الباب الخامس

المواد الكيماوية المستخدمة في مكافحة الكائنات الحية الدقيقة

- المبيدات الفطرية و البكتيرية
- مبيدات الطحالب
- مبيدات الأحياء الدقيقة – المُطهرات، مضادات الميكروبات والمواد الحافظة للأخشاب

obeikandl.com

obeikandl.com

الفصل الرابع عشر

المبيدات الفطرية و البكتيرية
Fungicides and Bactericides

من بين أكثر صفوف مبيدات الآفات استخداماً المبيدات الحشرية، مبيدات الحشائش والمبيدات الفطرية، وتُشكل تكلفتها (بالدولار الأمريكي) من الاستخدام العالمي ما تقدر نسبته بـ ٢٧٪، ٥٣٪ و ٢٠٪ على التوالي وذلك في عام ٢٠٠١م. وبالرغم من أن المبيدات الفطرية هي الأقل استخداماً من بين الصفوف الثلاثة السابقة عالمياً فهي تستخدم بكثافة في بعض المناطق الجغرافية أكثر من المناطق الأخرى. وفي أمريكا الشمالية تشكل المبيدات الفطرية ٨.٤٪ من مجموع تكلفة مبيدات الآفات المستخدمة لعام ٢٠٠١م. وبالمقارنة فإن استهلاك المبيدات الفطرية في أسواق مبيدات الآفات كانت ١٧.٨٪ في أمريكا اللاتينية، ٣٨.٧٪ في أوروبا الغربية و ٢٩.٣٪ لبعض الدول الآسيوية. الأختلافات ليست مرتبطة بالمواقع الجغرافية فقط ولكن حسب الظروف المناخية ونوعية المحاصيل المزروعة في تلك المناطق الجغرافية.

يسبب نحو عشرون ألف نوع من المائة ألف نوع المعروفة من الفطريات مرضاً أو أكثر للنباتات المختلفة. من بين تلك الأمراض ٤٦٠٠ من الأصداء، و٧٠٠ من التفحمات، و ١٠٠٠ من أمراض البياض الدقيقي والزغبي. وتسبب الفطريات نحو ٧٥ ٪ من أمراض النبات المُعدية، وتتعرض المحاصيل الزراعية المهمة للإصابة بواحد أو أكثر من الأمراض الفطرية. وقد يبلغ عدد الفطريات التي تصيب نوع واحد من النباتات في بعض الأحيان من ١٠ إلى ٥٠ فطر (Ragsdale *et al*, 1991). ويمكن اليوم مكافحة تلك الفطريات، أو تخفيف تأثيرها إلى حد كبير، باستخدام المبيدات الفطرية.

المبيدات الفطرية مواد كيماوية تستخدم للقضاء على، أو توقف نمو الفطريات، وعلى كل، فيمكن أن تشمل هذه المبيدات الكيماويات التي تستخدم لمكافحة مسببات الأمراض النباتية البكتيرية والفطرية، وهي الأكثر شيوعاً. من المسببات الأخرى للأمراض النباتية الفيروسات والركيتسيا والطحالب والنيماتودا والميكوبلازما والنباتات البذرية المتطفلة.

وفي هذا الفصل، سوف يتم مناقشة المواد الكيماوية المستخدمة في مكافحة الفطريات والبكتيريا. هناك مئات الأمثلة للأمراض النباتية تشمل أعفان المخازن، أمراض البادرات، أعفان الجذور، الأورام النباتية، أمراض الذبول الوعائي، لافحات الأوراق، أمراض الأصداء، أمراض التفحمات، أمراض البياض والأمراض النباتية الفيروسية. في أغلب الحالات يمكن مكافحة هذه الأمراض بالتطبيق المبكر والمستمر لبعض المبيدات الفطرية المختارة، والتي يمكنها أن تقتل الكائن المعرض أو تثبط نموه.

إلى حد ما، يمكن مكافحة معظم الأمراض النباتية باستخدام المبيدات الفطرية الحديثة، ومن هذه الأمراض أعفان الفيتوفثورا، أو الرايزوكتونيا التي تصيب الجذور، الفيوزاريوم، الفرتسليوم، وأمراض الذبول البكتيري، والفيروسات. الصعوبات التي تواجه مكافحة هذه الأمراض هي أنها تحدث تحت سطح التربة ولا تتعرض بسهولة للمبيدات الفطرية، أو لأنها أمراض جهازية تسري داخل أوعية النبات. ولم تتوفر الكيماويات التي تستخدم في مكافحة هذه الأمراض دون أن تعرّض العائل للضرر إلا منذ عقدين ونيف.

إن مكافحة الأمراض الفطرية النباتية أكثر صعوبة من مكافحة الحشرات بالمبيدات وذلك لأن الفطر كائن شبيه بالنبات ومرتبط بشدة بعائله النباتي. ويُفسر هذا الصعوبة في الحصول على مبيدات تقتل الفطر دون أن تؤثر على العائل النباتي. كما أن الفطريات التي يمكن مكافحتها بالمبيدات الفطرية يمكن أن تتكاثر بسرعة وتنتج من ١٢ – ٢٥ جيلاً خلال موسم نمو لا يزيد طوله عن ثلاثة شهور. ونتيجة لذلك، فإن تكرار تطبيق المبيدات الفطرية الوقائية ربما يكون ضرورياً وذلك بسبب التخفيف الذي يحدث لتلك المواد نتيجة لنمو النبات، وبسبب إزالتها (غسيلها) بالأمطار والعوامل الجوية الأخرى. يجب تطبيق المبيدات الفطرية على النباتات خلال مراحل النمو التي تكون فيها تلك النباتات عرضة للعدوى بالكائنات الممرضة وقبل وجود أي أدلة على المرض. ويمكن استخدام المبيدات الفطرية العلاجية لمكافحة بعض الأمراض الفطرية حتى بعد ظهور الأعراض على النباتات. أيضاً، يمكن استخدام المبيدات الفطرية الوقائية حتى بعد ظهور أعراض المرض. وتطبق المبيدات الفطرية المستخدمة لاستئصال الفطريات مباشرة على تلك الفطريات الممرضة خلال مرحلة بياتها الشتوي قبل فترة طويلة من ظهور المرض وتكشف الأعراض. علاوة على ذلك، فبالنسبة لمحاصيل الخضر التي يعتمد تسويقها على مظهرها، مثل الخس والكرفس، فإن المبيد الفطري يجب أن يطبق كسائل رش وقائي، قبل وصول الكائن الممرض، لمنع حدوث المرض.

يوجد حوالي٢٠٠ مادة من المبيدات الفطرية في الوقت الحاضر، معظمها من المركبات العضوية المكتشفة حديثاً. بالاضافة إلى المبيدات الفطرية حيوية المصدر (انظر الفصل الرابع والعشرين) تستخدم هذه المواد كمواد وقائية، تمنع جراثيم الفطريات من الإنبات وبالتالي تمنع اختراقها لأنسجة النبات. تطبق المواد الوقائية عدة مرات لتغطية النموات الجديدة للنبات، ولتعويض الجزء المفقود من المبيد الفطري بالتحلل أو غسيل الأمطار.

تختلف قاعدة تطبيق المبيدات الفطرية عن المبيدات الحشرية ومبيدات الحشائش حتى إلى عهد قريب. الجزء من النبات الذي يتم حمايته من مسببات الأمراض الفطرية هو ذلك الجزء الذي يتم تغطيته بسائل الرش أو مسحوق التعفير للمبيد الفطري. ولذلك فمن الضروري التغطية الكاملة والمنتظمة بهذه المبيدات. يمكن أن تطبق المبيدات الفطرية كسوائل رش أو مساحيق تعفير، ولكن سوائل الرش مفضلة أكثر لأن طبقة الرش تلتصق بصورة أفضل وبسرعة على الأسطح النباتية، تبقى لفترة أطول، يمكن تطبيقها في أي وقت من اليوم، كما أنها أقل إزاحة عن الهدف من مساحيق التعفير. علاوة على ذلك، يوجد حديثاً عدد من المبيدات الفطرية الجهازية التي لا تتطلب

التغطية الكاملة للنبات بالمبيد الفطري لحمايته، وتحدث تغطية النبات بالمبيد الفطري الجهازي من خلال سريان ذلك المبيد في عصارة النبات.

للكيمياء الحديثة فضل كبير، فيمكن مكافحة العديد من الأمراض الفطرية الخطيرة التي تصيب محاصيل الحبوب بمعاملة البذور بمواد اختيارية، ويتم مكافحة البعض الآخر باستعمال سلالات مقاومة للأمراض. غالباً ما يتم مكافحة أمراض الفاكهة والخضر بواسطة رش المبيدات الفطرية.

ومن الناحية التاريخية لاستخدام المبيدات الفطرية، اعتمدت مكافحة الفطريات على استخدام مركبات الكبريت والنحاس والزئبق، وحتى الآن فإن معظم الأمراض النباتية يمكن مكافحتها بهذه المجموعة من المركبات. علاوة على ذلك، فإن مركبات الكبريت والنحاس يمكن أن تعيق نمو النباتات الحساسة ولهذا السبب صنّعت المبيدات الفطرية العضوية وحظيت باستخدام واسع وهي أكثر فعالية في مكافحة الأمراض الفطرية وأقل سمية للنباتات.

تضم المبيدات الفطرية المتعددة الأغراض في الزراعة الصور غير العضوية من النحاس، الكبريت (والزئبق حتى عهد قريب)، والمركبات المعدنية للكادميوم والكروم والزنك، بالإضافة إلى تشكيلة من المركبات العضوية. المبيدات الفطرية المتعددة الأغراض للحدائق والمروج قليلة العدد وهي في الغالب مركبات عضوية.

المبيدات الفطرية غير العضوية
INORGANIC FUNGICIDES

الكبريت Sulphur

يعتبر الكبريت من المبيدات الفطرية وكذلك من المبيدات الأكاروسية (مبيدات الحلم) ومن المحتمل أن يكون الكبريت في أشكاله المتعددة أقدم المبيدات الفطرية الفعالة ولا زال يستعمل على نطاق واسع في المساحات الزراعية الكبيرة. هناك ثلاث صور طبيعية من مستحضرات الكبريت المستخدمة كمبيدات فطرية. النوع الأول عبارة عن مسحوق تعفير ناعم من الكبريت يحتوي على نسبة ١ –٥٪ من الطين أو التلك لتساعد في تحسين نوعية التعفير. وقد يستعمل الكبريت بهذه الصورة كحامل لمبيد فطري آخر أو مبيد حشري. النوع الثاني هو الكبريت العائم أو الغروي وهو على درجة بالغة من النعومة و يجب أن يجهز في صورة عجين رطب (مبلل)، حتى يمكن مزجه مع الماء. وهذه الصورة في حالتها الأصلية الجافة وحجم دقائقها الصغيرة من المستحيل أن تختلط بالماء، ولكن يمكنها فقط أن تعوم فيه أو تطفو عليه. الصورة الثالثة هي الكبريت القابل للبلل وهو عبارة عن مسحوق ناعم مع مادة مبللة، بحيث يكون جاهز للخلط بالماء والرش. وبالطبع فإن أسهل هذه المستحضرات استخداماً هو كبريت التعفير الذي يطبق على النباتات المبللة قليلاً بالندى وقت الصباح. وبالإضافة إلى مساحيق التعفير والمساحيق القابلة للبلل فإن التقنية الحديثة جلبت مستحضرات جديدة في السنوات الأخيرة تشمل المواقع الجافة والحبيبات القابلة للتشتت في الماء والمركزات القابلة للذوبان في الماء. وهذه يمكن أن تنتشر بطريقة أفضل من أسلافها من المستحضرات حتى عندما تخلط مع مكونات أخرى متنوعة.

لمكافحة الأمراض النباتية الفطرية بكفاءة عالية يستحسن أن لا يزيد حجم دقائق الكبريت القابل للبلل عن ٧ ميكروميتر. الدرجة الجيدة من مسحوق الكبريت المستخدم للتعفير يجب أن تمر دقائقه من خلال عيون منخل لا يزيد فتحاته عن ٣٢٥ مش أو أقل. ويجب الحذر من استخدام الكبريت عند درجات الحرارة المرتفعة التي تزيد عن ٩٥ درجة فهرنهيت لأن الكبريت يصبح ساماً للنباتات عندما تزيد درجة الحرارة عن ذلك.

النحاس Copper

الأغلبية من مركبات النحاس غير عضوية وغير ذائبة عملياً في الماء وألوان مساحيقها التي تباع كمبيدات فطرية زرقاء، خضراء، حمراء، أو صفراء. تشمل الأشكال المختلفة لها مسحوق بوردو، وقد سمي بذلك نسبة إلى منطقة بوردو في فرنسا التي بدأ منها. مسحوق بوردو عبارة عن مخلوط غير محدد كيميائياً من كبريتات النحاس والجير المائي، تم اكتشافه بالصدفة عند رشه على أشجار العنب في منطقة بوردو بفرنسا بهدف إبعاد لصوص العنب (freeloaders). وقد لوحظ بعد ذلك مباشرة أن أمراض البياض الزغبي على العنب اختفت من النباتات المعاملة بهذا المخلوط. من هذه البداية الفريدة بدأ التسويق والاتجار بالمبيدات الفطرية. أيون النحاس الذي ينتج من الأملاح الذائبة تماماً وغير الذائبة نسبيا، هو الذي يعطي خاصية الإبادة الفطرية وكذلك السمية النباتية والخواص السمية ككل. يوضح الجدول رقم (١٤.١) عدد قليل من مركبات النحاس غير العضوية العديدة، والتي استخدمت على مدى سنوات.

الجدول رقم (١٤.١). عينات مختارة (ممثلة) من الأعداد الكبيرة لمركبات النحاس غير العضوية والمستخدمة كمبيدات فطرية.

الاسم	الصيغة الكيميائية	الاستعمالات
كبريتات النحاس	$CuSO_4 . 5H_2O$	معاملة البذور وتحضير مخلوط بوردو
هيدروكسيد النحاس (كوسايد) Cupric hydroxide (Kocide®)	$Cu(OH)_2$	معاملة البذور، سرائل رش للمجموع الخضري، معالجة العديد من الأمراض الفطرية
أوكسي كلوريد النحاس (ريكوب) Copper oxychloride (Recop®)	$3Cu(OH)_2 . CuCl_2$	معالجة العديد من الأمراض الفطرية
أوكسيكلوريد كبريتات النحاس (أوكسيكوب) Copper oxychloride sulfate (Oxycop®)	$3Cu(OH)_2 . CuCl_2 + 3 Cu(OH)_2 . CuSO_4$	معالجة العديد من الأمراض الفطرية
كربونات الأمونيوم النحاسية (كوبر–كاونت–ن) Copper ammonium carbonate (Copper-Count-N®)	معقد كيميائي صيغته غير معروفة	معالجة العديد من أمراض الخضيات (اللوانح) والأشجار المتساقطة الأوراق والخضراوات
أكسيد النحاس (كوبر ساندوز) Cuprous oxide (Copper Sandoz®)	Cu_2O	معالجة العديد من الأمراض الفطرية
كبريتات النحاس القاعدية (كوبر بوز) Basic copper sulfate (Copper Power®)	$CuSO_4 . Cu(OH)_2.H_2O$	معاملة البذور، تحضير مخلوط بوردو
كربونات النحاس القاعدية (كاربوكاب) Basic copper carbonate (Carbocap®)	$Cu(OH)_2 . CuCO_3$	معالجة العديد من الأمراض الفطرية
المسمرغ والدهون النحاسية Copper linoleate	أملاح ، دهون، وأحماض راتنجية (rosin acids)	معالجة الأمراض البكتيرية والفطرية التي تصيب العنب، الخضيات والخضراوات

قررت وكالة حماية البيئة الأمريكية (EPA) أن هناك عدداً كبيراً من مركبات النحاس لا يحتاج لتحديد مستوى تحمل ومنها: مخلوط بوردو، خلات النحاس، كربونات النحاس القاعدية، مخاليط الجير والنحاس، أوكسي كلوريد النحاس، سليكات الكبريت، كبريتات النحاس، كبريتات النحاس القاعدية، كرومات الزنك والنحاس، نوعين من أكسيد النحاس وهيدروكسيد النحاس.

هناك ملاحظة يجدر ذكرها في هذا المقام عن ذوبان مركبات النحاس. فعلى وجه العموم، المبيدات الفطرية الوقائية لها ثوابت تأين منخفضة، ولكن جزء من المادة السامة يذوب في الماء ويصبح في صورة محلول وتمتصه جراثيم الفطر. الكميات الصغيرة من هذه السموم التي تمتصها جراثيم الفطر يتم التعويض عنها في المحلول عن طريق المتبقيات الموجودة على السطح، وتستمر جراثيم الفطر في تجميع الأيون السام في جرعات غير قاتلة حتى تصبح قاتلة بتراكمها. وباستثناء أمراض البياض الدقيقي الفطرية، فإن الماء في منطقة الاختراق (المكان على النسيج النباتي الذي يجعله ميسليوم الفطر ليناً) يسمح له باختراق كيوتيكل النبات وبالتالي يسمح بإنبات جرثومة الفطر ويذيب الجزء السام من متبقيات المبيد الفطري.

