادة توزيع المادة الجافة؛ تمنع رقاد محاصيل الحبوب؛ وتسمح بالنمو المنظمّ لمحاصيل الأزهار ونباتات الزينة.

المثبطات التي تتواجد طبيعياً
Naturally Occurring Inhibitors

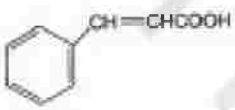
حمض البنزويك
BENZOIC ACID



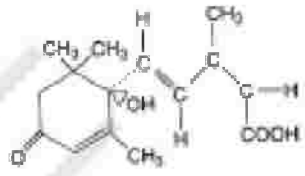
حمض الجاليك
GALLIC ACID



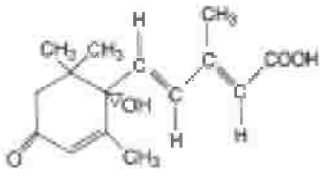
حمض السينامك
CINNAMIC ACID



(اس) حمض أبسيسيك
(S)-ABSCISIC ACID



٢-ترانس-حمض الأبسيسيك
2-*TRANS*-ABSCISIC ACID



وتشمل المثبطات المصنعة كلوريد الميبيكوات Mepiquat chloride (بكس، ميبيكلور Mepichlor®, Pix®)، وميبوكوات بنتابورات (بكس بنتا pix penta®) وهو منظم لنمو القطن. ويطبق عند التزهير المبكر أو عندما يكون ارتفاع النباتات قدمين، أيهما يحدث أولاً، لتقليل النمو الخضري. ذُكر في بعض الأمثلة أنه يزيد من نضج القطن وإنتاجيته. يستخدم مخلوط كلوريد الميبيكوات مع الإثيفون كمنظم نمو يسمى تربال Terpal®، لشعير الشتاء والربيع، والزوان أو الراي rye، والشوفان، للإسراع من تكوين السنابل والحصاد المبكر، ولم تعرف بعد طريقة تأثير كلوريد الميبيكوات.

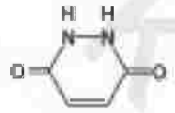
كلوريد الكلورميكوات Chlormequat chloride والماليك هيدرازايد لهما مدى واسع من الاستخدامات، تشمل تشجيع إنتاج الأزهار عن طريق تقصير السلاميات وتغليظ السيقان. ويستخدم في أوربا أيضاً لمنع رقاد الحبوب الصغيرة، وفي إنتاج الخضروات لإنتاج نباتات قصيرة لها سيقان أسمك. ومركب الأنسيميدول

Ancymidol يقلل استطالة السلاميات، ويستخدم في إنتاج الأزهار في الصوب الزجاجية، ويطبق إما على التربة أو على الأوراق. يعمل الدايكجولاك Dikegulac كعامل تقليم للأزاليا azaleas، ومؤخر لنمو الشجيرات، السياج والمسطحات الخضراء. الدامينوزيد Daminozide له مدى واسع من التأثيرات من تحديد النمو الخضري إلى زيادة عقد الثمار. يخفض الميفلويديد Mefluidide تكوين رؤوس البذور، وينظم نمو نباتات المروج العشبية.

المثبطات المُصنعَة

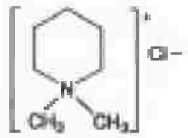
Synthetic Inhibitors

ام اتش–مالييك هيدرازيد
MH-MALEIC HYDRAZIDE



1,2-dihydro-3,6-pyridazinedione

ميبكوات كلوريد (بيكس، ميبكلور)
MEPIQUAT CHLORIDE)
(Pix®, Mepichlor®)



1,1-dimethyl-piperidinium chloride

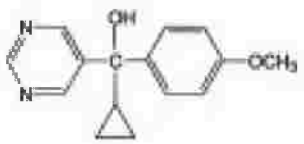
دامينوزيد (ب–ناين)
DAMINOZIDE
(B-Nine®)

butanedioic acid mono-(2,2-dimethyl hydrazide)