أيون النحاس سام لكل الخلايا النباتية ويجب أن يستخدم بجرعات قليلة أو مستحضرات غير ذائبة جزئياً وذلك لمنع تلف كل أو بعض أجزاء النبات العائل. وهذه هي القاعدة عند استخدام المبيدات الفطرية النحاسية حيث أن قلة ذوبانها أو ثباتها الجزئي يجعلها تحرر مستويات منخفضة من النحاس، مما يجعلها كافية الفعالية كمبيدات فطرية ولكنها بمستويات ليس لها تأثير ضار بالنبات.

ليس من السهل غسل مركبات النحاس من أوراق النباتات بواسطة الأمطار؛ وذلك لأنها غير ذائبة نسبياً بالماء، ولذلك فهي تعطي فترة حماية أطول ضد الأمراض عند مقارنتها بمعظم المبيدات العضوية. وحيث إنها أكثر أماناً من غيرها فهي لا تحتاج إلى احتياطات خاصة أثناء عملية رشها وتطبيقها. وعلى الرغم من أن النحاس عنصر ضروري للنباتات، إلا أن هناك بعض المخاطر من تجمعه في الأراضي الزراعية نتيجة الاستخدام الطويل والمتكرر له. وفي الحقيقة يعاني بعض مزارعي الحمضيات في ولاية فلوريدا الأمريكية من مشاكل خطيرة ناتجة من الاستخدام المتكرر لمركبات النحاس الثابتة لعدة سنوات.

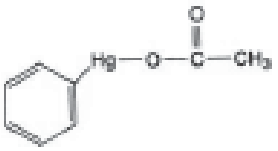
النظرية الحديثة المقبولة عن طريقة تأثير النحاس من حيث السمية هو أنه غير متخصص في تأثيره على تغيير طبيعة البروتينات. يتفاعل أيون النحاس Cu^{++} مع الإنزيمات التي تحتوي على مجموعات السلفاهيدريل (الثيول SH-) النشطة في تفاعلاتها، وهذا يفسر سمية هذا المركب لجميع أوجه حياة النبات.

الزئبق Mercury

معظم الأنواع المبكرة من المبيدات الفطرية كانت صوراً مختلفة من الزئبق غير العضوي والتي شكلت الأساس الذي بدأت منه الأبحاث الخاصة بالمبيدات الفطرية. وفي الثلاثينيات (١٩٣٠م) ظهرت مركبات الزئبق غير العضوية

وكانت فعّالة جداً في المعاملات الخاصة بالبذور، كمحاليل رش لأشجار الفاكهة المتساقطة الأوراق (خلال دور السكون)، وكمبيدات فطرية للمسطحات الخضراء. ومن أفضل الأمثلة على هذه المبيدات الفطرية مبيد السريسان ومبيد بي إم أ.BMA طريقة تأثير المبيدات الفطرية الزئبقية هو التثبيط غير الاختياري أو غير المتخصص للإنزيمات خصوصاً تلك الإنزيمات التي تحتوي على مراكز لكل من الحديد والسلفاهيدريل (الثيول).

ب. إم .أ (PMA)



phenylmercury acetate

سريسان (CERESAN)

$CH_3OCH_2CH_2HgCl$

2-methoxyethylmercuric chloride

فقدت كل المبيدات الفطرية الزئبقية العضوية وغير العضوية تسجيلها الرسمي ولم تعد تستخدم لأي غرض من الأغراض، وقررت وكالة حماية البيئة إلغاء تسجيلها بسبب سميتها للحيوانات ذات الدم الحار وبقاءها وتراكمها البيئي.

مبيدات فطرية غير عضوية متنوعة Miscellaneous inorganic fungicides

من المواد غير العضوية الأخرى التي أُستخدمت أو تستخدم لمكافحة الأمراض النباتية والتي تشمل فوسفات البوتاسيوم potassium phosphate (فوسفايت Fosphite)، فوسفيت ثنائي البوتاسيوم dipotassium phosphate (لكسافوز Lexx-A-Phos®) وفوسفيت البوتاسيوم potassium phosphite (بروفايت Prophite) وهي مغذيات نباتية لها نشاط كمبيدات فطرية؛ بيروكسيد الهيدروجين hydrogen peroxide (ويستخدم كمادة كيماوية لغسيل الفاكهه والخضار المُعدّه للتصنيع، بيروكسيهيدريت كربونات الصوديوم sodium carbonateperoxydrate (ترا-سايت Terra-Cyte®) وحامض الفوسفوريك phosphoric acid (فوسترول Phostrol®).

المبيدات الفطرية العضوية
ORGANIC FUNGICIDES

جرى تطوير الكثير من المبيدات الفطرية المصنّعة من الكبريت أو من مواد عضوية أخرى خلال الخمسين سنة الماضية لتحل محل المبيدات الفطرية غير العضوية القديمة ذات التأثير الضار وغير الاختياري. لا تتراكم أغلب المبيدات الفطرية العضوية في البيئة بكميات يمكن قياس تأثيرها على مدى سنوات عديدة من الاستخدام. مبيد الثيرام Thiram، أول مبيد فطري كبريتي عضوي، اكتشف عام ١٩٣١م؛ ثم تبعه بعد ذلك الكثير من المبيدات. ظهرت أنواع أخرى جديدة من هذه المبيدات مثل، الدايثوكاربمات، الدايكربوكسيمايد (الزينب Zineb والكابتان

captan) ووضعت موضع الاستخدام في عامي ١٩٤٣م و ١٩٤٩م، على الترتيب. وفي الوقت الحاضر هناك أكثر من ١٧٥ مبيداً فطرياً تابعة لكل المجاميع مُعدة للاستخدام، أو تحت مراحل مختلفة من التطوير.

للمبيدات الفطرية العضوية الجديدة بعض المواصفات الفريدة، وكفاءتها عالية جداً، بمعنى أنه يمكن استخدامها بكميات أصغر كثيراً عما كان يستخدم في الماضي، تبقى لفترة أطول، كما أنها أكثر أماناً على المحاصيل والحيوانات والبيئة. معظم المبيدات الفطرية الجديدة جهازية ولها سمية قليلة جداً على النباتات. كما أن معظم هذه المبيدات الفطرية الحديثة يمكن أن تتحلل بواسطة الكائنات الدقيقة الموجودة في التربة، مما يمنع أو يعوق تجمعها أو تراكمها في الأراضي الزراعية.

مركبات الدايثيوكاربامات Dithiocarbamates

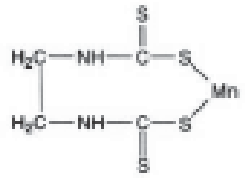
(ايثلين ثنائي دايثيوكاربامات Ethylenebis-dithiocarbamates, EBDCs)

من بين أفراد مجموعة الدايثيوكاربمات توجد مجموعة المبيدات الفطرية القديمة التي كان يُعتمد عليها ومنها الثيرام، المانكوزب، المانب، الفربام، الزيرام والزينب. وقد طوّرت في الثلاثينيات والأربعينيات من القرن العشرين. كانت هذه المبيدات الفطرية أكثر شعبية واستخداماً من المبيدات الفطرية الأخرى مجتمعة. وبإستثناء تأثيرها الجهازي، فإنه يمكن استخدامها في أي غرض من أغراض الاستخدام المعروفة للمبيدات الفطرية. تكمن طريقة التأثير لهذه المجموعة من المبيدات الفطرية عن طريق تمثيلها إلى أصل ايزوثيوسيانات Isothiocyanate (-N = C = S) الذي يثبط مجموعة الثيول (-SH) الموجودة في الأحماض الأمينية في خلايا الكائن الحي الممرض. في عام ١٩٨٩م اقترحت وكالة حماية البيئة الأمريكية تحريم الكثير من استعمالات أفراد هذه المجموعة بسبب المخاطر من حدوث أورام سرطانية تنتج عن الايثيلين ثيويوريا، وهو أحد نواتج التمثيل الناتجة عن تحطيم مركبات Ethylene – bis – dithiocarbamates. وبعد إجراء دراسات كثيرة على عينات مواد غذائية، أكدت وكالة حماية البيئة الأمريكية أن ٨٠ ٪ من هذه العينات لا تحتوي على متبقيات من المبيدات الفطرية يمكن الكشف عنها، ولذلك ألغت قرارات التحريم في عام ١٩٩٢م. ألغي تسجيل كل من الزينب والنابام بينما استمر تسجيل ميترام.

ثيرام (أتاك)
THIRAM (Antack®)

bis (dimethylthio-carbamoyl) disulfide

مانب (بنتاثيون)
MANEB (Pentathion®)

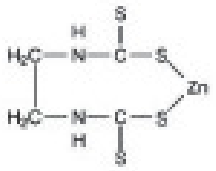


manganese ethylenebisdithiocarbamate

فربام (ترايفنجول)
FERBAM (Trifugol®)

ferric dimethyldithiocarbamate

زينب (ZINEB)

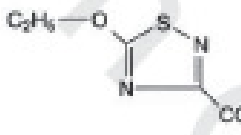


zinc ethylenebisdithiocarbamate

الثياديازولات Thiadiazoles

الثياديازولات، مجموعة من المركبات لها تنظيم وميل كيميائي عجيب، وتحتوي على مركب واحد هو اتريديازول. الحلقة الخماسية في مجموعة الثياديازولات تنشق أو تنقسم بسرعة تحت ظروف التربة لتكون إما أصل أيزوثيوسيانات السام للفطريات (-N=C=S) أو دايثيوكاربامات، وذلك حسب التركيب الجزيئي للمركب الأصلي. يستخدم الاتريديازول كمبيد فطري يضاف للتربة وهو معرض لانشقاق الحلقة كما ذُكر.

اتريديازول (توازول، كوبان)
ETRIDIAZOLE (Terrazole®, Koban®)

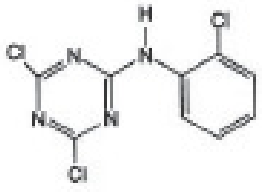


5-ethoxy-3-trichloromethyl-1,2,4-thiadiazole

الترايازينات Triazines

تركيب الترايازين، الموجود غالباً في مبيدات الحشائش، يوجد فقط في مبيد فطري واحد أنيلازين وقد قُدم في عام ١٩٥٥م واستخدم بشكل واسع ضد مرض تبقع الأوراق في كل من الطماطم والبطاطس وأمراض المسطحات الخضراء الفطرية.وقد أُلغيت كل استخداماته تطوعاً بواسطة الشركة المصنعة.

أنيلازين
ANILAZINE



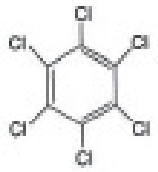
2,4-dichloro-6-(o-chloroanilino)-s-triazine

المركبات العطرية المستبدلة Substituted Aromatics

تنتمي المركبات العطرية المستبدلة إلى تصنيف عشوائي نوعاً ما وتماثل مشتقات البنزين البسيطة والتي عُرفت خصائصها كمبيدات فطرية منذ زمن بعيد. ظهر هكساكلوربنزين hexachlorophenol في عام ١٩٤٥م، وتم الغاءه طوعياً وسط ثمانيات القرن الماضي، واستخدم لمعاملة البذور ولمعاملة التربة لمكافحة مرض التضحم النتن في القمح. تم الغاء تسجيل البنتاكلوروفينول pentachorophenol (بي.سي.بي PCP) في الأغراض الزراعية ولكنه لا يزال يستخدم كمادة حافظة للمنتجات الخشبية خارج الولايات المتحدة. ومما لا شك فيه أن مركب البنتاكلورونتروبنزين pentachloronitrobenzene (PCNB) هو أكثر المبيدات الفطرية استعمالاً في معاملة البذور وكسائل رش اختياري يطبق على المجموع الخضري للنبات. كما أنه يستخدم أيضاً لمعاملة التربة لمكافحة أنواع معينة من مسببات أمراض الذبول الفطرية للبادرات. كلوروثالونيل مفيد جداً كمبيد فطري واسع الطيف لوقاية المجموع الخضري وكان متاحاً للاستخدام عام ١٩٦٤م. تم إنتاج المبيد الفطري كلوروثب chloroneb في عام ١٩٦٥م واستخدم بكثرة على بادرات القطن وضد الأمراض الفطرية التي تصيب المسطحات الخضراء، وقد أوقف استخدامه. ديكلوران مبيد فطري مفيد جداً ضد الأمراض الفطرية من نوع الرايزوبس، مونيلينا، بوترايتس، سكليروتينا وسكليروتم على مدى واسع من محاصيل الفاكهة والخضر.

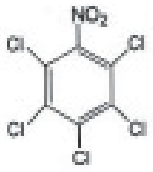
طريقة تأثير المركبات العطرية المستبدلة متنوعة. وبوجه عام فهي توقف نمو الفطريات، وتقلل معدلات النمو والتجرثم، ربما بسبب الاتحاد مع مجموعات الثيول أو السلفاهيدريل SH- أو الأمين NH_2- لبعض مركبات الأيض الضرورية.

هكساكلوروبنزين
HEXACHLOROBENZENE



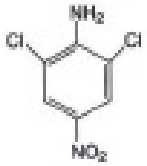
1,2,3,4,5,6-hexachlorobenzene

تراكلور
PCNB
(Terraclor®)



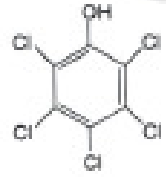
pentachloronitrobenzene

ديكلوران (بوتوران)
DICLORAN
(DCNA, Botran®)



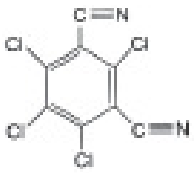
2,6 – dichloro-4-nitroaniline

بنتاكلوروفينول
PCP



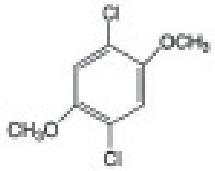
pentachlorophenol

كلوروثالونيل (براڤو)
CHLOROTHALONIL
(Bravo®)



tetrachloroisophthalonitrile

كلوروثب (تواثب)
CHLORONEB
(Terraneb®)



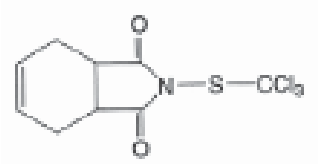
1,4-dichloro-2,5-dimethoxybenzene

obeikandl.com

الفثاليدات Phthalimides

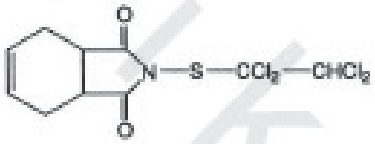
توجد في هذه المجموعة ثلاث مبيدات فطرية رائجة الاستعمال لوقاية المجموع الخضري. ظهر مبيد الكابتان captan الفطري في عام ١٩٤٩م، وبلا شك فهو أكثر المبيدات الثلاثة استخداماً حول المنزل من بين الأنواع الأخرى. ظهر مبيد فولبت folpet وكبتافول captafol في عام ١٩٦١م وقد استخدما بشكل رئيس كمساحيق تعفير أو سوائل رش للمجموع الخضري على كل من محاصيل الفاكهة والخضر وعلى نباتات الزينة.

كابتان
CAPTAN



N- (trichloromethylthio)- 4- cyclohexene-1,2-dicarboximide

كبتافول (دايفولاتان)
CAPTAFOL (Difolatan®)



Tetrachloroethylmercaptocyclohexenedicarboximide

يعتقد أن مركبات الفثاليدات من أكثر مبيدات الآفات المتاحة أماناً، ويوصي باستخدامها بشكل روتيني في المروج والحدائق لمعاملات البذور وكمواد وقائية ضد أمراض البياض الزغبي، اللفحة المتأخرة والأمراض الأخرى. ولكن بسبب الشك في المخاطر الصحية على المدى الطويل فقد أُوقف إنتاج كل من مبيد الكبتافول والفولبت بواسطة الشركة المصنعة.

معظم المركبات المحتوية على الجزء ($-SCCl_3$) سامة للفطريات، وهذه الحقيقة تدل على أن هذه المجموعة هي المسئولة عن سمية الجزيء أي أنها "حاملة السمية" (Toxophore). والسمية الفطرية لمركبات الفثاليميد تبدو غير متخصصة وليست ناتجة عن طريقة تأثير واحدة. ربما يعود التأثير المميت لهذه المركبات على مسببات الأمراض الفطرية إلى تثبيط تخليق المركبات الأمينية والإنزيمات المحتوية على مجاميع الثيول (SH-).

المبيدات الفطرية الجهازية
SYSTEMIC FUNGICIDES

لم تتوفر المبيدات الفطرية الجهازية الناجحة في الأسواق إلا في السنوات الأخيرة، وتوجد عدة مبيدات متاحة في الوقت الحاضر. يتم امتصاص المبيدات الجهازية بواسطة النبات ويتم حملها ثم نقلها خلال كيوتيكل النبات وعبر الأوراق إلى القمم النامية. معظم المبيدات الفطرية الجهازية لها خواص استئصالية توقف وتمنع تقدم العدوى الموجودة في النبات. كما أنها علاجية حيث يمكن أن تستخدم لعلاج الأمراض النباتية. قليل من المبيدات الفطرية الجهازية يمكن أن تضاف كمعاملات للتربة وتمتصها الجذور ببطء. وهذا يطيل فترة مكافحة الأمراض.

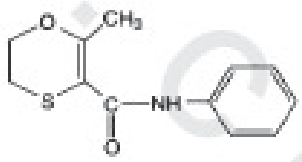
توفر هذه المبيدات الفطرية الجهازية مكافحة أفضل للأمراض النباتية عن المبيدات الفطرية المستخدمة كمواد وقائية التي يلزم التطبيق المنتظم لها والتي تبقى بالضرورة فوق أسطح النباتات التي رشت عليها. وعلاوة على ذلك، يتم إعادة توزيع متبقيات المبيدات الفطرية الوقائية على الأسطح المرشوشة للنبات مما يطيل فترة فعالية المتبقيات أكثر من المتوقع.

تعتبر المبيدات الفطرية الجهازية الطريقة المثلى لمكافحة الأمراض حيث يتم مهاجمة الكائن الممرض في موقع دخوله أو بدء نشاطه على النبات، كما تقلل من مخاطر تلوث البيئة الناتج من التطبيق العام المتكرر للمبيدات الفطرية غير الجهازية. وبلا شك، كلما تم تصنيع مبيدات فطرية انتخابية جهازية جديدة، فسوف تحل بالتدريج محل المواد الوقائية والتي تشكل الجزء الأكبر من الأسلحة ضد الأمراض الفطرية.

الأوكساثيّنات Oxathiins

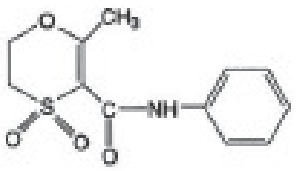
تمثل الأوكساثيينات بمبيدين فطريين هما الكاربوكسين والأوكسيكاربوكسين والتي ظهرت في عام ١٩٦٦م، وكانت أول المبيدات الفطرية الجهازية التي نجح تطبيقها. تستخدم لمعاملة بذور محاصيل الحبوب، خصوصاً تلك التي تصاب أجنتها بفطريات التفحم ونباتات الزينة. كما وجد أن لها سمية اختيارية لكل من التفحمات، الأصداء والريزوكتونيا وكل هذه الفطريات تابعة لمجموعة الفطريات البازيدية. تبدأ طريقة التأثير للأوكسينات من تركيزها الاختياري في الخلايا الفطرية، يتبع ذلك تثبيط إنزيم السكسنيك ديهيدروجينيز وهو من الإنزيمات المهمة للتنفس في أنظمة الميتوكوندريا.

كاربوكسين (فيتافاكس)
CARBOXIN (Vitavax®)



2,3-dihydro-5-carboxanilido-6-methyl-1,4-oxathiin

أكسيكاربوكسين (بلانتفاكس)
OXYCARBOXIN (Plantvax®)



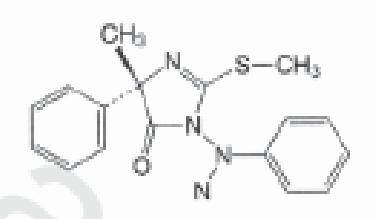
2,3-dihydro-5-carboxanilido-6-methyl 1,4-oxathiin-4,4-dioxide

الإيميدازولات Imidazoles

ترتبط الأميدازولات بالترايزولات (الكونازولات) وتشمل الاميدازولات كل من امازاليل وبروكلوراز (غير موضح) وكلاهما مثبطات للتخليق الحيوي للستيرول. امازاليل مبيد جهازي يستخدم لمعاملة بذور القطن ومحاصيل

الحبوب (الصغيرة) وعلى الموز والموالح كمعاملة لما بعد الحصاد لمكافحة عفن البياض الدقيقي والعفن البني، الدبلوديا، الألترناريا، الفيوزاريوم، البوتراتيس، والمولينيا. ربما يكون لهذا المبيد سمية نباتية على الزهور المتفتحة. بروكلوراز غير مستخدم في الولايات المتحدة. تم إضافة مادتين جديدتين إلى هذا الصف هما فيناميدون (ريزون) وسايزوفامد (رانمان) (غير موضحة) وهما تابعين لتحت صف الأمادازولينات وتحت صف السيانوامادازولات على التوالي. وكلا المركبين فعّالين ضد اللفحات التي تصيب محاصيل الخضر والبياض الزغبي على العنب. كما أنهما لا يشبهان الايمازاليل والبروكلوراز لكونهما يعملان كمثبطات للتنفس.

فيناميدون (ريزون)
FENAMIDONE (Reason®)

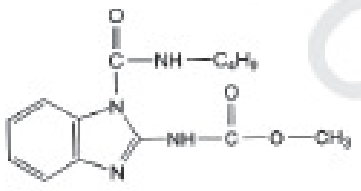


(s)-1-anilino-4-methyl-2-methylthio-4-phenylimidazolin-5-one

البزميدازولات Benzimidazoles

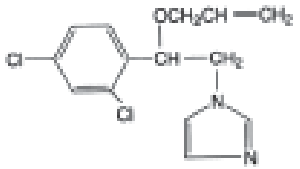
ويمثل هذه المجموعة مبيدي البينوميل والثيابندازول اللذان قُدما في عام ١٩٦٨م ولاقيا رواجاً كبيراً كمبيدات فطرية جهازية ضد مدى واسع من الأمراض. للبينوميل طيف واسع من النشاط السمي ضد الفطريات ومنها السكليروتينيا، البوترايتس والرايزوكتونيا وكذلك أمراض البياض الدقيقي وجرب التفاح وقد أُوقف تسويقه في الولايات المتحدة. للثيابندازول طيف واسع من النشاط السمي مشابه للبينوميل.

بينوميل (بنليت)
BENOMYL (Benlate®)



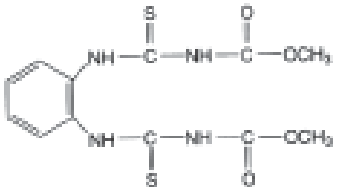
methyl 1-(butylcarbamoyl)-2- benzimidazole carbamate

ايمازاليل (فريشجارد)
IMAZALIL (Freshgard®)



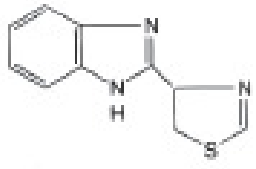
1- [2-(2,4-dichlorophenyl)-2-(2-propenyloxy)-ethyl]-1H imidazole

ثيوفانايت-ميثيل (توبسين-م)
THIOPHANATE-METHYL (Topsin-M®)



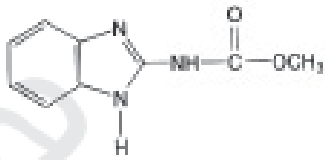
1,2- bis (3- ethoxycarbonyl-2-thioureido) benzene

ثيابندازول (ت ب ز)
THIABENDAZOLE (TBZ)



2-(4'-thiazoyl) benzimidazole

كاربندازم (دلسين)
CARBENDAZIM (Delsene®)



2- (methoxycarbonylamino) - benzimidazole

وقد ظهر الثيوفانيت-ميثايل Thiophanate-methyl في عام ١٩٦٩م، وعلى الرغم أنه ليس من البنزاميدازولات في تركيبه الأصلي إلا أنه يتحول إلى هذه المجموعة بواسطة العائل النباتي والفطر خلال عمليات التمثيل فيهما. للثيوفانيت سمية فطرية شبيهه بسمية البنوميل. تطبق الثلاث مركبات السابقة على الجزء الخضري للنبات، في معاملة البذور، معاملة (تغطيس) الثمار والجذور، كما تطبق على التربة. يبدو أن طريقة تأثير هذه المبيدات الفطرية هي إحداث تغيرات غير طبيعية في إنبات جراثيم الفطريات، وكذلك نمو وانقسام الخلايا كنتيجة للتداخل السلبي لها في عملية تصنيع الحامض النووي DNA .

هناك إضافة جديدة لمجموعة البنزاميدازولات وهو مبيد كربندازيم carbendazim، قُدم في عام ولكنه لم يسجل في الولايات المتحدة. من الصفات المميزة لهذا المبيد الفطري الجهازي ثبوت فائدته في مكافحة مرض شجر الدر الدغاركي Dutch elm disease الخطير. مستحضر الليجناسان® Lignasan، وهو ملح هيدروكلوريدي يحقن في جذوع الأشجار المريضة ويؤدي تأثيره العلاجي ببطء. وقد أوقف استعماله منذ ذلك الوقت.

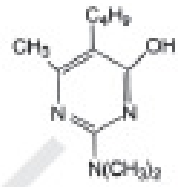
البيريميدينولات Pyrimidinoles

ظهرت المبيدات الفطرية الجهازية التابعة لهذه المجموعة في أواخر الستينات وتشمل كل من دايميثريمول dimethirinol، ايثيريمول ethirimol، والبيريميت bupirimate. لم يسجل أي من المبيدات الثلاثة السابقة على

الإطلاق للاستخدام في الولايات المتحدة. وهذه المبيدات فعالة جداً ضد أنواع من أمراض البياض الدقيقي، على سبيل المثال، الدايميثيريمول يعمل جيداً على القرعيات. يستخدم ايثيريمول لمحاصيل الحبوب والمحاصيل الحقلية الأخرى، والبيبريميت لمكافحة البياض الدقيقي على التفاح ونباتات الورد في البيوت المحمية.

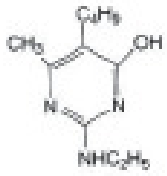
لمبيد الفيناريمول Fenarimol خصائص جهازية، وفعالية وقائية واستئصالية ضد أمراض البياض الدقيقي، الجرب، والصدأ لأشجار الفاكهه المتساقطة والعديد من أمراض المسطحات الخضراء. وهو المركب البيريميدونولي الوحيد المُسجل في الولايات المتحدة. سايبرودنيل cyprodinil (فانجارد Vangard®) أحد مركبات انيلينوبيريميدين الجديدة، وهي تحت صف من البيريميدنولات. سايبرودنيل cyprodinil مبيد جهازي له خواص وقائية وعلاجية، فعّال ضد معظم أمراض البادرات على الخضر، محاصيل الحبوب والبطاطس، وقد نال تسجيله الأول في الولايات المتحدة في عام ١٩٩٨م. ومن المواد الجديدة التي انضمت إلى تحت هذا الصف مادة بيرميثانيل pyrimethanil (سكالا Scala®) ويستخدم لمكافحة العفن الرمادي على العديد من أنواع الفاكهة، الخضر ونباتات الزينة والعرائش. ويعتقد أن تأثير مجموعة الالينوبيراميدات كمبيدات فطرية هو من خلال تأثيراتها السلبية على التخليق الحيوي للميثايونين.

دايميثيريمول (ملكورب)
DIMETHIRIMOL (Milcurb®)



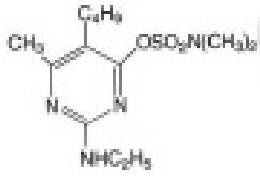
5-n-butyl-2-dimethylamino-4-hydroxy-6-methylpyrimidine

ايثيريمول (ملكورب سوبر)
ETHIRIMOL (Milcurb® Super)



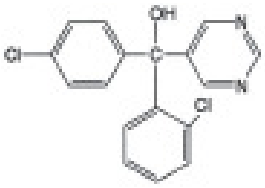
5-butyl-2-ethylamino-4-hydroxy-6-methylpyrimidine

بوبريميت (نيمرود)
BUPIRIMATE (Nimrod®)



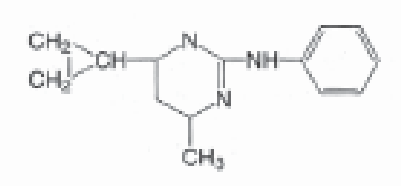
5-butyl-2- ethylamino-6- methyl-pyrimidin – 4-yl-dimethylsulfamate

فيناريمول (روبيجان)
FENARIMOL (Rubigan®)



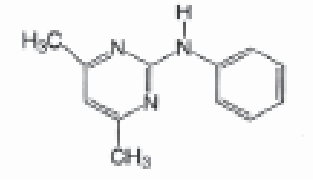
α-(2-chlorophenyl)- α- (4-chlorophenyl)- 5-pyrimidine- methanol

سايبرودنيل (فانجارد)
CYPRODINIL (Vangard®)



4-cyclopropyl-6-methyl-*N*-phenyl-2- pyrimidinamine

بيرميثانيل (سكالا)
PYRIMETHANIL (Scala®)

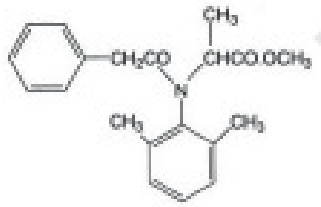


N-(4,6-dimethylpyrimidin-2-yl)aniline

فينيل أميدات Phenylamides

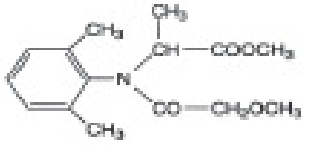
مجموعة أخرى جديدة من المبيدات الفطرية الجهازية تضم ميتالاكسيل، فيورالاكسيل، بنالاكسيل، وأوكسادكسيل وهي فعالة ضد الأمراض الموجودة في التربة والمُتسببة عن فطر البيثيوم والفيتوفثورا وأمراض المجموع الخضري المتسببة عن الفطريات الطحلبية (أمراض البياض الزغبي). وتستخدم لمعاملة الأجزاء الخضرية، ولمعاملات التربة وبذور المحاصيل الزراعية. لهذه المبيدات نشاط جهازي وعلاجي وكذلك نشاط وقائي ذو أثر باقي. علاوة على ذلك، فنشاطها قليل أو معدوم ضد الفطريات الأسكية والبازيدية والفطريات الناقصة. ميتالاكسيل-مفينوكزام Metalaxyl-mefenoxam (ريدوميل جولد® Ridomil Gold)، غير موضح، وهو الأيسومر النقي الأكثر نشاطاً لمركب الميتالكسيل والذي سُجل لأول مرة في عام ١٩٩٥م. يطبق هذا المبيد على الجزء الخضري أو على التربة وله خواص علاجية وجهازية، ويكافح مسببات الأمراض المتولدة في التربة مثل أنواع الفايتوفثورا والبيثيوم في العديد من المحاصيل.

بنالاكسيل (جالين)
BENALAXYL (Galben®)



methyl *N*-(2,6-dimethylphenyl)-*N*-(phenyl acetyl)- DL-alaninate

ميتالاكسيل (ريدوميل)
METALAXYL (Ridomil®)



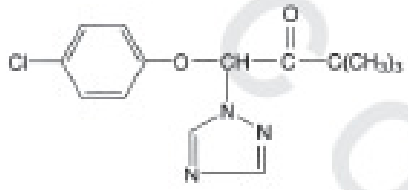
N-(2,6-dimethylphenyl) – *N*-(methoxy- acetyl) – alanine methyl ester

الترايازولات Triazoles

مجموعة من المبيدات الفطرية الجهازية لها خواص وقائية وعلاجية. كما أن لها طيف فعالية واسع ضد أمراض البياض والأصداء على محاصيل الخضر، الحبوب، أشجار الفواكه متساقطة الأوراق، العنب ونباتات الزينة. تشمل مركبات الترايازول بايترتانول bitertanol، بروبيكونازول propiconazole، ترايادينول triadmenol، هكساكونازول hexaconazole (أنفيل)، بنكونازول penconazole (توباس، أومنكس)، تيوكوناوزل tebuconazole (فوليكيور)، مايكوبيوتانيل myclobutanil (سيسثان، رالي)، داينكوتازول-أم diniconazole-M (سبوتلس)، فينبيوكونازول fenbuconazole (ايندار)، تتراكونازول tetraconazole (إمينت)، سايبروكونازول cyproconazole (ألتو)، وكذلك مركب الترايزول فلوسيلازول الفريد في سلسلته والذي يستخدم لمكافحة الأمراض الفطرية الأسكية والبازيدية والناقصة الثلاثة الأولى فقط موضحه.

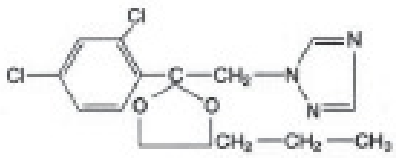
يستخدم ترايسايكلازول tricyclazole (بلاست-تي) على الكثير من المحاصيل لمعاملة جور الإنبات لمكافحة فطريات البيثيوم، الفيوزاريوم، الرايزوكتونيا، والفيثثورا التي تصيب البادرات. من المعروف أنه يثبط التصنيع الحيوي للميلانين، كجزء من طريقة تأثيره. أحدث الإضافات لهذه المجموعة هي مبيدات بروماكونازول bromuconazole (جرانت، كوندور) والذي سُجل لأول مرة في عام ٢٠٠٢م، ايبوكسيكونازول epoxiconazole (ابيك، أويس)، وفلوكونكونازول fluquinconazole (فيستا، كاستيلان)، ابكونازول ipconazole (فورتكس)، متكونازول metconazole (كاراماب)، سميكونازول simeconazole (سانلت) وترايتكونازول triticonazole (تشارتر، بريمس) الذيتم تسجيله في عام ٢٠٠٢م. وموضح منها فقط ترايسيكلازول.