كلورميكوات كلوريد
CHORMEQUAT CHLORIDE
(CeCeCe®, Cycocel®)

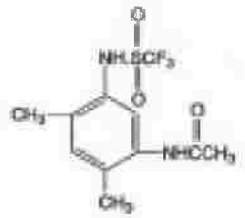
2-chloroethyltrimethylammonium ion

أنسيميدول (أ– رست)
ANCYMIDOL (A-Rest®)



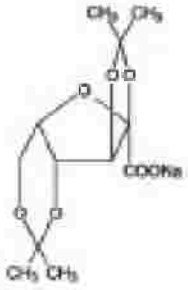
α-cyclopropyl-α-(*p*-methoxyphenyl)-5-pyrimidine methanol

ميفلويدايد (إيمبارك)
MEFLUIDIDE (Embark®)



N- (2,4-dimethyl-5- (((trifluoromethyl) sulfonyl)amino)phenyl) acetamide

دايكيجولاك صوديوم (أترميك)
DIKEGULAC SODIUM (Atrimmec®)

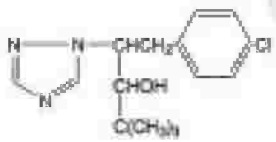


sodium salt of 2,3:4,6-bis-*O*-(1-methylethylidene)-
O-(L-xylo-2-hexulofuranosonic acid)

الباكلوبيوترازول Paclobutrazol مثبط للجبريللين، ويستخدم على الأزهار النامية في أحواض ونباتات الترقيد bedding plants في الصوب الزجاجية وبيوت الظل. وهو يثبط استطالة السلاميات، فينتج عن ذلك نباتات أكثر قصراً، ويطبق كمحلول رش أو يطبق على التربة. اليونيكونازول Uniconazole، أيضاً مثبط للجبريللين، ويقلل ارتفاع النبات في مجموعة كبيرة من نباتات الزينة النامية في احواض. ويطبق أيضاً كمحلول رش على الأوراق أو بتشييع التربة. وهي تقلل استطالة السلامية بدون التأثير على حجم الورقة، أو شكلها أو على التزهير.

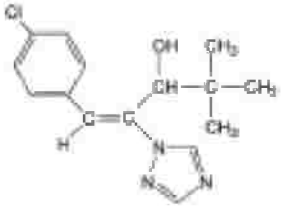
الكلورفيورينول-ميثيل Chlorfurenol-methyl يستخدم في إنتاج الأناناس، وخفض نمو الحشائش على جوانب الطرق، ضفاف المصارف، والأماكن الشبيهة. ويستخدم أيضاً كمثبط لنمو المروج؛ لتقليل الحش mowing، على أشجار نباتات الزينة، الشجيرات، وشجيرات العنب لتقليل عدد مرات التقليم. يستخدم الفلوربريميدول Flurprimidol على أعشاب المروج في ملاعب الجولف وأيضاً على أشجار الزينة لتقليل الحاجة إلى التقليم. وذُكر الكلوربروفام في قسم الحشائش باسم بروبكروب (CIPC) ولكنه يستخدم هنا لمنع نمو براعم البطاطس المخزونة، وعلى نباتات التبغ في مرحلة النضج، لمنع تطور البراعم القاعدية الجانبية والنمو.

باكلوبيوترازول (بونزال، كالتار)
PACLOBUTRAZOL (Bonzi®, Cultar®)



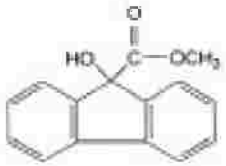
(±)-(R*,R*)-β-[(4-chlorophenyl)-α-(1,1-dimethylethyl)-
1*H*-1,2,4-triazole-1-ethanol

يونيكونازول (سوماجيك)
UNICONAZOLE (Sumagic®)