ترايادايميفون (بايليتون)
TRIADIMEFON (Bayleton®)



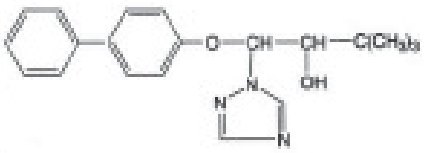
1-(4-chlorophenoxy)-3,3- dimethyl-1-(1 H-1,2,4-triazol-1-yl)-2- butanone

بروبيكونازول (تلت)
PROPICONAZOLE (Tilt®)



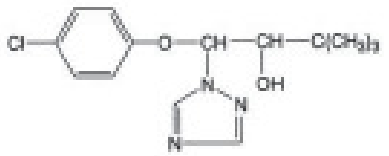
1-(2- (2,4-dichlorophenyl)-1-propyl-1,3-dioxolan-2-yl-methyl)-1 H-1,2,4-triazole

بايترتانول (بايكور)
BITERTANOL (Baycor®)



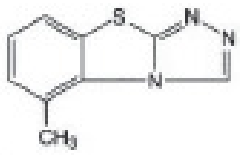
β-[(1,1´-biphenyl)-4 yloxy-α (1,1 dimethyl-ethyl)-1H -1,2,4-triazole-1-ethanol

تريادِمنول (بايمان)
TRIADIMENOL (Baytan®)



β-(4-chlorophenoxy)-α-(1,1 dimethy-ethyl)-1H-1,2,4-triazole-1-ethanol

ترايسايكلازول (بلاست-تي)
TRICYCLAZOLE (Blast-T®)



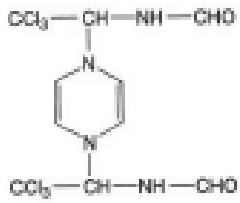
5-methyl-1,2,4-triazolo (3,4-b)-benzothiazole

تعتبر الترايزولات من صفوف المبيدات الفطرية المعروفة ولا يزال يظهر منها مواد جديدة طريقة تأثيرها هي تثبيط تصنيع الإستيرولات (sterols).

البيرازينات Piperazines

تحوي هذه المجموعة من المبيدات الفطرية الجهازية على مبيد واحد في الوقت الحاضر هو الترايفورين الذي له فعالية مدهشة ضد أمراض البياض الدقيقي على أي عائل نباتي. كما أنه فعّال ضد الجرب والأمراض الفطرية الأخرى على الفاكهة والثمار الليّنة، أمراض الصدأ والبقع السوداء على نباتات الزينة، أمراض البياض الدقيقي وأمراض الأوراق الأخرى على محاصيل الحبوب، الصدأ على الحبوب، عدة أمراض على الخضر وأمراض الفاكهة في المخزن. الترايفورين يشبه الترايازولات من حيث كونه يعمل كمثبط للتخليق الحيوي للستيرول.

ترايفورين (فنجينكس)
TRIFORENE (Funginex®)



N-N'-(1,4-piperazinediyl-bis (2,2,2-trichloroethylidene)-bis-(formamide)

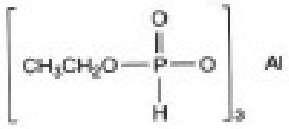
obeikandl.com

مركبات الفوسفور العضوية Organophosphates

ايروبنفوس (Iprobenfos) من بين المبيدات الفطرية الجهازية الجديدة التابعة لهذه المجموعة. أُنتج في اليابان وقُدم عام ١٩٦٥م وهو فعال ضد مرض ذبول الأرز، تعفن الساق واللفحة الغمدية في الأرز، ولكنه لم يُسجل للاستخدام في الولايات المتحدة. فوزيتيل (Fosetyl) مبيد جهازي آخر في مجموعة الفسفور العضوية، مُسجل للاستخدام على الحمضيات غير المثمرة (غير الحاملة للثمار)، نباتات الزينة والأناناس، له فعالية ضد الأمراض التي تسببها الفطريات البيضية (الفيتوفثورا والبياض الزغبي). تولكلوفوس-ميثايل Tolclofos-methyl مبيد فسفوري عضوي يستخدم كمبيد فطري بالملامسة، وليس جهازي كالمبيدين السابقين. وهو فعال ضد أنواع الرايزوكتونيا، أمراض ذبول البادرات، عفن السيقان، العفن الثلجي وأنواع التفيولا. وهو مُسجل للاستخدام على المسطحات الخضراء.

بيرازوفوس pyrazophos (أفوجان)، أيزوبروثيولان isoprothiolane (فوجي-ون)، وايديفنفوس edifenphos (بلاست اف)، مبيدات فطرية من مجموعة الفوسفور العضوية غير مستخدمة في الولايات المتحدة. الميدان الأخيران يستخدمان بشكل استثنائي على محصول الأرز.

فوزيتيل-آل (آليت)
FOSETYL-Al (Aliette®)

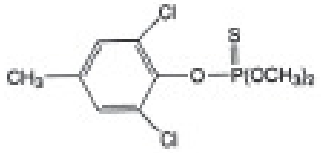


aluminum tris(*O*-ethyl phosphonate)

ايروبنفوس (كيتازين)
IPROBENFOS (Kitazin®)

O,O-diisopropyl-*S*- benzyl thiophosphate

تولكلوفوس-ميثايل (ريزولكس)
TOLCLOFOS-METHYL (Rizolex®)



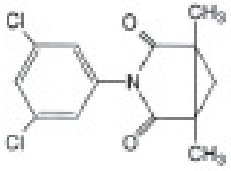
O-2,6-dichloro -4- methylphenyl - *O,O*-dimethyl-phosphorothioate

الدايكاربوكسيميدات Dicarboximides

تركيب هذه المجموعة يختلف جوهرياً عن الفثاليميدات. للبروسيميدون (Procymidone) خواص جهازية، أما ايرودايون (Iprodione) وفنكلوزولين (Vinclozolin) فمبيدات فطرية بالملامسة، ولهما نشاط وقائي وعلاجي.

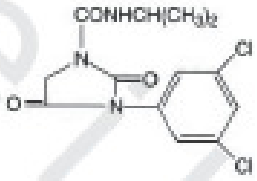
لهذه المبيدات فعالية خاصة ضد البوترايتس، مونلينيا، وسكليروتينيا. الابرودايون فعّال ضد الأنواع الفطرية مثل الألترناريا، الهلمنثوسبوريم، الرايزوكتونيا، كورتكيم، تيفولا والفيوزاريوم. ويعتقد أن هذه المركبات تعمل على استهداف الأنزيم المُختزل لـ NADH سايتوكروم سي خلال عملية بيراكسدة الدهون.

بروسايميدون (سميلكس)
PROCYMIDONE (Sumilex®)



N-(3,5-dichlorophenyl)-1,2- dimethyl-cyclopropane-1,2-dicarboximide

ابرودايون (روفرال)
IPRODIONE (Rovral®)



3-(3,5-dichlorophenyl)-*N*-(1-methylethyl)-2,4-dioxo-1- imidazolidinecarboxamide

فنكلوزولين (رونيلان)
VINCLOZOLIN (Ronilan®)

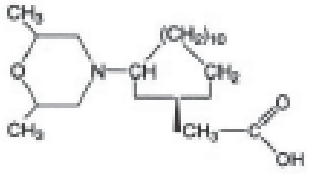
3-(3,5-dichlorophenyl)-5- ethenyl-5-methyl-2,4-oxazolidinedione

المورفولينات Morpholines

هذه المجموعة من المبيدات الفطرية جديدة نسبياً في الولايات المتحدة لكنها ليست كذلك بالنسبة لبقية دول العالم. يُشتق تصنيف أفراد هذه المجموعة من الجزء القاعدي، وهي حلقة سداسية تحتوي على النيتروجين والأكسجين اللذان يحتلان موقعين متقابلين على تلك الحلقة، ويتصل النتروجين ببقية الجزيء. هناك خمس مبيدات فطرية منتشرة الاستعمال تابعة لهذه المجموعة أنتجت في ألمانيا، بدأت بمبيد دوديمورف Dodemorph (ملتاتوكس) (١٩٦٧م) ثم تبعه ترايديمورف Tridemorph (كاليكسن)، فنبروبيمورف Fenpropimorph (كوربل)، الديمورف Aldimorph (فاليمورف)، وأحدثهم دايميثومورف Dimethomorph (أكروبات، فُورَم) وكان أول تسجيل له في الولايات المتحدة عام ١٩٩٨م. وهذه المبيدات ما عدا الديمورف مُسجلة للاستخدام في الولايات المتحدة. طريقة تأثيرهذه المجموعة هي تثبيط تخليق الاستيرول (أرجوستيرول) ولكن في موقع مختلف عن الترايازولات

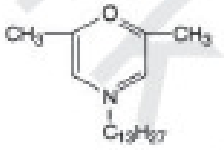
والأمنازولات. الدايميثومورف يبدو أنه يؤثر على جُدر الخلايا الفطرية وطريقة تأثيره مستثناء من المجموعة. المورفولينات مبيدات فطرية جهازية لها خواص وقائية علاجية. يكافح دوديمورف أمراض البياض الدقيقي، الأصداء، التبقعات السوداء في البيوت المحمية وعلى نباتات الزينة. للترايديمورف مدى مشابه من الأمراض ولكن يمتد استخدامه على الفاكهة والخضر. يستخدم الفنبروبايمورف على محاصيل الحبوب لمكافحة أمراض البياض، الأصداء واللفحات الورقية. يكافح الدايميثومورف أمراض البياض الزغبي، اللفحة المتأخرة، أمراض العنب التاجية والجذرية، البطاطس، الطماطم والخضراوات الأخرى.

دوديمورف (ميلتاتوكس)
DODEMORPH (Miltatox®)



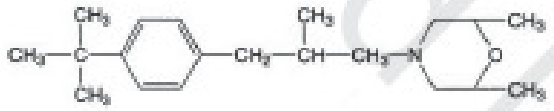
4-cyclododecyl-2,6-dimethylmorpholine acetate

ترايديمورف (كاليكسين)
TRIDEMORPH (Calixin®)



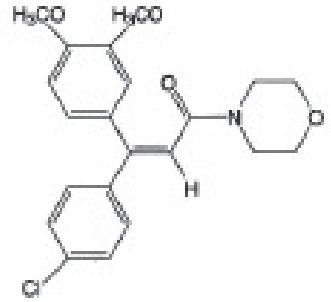
N-Tridecyl-2,6-dimethylmorpholine

فنبروبايمورف (كوربل)
FENPROPIMORPH (Corbel®)



4-(3-(4-(1,1-dimethylethyl)phenyl)-2- methyl)propyl-2,6 (cis)-dimethylmorpholine

دايمثومورف (أكروبات، فورم)
DIMETHOMORPH (Acrobat® , Forum®)



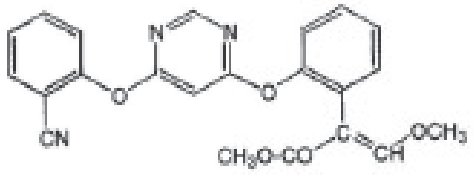
(E,Z) 4-(3-(4-chlorophenyl)-3-(3,4-dimethoxyphenyl) acryloyl morpholine

الإستروبيليورينات Strobilurins

هذه المركبات حديثة (١٩٩٦م) ونمط مختلف جداً من المبيدات الفطرية، وقد صُممت بعد إنتاج مبيدات فطرية طبيعية من أنواع المشروم (الفطر) الصالح للأكل، وأنواع أخرى معروفة من المشروم التي تحلل الأخشاب.

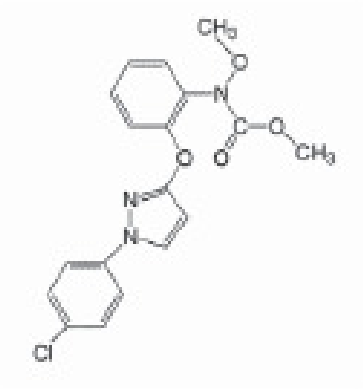
أُنتجت مجموعة أخرى من مركبات **الإستروبيليورين** الطبيعية الموجودة في فطر مخروط الصنوبر. مبيد الآزوكسيستروبين azoxystrobin (أميستار® Amistar، ابارند® Abound، هيريتج® Heritage، كوادرس® Quadris) والذي حصل على موافقة أولية من وكالة حماية البيئة الأمريكية في عام ١٩٩٧م، هو مبيد وقائي واسع الطيف له بعض الخصائص الوقائية والجهازية لمكافحة مسببات الأمراض النباتية على الأجزاء الخضرية والمتولدة في التربة. وتشمل أمراض البياض الدقيقي والزغبي، تبقعات الأوراق والأصداء على مدى واسع من المحاصيل. كريزوكزيم-ميثيل kresoxim-methyl (سترويي® Stroby، سايجنص® Cygus) مبيد فطري نصف جهازي له خصائص وقائية وعلاجية/استئصالية تم تسجيله في عام ١٩٩٨م. يكافح هذا المبيد نفس الفطريات التي يكافحها الآزوكسيستروبين. يستخدم مبيد فاموكسادون famoxzdone (فاموكسان® Famoxate) تجريبياً على أشجار الفاكهة، الخضر، والحبوب كمبيد فطري جهازي يرش على الأوراق. ترايفلوكسيستروبين trifloxystrobin (فلنت® Flint) ١٩٩٩م يشابه مبيد فاموكسادون في استخدامه في المكافحة. وهناك عدة مواد ظهرت حديثاً تشمل فلوكساستروبين fluoxastrobin (HEC5725) وهو ذو فعالية على محاصيل الحبوب الصغيرة، أوريزاستروبين orysastrobin، بيكوكسيستروبين picoxystrobin (أكانتو® Acanto) على محاصيل الحبوب الصغيرة والفواكه المتساقطة الأوراق، بايراكلوستروبين pyraclostrobin (كابريو® Cabrio، هيدلاين® Headline) وهي مادة مطورة فعّالة ضد الأمراض الفطرية للمسطحات الخضراء والفواكه وهذا الصنف يستهدف في تأثيره عملية التنفس (للفطريات الممرضة) ويبدو تأثيره مشابهاً لتأثير الفينامدون (من الأميدازوليتات).

آزوكسيستروبين (ابارند، هيريتج)
AZOXYSTROBIN (Abound®, Heritage®)



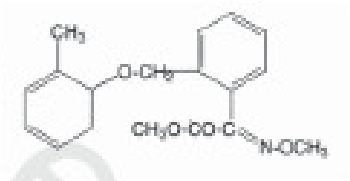
methyl (E)-2,2,6-(2-cyanophenoxy) pyrimidin-4-yoloxy-phenyl-3-methoxyacrylate

بايراكلوسترويين (كابريو، هيدلاين)
PYRACLOSTROPIN (Cabrio®, Headline®)



methyl *N*-(2-[1-(4-chlorophenyl)-1*H*-pyrazol-3-yloxymethyl]phenyl)(*N*-methoxy) carbamate

كريزوكزيم-ميثيل (سترويي، سايجنس)
KRESOXIM-METHYL (Stroby®, Cygnus®)

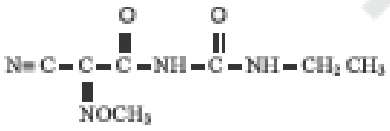


methyl (E)-methoxyimino [α-(o-tolyloxy)-o-toty] acetate

الأسيتاميدات Acetamides

للسايموكسانل Cymoxanil (كيوزيت curzate®) نشاط جهازي موضعي، وهو عادة يخلط مع مستحضرات المبيدات الفطرية الأخرى. وهو مبيد وقائي، وعلاجي لما بعد العدوى، كما أنه يقلل عملية التجرثم. هذا المبيد مُسجل في الوقت الحاضر على البطاطس والطماطم لمكافحة أمراض البياض الزغبي، الأفرع الميتة، واللفحات المتأخرة.

سايموكسانل (كيورزيت)
CYMOXANIL (Curzate®)

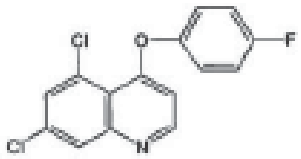


2-cyano-*N*-[(ethylamino)carbonyl]-2-(methoxyimino) acetamide

الكينولينات Quinolines

الكينوكسيفن quinoxyfen (فورترس) هو المبيد الفطري الوحيد المُسجل في هذه المجموعة. يستخدم للرش على محاصيل الحبوب، الأشجار، العنب، والخضر. وهو مبيد جهازي يستخدم تجريبياً على المحاصيل السابقة وعلى نباتات الزينة لمكافحة أمراض البياض الدقيقي، الجرب، والعديد من الأمراض النباتية الأخرى.

كينوكسيفن (فورترس)
QUINOXYFEN (Fortress®)

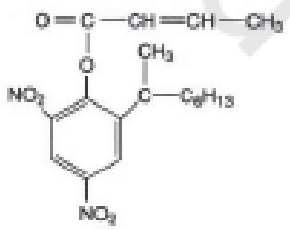


5,7-dichloro-4-(4-fluorophenoxy) quinoline

الداينيتروفينولات Dinitrophenols

لقد سبق ذكر هذه المركبات كمبيدات حشرية ومبيدات حشائش (في الفصل الرابع ،والحادي عشر على الترتيب)، ولها نفس طريقة التأثير كمبيدات فطرية بمعنى أنها تمنع ازدواج تفاعلات الأكسدة والفسفرة في الخلايا مع ما يرافقها من اضطرابات في أنظمة الطاقة داخل الخلايا. يستخدم الداينوكاب dinocap منذ أواخر الثلاثينيات ١٩٣٠م كمبيد أكاروسي (لمكافحة الحلم) وكذلك لمكافحة البياض الدقيقي على عدد من محاصيل الفاكهة والخضر. كما أن هذا المبيد يعمل بلا شك في حالته البخارية حيث إنه فعّال جداً ضد أمراض البياض الدقيقي والتي تنبت جراثيمها في غياب الماء (الرطوبة). وقد أُلغي استعمال هذا المبيد الفطري الشائع الاستخدام في المنازل.

داينوكاب (كاراثان)
DINOCAP (Karathane®)



2,4-dinitro-6-(2-octyl) phenyl crotonate

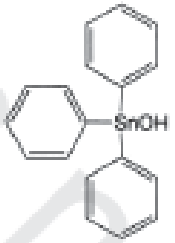
الكينونات Quinones

كلورانيل chloranil هو أول هذه المبيدات وظهر في عام ١٩٣٧م. وقد استخدم بكثافة لمعاملة البذور ومعاملة الأجزاء الخضرية حتى ظهرت الدايكاربوكسيميدات. علاوة على ذلك، كان الدايكلون هو أكثر المبيدات الفطرية استخداماً في هذه المجموعة. استُخدم على محاصيل الفاكهة والخضر، ولمعاملة البرك لمكافحة الطحالب الزرقاء المخضرة. الكينونات ذات مواقع نشطة متعددة تشمل تثبيط تنفس الخلايا في العديد من الفطريات. الدايكلون والكلورانيل ليست متاحة في الولايات المتحدة.

مركبات القصدير العضوية Organotins

كان أول تقديم لمركبات القصدير العضوية في منتصف الستينيات ١٩٦٠م بعد عشر سنوات من اكتشاف خواصها كمبيدات فطرية. وبشكل عام، فإن مشتقات التراي ألكيل سامة جداً للفطريات كما أنها سامة أيضا للنباتات. مركبات التراى آرايل (المحتوية على ثلاث حلقات) مناسبة للاستخدام كمبيدات وقائية ولها أيضاً خواص كمبيدات أكاروسية. مركبات القصدير ثلاثية الاستبدال تثبط الفسفرة التأكسدية في الخلايا. تشمل هذه المجموعة فنتن استيت fenrinacetate (اجروتن) وكلوريد ثلاثي فينيل القصدير triphenyltin (تينميت)، وفنتن هيدروكسيد fentin hydroxide (سوبرتن).

فنتن هيدروكسيد (سوبرتن)
FENTIN HYDROXIDE (Super Tin®)

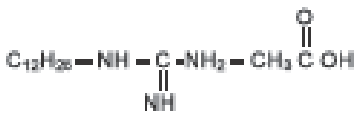


Triphenyltin hydroxide

الجوانيدينات Guanidines

دودين dodine، مبيد فطري قُدم في منتصف الخمسينيات ١٩٥٠م وثبتت فعاليته في مكافحة بعض الأمراض الفطرية مثل جرب التفاح والكمثرى وتبقعات أوراق الكرز. وهو مبيد متخصص وله خواص جهازية ضعيفة. طريقة تأثيره غير واضحة تماماً ولكنه يمتص بسرعة بواسطة الخلايا الفطرية مسبباً تسربات في تلك الخلايا ربما بسبب التغيير في نفاذية الأغشية. أيضاً فإن نواة الجوانيدين لمبيد الدودين تثبط تصنيع الحامض النووي RNA. من الجوانيدات الأخرى، ولكنها غير مستخدمة في الولايات المتحدة مبيد جوازاتاين guazatine ومبيد إيمينوكتادين iminoctadine.

دودين (ميلبركس، سايلت)
(DODINE, Melprex®, Syllit®)



n-dodecylguanidine acetate

المدخنات Fumigants

كما في المبيدات الحشرية، هناك عدة مبيدات فطرية شديدة التطاير وذات جزيئات صغيرة لها فعالية تدخينية. هذه المواد التدخينية غير مرتبطة ببعضها من الناحية الكيميائية ولكن يتم التعامل معها بنفس الطريقة، وسوف يخصص لها صف منفرد في هذا الكتاب. مادة الكلوروبكرين chloropicrin سبق ذكرها في الفصل الرابع كعامل تحذيري في تدخين الحبوب ولكنها مادة تدخين مثالية في حد ذاتها: فهي تستخدم في مكافحة الفطريات، الحشرات، النيماتودا، بذور الحشائش في التربة. مادة بروميد الميثيل methyl bromide، موجودة أيضاً في قائمة المبيدات التدخينية الحشرية، فعّالة على وجه المساواة ضد الفطريات، النيماتودا والحشائش. وقد تم إيقاف استخدامه تدريجياً بواسطة وكالة حماية البيئة الأمريكية. ميتام–صوديوم metam-sodium، ذُكر ولكن لم يذكر تركيبه مع مبيدات الدايثيوكربامات الفطرية والتي ينتمي إليها كيميائياً. وهو يتحلل في التربة لينتج ميثايل أيزوثيوسيانات. لا يستخدم أي من هذه المركبات حول المنازل أو الحدائق.

بروميد الميثيل METHYL BROMIDE	ميتام–صوديوم (فابام) METAM-SODIUM (Vapona®)	كلوروبكرين CHLOROPICRIN
CH_3Br	$CH_3-NH-\overset{\overset{S}{\|}}{C}-S^+ \quad Na^-$	$Cl-\overset{\overset{Cl}{\|}}{C}-\overset{\overset{O}{\|}}{N}\overset{\overset{O}{\|}}{}$
bromomethane	Sodium *N*-methyl dithiocarbamate	trichloronitromethane

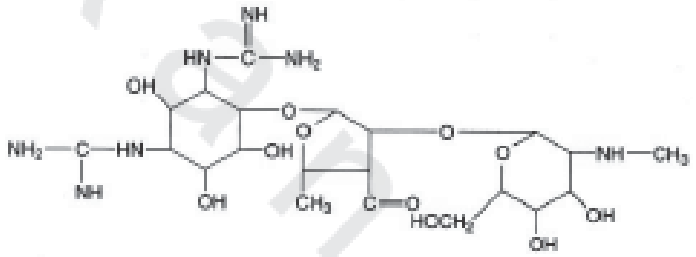
المضادات الحيوية Antibiotics

تستخدم المضادات الحيوية مثل البنسلين penicillin، التتراسيكلين tetracycline، والكلورامفينيكول chloramphenicol طبياً ضد الأمراض البكتيرية للإنسان. لن نتطرق إليها في دراستنا ولكن مما يلاحظ أن الأوكسيتتراسيكلينات لها خواص علاجية ضد بعض الأمراض الغامضة المتسببة عن شبيهات الميكوبلازما. وكما هو الحال في المضادات الحيوية المهمة طبياً، فالمضادات الحيوية كمبيدات فطرية عبارة عن مواد تنتجها الكائنات الدقيقة، والتي تعمل في تركيزات منخفضة (مخففة) على تثبيط نمو أو حتى تحطيم الكائنات الدقيقة الأخرى. يوجد في الوقت الحاضر عدة مئات من المضادات الحيوية التي ثبتت فعاليتها ضد الفطريات، والتركيب الكيماوي معروف لحوالي نصف هذه المواد. تشكل مجموعة البكتريا الخيطية (Actinomycetes) أكبر مصدر للمضادات الحيوية الفطرية. من بين مجموعة البكتريا السابقة يوجد نوع سدهش *Streptomyces griseus* ويمكن الحصول منه على نوعين من المضادات الحيوية هما ستربتوميسين streptomycin وسيكلوهكسامايد cyclohexamide.

يستعمل ستربتوميسين كمسحوق تعفير أو كسائل رش ولمعاملة البذور لمكافحة الأمراض البكتيرية مثل مرض لفحة التفاح والكمثرى، العفن الطري على الخضراوات الورقية، وبعض أمراض البادرات. كما أنه أيضاً فعّال ضد القليل من الأمراض الفطرية.

طريقة تأثير الستربتوميسين غير واضحة، ولكن من المحتمل أنه يتداخل مع تخليق البروتينات. وبالرغم من وجود دلائل على مقاومة بعض السلالات، فإن الستربتوميسين له مكانته في مكافحة بعض الأمراض البكتيرية، كما أن التتراسيكلينات ربما تلعب دوراً مهماً في مكافحة الأمراض النباتية المتسببة عن شبيهات الميكوبلازما. ولأن الستربتوميسين له مكان تأثير واحد ومحدد فإن حدوث المقاومة له شيء حتمي في كل من البكتريا والميكوبلازما (انظر الفصل العشرون).

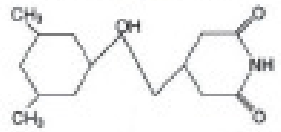
ستربتوميسين (أجري- مايسين)
STREPTOMYCIN (Agri-Mycin®)



2,4-diguanidino-3,5,6-trihydroxycyclohexyl-5-deoxy-
2-O-(2-deoxy-2-methylamino- α-glucopyranosyl)- 3-formyl pentofuranoside

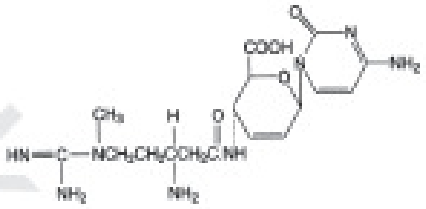
السيكلوهكسامايد مضاد حيوي أصغر في الوزن الجزيئي وأقل تعقيداً ويعرف عنه الكثير. أولاً، السيكلوهكساميد مركب سام لمدى واسع من الكائنات الدقيقة، بما في ذلك الخمائر، الفطريات الخيطية، الطحالب، البروتوزوا، النباتات الراقية، وبوجه خاص للثدييات. ومن الغريب أنه غير فعّال ضد البكتريا، ربما بسبب أن البكتريا تفشل في عملية امتصاصه. يسبب السيكلوهكساميد تثبيط نمو الخمائر والفطريات الخيطية من خلال تثبيط تخليق الحامض النووي RNA. ولهذا، وبقدر كافٍ من الثقة، يمكن القول أن الستربتوميسين والسيكلوهكساميد يعملان على تثبيط تخليق الأحماض النووية. قُدم السيكلوهكساميد كمبيد فطري في عام ١٩٤٨م واصبح له استخدام شائع لمكافحة البياض الدقيقي، الأصداء، أمراض المسطحات الخضراء وبعض أمراض اللفحة. وبسبب سميته الحادة العالية، فإنه لا يناسب الاستخدام المنزلي أو في الحديقة. لا يباع هذا المركب في الوقت الحاضر في الولايات المتحدة.

سيكلوهكسيميد
CYCLOHEXIMIDE



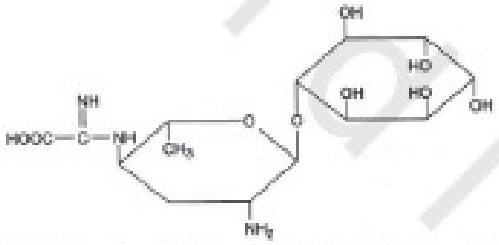
B[2-(3,5-dimethyl-2- oxocyclohexyl)-2-hydroxyethyl]-glutarimide

بلاستيسيدين-اس
BLASTICIDIN-S



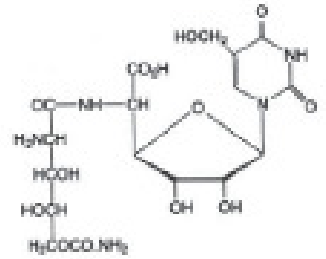
(*S*)-4[[3-amino-5-[(aminoiminomethyl)methylamino)-
1-oxopentyl)amino]-1-(4-amino2-oxo-1(2H)-pyrimidinyl)-1,2,3,4-tetradeoxy-
β -D-erythrohex-2- enopyranuronic acid

كاسوجاميسين
KASUGAMYCIN



D-3-[- [2-amino-4-[(1-carboxyiminomethyl) amino]-
2,3,4,6-tetradeoxy-α- D -arabinohexopyranosyl) -D-chiro – inositol

بولي أوكسين ب
POLYOXIN B



5-(((2-amino-5-*O*- (aminocarbonyl)-2-deoxy- L-xylonoyl)
amino)-pyrimidinyl) β-D-allofura-
1,5-dideoxy-1(3,4-dihydro-5- (hydroxymethyl)- 2,4-dioxo-1(2H)– nuronic acid

obeikandl.com

أُكتشف البلاستيسيدين – اس في عام ١٩٥٥م ويُنتج من خلال عمليات التخمير لبكتريا *Streptomyces griseochromogenes*، وقُدم كاسوجاميسن في عام ١٩٦٣م، تكوّنه بكتريا*Streptomyces kasugaenis*، وكذلك بولي أوكسن ب الذي يستخلص من البكتريا *Streptomyces cacaoi*. من هذه المضادات الحيوية الثلاثة اليابانية، فقط البلاستيسيدين–اس غير جهازي. للمبيدين الأول والثاني فعالية ضد مرض ذبول (تيبس) الأرز، أما المبيد الأخير فيستخدم ضد مرض لفحة الأوراق الغمدية في الأرز. تستخدم هذه المبيدات خارج الولايات المتحدة.

تيراميسين، ويجهز كملح أوكسيتتراسيكلين، مُسجل للاستخدام على الخوخ، الكمثرى، ونباتات الزينة لمكافحة بعض الأمراض البكتيرية والفيروسية، وتشمل التبقع البكتيري على الخوخ، اللفحة النارية على الكمثرى، أمراض الاصفرار المميتة على النخيل، ومرض تدهور الكمثرى.

ونتيجة للاهتمام الذي بدأ منذ أواخر التسعينات (للقرن الماضي)، فأن وكالة حماية البيئة الأمريكية بدأت مؤخراً بمراجعة ما إذا كان استخدام المضادات الحيوية في علائق (أعلاف) الحيوانات أو كمبيدات فطرية يُساهم في زيادة مقاومة الإنسان للمضادات الحيوية أو تقليل فعاليتها.

صفوف جديدة من المبيدات الفطرية
NEW NOVEL FUNGICIDE CLASSES

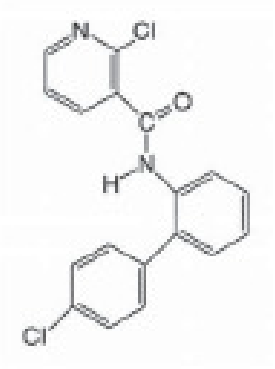
ظهر حديثاً عدد من المنتجات الجديدة والتي تمثل تركيبات من غير المناسب ادراجها في صفوف المبيدات الفطرية السابق ذكرها وسوف تتم مناقشتها لاحقاً.

وقد سبق استعراض صفين من المبيدات الفطرية والتي شكلت تحت صفي الأميدات وهما فينولات وخلات الأميدات.

وهناك عدة مبيدات فطرية جديدة من المناسب أيضاً أن توضع ضمن تحت صفي الأميدات وسوف يتم استعراضها فيما يلي:

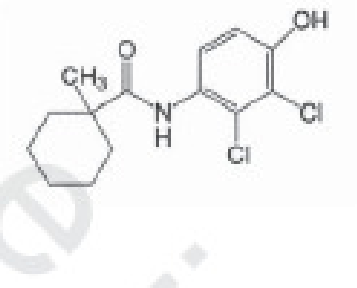
الأنيليدات: بوسكالد (انديورا، برستين) ويمكن وصفه على أنه من أميدات النيكوتين ويستخدم ضد الأعفان والتعفنات وأمراض البياض الدقيقي وتبقعات الأوراق على محاصيل الخضر، الكانولا، الفول السوداني والبطاطس. طريقة تأثيره على الفطريات غير معروفة حتى الآن. فنهكساميد (الفيت، تلدار) وهو من هيدروكسيدات الأنيليدات وهو فعّال ضد الأمراض الفطرية المتسببة عن الأجناس *Botrytis* و *Monilinia*، مُسجل بواسطة وكالة حماية البيئة الأمريكية في عام ١٩٩٩م للاستخدام على العنب والفراولة وبعض محاصيل الفواكه والجوزيات والعنبيات. وهناك استخدامات أخرى معلقةلم يُبتّ فيها بعد. يؤثر هذا المركب عكسياً على التخليق الحيوي لمادة الستيرول ولكن في موقع تأثير آخر مختلف عن ذلك الخاص بالترازولات.

نيكوبيفن (بوسكالد) (اندورا، برستين)
NICOBIFEN (BOSCALID) (Endura®, Pristine®)



2- chloro-*N*-(4'-chlorobiphenyl-2-yl) nicotinamide

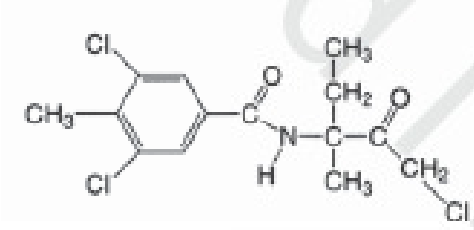
فنهكسامید (الفیت، تلدار)
FENHEXAMID (Elevate®, Teldor®)



N-(2,3-dichloro-4-hydroxyphenyl)-1-methyl cyclohexanecarboxamid

البزاميـــدات: زوكساميد (جافل) ويستخدم لمكافحة أمراض البياض الزغبي واللفحات وفطر الفايتفثورا *Phytophthora* على الخضر، العنب ونباتات الزينة وقد سجل لأول مرة في عام ٢٠٠١م. هذه المادة تعمل على تثبيط الانقسام الميتوزي للفطريات من خلال تأثيرها على تجمع البيتا-تيبولين.