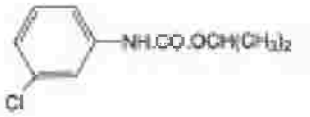
(E)-1-(*p*-chlorophenyl)-4,4-dimethyl-2-
(1,2,4-triazol-1-yl)-1-penten-3-ol

كلورفيورينول-ميثيل (ماينتين-أ)
CHLORFLURENOL-METHYL
(Maintain-A®)



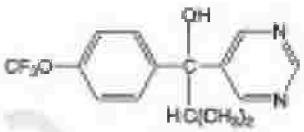
2-chloro-9-hydroxy-9*H*-fluorene-9-carboxylic acid

كلوربروفام (سبراوت نب، سبود نيك)
CHLORPROPHAM
(Sprout Nip® , Spud Nic®)



1-methylethyl (3-chlorophenyl) carbamate

فلوربريميدول (كوتلس)
FLURPRIMIDOL(Cutless®)



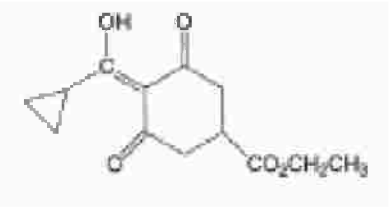
α-(1-methylethyl)-α-(4-trifluoromethoxy) phenyl]-5-pyrimidine methanol

فلومترالين (برايم+) (Flumetralin " Prime+®") (التركيب غير موضح)، منظم لنمو النبات من مجموعة الداى نيترو وهو مبيد حشائش في نباتات الزينة، ويستخدم كمنظم لنمو النبات لمنع نمو البراعم القاعدية الجانبية على نبات التبغ، ويعمل كمضاد للجبريللين.

وتعمل الستة مثبطات المذكورة، باستثناء الكلوربروفام، كمضادات للجبريللين، بمعنى أنها تثبط تخليق الجبريللينات، ولذلك تبطئ أو تمنع استطالة الأوراق والسيقان في كل من النجيليات والنباتات عريضة الأوراق. ومن منظمات النمو الحديثة أفيجلايسين aviglycine (ري ثان Retain) الذي ينظم الحصاد بتثبيطه لتخليق الإيثلين. وهو مُسجل للفاكهه متساقطة الأوراق. وهناك مركب غير عضوي آخر هو ثيوسلفات الفضة silverthiosulfate (سيلجارد Silgard®) الذي يحمي الأزهار المقطوعة من تأثير الإثيلين. ومن المركبات الحديثة ال.بي.أي. ٩٤ (LPE 94) وهو فوسفوليبيد يطيل فترة تخزين الفاكهة والكرز والخضراوات، وام.بي.تي.أ. MBTA (إيكوليست Ecolyst®) يشجع تخزين السكر في أعضاء النبات. ومركب ميثيل سيكلوبروبين methylcyclopropene (إيثيل بلوك EthylBloc®) يطيل حيوية الأزهار المقطوعة والمزروعة في القصاري، وتراي نيكسباك إيثيل trinexapac-ethyl (باليساد Palisade®، بريمو Primo®، ماكس Maxx®) يمنع رقاد الحبوب ويذور الخردل ويقلل معدل نمو الأعشاب وجايا GABA (أوكسي جرو AuxiGro®) الذي يزيد الإنتاج في الفواكه والدرنات. وفوركلورفينيورون forchlorfenuron (سوتيفكس Sutifex®) الذي يزيد من حجم العنب والتفاح والكيوي.

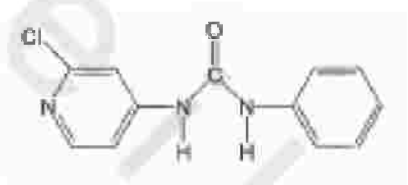
منظمات النمو النباتية مجموعة مختلفة من المركبات ولذلك فلها تأثيرات بيولوجية مختلفة على النباتات. فهي مضادات للهرمونات المنشطة للنمو مثل الأوكسينات، والجبريللينات، والسيتوكينينات، من خلال تأثيرات كيموحيوية متعددة.