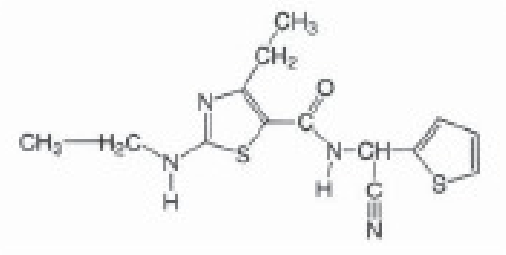
زوكسميد (جافل، زوكسيم)
ZOXAMIDE (Gavel®, Zoxium®)



(*R,S*)-3,5-dichloro-*N*-(3-chloro-1-ethyl-1-methyl-2-oxopropyl-*p*-toluamide

الكاربوكساميدات: ايثابوكسام (جارديان): ينتمي إلى الثيازولات من حيث التركيب الكيميائي، يستخدم في مكافحة أمراض اللفحات والبياض الزغبي على القرعيات، الطماطم، البطاطس والعنب. موقع تأثير هذا المركب غير معروف حتى الآن. سلثيوفام (لاتيود) يتبع الثايوفينات من حيث تركيبه الكيميائي يستخدم لمعاملة محاصيل الحبوب وهو ذو فعالية واسعة. يعتقد أنه يثبط عملية التنفس.

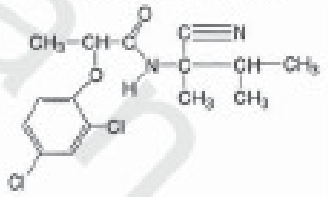
ايثابوكسام (جارديان)
ETHABOXAM (Guardian®)



(*R,S*)-*N*-(α-cyano-2-thenyl)-4-ethyl-2-(ethylamino)-1,3-thiazole-5-carboxamide

البروبيونميدات: فينوكسانيل (اتشيف) يستخدم في اليابان لمكافحة ذبول الأرز. وهو يعمل على تثبيط التخليق الحيوي للميلانين.

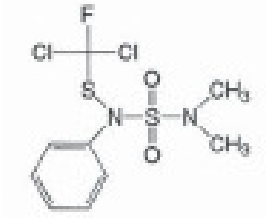
فينوكسانيل (اتشيف)
FENOXANIL (Achieve®)



N-(1-cyano-1,2-dimethylpropyl)-2-(2,4-dichlorophenoxy) propanamide

السلفاميدات Sulfamids: دايكلوفلوانيد Dichlofluanid (الفارون) ويستخدم لمكافحة طيف واسع من الأمراض الفطرية على العديد من المحاصيل خارج الولايات المتحدة. توليلفلوانيد Tolylfluanid (اوبارين–ام) مثل المركب السابق؛ ذو طيف واسع ويستخدم على عدة محاصيل خارج الولايات المتحدة. ومع ذلك، ففي نهاية عام ٢٠٠٢م منحت وكالة حماية البيئة الأمريكية هذا المركب مستوى تحمل محدد للاستيراد والاستخدام على عدة محاصيل مهمة. هذه المركبات تؤثر على مواقع كيموحيوية متعددة.

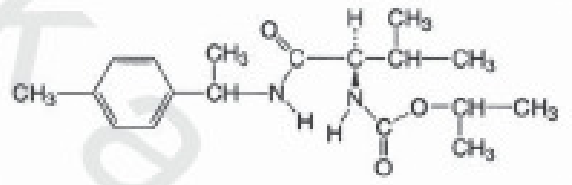
دايكلوفلوانيد (إفارون، يوبارين)
DICHLOFLUANID (Elvaron®, Euparen®)



N-dichlorofluoromethylthio-*N'*,*N'*-dimethyl-*N*-phenylsulfamide

الفالينااميدات Valinamides: العضوين التابعين لهذه المجموعة هما بنثايافاليكارب benthiavalicarb (والمعلومات المتاحة عنه قليلة) وايروفاليكارب iprovalicarb. وكل منهما يحتوي على شطر كربماتي ويمكن تصنيفهما على أنهما من كربمات الحامض الأميني الأميدي. ايروفاليكارب iprovalicarb (ميلودي، انفنتو) مُنح مستوى تحمل محدد للاستيراد والاستخدام (بواسطة وكالة حماية البيئة الأمريكية) في عام ٢٠٠٢م على العنب، كما يستخدم أيضاً ضد اللفحات المبكرة والمتأخرة والبياض الزغبي على العنب، البطاطس والطماطم. ويعتقد أن له تأثير عكسي على تخليق جدر الخلايا.

ايروفاليكارب (ميلودي، انفنتو)
IPROVALICARB (Melody®, Invento®)



isopropyl 2-methyl-1[(1-*p*-tolylethyl)cabobamoyl]-(*S*)-propylcarbamate

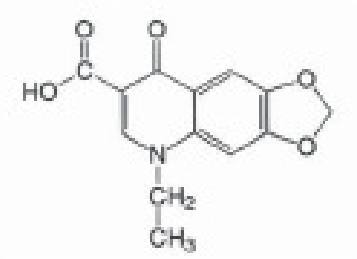
مبيدات فطرية متنوعة Miscellaneous

هناك ثلاث مبيدات فطرية ورابع بكتيري جديدة لا يناسب ادراجها في الصفوف السابقة أو أنها لم تصنف بعد. المبيد البكتيري هو حامض الأوكسولينيك oxolinic acid (ستامر) وهو عبارة عن حامض كربوكسليك يستخدم خارج الولايات المتحدة لمكافحة البكتيريا التي تصيب الأرز.

أما المبيدات الفطرية فهي:

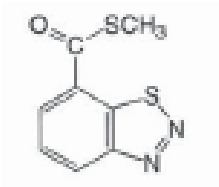
اسيبنزولار-اس-ميثايل Acibenzolar-S-methyl (اكتيجارد، بلوكيد) من البنزوثياديازولات وهو فريد من حيث كونه يهيئ النبات لمقاومة الأمراض الفطرية أكثر من كونه يكافحها مباشرة، أي أن ليس له نشاط داخلي مباشر ضد الفطريات ولكنه يحث النبات على انتاج مادة طبيعية (حامض السلسيليك) والتي تنشط النباتات المعاملة لمقاومة عدة أمراض بصورة طبيعية.

حامض الأوكسولينيك (ستارنر)
OXOLINIC ACID (Stranner®)



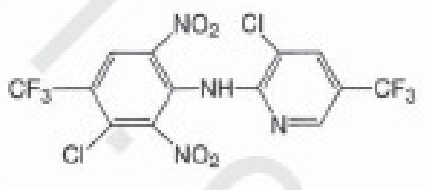
5-ethyl-5,8-dihydro-8-oxo[1,3]dioxo[4,5-g] quinoline-7-carboxylic acid

اسيبروزلار-اس-ميثيل (اكتيجارد، بلوكيد)
ACIBENZOLAR-S-METHYL
(Actigard®, Blockade®)



S-methyl benzol[1,2,3]thiadazole-7-carbothioate

فلوازينام (اوميجا)
FLUAZINAM (Omega®)

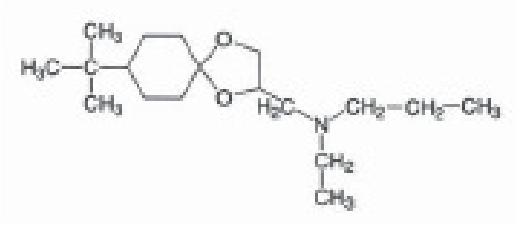


3-chloro-N-(3-chloro-5-trifluoromethyl-2-pyridyl)-α,α,α-trifluoro-2,6-dinitro-p-toluidine

فلوازينام Fluazinam (اوميجا) وهو من البايريدنات. سُجل بواسطة وكالة حماية البيئة الأمريكية في عام ٢٠٠١م. يستخدم لمكافحة العديد من الأمراض الفطرية على محاصيل الفول السوداني، البطاطس والعنب. ويعمل على فصل (فك) الفسفرة التأكسدية.

سبايروكزامين Spiroxamine (امبولس، بروسبر) وهو يستخدم تجريبياً لمكافحة أمراض فطرية غير محددة على محاصيل الحبوب والعنب. وهو يشابه للمورفولينات من حيث طريقة التأثير حيث يثبط التخليق الحيوي للستيرول.

سبايروكزامين (امبولس، بروسبر)
SIPROXAMINE (Impulse®, Prosper®)



8-tert-butyl-1,4-dioxaspiro[4,5]decan-2-ylmethyl (ethyl) (propyl) amine

obeikandl.com

الفصل الخامس عشر

مبيدات الطحالب
Algicides

الطحالب مجموعة بسيطة من نباتات المياه العذبة والبحار، تتراوح بين كائنات وحيدة الخلية لزبد البرك الأخضر وبين حشائش البحر الطويلة جداً (عشب البحر kelps). ومبيدات الطحالب مركبات كيماوية تستخدم لمكافحة الطحالب وخاصة في المياه المخزنة أو المستخدمة في الصناعة. وتتطلب كلاً من نظم المياه العامة وبرك السباحة المعاملة بمبيدات الطحالب.

مركبات الكلور غير العضوية
INORGANIC CHLORINES

إن رائحة الكلور القوية المنبعثة من برك السباحة العامة ربما تكون متحررة من هيبوكلوريت الكالسيوم الشائع الاستخدام أو من جير كلوريد الكالسيوم، وهي ليست فقط مبيدات طحالب جيدة ولكنها أيضاً مادة مطهرة وتحتوي على ٧٠٪ كلور، وهي مصدر معظم محاليل تبييض الملابس المعبأة في قوارير (٧ إلى ٨٪ $Ca(OCl)_2$). ويوجد العديد من الأملاح غير العضوية المعتمدة على الكلور لمعاملة البرك بالكلور، ومن الأملاح الأكثر شيوعاً هيبوكلوريت الكالسيوم $CaOCl_2$ هيبوكلوريت الصوديوم NaOCl وكلوريت الصوديوم $NaClO_2$. يمرر غاز الكلور أحياناً في الماء أثناء دورة سريانه لوقف نمو الطحالب. إلا أن هذه الطريقة شديدة الخطورة ولا تستخدم إلا بواسطة المتخصصين والمدربين، ويصنف كمبيد مقيد الاستخدام.

مركبات النحاس
COPPER COMPOUNDS

مبيدات الطحالب المحتوية على النحاس كلها متساوية الفعالية. وتظل فترة أطول من المركبات المحتوية على الكلور، إلا أن محتواها من النحاس يمكن أن يسبب سمية نباتية للأعشاب أو غيرها من النباتات العشبية المحيطة بالبرك والتي ترش أو تشبع بالماء المعامل أحياناً. وتطبق نفس القاعدة على مبيدات الطحالب الأكثر تأثيراً.

لا تستخدم معقدات النحاس العضوية في حمامات السباحة بصفة عامة، ولكنها تفيد في الاستخدامات الصناعية، مرافق المياه العامة، والزراعة. ومن أكثر هذه المركبات استخداماً معقدات النحاس مع ثالث إيثانول أمين، تطبق كمحاليل رش سطحية لمكافحة الطحالب الخيطية واليلانكتون في خزانات مياه الشرب؛ نظم تزويد وتخزين مياه الري؛ برك المياه المستخدمة في الزراعة، الصيد، إطفاء الحرائق، والبحيرات، أماكن تفريخ الأسماك. أما في حالة ملح النحاس لثالث إيثانول أمين فيمكن استخدامه في برك السباحة. ويمكن استخدام الماء المعامل في الحال للغرض المستخدم من أجله. ويطبق نفس التعميم على ملح آخر من أملاح النحاس وهو معقد النحاس مع الايثلين ثاني الأمين.

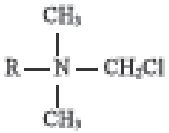
يجهز النحاس في الصورة المخلبية مع السترات والجلوكونات (Algimycin PLL) في صورة سائلة أو أقراص لمكافحة الطحالب المتفرعة والمتصلة، النامية في القاع، وخاصة أنواع *Chaara spp* and *Nitella spp* . تدمر المركبات المخلبية للنحاس معظم سلالات الطحالب الموجودة في البحيرات والخزانات، البرك وقنوات الري. وقد تم سحب تسجيل هذا المركب.

ملح النحاس لأحادي إيثانول الأمين مسجل للاستخدام كمبيد طحالب أو كمبيد حشائش لمكافحة النباتات المائية في الخزانات والبحيرات، البرك، قنوات الري وغيرها من المصادر الهامة للمياه الصالحة للشرب، ويحمل معقد النحاس مع الالكانول أمين alkanolamine (كليريجات® Clearigate) نفس التسجيل. عند إصدار هذا التسجيل، كانت المتبقيات المسموح بها من النحاس الناتج من استخدام هذا المركب في مصادر مياه الشرب الهامة واحد جزء في المليون (1 ppm).

من مركبات مجموعة النحاس الأخرى المركب القديم المعروف بكبريتات النحاس المحتوية على خمسة جزيئات ماء، وأسمائه القديمة هي بلوستون، بلوفتريول (bluestone & blue vitriol). وفي جميع هذه الحالات فإن أيون النحاس في المحلول هو القاتل للطحالب البسيطة وحيدة الخلية أو الخيطية. والأساس في عملية المكافحة هو نفس الأساس المذكور في تأثير مبيدات النحاس الفطرية المذكورة في الفصل الرابع عشر، ويتم هذا التأثير بتركيز من ٠,٢ – ٠,٥ جزء في المليون للطحالب الخيطية واليلانكتون.

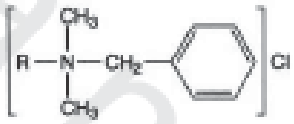
الهاليدات رباعية الأمونيوم
QUATERNARY AMMONIUM HALIDES

توجد مجموعة من مبيدات الطحالب تنتمي للمركبات رباعية الأمونيوم وتتميز بوجود أيون كلور أو بروم على أحد النهايات وذرة نتروجين مرتبطة بأربعة روابط مع الكربون. وأحد ذرات الكربون على الأقل تكون امتدادا لسلسلة من ٨ – ١٨ ذرة كربون (R- في الشكل الموجود) وتشتق سلسلة الكربون المستقيمة من الأحماض الدهنية الموجودة في الزيوت النباتية والصيغة العامة لها هي:



وهي مطهرات متعددة الأغراض، مبيدات للجراثيم ومواد مطهرة مثالية لمكافحة الطحالب في الصوب الزجاجية وغمر الأصص أو رش الجدران، الأرفف، الأرضيات، وفي برك السباحة وأنظمة إعادة تدوير المياه. وتمتد مكافحة الطحالب لعدة شهور. ويمكن استخدام أملاح الألكيل ثاني ميثيل بنزيل أمونيوم كلوريد للحصول على مكافحة لمدد طويلة للطحالب والبكتريا في برك حمامات السباحة، أنظمة التبريد، أنظمة مكيفات الهواء، والبيوت الزجاجية. وهي تكون الكمية الأكبر من هاليدات رباعية الأمونيوم. ولأنها سامة للسمك فلا تستخدم في البرك أو البحيرات أو ممرات المجاري المائية.

ألكيل ثاني ميثيل بنزيل أمونيوم كلوريد
ALKYLDIMETHYLBENZYLAMMONIUM CHLORIDE



مركبات عضوية متنوعة
MISCELLANEOUS ORGANIC COMPOUNDS

يستخدم الأكرولين acrolein بواسطة المتخصصين فقط وهو جزيء عضوي شديد التطاير وله نشاط فسيولوجي هائل ضد كلاً من النباتات المائية وكذا الإنسان والتعامل معه شديد الخطورة لأنه مسيل للدموع (يسبب دمع العيون) ويسبب حرق الجلد بالملامسة.

أكرولين
ACROLEIN

$CH_2 = CH - CHO$

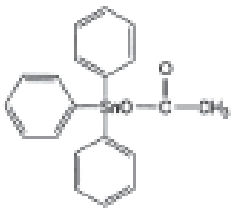
2 – propenal

والأكرولين مبيد كبير الفائدة في مكافحة الحشائش والطحالب، ولكن يلزم تطبيقه بواسطة الأشخاص المصرح لهم بسبب تأثيره كغاز مسيّل للدموع. تتحلل النباتات المعرضة له خلال ساعات قليلة وتطفو في اتجاه تيار

النهر. وهو مبيد عام للنباتات، يدمر أغشية خلايا النبات، ويتفاعل مع نظم إنزيمية مختلفة. وبمعاملة البقع المصابة في البحيرات يمكن حماية الثروة السمكية، وهذا مثال لحماية البيئة بالتطبيق على البقع المصابة فقط.

ويؤثر ثالث فينيل خلات القصدير triphenyltin أو خلات الفنتن Fentin acetate (بتاسان Betasan)كمبيد فطري أو مبيد طحالب أو مبيد قواقع، ويعتبر مثالاً آخر لمبيدات الآفات المتعددة الأغراض.

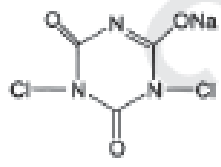
ثالث فينيل خلات القصدير (بتاسان)
TRIPHENYLTIN ACETATE (Betasan®)



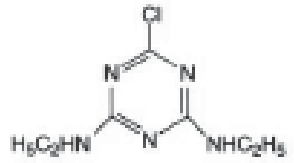
ولما كانت كل مركبات ثالث ألكيل القصدير تثبط الفسفرة الضوئية في البلاستيدات الخضراء، فإن أياً منها يصلح كمبيد طحالب فعال، وعموما قد تم إيقاف تسجيل هذا المركب.

يعطي الداي أمانين سي (Diamanin C) أو صوديوم ثاني كلورو أيزوسيانورات Sodium dichloroisocyanurate مكافحة طويلة الأمد للطحالب في حمامات السباحة ، ويمكن استخدامه كمطهر. والسيمازين المذكور في الفصل الحادي عشر مُسجل كمبيد طحالب تحت اسم أكوازين Aquazine، يؤثر جيداً بتركيز ١ جزء في المليون ضد مدى واسع من الطحالب ويمكن استخدامه في البرك المحتوية على السمك، ولكنه أوقف إنتاجه.

صوديوم ثاني كلوروأيزوسيانورات
SODIUM DICHLOROISOCYANURATE



سيمازين (أكوازين)
SIMAZINE (Aquazine®)

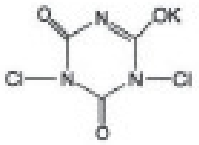


2-chloro-4,6-bis (ethylamino)-*S*-triazine

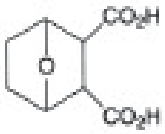
الإندوثال Endothall مبيد حشائش آخر ذكر في الفصل الحادي عشر، يباع باسم هيدروثول، أكواثول Aquathol® , Hydrothol® لمكافحة الطحالب والحشائش المائية. وهو أقل مبيدات الطحالب سمية للأسماك على الإطلاق، ويستخدم أي سي إيه، تي أي سي إيه (TICA ، ICA) كمبيدات طحالب ومطهرات في حمامات

السباحة ، ولأنهما ثابتان للتحطم بواسطة المواد الكيماوية الأخرى وبواسطة أشعة الشمس يتم إضافتهما للماء للعمل كحاجز لأشعة الشمس مما يؤدي لإطالة فترة بقاء الكلور المضاف.

بوتاسيوم ثاني كلوروأيزوسيانورات
POTASSIUM DICHLOROISOCYANURATE

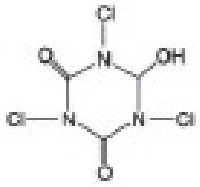


إندوثال (أكواثول، هيدروثول)
ENDOTHALL (Aquathol®, Hydrothol®)



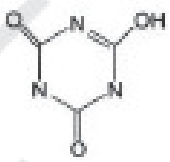
7-oxabicyclo(2,2,1)heptane-2,3-dicarboxylic acid

تي أي سي إيه
TICA



trichloroisocyanuric acid

أي سي إيه
ICA



isocyanuric acid

obeikandl.com

obeikandl.com

الفصل السادس عشر

مبيدات الأحياء الدقيقة – المُطهرات، مضادات الميكروبات والمواد الحافظة للأخشاب

Biocides-Disinfectants, Antimicrobials and Wood Preservatives

هناك وفرة من المواد الكيماوية المستخدمة في مكافحة الكائنات الدقيقة، كما أن هناك أنواعا جديدة تظهر في الأسواق بصورة منتظمة. هذه هي مبيدات الأحياء الدقيقة، والمطهرات، أو مضادات الميكروبات. علاوة على ذلك، فأن هذه المجموعة ماهي إلا نزر قليل من مبيدات الآفات. من بين كل مبيدات الآفات استخداماً في الولايات المتحدة في عام ١٩٩٩، ٥٢٪ كانت الكلور/هيبوكلورايت (مطهرات ومضادات للميكروبات) واستُخدم منها أكثر من ٢.٥ بليون رطل. بالإضافة إلى ذلك، فأن مبيدات الأحياء الدقيقة الخاصة تشكل ٧٪ والمواد الحافظة للأخشاب تشكل ١٦٪ من الاستخدام الكلي للمبيدات في عام ١٩٩٩م (Donaldson et al., 2002). من المشاكل الشائعة التي تواجه الأشخاص الذين يستخدمون مبيدات الأحياء الدقيقة هي نوع المادة التي يختارها وطريقة استخدامها. ليس هناك مطهر مثالي أو متعدد الأغراض ولذلك فالمركب الذي يتم اختياره هو الذي يقتل الكائنات الدقيقة الموجودة بأسرع وقت ممكن وبدون إلحاق أي ضرر للسطح الملوث.

في عام ١٩٧٧، كان هناك ٤٤٠ مادة فعّالة من مواد التطهير مُسجلة بواسطة وكالة حماية البيئة الأمريكية، زادت إلى ٦٠٠ مادة في عام ١٩٨٢، ثم قلّ عددها عن ٢٧٥، مُمثِّلة أكثر من ٥٠٠٠ مُنتج في عام ٢٠٠٣ (htt://www.epa.gov/oppad001/whatare.htm). وتشمل هذه المواد مضادات الميكروبات، مواد التعقيم، والمطهرات، ومانعات نمو البكتريا، والمنظفات التعقيمية، والمبيدات الفيروسية، ومبيدات الجراثيم. وأقسام الاستخدام الثلاثة والعشرون الرئيسية لها تتشعب أكثر إلى ٢٠٠ موضع استخدام. وفئات الاستعمال الرئيسية هي كما يلي:

المواد الإضافية ضد الميكروبات.
حظائر الحيوانات المستخدمة كغذاء.
حظائر الحيوانات غير المستخدمة كغذاء.
معامل تحضير وتصنيع الأغذية.
أماكن تجهيز وتخزين الجثث (التوابيت).
المستشفيات وما يرتبط بها.

المواقع المائية.
محلات الحلاقة والتجميل.
مصانع تحضير المشروبات.
السجاد (مواد تطهير السجاد).
المواد الكيماوية للتطهير في المراحيض.
معامل تحضير وتجهيز الألبان ومشتقاتها.
معامل الغسيل الجاف.
أماكن التغذية (المطاعم).

أماكن الغسيل.
الصيانة التجارية والصناعية.
الصيانة المنزلية.
عينات الحليب.
عمليات استعادة الزيت وحفر آبار الزيت.
المواد الحافظة، الغذاء، والأعلاف.
المواد الحافظة، الصناعة.
أماكن الاختصاص.
الأدوات الصحية في الحمامات.

تعطي هذه القائمة القارئ فكرة عما تصل إليه أعداد المطهرات المتاحة والمدى الواسع لاستخدامها.

إن تاريخ تطور المطهرات له سجل وثائقي مثير من حيث عدم معرفة أهمية الكائنات الميكروبية. مع بدايات القرن التاسع عشر حيث لم تعرف الكائنات الميكروبية على أنها كائنات حية. وكان يعتقد أن العدوى بالأمراض تسببها عن قوى سحرية في الهواء، أو بسبب اختلال التوازن في سوائل الجسم. وبالتأكيد لم يكن هناك دور للأيدي الملوثة. هذا ما جعل العالم لويس باستير Louis Pasteur يصر على أن يوضح للعالم أن الميكروبات لا يمكنها فقط أن تحيل عصير الفاكهة إلى نبيذاً ولكن يمكنها أيضاً إفساد النبيذ، إنها حقاً كائنات حية.

تمت الخطوة التالية في عام ١٨٦٧ بواسطة الجراح الإنجليزي جوزف لستر Lister Joseph، وهو أول من طور الجراحة المعقمة باستخدام أدوات معقمة بالحرارة واستخدام ضمادات الجروح المنقوعة بحامض الكربوليك (الفينول). وفي عام ١٨٨١م قام عالم البكتريا الألماني روبرت كوخ Robert Koch بتقييم ٧٠ مادة كيميائية مختلفة لاستخدامها في التطهير والتعقيم. ومن بين تلك المواد، الأنواع المختلفة من الفينول وكلوريد الزئبق $HgCl_2$ ومن هذه النقطة، أصبح التقدم في علم مكافحة الكائنات الميكروبية كبيراً.

قبل مناقشة المطهرات، يجب أن نفرق بسرعة بين اصطلاحين وعدم الخلط بينهما، الأول التطهير antisepsis (منع الفساد والتحلل)، والثاني جعل الشيء صحيّاً بالتنظيف والتعقيم sanitation. الأول هو تطهير الجلد والأغشية المخاطية، والثاني هو تطهير الأسطح غير الحية. ولذلك، تطبق معاملة شديدة لجعل الشيء صحيّاً بالتنظيف (والتعقيم) أكثر بكثير منها في عمليات التطهير. المادة التي تقتل الكائنات الممرضة ولا تقتل بالضرورة جراثيمها spores تسمى بمبيد لميكروبات الخضرية germicide. المادة التي تقتل الجراثيم المتحوصلة تسمى بمبيد الجراثيم sporicide. وفي هذا الفصل سوف يتركز الحديث على استخدام المطهرات في عمليات التطهير والتعقيم sanitation.

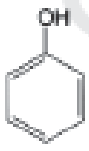
الاختبار الكمي الرسمي للمطهرات من مهمة إدارة الغذاء والدواء في الولايات المتحدة الأمريكية. تحدد هذه الطريقة الرسمية الحالات القياسية لاختبار المطهرات ضد سلالات من البكتريا معروفة الحساسية للفينول وهي: *Pseudomonas aeruginosa*و*Salmonella typhi, Staphylococcus aureus*.

الفينولات
PHENOLS

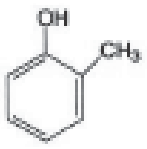
استعمل الدكتور لستر Dr. Lister الفينول في عام ١٨٦٧م كمبيد للميكروبات germicide في غرفة العمليات الجراحية ولذلك فمن المحتمل أن الفينول هو أقدم مطهر معروف. ينتج التأثير المميت للفينول بسبب ترسيبه للبروتين حتى عندما يكون مخففا جداً. كما أنه يستخدم كمحلول قياسي لمقارنة فعّالية المطهرات الأخرى، ويعبر عنه باصطلاح معامل الفينولphenol coefficient (للتطهير). الفينول والكريزوليت (فينول مثيلي) ذات روائح مميزة، تتغير بتغّير التراكيب الكيميائية لها. والمطهر المنزلي الشعبي الذي يباع تحت الاسم التجاري " لايسول Lysol® " من أمثلة الكريزول. هناك ثلاثة أنواع من الكريزولات، اورثو-، ميتا-، وبارا-؛ وقد أوضحنا منها فقط أورثو-كريزول. الكريزولات أكثر سمية للميكروبات بعدة مرات من الفينول، ومع ذلك فقد حل محلها مركب فينولي آخر هو أورثو-فينيل فينول o-phenyl phenol، ويستخدم لتطهير الأشياء غير الحية.

تستخدم كريسايل أسيتات Cresylacetate كمادة مطهرة ومسكنه للألم وذلك برشها على الأغشية المخاطية لكل من الأذن والأنف والحنجرة. إضافة الكلور أو المركبات العضوية قصيرة السلسلة إلى الفينولات تزيد من فعاليتها. فمثلاً، الهكساكلوروفين hexachlorophene مركب ثنائي الفينول مكلوّر يُبدي خواص فريدة كمادة مضادة للبكتريا وهو فعّال جداً ضد البكتريا الموجبة لصبغة جرام خصوصاً ستافيلوكوكاي staphylococci وستربتوكوكاي streptococci. كما أنه يحتفظ بخاصية قوية ضد الميكروبات عندما يخلط مع أنواع الصابون أو عندما يضاف إلى بعض مستحضرات التجميل.

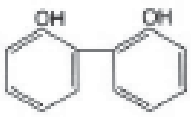
فينول
PHENOL



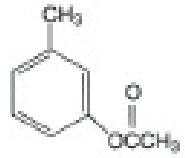
أورثو-كريزول
o-CRESOL



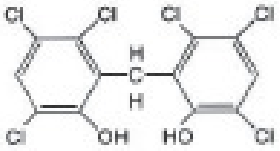
أورثو-فينيل فينول
o-PHENYLPHENOL



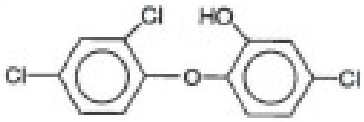
كريسايل أسيت
CRESYLACETATE



هكساكلورفين
HEXACHLOROPHENE



ترايكلوسان TRICLOSAN



الترايكلوسان أحد مبيدات الميكروبات الشائعة الاستخدام ذات العلاقة بالمضادات الميكروبية الفينولية والكلورونية (المكلورة). هذا المبيد هو المادة الفعالة في عدد من المواد القاتلة للجراثيم في المنتجات التي تستخدم للعناية الشخصية والمنزلية، مثل صابون الأيدي، الصابون السائل، معجون الأسنان، والمنتجات المستخدمة على الأسطح مثل المطابخ ومواد تنظيف الحمامات. هناك حذر من أن الاستخدام المستمر والواسع لمبيد الترايكلوسان في كل الشؤون المنزلية اليومية قد يؤدي إلى مقاومة البكتريا له ويقلل من كفاءته، كما يحدث الآن مع المضادات الحيوية.

الهالوجينات
HALOGENS

الهالوجينات مركبات عضوية أو غير عضوية تحتوي على الكلور، اليود، البروم، أوالفلور. بوجه عام تعتبر الهالوجينات غير العضوية مميتة لكل أنواع الخلايا الحية.

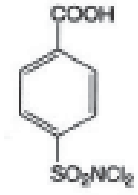
الكلور Chlorine

سواء أكان الكلور بصورة غاز أم متحداً مع بعض المواد الكيماوية الخاصة، فإنه يمثل واحداً من أكثر المطهرات استخداماً. يستخدم الغاز المضغوط بشكل سائل في تصفية وتطهير إمدادات مياه البلديات. كان أول استخدام للكلور بأشكاله المختلفة كمزيل للرائحة وبعد ذلك كمادة مطهرّة. الهيبوكلوريت Hypochlorites أكثر شيوعاً واستخداماً في عمليات التطهير وإزالة الروائح وذلك لأن التعامل معها أكثر أماناً، عديمة اللون، منظفات جيدة ولا تترك تبقعات. يستخدم عدد من مشتقات الكلور العضوية في تطهير المياه في المخيمات، أماكن التنزه وللجيش. الهالازون والسكسينكلوريميد (halazone & succinchlorimide) هما أكثر هذه المواد شيوعاً.

يطهّر الهالازون halazone بتركيز ٤ – ٨ مجم / ربع جالون (كوارت) بأمان وبشكل جيد ماءاً عسراً يحتوي على البكتريا المسببة لمرض التيفوئيد خلال ٣٠ دقيقة تقريباً، كما أن تركيز ١٢ مجم / ربع جالون من السكسينكلورايميد يطهر الماء خلال ٢٠ دقيقة. مركبات الكلور العضوية ثابتة تماماً على صورة أقراص وتصبح فعّالة عند وضعها في الماء.

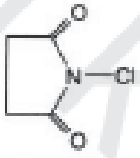
الكلور هو العنصر السائد في المطهرات، وتحتوي ٢٥٪ من المطهرات المسجلة بواسطة وكالة حماية البيئة الأمريكية على ذرة أو أكثر من هذا الهالوجين المهم.

هالازون (HALAZONE)



p-sulfone dichloramidobenzoic acid

سكسينكلورايميد (SUCCINCHLORIMIDE)



الهيبوكلوريتات Hypochlorites

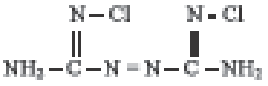
اجناتز سملويز Ignatz Semmelweis، طبيب هنغاري يعمل في فيّنا، كان له الفضل في استخدام مركبات الهيبوكلوريت في عام ١٨٤٦ م حتى عام ١٩٤٨م في محاولة لتقليل حدوث حمى الأطفال السريرية. كان على طلاب كلية الطب غسل أيديهم وغمسها في محلول هيبوكلوريت قبل فحصهم للمرضى. هيبوكلوريت الكالسيوم $Ca(OCl)_2$ وهيبوكلوريت الصوديوم Na Ocl من المركبات الشائعة واسعة الاستعمال منزلياً وصناعياً. وهي متاحة على شكل مساحيق أو محاليل وفي تركيزات مختلفة اعتماداً على نوعية استخدامها. تستخدم المنتجات المحتوية على مايتراوح بين ٥ إلى ٧٪ هيبوكلوريت الكالسيوم لتنظيف مُعدات الألبان وأواني الأكل في المطاعم. كما تستخدم محاليل هيبوكلوريت الصوديوم في عمليات التطهير المنزلية؛ فمثلاً تستخدم محاليل الكلوراكس بتركيزات تتراوح بين ٥ إلى ١٢٪ في المطهرات والمنظفات المنزلية وكمواد تنظيف (وتطهير) في مؤسسات تجهيز الأغذية والألبان.

الكلورأمينات Chloramines

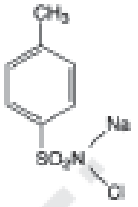
الكلورامينات فئة أخرى من مركبات الكلور المستخدمة للتطهير، التنظيف، والتعقيم. تتصف من الناحية الكيميائية باحتوائها على ذرة أو أكثر من الهيدروجين في المجموعة الأمينية للمركب تم إحلالها بالكلور. المونوكلورامين هو أبسطها في التركيب (NH_2Cl). كلورامين-ت chloramine-T وأزوكلوراميد azochloramide من

المركبات المضادة للميكروبات في هذه المجموعة ولهما تركيب كيميائي أكثر تعقيداً. من أهم مميزات مركبات الكلورأمينات مقارنة بمركبات الهيبوكلوريت هو أن الأولى أكثر ثباتاً والكلور فيها يتحرر ببطء.