تراي نيكسابك–إيثيل (باليساد، بريمو،ماكس)
TRINEXAPAC-ETHYL
(Palisade®, Primo®, Maxx®)



ethyl 4-cyclopropyl(hydroxy)methylene-3,5-dioxocyclohexane-carboxylate

فوركلورفينيورون
FORCHLORFENURON (Sutifex®)



1-(2-chloro-4-pyridyl)-3-phenylurea

obeikandi.com

obeikandl.com

الفصل الثالث عشر

مُسقِطات ومُجففات الأوراق
Defoliants and Desiccants

تسبب المواد المُسقِطة للأوراق انفصال أوراق النبات قبل النضج (أي انفصال الأوراق عن النبات)، وذلك بتكوين طبقة انفصال عند نقطة اتصال الورقة بسويقة النبات. وتسهل مسقطات الأوراق عمليات الحصاد بإسراع تساقط الأوراق من نباتات المحاصيل مثل القطن، وفول الصويا، أو الطماطم. وعلى سبيل المثال، فإن إزالة أوراق القطن قبل النضج يسمح بالحصاد المبكر، وينتج عنه قطن عالي الرتبة، لأن وجود القليل من الأوراق يعوق الحصاد الميكانيكي، ويسبب تلوين النسيج. ويساعد إسقاط الأوراق النباتات الراقدة على انتصابها قائمة، مما يزيد تعريض النبات للشمس والهواء، وهذا يساعد النباتات على الجفاف بسرعة، وتفتح اللوز الناضج بسرعة أكبر، مما يقلل عفن اللوز الذي يتلف النسيج والبذور. وأخيراً، فإن إسقاط أوراق القطن يقلل تعداد الحشرات التي تسبب تلون نسيج القطن، وخاصة المن والذبابة البيضاء التي تضع الندوة العسلية على اللوز المفتح.

ويجب توفر شرطين قبل إجراء عملية إسقاط أوراق أي محصول: الأول، هو وجود النبات في مرحلة نضج توقف عندها النمو، والثاني، يجب أن تزيد درجات الحرارة عن ٨٠ فهرنهيت خلال النهار وعن ٥٠ فهرنهيت أثناء الليل.

والمواد الكيماوية التي تسرع من جفاف أجزاء النبات مثل أوراق القطن وعروش البطاطس تسمى مواد مجففة. وهي عادة تقتل الأوراق بسرعة فتجمدها على النبات بما يشبه تأثير الصقيع الخفيف. وتسبب المواد المجففة فقدان الأوراق للماء، فيتم قتل الأوراق والسيقان والأفرع بالمجففات بسرعة كبيرة، وقبل اكتمال طبقة الانفصال، وتظل الأوراق الجافة متصلة بالنبات. وتمتاز المواد المجففة عن مسقطات الأوراق بأنه يمكن تطبيقها في وقت متأخر عن وقت تطبيق مسقطات الأوراق. وخلال هذا الوقت الإضافي تستمر أوراق القطن في أداء وظيفتها مما يحسن من جودة البذور والألياف.

مُسقطات الأوراق
DEFOLIANTS

هناك عدد قليل من المركبات مسجل كمسقطات للأوراق وذلك لعدة أسباب:

١- هناك عدد قليل من المحاصيل تحتاج لإسقاط أوراقها.

٢- يجب أن يؤثر المركب بسرعة مكوناً طبقة الانفصال في أقل وقت بعد التطبيق.

٣- يجب تحطم المركبات بسرعة، ولا تترك أي متبقيات غير مرغوبة في الجزء المستهدف من المحصول. لا تستخدم مسقطات الأوراق في المروج أو الحدائق.