آزوكلوراميد
AZOCHLORAMIDE



كلورامين—ت
CHLORAMINE-T



تنتج فعالية قتل الميكروبات في الكلور ومركباته من تكوين حمض الهيبوكلورين عندما يتفاعل الكلور الحرّ مع الماء.

$$Cl_2 + H_2O \longrightarrow HCl + HClO$$ (حمض الهيبوكلورين)

وبالمثل، فمركبات الهيبوكلوريتات ومركبات الكلورأمينات تتحلل مائياً، مكونة الهيبوكلورين. كما أن حمض الهيبوكلورين المتكون في كل حالة يتحلل أكثر ليحرر الأكسجين:

$$HClO \longrightarrow HCl + O$$

(الأكسجين الناتج من الكلورين، الهيبوكلوريت، الكلورأمينات)

الأكسجين المتحرر من هذا التفاعل (الأكسجين الحر حديث التولّد) عامل مؤكسد قوي، وتتحطم الكائنات الدقيقة بسبب تأثيره على المكونات الخلوية. يحدث قتل الخلايا بواسطة الكلور ومركباته جزئياً بسبب الاتحاد المباشر للكلور مع بروتينات أغشية الخلايا والإنزيمات .

اليود Iodine

يستخدم اليود بصورة تقليدية كمادة قاتلة للميكروبات في تجهيزه تسمى بصبغة اليود، والتركيب النموذجي له هو ٢ ٪ يود يضاف إلى ٢ ٪ يوديد صوديوم في كحول إثيلي، أو ٧ ٪ يود مع ٥ ٪ يوديد بوتاسيوم في ٨٣ ٪ كحول إثيلي. اليود فعّال جداً كمبيد بكتيري كما أنه فريد لأنه فعّال ضد جميع أنواع البكتريا. كما أن له نشاط قاتلاً للجراثيم المتحوصلة أيضاً. محاليل اليود المائية والكحولية لها خواص تطهير قوية وتستخدم منذ عقود طويلة قبل البدء في العمليات الجراحية. هناك العديد من أملاح اليود المعدنية مثل يوديد الصوديوم واليوتاسيوم مسجلة كمواد مطهرة وعدد المركبات التي تحتوي على اليود أقل بكثير من عدد المركبات التي تحتوي على الكلور.

الفلور والبروم Florine and Bromine

بسبب النشاط التفاعلي العالي وقلة طرق التداول والتناول السهلة، فإن الفلور في مخلوط مع العناصر الأخرى يوجد بأعداد قليلة جداً من المطهرات. تنطبق نفس الحالة على البروم.

البيروكسيدات Peroxides

بيروكسيد الهيدروجين (H_2O_2) مطهر فعّال وغير سام. وهذا المركب غير ثابت وعندما يسخن فإنه يتحلل إلى ماء وأكسجين:

$$2\,H_2O_2 \longrightarrow 2\,H_2O + O_2$$

يستخدم بيروكسيد الهيدروجين بتركيزات من ٠.٣ إلى ٦ ٪، في التطهير؛ وعند تركيز من ٦ ٪ إلى ٢٥ ٪ فإن هذا المركب يستخدم في التعقيم، وفي مبيضات الشعر.

الكحولات
ALCOHOLS

تغير الكحولات طبيعة البروتينات، ربما بإزالة الماء منها (التجفيف)، كما تعمل كمذيبات للدهون. ولذلك ربما تتلف الأغشية وتثبط الإنزيمات في وجود الكحولات. يُستخدم ثلاث أنواع من الكحول: الايثانول (كحول الحبوب) $CH_3\ CH_2\ OH$؛ الميثانول (كحول الخشب) CH_3OH؛ والايزوبروبانول (كحول المسح / للتطهير) $(CH3)_2CHOH$. وبالتجربة فقد تبيّن أن مقدار سمية الكحول للبكتريا تزيد بزيادة الوزن الجزيئي. ولذلك يعتبر الايزوبربانول أكثر أنواع الكحول الثلاثة استخداماً. يستخدم محلول من الكحول تركيزه ٧٠ – ٨٠ ٪ في التطبيق العملي. التركيزات التي أعلى من ٩٠ ٪ و أقل من ٥٠ ٪ عادة أقل فعالية، ما عدا كحول الايزوبرابيل، والذي يكون فعالاً حتى في المحاليل التي يصل تركيزها إلى ٩٩ ٪.

التعرض لمدة ١٠ دقائق كافي لقتل الخلايا الخضرية ولكن هذه المدة غير كافية لقتل الجراثيم المتحوصلة.

المعادن الثقيلة
HEAVY METALS

يظهر التأثير المميت للمعادن الثقيلة، بمفردها أو في بعض المركبات الكيميائية الخاصة، عن طريق ترسيبها للبروتينات، أو بتفاعلها مع الإنزيمات، أو بعض المكونات الخلوية الأخرى. وقد تمت مناقشته هذا التأثير في الفصل الرابع عشر، عند ذكر استخدام المعادن الثقيلة كمبيدات فطرية.

وفي الحقيقة، فإن بعض المبيدات الفطرية تعمل كمطهرات. المعادن الثقيلة الشائعة الاستعمال هي الزئبق، النحاس، الفضة، والزنك.

الزئبق Mercury

تعتبر مركبات الزئبق تاريخية، فقد تم إلغاء كل تسجيلات مركبات الزئبق العضوية وغير العضوية سواء الفطرية أو المطهرات بواسطة وكالة حماية البيئة الأمريكية، ويتعلق ذلك بمستويات الزئبق في البيئة. من اشهر تلك المركبات التاريخية ثاني كلوريد الزئبق $HgCl_2$ الذي كان يستخدم بين الحين والآخر في كل العمليات التي تحتاج الى تطهير.

النحاس Copper

النحاس فعّال ضد الطحالب والأعفان بدرجة أكبر منه ضد البكتريا، ويستخدم بصور مختلفة منها كبريتات النحاس وملح النحاس رابع خلات الإيثلين داي أمين ويستخدم بتركيز جزئين في المليون ليمنع نمو الطحالب في برك السباحة وخزانات المياه المكشوفة.

الفضة Silver

مركبات الفضة واسعة الاستخدام في عمليات التعقيم، إما كأملاح فضة قابلة للذوبان أو كمستحضرات غروية. الأملاح غير العضوية كفاءتها جيدة في قتل البكتريا، ولكن قيمتها العملية محدودة بسبب تأثيراتها الكاوية والمهيجة. أكثر أملاح الفضة شيوعاً واستخداماً هو نترات الفضة ويستخدم لمنع احتمال حدوث السيالانات (gonococcal) أو أنواع العدوى الأخرى في عيون الأطفال حديثي الولادة، وذلك حسب الشروط الروتينية في قوانين الولايات.

الزنك Zinc

الفطريات على وجه الخصوص حساسة لعدد من مركبات الزنك ، ويكثر إستخدام اثنين من هذه المركبات حول الحدائق المنزلية كمبيدات فطرية وهما الزينب والزيرام. يستخدم مخلوط من حمض دهني طويل السلسلة وملح الزنك لهذا الحمض في صورة مسحوق أو مرهم كمادة مضادة للفطريات. وهذا المخلوط فعّال بوجه خاص في معالجة قدم الرياضي. يستخدم معجون أكسيد الزنك لمعاملة الطفح الجلدي الذي ينتج من استخدام حفائض الأطفال وكذلك العدوى السطحية بالبكتريا والفطريات.

مركبات الأمونيوم الرباعية
QUATERNARY AMMONIUM COMPOUNDS

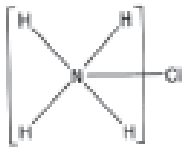
المنظفات The Dtergents

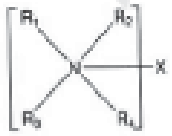
المنظفات مركبات عضوية لها طرفان أو قطبان: أحدهما محب للماء (يختلط جيداً مع الماء) والآخر كاره للماء (لا يمتزج جيداً مع الماء) ونتيجة لذلك، فإن هذه المركبات توّجه نفسها على أسطح الأشياء بحيث أن أقطابها

المحبة للماء تكون باتجاه الماء. وبشكل أساسي فإنها قد تصنّف كمنظفات أيونية أو غير أيونية . قد تكون المنظفات الأيونية أنيونية (شحنتها سالبة) أو تكون كاتيونية (شحنتها موجبة). تعتبر المنظفات الأنيونية ضعيفة كمواد قاتلة للبكتريا. أما المواد الكاتيونية وهي مركبات الأمونيوم الرباعية ، فمبيدات بكتيرية قوية ضد بكتريا ستافيلوكوكس ، ولكنها لا تؤثر على الجراثيم. يتداخل الماء العسر المحتوي على أيونات الكالسيوم أو المغنسيوم، مع مفعول المنظفات الكاتيونية ، كما أن هذه المنظفات تسبب صدأ الأشياء المعدنية. وحتى مع وجود هذه العيوب ، فإن المنظفات الكاتيونية من أكثر المطهرات الكيميائية وأوسعها استخداماً ، وذلك لسهولة تداولها كما أنها لا تسبب التهاب للجلد عند التركيزات المستخدمة. يشيع استخدام ثلاثة أملاح من مركبات الأمونيوم الرباعية من المنظفات الكاتيونية وهي كلوريد سيتايل بايريدنيوم (سيبرين) ، زيفران Zephiran وفيمرول Phemerol.

تركيب مركب أمونيوم رباعي موضحاً علاقته بتركيب كلوريد الأمونيوم

(أ) (ب)





أ) كلوريد الأمونيوم.

ب) التركيب العام لمركب أمونيوم رباعي R_1، R_2، R_3، و R_4 = مجموعات محتوية على الكربون والـ X عبارة عن أيون سالب الشحنة مثل أيون البروميد Br^- والكلوريد Cl^-.

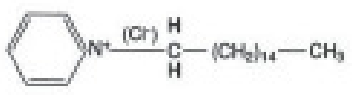
منظفات غير أيونية
NONIONIC DETERGENT

حامض استياريك أحادي الجليسريد

منظفات أنيونية
ANIONIC DETERGENT

لورات الصوديوم

منظفات كاتيونية
CATIONIC DETERGENT



Cetylpyridinium chloride (Cespryn ®)

وجد أن مركبات الأمونيوم الرباعية قاتلة للفطريات، كما أنها تدمر بعض أنواع البروتوزوا الممرضه. يبدو أن الفيروسات أكثر مقاومة لهذه المركبات من البكتريا والفطريات.

تنتج عن الخواص المجتمعة لهذه المركبات وهي النشاط ضد الميكروبات، وتأثيرها كمنظفات، بالإضافة إلى بعض الصفات الأخرى، كانخفاض السمية، الذوبان، لا تسبب تآكل، والثبات، ينتج عن هذه الصفات استخدامات وتطبيقات عملية كثيرة لها في عمليات التطهير والتنظيف. كما أنها تستخدم بكثرة لتطهير الجلد وكمواد تعقيم في منشئات الأكل والشرب، ومصانع تجهيز الأغذية والألبان.

طريقة تأثير المنظفات الكاتيونية غير مفهومة بالضبط. اقترحت طرق تأثير متعددة لهذه المركبات ضد الميكروبات مثل تثبيط الإنزيمات، تخثر (دنترة) البروتينات، تحطيم أغشية الخلايا، مما ينتج عنه تسرب المحتويات الحيوية للخلايا إلى الخارج. من المحتمل أن السبب في قتل وتثبيط الخلايا المتأثرة بالمنظفات الكاتيونية هو حدوث أكثر من تأثير في نفس الوقت.

الألدهيدات
ALDEHYDES

يعطي مخلوط من الفورمالدهيد مع الكحول مواد تعقيم ممتازة إلا أن متبقياتها تستمر بعد الاستخدام. أحد المركبات القريبة، الجلوتارالدهيد (Glutaraldehyde)، فعّال مثل الفورمالدهيد. تقتل معظم الكائنات الدقيقة خلال خمس دقائق من التعرض لمحلول مائي من الجلوتارالدهيد تركيزه ٢٪، ولكن الجراثيم البكتيرية تموت بعدبتراوح بين ٣ و ١٢ ساعة.

فورمالدهيد
FORMALDEHYDE

جلوتارالدهيد
GLUTARALDEHYDE

هناك عدد من المطهرات الأخرى: مثل الصبغات، الأحماض، القلويات، الكحولات، البيروكسيدات، والمدخنات (أوكسيد الاثيلين وبروميد الميثيل)، وهي فعّالة تحت ظروف معينة.

وباختصار، يجب أن نتذكر أنه لا يوجد مركب معين واحد مضاد للميكروبات مفضل أو مثالي لأي غرض أو لكل الأغراض، ولا يدعو ذلك للدهشة، نظراً الى الظروف المختلفة التي تستخدم فيها هذه المركبات، والاختلاف في طرق تأثيرها، والانواع المختلفة من الخلايا الميكروبية المراد القضاء عليها.

إعادة تسجيل: من خلال أفضل المعلومات المتاحة، يبدو أن العديد من المركبات القديمة المستخدمة لفترة طويلة ستفقد تسجيلها كمبيدات. وهي هكساكلوروفين، هلازون، كريسايل استيت، وكلوريد سيتايل بايردينوم.

وفي ابريل ٢٠٠٢م حَوّرت وكالة الغذاء والدواء الأمريكية الاستخدامات المحظورة للمضاد البكتيري هكساكلورفين وفرضت العديد من التحفظات الجديدة على نوع، كمية وظروف الاستخدام لتلك المادة.

المواد الحافظة للأخشاب
WOOD PRESERVATIVES

مع أن المواد الحافظة ليست من مبيدات الأحياء الدقيقة بالمعنى المستخدم في ثنايا هذا الفصل إلا أنها تشكل مجموعة صغيرة ولكن مهمة من مبيدات الآفات وتستخدم تلك المواد لحماية الأخشاب من الحشرات، الفطريات، والكائنات الأخرى التي يمكن أن تسبب له التلف. وكما ذكر سابقاً، يستخدم رطل واحد تقريباً من كل ٦ أرطال من مبيدات الآفات في الولايات المتحدة الأمريكية كمواد حافظة للأخشاب لعام ١٩٩٩م. وتُضغَط تلك المواد أثناء عملية تطبيقها على الأخشاب لكي تصل إلى أكبر عمق ممكن (داخل الخشب). وتستخدم الأخشاب المعاملة بمواد حافظة في أغراض متعددة منها: أسطح وظهور المراكب، أرضيات الأفنية، أعمدة الهاتف والكهرباء، أساسيات المنشئات، أعمدة الحظائر، الموائد الخشبية للمتنزهات، أعمدة السياجات، أخشاب هندسة المساحات، أرصفة السفن، المشيات الخشبية وفي تجهيزات الملاعب. وتقدر الجهات المختصة بمعاملة الأخشاب أن تلك المعاملة تطيل فترة بقاء الأخشاب (المعاملة) لأكثر من عشرون ضعف، وهذا بالطبع مُجدي من الناحية الاقتصادية.

أكثر المواد الحافظة للأخشاب استخداماً في السنوات الأخيرة كانت CCA (زرنيخات النحاس الكروماتية chromated copper aesenate)، قطران الكريزوت مع الفحم وكذلك خامس كلوريد الفينول pentachloro phenol (بنتا). أستخدمت كل المواد السابقة (وتطبق تحت الضغط) لمعاملة الأخشاب المستخدمة في أغراض متعددة. ومع ذلك، فأنه يراعى ألا تكون تلك الأخشاب المعاملة عرضة للتماس أو الاحتكاك بجلود الإنسان، حيوانات المزرعة أو الحيوانات المستأنسة.

بالرغم من فوائدها الجمة، إلا أن تلك المنتجات (السابقة) كبدائل قديمة آخذة في التناقص وذلك عائد إلى أسباب تتعلق بالنشاط التسويقي وسلامة الاستخدام. ففي عام ١٩٩٩م سحب الكثير من المُنتجين لمادة البنتا ملصقاتها وفي فبراير لعام ٢٠٠٢م أصدرت وكالة حماية البيئة الأمريكية قراراً طوعياً للمختصين بصناعة المواد الحافظة للأخشاب بسحب مادة الـ CCA من معظم الاستخدامات في المناطق المأهولة (موائد المتنزهات، أسطح المراكب، أخشاب هندسة المسطحات، أخشاب السُرادقات والأفنية والأسوار والمشايات الخشبية والمنشآت الرياضية) بحيث يصبح القرار فعّالاً في نهاية ديسمبر ٢٠٠٣م. أخيراً قطران الكريزوت مع الفحم وُضع في أعلى قائمة وكالة حماية البيئة الأمريكية بهدف مراجعة تسجيله في نفس العام (٢٠٠٣م) كما هو الحال بالنسبة لمادة CCA السابق ذكرها.

المنتجات الأخرى المستخدمة كمواد حافظة للأخشاب والبديلة (لتلك التي تناقصت أعدادها) تشمل مادة البورات، مادة قلويدات النحاس الرباعية ACQ، مادة أزول بورون النحاس CBA والتي لم تُسوق بعد في الولايات المتحدة ولكن تُسوقْ في اليابان وأوروبا؛ سترات النحاس CC وتستخدم بشكل رئيسي في الأعمدة ولا تستخدم على نطاق واسع في الولايات المتحدة ومادة كربامات النحاس ثنائية الكبريت والميثايل CDDC. مادة أخرى حافظة للأخشاب هي ميثايل ايزوثيوسيانيت (متك–فيوم) والتي سُجلت للاستخدام على الخشب الصفائحي في عام ١٩٨٧م لمكافحة العفن والفطريات المُحلِلَةْ للأخشاب وهي من مواد المُقيدة الاستخدام، ولابد أيضاً من اكمال عملية تسجيلها لكي يتم اختبار قدرتها البقائية.

obeikandl.com