الأملاح غير العضوية Inorganic Salts

الأملاح غير العضوية هي أقدم المواد المسقطة للأوراق. تعتبر كلورات الصوديوم $NaClO_3$ (ديفول Defol®)، كلورات الماغنسيوم $Mg(ClO_3)_2 \cdot 6\ H_2O$ (ديفول Defoal®، ديسكول Desecol®، دروب ليف Drop-leaf®) أمثلة جيدة لهذه المواد والتي ما تزال تستخدم على القطن أساساً، وهي تؤثر بالملامسة، ونظراً لحموضتها العالية، فإنها تسبب تدمير سريع للبروتوبلازم، مما ينتج عنه تكون طبقة الانفصال عن السويقة. ولا يعرف طبيعة أو تتابع التفاعلات الكيماوية لهذه العملية. ويسبب الكلورات اصفرار الأوراق واختفاء النشا من الساق والجذور، عندما يطبق بمعدل أقل من الجرعات القاتلة. وتوقف استخدام ثنائي الصوديوم لماني البورات وغيرها من أملاح عديدة البورات.

الأحماض الأليفاتية Aliphatic Acids

كما ذكر في الفصل الحادي عشر، فإن الحمض الأليفاتي هو حمض من سلسلة كربونية. وتدخل أملاح الصوديوم لهذه الأحماض ضمن هذه المجموعة أيضاً. وحمض النيوديكانويك يتحطم بسرعة، وهو متوسط الفاعلية، وكان يستخدم على القطن سابقاً.

حمض نيوديكانويك
NEODECANOIC ACID

$$(CH_3)_3\,C\,(CH_2)_5\,\underset{\displaystyle O}{\overset{\displaystyle \|}{C}}\,OH$$

الباراكوات Paraquat

ذُكر الباراكوات في الفصل الحادي عشر في قسم ثنائي البيريديليم، وهو يتلف أنسجة النبات بسرعة كبيرة. وينتج تأثيره السريع من تحطم خلايا النبات المسئولة عن التمثيل الضوئي، مما يظهر الأوراق كأنها محملة بالماء، خلال ساعات قليلة من المعاملة. ويسبب الباراكوات تكون أصول الايدروكسيل (OH^-) الحرة أو فوق أكسيد الهيدروجين H_2O_2 كمواد سامة أولية. ويعتبر الباراكوات مسقط للأوراق لأن معظم الأوراق المعاملة به تتساقط.

باراكوات
PARAQUAT

1,1'-dimethyl – 4 ,4'–bipyridylium ion
(dichloride)

مركبات الفوسفور العضوية Organophosphates

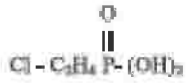
من مركبات الفسفور العضوية المفيدة جداً في إنتاج القطن كمسقطات للأوراق، الترايبوفوس Tribufos (سابقاً ميرفوس meophos). وهو ليس مركب هرموني، ولكنه يحفز انفصال الأوراق عن طريق إتلاف الأوراق، مما يؤدي لتغيرات في مستوى الهرمونات النباتية الطبيعية التي تحفز التكوين المبكر لطبقة انفصال الأوراق، ويحدث تساقط الأوراق بعد المعاملة من ٤ إلى ٧ أيام. والإيثيوفون Ethephon مسقط هرموني للأوراق، يحرر الإيثلين في النبات، مما يزيد تخليق الأيثلين وتكوين طبقة انفصال في جذر لوز القطن وأوراقه.

ترايبوفوس (دي إي اف، فولكس)
TRIBUFOS (DEF, Folex®)

$(C_4H_9S)_3P=O$

S,S,S-tributyl phosphorotrithioate

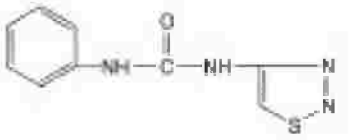
ايثيوفون (برب، سوبر بول)
ETHEPHON (Prep®, Super Boll®)



مُسقطات الأوراق المتنوعة Miscellaneous Defoliants

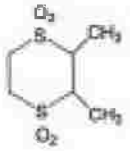
ثيديازورون thidiazuron، ودايميثيبن dimethipin مركبان من مسقطات الأوراق. الأول مسقط لأوراق القطن ويحفز تكوين طبقة الانفصال، مسبباً انفصال الأوراق، ويثبط عودة نمو الأوراق على نباتات القطن المعاملة. جينستار Ginstar® منتج جديد، يتكون من مخلوط ثيديازيورون ودايورون. الدايميثيبن مسقط لأوراق القطن حتى على درجات حرارة ٧٠ فهرنهيت وأقل. وهو يسقط أوراق نباتات الشتل، العنب، والمطاط الطبيعي. وهو ينشط النضج وبالتالي يقلل محتوى الرطوبة في بذور محصول الأرز، ودوار الشمس، ويستخدم الاندوثال Endothal (أكسيليرات Accelerate®) كمسقط للأوراق ومجفف. أحدث مركب هو سيكلانيليد cyclanilide (فنش Finish®)، وهو متخصص في إسقاط أوراق القطن.

ثيديازيورون (دروب، فري فول)
THIDIAZURON (Dropp®, FreeFall®)



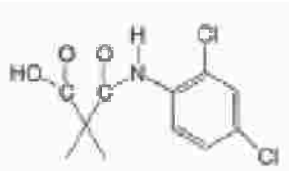
N- phenyl-*N*'-1,2,3-thiadiazol-5-ylurea

دايميثين (هارفاد، لنت بلس)
DIMETHIPIN (Harvade®, Lintplus®)



2,3-dihydro-5,6-dimethyl-1,4-dithiin 1,1,4,4-tetraoxide

سيكلانيليد (فينيش)
CYCLANILIDE (Finish®)



1-(2,4-dichloroanilinocabonyl) cyclopropane carboxylic acid

اندوثال (دس-١-كير، أكسيليرات)
ENDOTHAL (Des-I-Cate®, Accelerate®)

7-oxabicyclo (2,2,1) heptane-2,3-dicarboxylic acid

مُثبطات تجدد النمو Regrowth Control

برغم أن الجليفوسات glyphosate (روند آب ألترا Roundup Ultra®) ليس مسقطاً للأوراق، ولا مجفف، إلا أنه يستخدم على القطن للمساعدة في الحصاد، ليمنع تجدد النمو، ليعطي قطن أعلى جودة، ونظافة. ويطبق مع مادة مسقطة للأوراق، أو بعد إسقاط الأوراق.

المواد المجففة
DESICANTS

الأملاح غير العضوية Inorganic Salts

عدد المواد المجففة المتاح أكبر بكثير من عدد مسقطات الأوراق ويستخدم كل من الأمونيا ونترات الأمونيوم كمجففات لأوراق القطن، كما أنهما يضيفان مواد مغذية للتربة، بعد عودة بقايا المحصول إلى التربة.

هناك اثنان من الأملاح غير العضوية المذكورة سابقاً يستخدمان كمجففات لأوراق القطن وهما بورات الصوديوم وكلورات الصوديوم.

حمض الزرنيخ ربما أقدم مجففات القطن، ومازال يستخدم. تخترق هذه المواد كيوتيكل الورقة، ويمنع التلف السريع، الناتج عن التلامس، الانتقال خلال الأوراق. يسبب حمض الزرنيخ منع ازدواج الفسفرة التأكسدية، ويكون معقدات مع الإنزيمات المحتوية على مجاميع السلفهيدريل (SH -).

حمض الزرنيخ (هاي يلد ديسيكانت)
ARSENIC ACID (Hi-Yeild Desicant®)

$H_3 As O_4$

المواد العضوية Organics

يباع حمض الكاكوديليك وملح الصوديوم له، كاكوديلات الصوديوم، في عدة تجهيزات للاستخدام كمسقطات لأوراق القطن، وأيضاً كمبيدات حشائش غير اختيارية بالملاسة بعد الانبثاق. وعندما ظهر هذا الحمض في عام ١٩٥٨م، أصبح من أكثر مسقطات أوراق القطن الشائعة في الستينيات والسبعينيات. يعتبر مجفف ومسقط للأوراق؛ وذلك بسبب الجفاف الفيزيائي للأوراق.

حمض كاكوديليك
CACODYLIC ACID

$(CH_3)_2 As OH$

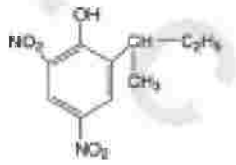
كاكوديلات الصوديوم
(كويك بيك، ليف–أول، ايراس)
SODIUM CACODYLATE
(Quick Pick, Leaf-All, Erase®)

$(CH_3)_2 As ONa$

مشتقات الفينول Phenol Derivatives

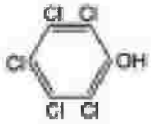
الدينوسب والبنتاكلوروفينول، مبيدان حشائش من مشتقات الفينول، ولهما تأثير عام، وكانت هذه المواد تستخدم كمجففات للقطن. للبنتاكلوروفينول (PCP) استخدامات أخرى على محاصيل البذور، مثل البرسيم الحجازي، البرسيم، والبقوليات المستخدمة في العلف والبيقة (vetch). (ألغيت جميع استخدامات هذان المركبان عام ١٩٨٧م).

دايتوسب
DINOSEB



2- sec– butyl 4,6- dinitrophenol

بنتاكلوروفينول
PCP



Pentachlorophenol

مركبات ثاني البريديليوم Biprydyliums

بسبب تأثير مبيدات ثاني البريديليوم، الدايكوات ثنائي البروم والباراكوات، المشابه لتأثير الصقيع على الأوراق الخضراء، فإنها تعتبر مجففات ممتازة. ويستخدم الدايكوات ثنائي البروم على محاصيل البذور فقط، مثل البرسيم الحجازي، البرسيم، وفول الصويا والبيقة (vetch)، أما الباراكوات فيستخدم على القطن، البطاطس، وفول الصويا.

دايكوات
DIQUAT

6,7- dihydrodipyrido (1,2- a : 2',1'— c)— pyrazinediium ion (dibromide)

باراكوات
PARAQUAT

1,1'– dimethyl–4,4'- bipyridylium ion (dichloride)

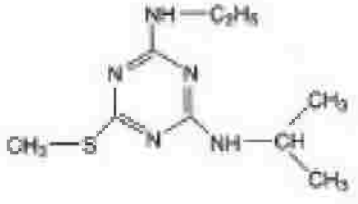
المواد المجففة المتنوعة Miscellaneous Desiccants

يعتبر الاندوثال المذكور في الفصل الحادي عشر مادة مجففة، ويستخدم على محاصيل البذور فقط، مثل البرسيم الحجازي، البرسيم، القطن، والبطاطس. وهو يقتل الأوراق بالملامسة بالنفاذ السريع من الكيوتيكل، ويسبب جفاف الأوراق وتحولها الى اللون البني، ولا يُعرف طريقة تأثيره.

الأميترين، أحد المبيدات القديمة والشائعة من مجموعة الترايازين، يستخدم كمجفف للمجموع الخضري للبطاطس قبل جمعها. يخترق الأميترين الأوراق بسرعة، وهو مثبط قوي للتمثيل الضوئي، ويسبب جفاف الأوراق بعد المعاملة بـ ٧٢ ساعة.

يستخدم AMADS (ويلثين Wilthin®، سوبركويك SuperQuick®) كمجفف للبازلاء، الفول، والبطاطس. ويباع في صورة محلول مائي تركيزه ٨٢٪ من حمض كبريتيك: يوريا، بنسبة ١ : ١ وتمنع اليوريا احتراق الأنسجة، وتحفز جفاف الأوراق. ويتكون مجفف الأوراق كوتن كويك Cotton Quik® من مخلوط الإيثيفون والـ AMADS.

أميترين (إيفيك)
AMETRYN (Evik®)



2- (ethylamino)-4- (isopropylamino)- 6- (methylthio)— S - triazine